

**XX. Növénynevelési Tudományos Nap**  
(2014. március 18.)

**Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban**

*A Szervező Bizottság tagjai:*

Bedó Zoltán  
Bóna Lajos  
Heszky László  
Kertész Zoltán  
Matuz János  
Veisz Ottó

*A kötetben megjelent tudományos dolgozatok lektoráltak.*

ISBN: 978-963-8351-42-5

*Kiadja:*

A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának  
Növénynevelési Tudományos Bizottsága

*Felelős szerkesztő:*

Veisz Ottó

A könyv anyaga nem másolható a kiadó írásos engedélye nélkül.

# Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban

XX. Növénynevelési Tudományos Nap  
Budapest, 2014. március 18.



## TARTALOMJEGYZÉK

FELDMAN ZSOLT: Kormányzati kutatásszervezés és támogatási lehetőségek a biológiai alapok érdekében.....	1
HESZKY LÁSZLÓ: A magyar növénynevelés helyzete a Növénynevelési Tudományos Napok prezentációinak tükrében (1993-2013): .....	10
MATUZ JÁNOS: Szántóföldi növények nevelése a Vidékfejlesztési Minisztériumhoz tartozó intézményekben .....	17
APOSTOL JÁNOS, KASZTOVSZKY ZOLTÁN, ERDŐS ZOLTÁN, DÉNES FERENC, SZABÓ TIBOR, HAJDU EDIT, GYÖRFFYRNÉ JAHNKE GIZELLA: Gyümölcs-, szőlő- és dísnövénynevelés eredményei a Vidékfejlesztési Minisztériumhoz tartozó intézményekben. ....	22
CSIZMADIA LÁSZLÓ: Zöldségnövények nevelésének eredményei a Vidékfejlesztési Minisztériumhoz tartozó intézményekben .....	27
BOROVICS ATTILA: Erdészeti nevelés eddigi eredményei és jövőbeli kihívásai .....	32
BÓNA LAJOS, PURGEL SZANDRA: Magyar nevelők méltatása .....	39
APOSTOL JÁNOS, SZÜGYI SÁNDOR, BÉKEFI ZSUZSANNA: Nevelési alapanyagként használható meggy genotípusok vizsgálata .....	45
ARANYI NIKOLETT RÉKA, SZAKÁCS ÉVA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA, HOFFMANN BORBÁLA: Vízmevonas hatása búza- árpa addíciós vonalakra tenyészedényes kísérletben .....	50
ÁBRAHÁM ÉVA BABETT, RAJKI ERZSÉBET: Új silócirok hibridünk: GK Áron .....	55
BALLA KRISZTINA, KARSAI ILDIKÓ, BENCZE SZILVIA, VEISZ OTTÓ: Dihaploid búzapopuláció szárazsággal szembeni tűrőképességének vizsgálata szántóföldön .....	60
BÁNYAI JUDIT, PÁL MAGDA, SPITKÓ TAMÁS, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN: Stresszvédő vegyület vizsgálata durum búza közel izogén vonalakban szárazság stressz során .....	65
BEDE KAROLINA, RAKSZEGI MARIANN, MIKÓ PÉTER, MEGYERI MÁRIA, MARTIN WOLFE, SALLY HOWLETT, FRANZISKA LÖSCHENBERGER, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN: Nagy rostanyag tartalmú búza génforrások azonosítása organikus nevelési programokban .....	70
BENCZE SZILVIA, KOMÁROMI JUDIT, VIDA GYULA, BALLA KRISZTINA, VEISZ OTTÓ: Az emelt légköri CO <sub>2</sub> -szint hatása az őszi búza lisztharom fertőzésére .....	75
BITTSÁNSZKY ANDRÁS, PILINSZKY KATA, KERTI BALÁZS, VERES ANIKÓ, CZAKÓ MIHÁLY, GYULAI GÁBOR, KŐMÍVES TAMÁS: Az <i>Elaeagnaceae</i> fajok ammónium metabolizmusa ....	80
BÓDI ZOLTÁN : A lila csupasz árpa, mint funkcionális élelmiszer .....	85
BOGNÁR ZOLTÁN, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN: Új bőtermő, rezisztens tritikálé fajta: Mv Sámán .....	90
BORONKAY GÁBOR: Magyar nevelésű rózsafajták ellenállósága a lombot károsító kórokozók és kártevőkkel szemben .....	95
CERNÁK ISTVÁN, RAMIN HAJIANFAR, FRIEDERIKE TROGNITZ, BODO TROGNITZ, CELINE PRAKASH, BÁNFALVI ZSÓFIA, TALLER JÁNOS, POLGÁR ZSOLT: <i>A Solanum stoloniferum</i> eredetű burgonya Y vírus extrém rezisztencia gén ( <i>Ry<sub>sto</sub></i> ) <i>in silico</i> analízise új generációs szekvenálási adatok felhasználásával .....	100
CZANK BERNADETT, ÁCS PÉTERNÉ, KOVÁCS ZSUZSA, CZANKNÉ CSATLÓS ÉVA, BÓNA LAJOS: Leveles teszt elállítása tritikálé felhasználásával .....	105
CSÁVÁS GABRIELLA, HEGEDŰS ATTILA, STEFANOVITS-BÁNYAI ÉVA, HALÁSZ JÚLIA: A 'Pipacs 1' és a 'Korai pipacs' meggyfajták DNS-alapú megkülönböztetése .....	110

CSILLÉRY GÁBOR, TIMÁR ZOLTÁN, NAGY GÉZA, PALKOVICS LÁSZLÓ, PALOTÁS GÁBOR, KISS LEVENTE, SZARKA JÁNOS: A paprika lisztharmat elleni rezisztencianemesítés lehetőségei .....	115
CSÓSZ LÁSZLÓNÉ, MATUZ JÁNOS, KERTÉSZ ZOLTÁN, KÖVICS GYÖRGY JÁNOS, CSEUZ LÁSZLÓ: Levélfoltosság tüneteket okozó gombák előfordulása és felszaporodása őszi búzán Magyarországon 2001-2013-ban .....	120
EMÓDI ANDREA, GYULAI FERENC, MRAVCSIK ZOLTÁN, KERTI BALÁZS, HIDVÉGI NORBERT, VINOGRADOV SERGEY, SZABÓ T. ATTILA, IRWIN ROVNER, GYULAI GÁBOR: Alakor tétélek ( <i>Triticum monococcum</i> L. ssp. <i>monococcum</i> ) digitális magmorfometriai elemzése .....	125
ERDEI ÉVA, KOVÁCSNÉ OSKOLÁS HENRIETT, GYULAVÁRI OSZKÁR, PEPÓ PÁL: Redukált lignintartalmú (bm <sub>3</sub> ) mutáns kukoricavonalak, izogénjeik és hibridjeik összehasonlítása a morfo-fenometriai tulajdonságaik szempontjából .....	130
FÁBIÁN-NAGY SÁNDOR, RÓZSÁS ATTILA, LANTOS FERENC: A hőmérsékletváltozás hatásának értékelése eltérő paprikavonalak vizsgálatában .....	135
FÁRI MIKLÓS, ANTAL GABRIELLA, KURUCZ ERIKA, KAPRINYÁK TÜNDE, TAREK ALSHAAL, NEVIEN ELHWAT, NEAMA ABD ALLA, HASSAN EL-RAMADY, DOMOKOS-SZABOLCSY ÉVA: Bioipari célra nemesített élő biomassza növények kutatása Debrecenben: PLANTBIOGEN program .	140
FORGÁCS ISTVÁN, SULLER BARNABÁS, ZOK ANIKÓ, DEÁK TAMÁS, SZEGEDI ERNŐ, OLÁH RÓBERT, PEDRYC ANDRZEJ: Folyadék alapú regenerációs és <i>in vitro</i> szelekciós módszer 'Richter 110' szőlőfajtán .....	145
GULYÁS ANDREA, HIDVÉGI NORBERT, KISS ERZSÉBET, DOBRÁNSZKI JUDIT: Metilezettségi vizsgálatok <i>in vitro</i> és <i>in vivo</i> fenntartott almafajtákban .....	150
GYÖRGY ZSUZSANNA, WILHELM JÚLIA, PEDRYC ANDRZEJ: Közép-európai <i>Rhodiola rosea</i> L. populációk diverzitásának felmérése SSR markerekkel .....	155
GYÖRGYI GYULÁNÉ, HENZSEL ISTVÁN, SZABÓ LAJOS, ZSOMBIK LÁSZLÓ: Az öntözés hatása különböző burgonya fajták termésjellemzőire nyírségi savanyú homoktalajon .....	160
GYULAI GÁBOR, KERTI BALÁZS, VINOGRADOV SZERGEY, EMÓDI ANDREA, MRAVCSIK ZOLTÁN, GYULAI FERENC, IRWIN ROVNER: Kétlaki növények magmorfometriai elemzése .....	165
GYULAVÁRI OSZKÁR, SZÜCS PÉTER, BALASSA GYÖRGY: Monoploid kukorica növények kizárólagosan marker tulajdonságok alapján történő kiválogatásának lehetőségei és megbízhatósága .....	170
HAJNAL VERONIKA, PUSKÁS NOÉMI, LADÁNYI MÁRTA, SZALAY LÁSZLÓ: Amerikai kajszifajták termőhelyi alkalmazásának vizsgálata a fagyállóság és a mikrosporogenezis alapján ....	175
HERMÁN RITA, BALOGH ÉSZTER, REICHHARDT BORBÁLA, BALÁZS BARNABÁS DÁVID PEDRYC ANDRZEJ: PPV rezisztencia bevezetését célzó nemesítési programból származó kajszihibridek előzetes értékelése .....	180
HÉTHELYI B. ÉVA, BERTÓTI REGINA, BÖSZÖRMÉNYI ANDREA, SZÓKE ÉVA, LEMBERKOVICS ÉVA, TÓTH JAROSLAV, CZIGLE SZILVIA: Egy 90 millió éves élő kővület, a <i>Wollemia nobilis</i> (Sárkányfenyő), az <i>Araucaria</i> és <i>Cedrus</i> speciések illóanyagának SPME-gc/ms vizsgálata .....	185
HIDVÉGI NORBERT, GULYÁS ANDREA, KERTI BALÁZS, KISS ERZSÉBET: Komplementációs tesztrel vizsgált számoça spatula (Faspt) gén funkcionális jellemzése .....	190
HOFFMANN BORBÁLA, POLGÁR ZSOLT, SIMON SZANDRA, KOLLARICSNÉ HORVÁTH MARGIT, HOFFMANN SÁNDOR: A nitrogén hasznosító képesség vizsgálata burgonya ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) fajtákon .....	195
ICSÓ DIÁNA, LINC GABRIELLA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA: Búza/árpa introgressziós vonalak előállítására a 2C gametocid rendszer felhasználásával .....	200

JÓVÉR JÁNOS, CZIMBALMOS ÁGNES, PUSKÁS ÁRPÁD, GYÖRI ZOLTÁN: Cirok vonalak értékelése .....	205
JUHÁSZ ZSÓFIA, BOLDIZSÁR ÁKOS, KOCSY GÁBOR, MARINCS FERENC, GALIBA GÁBOR, BÁNFALVI ZSÓFIA: A búza 5A kromoszómája által befolyásolt metabolit változások a hideghez való alkalmazkodás és a vegetatív/generatív átmenet idején .....	210
KARSAI ILDIKÓ, KISS TIBOR, VEISZ OTTÓ: Árpafajták genetikai diverzitása DArT markerek és egyedfejlődési génallélok alapján .....	215
KEREKES ADRIENN, SZÓKE ANTAL, VERES ANIKÓ, TÓTH-LENCSES A. KITTI, KOZMA PÁL, KOCSIS LÁSZLÓ, KISS ERZSÉBET: Szőlő homonímák DNS szintű azonosítása .....	220
KERTI BALÁZS GÁBOR, HÍDVÉGI NORBERT TIBOR, GULYÁS ANDREA SAROLTA, KISS ERZSÉBET: A homoktövis ( <i>Hippophae rhamnoides</i> ) porzós és termős egyedeinek genotípus azonosítása .....	225
KISS ERZSÉBET, GYULAI GÁBOR, VERES ANIKÓ, SZÓKE ANTAL, TÓTH-LENCSES KITTI, KEREKES ADRIENN, HESZKY LÁSZLÓ: Molekuláris markerek alkalmazása szántóföldi és kertészeti növények nemesítésében .....	230
KISS TIBOR, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN, VEISZ OTTÓ, KARSAI ILDIKÓ: Genetikai diverzitás vizsgálat búza ( <i>Triticum aestivum</i> L.) fajtakörben .....	235
KOCSIS LÁSZLÓ, LÖNHÁRD TAMÁS, KISS ERZSÉBET, VRŠIČ STANKO: <i>Vitis riparia</i> , <i>V. rupestris</i> és <i>V. berlandieri</i> fajok magoncpopulációinak szelektálása szőlőalany nemesítés céljából	240
KOLLARICSNÉ H. MARGIT, POLGÁR ZSOLT, ARANYI NIKOLETT RÉKA, TALLER JÁNOS, HOFFMANN BORBÁLA: A nitrogén-kezelés hatása burgonya fajták mennyiségi és minőségi paramétereire tenyészedényes kísérletben .....	244
KOMÁROMI JUDIT, ZHANG ZENGYAN, CIRO DE PACE, VEISZ OTTÓ, VIDA GYULA: <i>Dasypyrum villosum</i> eredetű lisztharmat-rezisztencia beépítése martonvásári búzafajtákba markerszelekcióval .....	249
KOVÁCS LÁSZLÓ, MENDEL ÁKOS, TÓTH SZABOLCS, SZENTGYÖRGYI ANNA, KISS ERZSÉBET: <i>Fragaria vesca</i> SAM DCI gén funkcionális jellemzése .....	254
KOZMA PÁL, HOFFMANN SAROLTA: Új generációs szőlőfajták előállítása: magasfokú rezisztencia versenyképes minőséggel kombinálva .....	259
KRUPPA JÓZSEF IFJ., KRUPPA KLAUDIA, KRUPPA JÓZSEF: Étkezési triticales (‘Hungaro’ durumrozs) aminosav tartalma és genomösszetétele .....	264
KRUPPA KLAUDIA, SZAKÁCS ÉVA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA: J, S és J <sup>8</sup> genomokhoz tartozó kromoszómák kimutatása búza × <i>Agropyron glael</i> hibrid utódokban .....	269
KUTI CSABA, LÁNG LÁSZLÓ, TÓTH VIOLA, BEDŐ ZOLTÁN: A molekuláris genetikai adatok felhasználása a búzanemesítési döntéshozatalban .....	274
LANGÓ BERNADETT, TÖMÖSKÖZI SÁNDOR, ÁCS PÉTERNÉ, BÓNA LAJOS: Tritikálé: beltartalmi paraméterek vizsgálati eredményei .....	279
LANTOS ESZTER, PEDRYC ANDRZEJ, SÁRDI ÉVA: Metil-donor vegyületek és szénhidrátok vizsgálata különböző gyümölcsfajták magjában .....	284
LEHOCZKI-KRSJAK SZABOLCS, SZABÓ-HEVÉR ÁGNES, GYÖRGY ANDREA, TÓTH BEÁTA, MESTERHÁZY ÁKOS: Kalászfuzárium-rezisztencia asszociációs térképezése búzában .....	289
MAYER MARIANNA, TÓTH VIOLA, KUTI CSABA, VIDA GYULA, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN: Búza-rozs transzlokációk azonosítása molekuláris markerekkel martonvásári búzafajtákban .....	294
MENDEL ÁKOS, KOVÁCS LÁSZLÓ, SZENTGYÖRGYI ANNA, TÓTH SZABOLCS, KISS ERZSÉBET: <i>Fragaria vesca</i> S-adenozilmetionin szintáz GÉN (SAM-Sy) funkcionális jellemzése .....	299

MESTERHÁZY ÁKOS, TOLDINÉ TÓTH ÉVA, SZABÓ BALÁZS, TÓTH BEÁTA, VARGA MÓNIKA, LEHOCZKI-KRSJAK SZABOLCS, KOVÁCS NÁNDOR, BAGI FERENC, VARGA JÁNOS: Kukorica hibridek ellenállósága toxintermelő gombákkal szemben, 2012-2013 .....	304
MÉSZÁROS KLÁRA, CSORBA ILDIKÓ, TOMCSÁNYI ANDRÁS, PALÁGYI ANDRÁS, CSÓSZ MÁRIA, KARSAI ILDIKÓ, VIDA GYULA, LÁNG LÁSZLÓ, BAKONYI JÓZSEF: A hálózatos levélfoltossággal szembeni fiatalkori és szántóföldi rezisztencia vizsgálata árpában .....	309
MIKÓ PÉTER, MEGYERI MÁRIA, MOLNÁR ISTVÁN, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA: <i>Triticum timococcum</i> : vad fajok egyidejű kiaknázása a búzanesemesítésben .....	314
MRAVCSIK ZOLTÁN, GYULAI FERENC, EMÖDI ANDREA, KERTI BALÁZS, VINOGRADOV SERGEY, HIDVÉGI NORBERT, IRWIN ROVNER, GYULAI GÁBOR: Régészeti szőlőmagleletek ( <i>Vitis vinifera</i> ) molekuláris és digitális magmorfometriai azonosítása .....	319
NAGY ZOLTÁN, SPITKÓ TAMÁS, MARTON L. CSABA: Szárazság hatása a kukorica klorofill tartalmára és termésmennyiségére .....	325
NÉMETHNÉ KISGYÖRGY BOGLÁRKA, BEDE KAROLINA, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN, RAKSZEGI MARIANNA: Magas amidóz tartalmú búzatörzsek ( <i>Triticum aestivum</i> L.) nemesítése ..	330
ÓVÁRI JUDIT, KERTÉSZ ZOLTÁN, KERTÉSZ ZOLTÁNNÉ, PAPP MÁRIA, CSEUZ LÁSZLÓ, VIZI RENÁTA, HESZKY LÁSZLÓ, BEKE BÉLA: GK Mentor - új, bőtermő, tömött szárbelű őszi búzafajta .....	335
PAPP MÁRIA, CSEUZ LÁSZLÓ, BEKE BÉLA, SZABÓ CSILLA, FÓNAD PÉTER, KERTÉSZ ZOLTÁN, CSÓSZ LÁSZLÓNÉ, MESTERHÁZY ÁKOS, ÁCS PÉTERNÉ, ÓVÁRI JUDIT, BERKI LÁSZLÓ: GK Pilis – új, bőtermő, korai, jó sütőipari minőségű búzafajta .....	339
PÁL MAGDA, KOVÁCS VIKTÓRIA, SZALAI GABRIELLA, SOÓS VILMOS, XIAOSONG MA, HONGYAN LIU, HANWEI MEI, JANDA TIBOR: Alacsony hőmérséklet és szárazság hatása eltérő stressztűrő-képességgel rendelkező rizsfajtákban .....	344
PAUK JÁNOS, NAGY ÉVA, LANTOS CSABA, KISS ERZSÉBET: Néhány fontos fenotipizálási eredmény a 'Plainsman V./Cappelle desprez' búza DH szárazságtűrési térképezési populáció vizsgálatából .....	349
PEDRYC ANDRZEJ, HERMÁN RITA, BALÁZS BARNABÁS DÁVID: SSR markerek alkalmazása a <i>PPVres1</i> gén kimutatására kajszinál - előzetes közlemény .....	354
PEPÓ PÁL, TÓTH SZILÁRD, KOVÁCSNÉ OSKOLÁS HENRIETT: Agrobiotechnológia a búza ( <i>Triticum aestivum</i> L.) és kukorica ( <i>Zea mays</i> L.) szelekcióban .....	359
PUSKÁS ÁRPÁD, CZIBALMOS ÁGNES, GYŐRI ZOLTÁN, JÓVÉR JÁNOS: Őszi árpafajták összehasonlítása különböző vetésidőkben .....	364
PUSKÁS KATALIN, VARGA-LÁSZLÓ EMESE, VEISZ OTTÓ, VIDA GYULA: Búza kalászfuzárium- rezisztenciaforrások azonosítása kalászkainjektálásos inokulációs módszerrel .....	369
RAHIM AHMADVAND, TALLER JÁNOS, WOLF ISTVÁN, VASZILY ZSOLT, CERNÁK ISTVÁN, POLGÁR ZSOLT: Burgonya X vírussal szembeni extrém rezisztenciagének molekuláris vizsgálata a keszthelyi nemesítési anyagokban .....	374
RAKSZEGI MARIANNA, BEDE KAROLINA, MIKÓ PÉTER, MEGYERI MÁRIA, KOVÁCS GÉZA †, JÜRG HILTBRUNNER, FRANZISKA LÖSCHENBERGER, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN: A búza nemesítési stratégiáinak összehasonlítása 'low-input' és organikus rendszerekben agronómiai és technológiai tulajdonságok alapján .....	379
ROZNIK DÓRA, HOFFMANN SAROLTA, CSIKÁSZ-KRIZSICS ANNA, VÁCZY KÁLMÁN ZOLTÁN, KOZMA PÁL: A feketerothadás ( <i>Guignardia bidwellii</i> ) elleni rezisztencia beépítése az új innovatív szőlőfajtákba .....	384
SÁRDI ÉVA, VIRÁG BENCE, PALKOVICS LÁSZLÓ: Burgonya - <i>Phytophthora infestans</i> gazda - patogén kapcsolat vizsgálata .....	389



SCHMIDT GÁBOR, SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA: Tuja fajták boróka-tarkadiszbogárral ( <i>Lamprodila festiva</i> ) szembeni érzékenységének összehasonlító vizsgálata .....	394
SKOLA ISTVÁN, ERDŐS ZOLTÁN, HALÁSZ JÚLIA, HEGEDŰS ATTILA, HROTKÓ KÁROLY: Mandulahibridek termékenyülése összefüggésben az S-genotípusokkal .....	399
SPITKÓ TAMÁS, NAGY ZOLTÁN, HALMOS GÁBOR, MARTON L. CSABA: Tartós vízhiány hatása kukoricahibridek virágzási idejére .....	404
SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA, SCHMIDT GÁBOR: <i>Prunus laurocerasus</i> fajták télállóságának összehasonlító vizsgálata .....	409
SZAKÁCS ÉVA, SCHNEIDER ANNAMÁRIA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA: Búza-évelő rosz ( <i>Secale cereanum</i> ) introgressziós vonalak molekuláris citogenetikai jellemzése .....	414
SZALAY LÁSZLÓ, HAJNAL VERONIKA, TÓTH MAGDOLNA: Kajszi fajtaérték-kutatás génbanki fajtagyűjteményben .....	419
SZELÉNYI MAGDOLNA, HALÁSZ JÚLIA: Termesztett homoktövisfajták genetikai ujjlenyomata .....	424
SZEPESI KINGA, OLÁH RÓBERT, ZOK ANIKÓ: A rukkola ( <i>Diplotaxis tenuifolia</i> ) mikroszaporítása és regenerációja .....	429
SZÓKE CSABA, SZÉCSI ÁRPÁD, NAGY ZOLTÁN, ZÁBORSZKY SÁNDOR, BÓNIS PÉTER, MARTON L. CSABA: Kukorica ( <i>Zea mays</i> L.) magminták fuzárium fajösszetételének meghatározása .....	434
SZÜGYI SÁNDOR, ROZSNYAY ZSUZSANNA, APOSTOL JÁNOS: Monília ellenálló meggyfajták nemesítése .....	439
SZÜGYINÉ BARTHA KRISZTINA, BUJDOSÓ GÉZA, HAJNAL VERONIKA, SZALAY LÁSZLÓ: Magyar nemesítésű diófajták vegyesrügyeinek fagyűrő képessége .....	444
TÓBIÁS ISTVÁN, SALÁNKI KATALIN, ALMÁSI ASZTÉRIA, TIMÁR ZOLTÁN, PALKOVICS LÁSZLÓ, CSILLÉRY GÁBOR: Rezisztenciaforrások keresése a paprika TSWV rezisztenciát áttörő törzsével szemben .....	449
TÓTH BEÁTA, VARGA MÓNICA, GYÖRGY ANDREA, LEHOCZKI-KRSIAK SZABOLCS, CSEUZ LÁSZLÓ, SZABÓ-HEVÉR ÁGNES, MARC LEMMENS, MESTERHÁZY ÁKOS: Őszi búza kalászfuzárium ellenállóságának vizsgálata különböző inokulációs módszerek alkalmazásával .....	454
TÓTH FRIDA, SÁROSI SZILVIA, DEMJÁN ILDIKÓ, TULOK MÁRIA, KOZKA NOÉMI: Levendulafajták produkció-biológiai vizsgálata .....	459
TÓTH-LENCSES A. KITTI, KERESKES ADRIENN, SZÓKE ANTAL, LAJTERNÉ FARKAS BERNADETT, LÖNHARD TAMÁS, KISS ERZSÉBET, KOCSIS LÁSZLÓ: Bogyószín szelekció molekuláris markerekkel a 'Nektár' x 'Jacquez' szőlő utódnemzedékben .....	464
TÓTH SZILÁRD, VINCZE SÁNDOR, PEPÓ PÁL: Klímaváltozás káros hatásaival szembeni rezisztencianemesítés a napraforgó ( <i>Helianthus annuus</i> L.) esetében .....	469
TÓTH VIOLA, MAYER MARIANNA, KUTI CSABA, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN: Törpeség gének ( <i>RhtB1b</i> és <i>RhtD1b</i> ) azonosítása molekuláris markerekkel marionvásári nemesítésű búzatörzsekben .....	474
TÓTH ZSÓFIA, KOVÁCS LÁSZLÓ, KISS ERZSÉBET: A NAC transzkripció faktor szerepe a lisztharmat elleni védekezésben .....	478
TÓTHNÉ ZSUBORI ZSUZSANNA, PÓK ISTVÁN, PINTÉR JÁNOS, MARTON L. CSABA: Silókukorica hibridek emészthető szárazanyag termésének alakulása virágzástól betakarításig .....	483
TÜRKÖSI EDINA, CSEH ANDRÁS, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA: Új búza/árpa diteloszómás addíciós vonalak előállítása és azonosítása fluoreszcens <i>in situ</i> hibridizációval és molekuláris markerekkel .....	488

VARGA BALÁZS, VEISZ OTTÓ: Az emelt légköri CO <sub>2</sub> és a vízmegvonás kombinált hatásai őszi búzafajták vízforgalmára .....	493
VERES ANIKÓ, GYULAI GÁBOR, LÁPOSI RÉKA, LUTHER WATERS JR., DEMKU TAMÁS, KISS ERZSÉBET, TOLDI OTTÓ: Pillangós virágú fák ( <i>Fabaceae</i> ) - A fehérakác ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) molekuláris elemzése .....	498
VIDA GYULA, VEISZ OTTÓ: Őszi durumbúza fajták technológiai minősége és agronómiai jellemzői .....	503
VRŠIČ STANKO PELENGIĆ RADOJKO, KEREKES ADRIENN, KISS ERZSÉBET, KOCSIS LÁSZLÓ: OIV ampelográfiai leírókulcsok alkalmazása <i>Vitis sp.</i> magonc populációk jellemzésére .	508
WERNER JÁNOS, KOZMA PÁL: A Furmint szőlőfajta biológiai alapjainak fejlesztése a klónválaszték bővítésével .....	513
ZSOMBIK LÁSZLÓ, ERDŐS ZSUZSA: A tápanyagellátás hatása a különböző spárga ( <i>Asparagus officinalis</i> L.) hibridek termésének alakulására nyírségi homoktalajon .....	518

## CONTENTS

ZS. FELDMAN: The Hungarian Government's research organising and support opportunities for genetic resources .....	1
L. HESZKY: Evaluation of the Hungarian plant breeding based on the lectures and posters presented on the annually organized congress of plant breeding (1993-2013) .....	10
J. MATUZ: The breeding of field crops at the research institutes of the Ministry of Rural Development .....	17
J. APOSTOL, Z. KASZTOVSZKY, Z. ERDŐS, F. DÉNES, T. SZABÓ, E. HAJDU, J. G. GYÖRFFYÉNYÉ: Breeding of fruits and grapes at the research institutes of the Ministry of Rural Development .....	22
L. CSIZMADIA: Results of breeding vegetable crops in the institutes belonging to the Ministry of Rural Development .....	27
A. BOROVIČS: Recent results and future challenges in forest tree improvement .....	32
L. BÓNA: Award winning Hungarian breeders .....	39
J. APOSTOL, S. SZÜGYI, ZS. BÉKEFI: Examination of sour cherry genotypes suitable for breeding purposes.....	45
N. R. ARANYI, É. SZAKÁCS, M. MOLNÁR-LÁNG, B. HOFFMANN: The effect of water deficiency on wheat-barley addition lines in pot experiment .....	50
É. B. ÁBRAHÁM, E. RAJKI: NEW silage sorghum hybrid: GK Áron .....	55
K. BALLA, I. KARSAI, S. BENCZE, O. VEISZ: Examination of the tolerance of the doubled haploid wheat population in response to drought stress in the field .....	60
J. BÁNYAI, M. PÁL, T. SPITKÓ, L. LÁNG, Z. BEDŐ: Investigation on certain protective compounds in durum wheat plant under drought conditions .....	65
K. BEDE, M. RAKSZEGI, P. MIKÓ, M. MEGYERI, M. WOLFE, S. HOWLETT, F. LÖSCHENBERGER, L. LÁNG, Z. BEDŐ: Identification of wheat genetic resources with high dietary fibres in organic breeding programs .....	70
S. BENCZE, J. KOMÁROMI, G. VIDA, K. BALLA, O. VEISZ: Effect of elevated atmospheric CO <sub>2</sub> level on the powdery mildew severity of winter wheat .....	75
A. BITTSÁNSZKY, K. PILINSZKY, B. KERTI, A. VERES, M. CZAKÓ, G. GYULAI, T. KÖMÍVES: NH <sub>4</sub> -metabolism of <i>Elaeagnaceae</i> trees .....	80
Z. BÓDI: Naked purple barley as a functional food source .....	85
Z. BOGNÁR, L. LÁNG, Z. BEDŐ: Mv Sámán: the new, resistant, high yielding triticale variety .	90
G. BORONKAY: Resistance of the Hungarian roses to leaf diseases .....	95
I. CERNÁK, R. HAJIANFAR, F. TROGNITZ, B. TROGNITZ, C. PRAKASH, Z. BÁNFALVI, J. TALLER, Z. POLGÁR: <i>In-silico</i> analysis of potato virus Y extreme resistance gene originating from <i>Solanum stoloniferum</i> using next generation sequencing data .....	100
B. CZANK, P-NÉ ÁCS, ZS. KOVÁCS, É., CS. CZANKNÉ, L. BÓNA: Puff-pastry making properties of triticale flour .....	105
G. CSÁVÁS, A. HEGEDŰS, É. STEFANOVITS-BÁNYAI, J. HALÁSZ: Molecular discrimination of 'Pipacs 1' and 'Korai pipacs' sour cherry cultivars .....	110
G. CSILLÉRY, Z. TIMÁR, G. NAGY, L. PALKOVICS, G. PALOTÁS, L. KISS, J. SZARKA: Possibility of powdery mildew resistance breeding in pepper .....	115

L-NÉ CSŐSZ, J. MATUZ, Z. KERTÉSZ, G. KÖVICS, L. CSEUZ: Occurrence and spreading of leaf spot fungi on winter wheat in Hungary in 2001-2013 .....	120
A. EMÓDI, F. GYULAI, Z. MRÁVCSIK, B. KERTI, N. HIDVÉGI, A. SZABÓ T., S. VINOGRADOV, I. ROVNER, G. GYULAI: Digital seed morphometry of nine einkorns ( <i>Triticum monococcum</i> L. ssp. <i>monococcum</i> ) .....	125
E. ERDEI, H. OSKOLÁS KOVÁCSNÉ, O. GYULAVÁRI, P. PEPO: Comparison of mutant maize lines (bm3) of reduced lignin content and their isogenes and hybrids in terms of morpho-phenometric traits .....	130
S. FÁBIÁN-NAGY, A. RÓZSÁS, F. LANTOS: Evaluation of effect of temperature change in study of several sweet pepper varieties .....	135
M. FÁRI, G. ANTAL, E. KURUCZ, T. KAPRINYÁK, T. ALSHAAL, N. ELHWAT, N. ABD ALLA H. EL-RAMADY, É. DOMOKOS-SZABOLCSY: Research on dedicated perennial biomass crops in Debrecen: the PLANTBIOGEN program .....	140
I. FORGÁCS, B. SULLER, A. ZOK, T. DEÁK, E. SZEGEDI, R. OLÁH, A. PEDRYC: Plant regeneration and <i>in vitro</i> selection in suspension culture of grapevine cultivar 'RICHTER 110' .....	145
A. GULYÁS, N. HIDVÉGI, E. KISS, J. DOBRÁNSZKI: Methylation pattern of <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> apples .....	150
Z. GYÖRGY, J. WILHELM, A. PEDRYC: Diversity survey of Central European <i>Rhodiola rosea</i> populations with SSR markers .....	155
A. GYÖRGYINÉ KOVÁCS, I. HENZSEL, L. SZABÓ, L. ZSOMBIK: Effect of irrigation on the crop characteristics of different potato varieties on acid sandy soil in Nyírség region .....	160
G. GYULAI, B. KERTI, S. VINOGRADOV, A. EMÓDI, Z. MRÁVCSIK, F. GYULAI, I. ROVNER: Morphometric variation of seed populations of Dioecious plants .....	165
O. GYULAVÁRI, P. SZÜCS, GY. BALASSA: Potential and reliability of selecting monoplóid maize plants based exclusively on marker properties .....	170
V. HAJNAL, N. PUSKÁS, M. LADÁNYI, L. SZALAY: Evaluation of suitability for Hungarian conditions of American apricot cultivars based on frost hardiness and microsporogenesis .....	175
R. HERMÁN, E. BALOGH, B. REICHHARDT, B. D. BALÁZS, A. PEDRYC: Preliminary study of hybrids from the breeding program aimed at developing PPV resistant apricot cultivars ..	180
É. HÉTHELYI B., R. BERTÓTI, A. BÖSZÖRMÉNYI, É. SZŐKE, É. LEMBERKOVICS, J. TÓTH, SZ. CZIGLE: Identification of volatile compounds of 90 million years old living fossils <i>Wollemia nobilis</i> , <i>Araucaria</i> and <i>Cedrus spp.</i> by SPME-gc/ms .....	185
N. HIDVÉGI, A. GULYÁS, B. KERTI, E. KISS: Functional analysis of strawberry's <i>Spatula</i> gene with complementation test .....	190
B. HOFFMANN, ZS. POLGÁR, M. H. KOLLARICSNÉ, SZ. SIMON, S. HOFFMANN: Screening for nitrogen use efficiency (NUE) in Hungarian potato ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) cultivars ....	195
D. ICSÓ, G. LINC, M. MOLNÁR-LÁNG: Production of wheat/barley introgression lines by using the 2C gametocid system .....	200
J. JÓVÉR, Á. CZIMBALMOS, Á. PUSKÁS, Z. GYŐRI: Assessment of sorghum lines .....	205
Z. JUHÁSZ, Á. BOLDIZSÁR, G. KOCSY, F. MARINCS, G. GALIBA, Z. BÁNFALVI: Chromosome 5A-dependent changes in metabolite profile during cold acclimation and the vegetative/generative transition in wheat .....	210
I. KARSAI, T. KISS, O. VEISZ: Genetic diversity of barley varieties based on DArT and on developmental gene specific markers .....	215
A. KERÉKES, A. SZŐKE, A. VERES, A. K. TÓTH-LENCSES, P. KOZMA, L. KOCSIS, E. KISS: Identification of grape homonymes with molecular markers .....	220

B. G. KERTI, N. T. HÍDVÉGI, A. S. GULYÁS, E. KISS: Genotype identification of sea buckthorn ( <i>Hippophae rhamnoides</i> ) male and female individuals .....	225
E. KISS, G. GYULAI, A. VERES, A. SZŐKE, K. TÓTH-LENCSES, A. KERÉKES, L. HESZKY: Application of molecular markers in breeding field and horticultural crops .....	230
T. KISS, L. LÁNG, Z. BEDŐ, O. VEISZ, I. KARSAI: Assessment of genetic diversity in the various hexaploid wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) varieties .....	235
L. KOCSIS, T. LÖNHÁRD, E. KISS, S. VRŠIČ: Genotype selection of <i>Vitis riparia</i> , <i>V. rupestris</i> and <i>V. berlandieri</i> seedling population for grape rootstock breeding .....	240
M. H. KOLLARICSNÉ, Z. POLGÁR, N. R. ARANYI, J. TALLER, B. HOFFMANN: The effect of nitrogen treatment on tuber quality and quantity parameters of potato varieties in a pot experiment .....	244
J. KOMÁROMI, Z. ZHANG, C. DE PACE, O. VEISZ, GY. VIDA: Transfer of powdery mildew resistance originating from <i>Dasypyrum villosum</i> into the winter wheat cultivars bred in Martonvásár .....	249
L. KOVÁCS, Á. MENDEL, SZ. TÓTH, A. SZENTGYÖRGYI, E. KISS: Characterization of <i>SAMDC1</i> gene of <i>Fragaria vesca</i> .....	254
P. KOZMA, S. HOFFMANN: Breeding of new generation grapevine varieties: high level resistances combined with high quality .....	259
J. KRUPPA JR, K. KRUPPA, J. KRUPPA: Genome composition and amino acid content of the triticale ('Hungaro' durumrye) for human consumption .....	264
K. KRUPPA, É. SZAKÁCS, M. MOLNÁR-LÁNG: Detection of J, S and J <sup>S</sup> chromosomes in wheat × <i>Agropyron glael</i> hybrid progenies .....	269
C. KUTI, L. LÁNG, V. TÓTH, Z. BEDŐ: Using molecular genetics data in wheat breeding decision making .....	274
B. LANGÓ, S. TÖMÖSKÖZI, P. ÁCS, L. BÓNA: Triticale: results of nutritional features analysis ..	279
E. LANTOS, A. PEDRYC, É. SÁRDI: Examination of methyl donor compounds and carbohydrates in different types of fruit core .....	284
SZ. LEHOCZKI-KRSJAK, Á. SZABÓ-HEVÉR, A. GYÖRGY, B. TÓTH, Á. MESTERHÁZY: Association mapping of <i>Fusarium</i> head blight resistance in Hungarian wheat cultivars .....	289
M. MAYER, V. TÓTH, CS. KUTI, GY. VIDA, L. LÁNG, Z. BEDŐ: Identification of wheat-rye chromosome translocations with molecular markers in Martonvásár winter wheat cultivars ...	294
Á. MENDEL, L. KOVÁCS, A. SZENTGYÖRGYI, SZ. TÓTH, E. KISS: Molecular characterization of <i>S-adenosylmethionine synthase</i> gene ( <i>SAM-Sy</i> ) of <i>Fragaria vesca</i> .....	299
Á. MESTERHÁZY, É. TOLDINÉ TÓTH, B. SZABÓ, B. TÓTH, M. VARGA, N. KOVÁCS, SZ. LEHOCZKI-KRSJAK, F. BAGI, J. VARGA: Resistance of maize hybrids to toxogenic fungi, 2012-2013 .....	304
K. MÉSZÁROS, I. CSORBA, A. TOMCSÁNYI, A. PALÁGYI, M. CSÖSZ, I. KARSAI, G. VIDA, L. LÁNG, J. BAKONYI: Investigation of seedling and adult plant net blotch resistance in barley .....	309
P. MIKÓ, M. MEGYERI, I. MOLNÁR, M. MOLNÁR-LÁNG: <i>Triticum timococcum</i> : simultaneous utilization of wild relatives in wheat breeding .....	314
Z. MRAVCSIK, F. GYULAI, A. EMÓDI, B. KERTI, S. VINOGRADOV, N. HÍDVÉGI, I. ROVNER, G. GYULAI: Molecular and morphometric monitoring of variation of archaeological and current grapevine ( <i>Vitis vinifera</i> ) seed populations .....	319
Z. NAGY, T. SPITKÓ, L. C. MARTON: Effect of drought on chlorophyll content and yield of maize .....	325
B. NÉMETHNÉ KISGYÖRGY, K. BEDE, L. LÁNG, Z. BEDŐ, M. RAKSZEGI: Breeding for high amylose wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) lines .....	330

J. ÓVÁRI, Z. KERTÉSZ, ZNÉ. KERTÉSZ, M. PAPP, L. CSEUZ, R. VIZI, L. HESZKY, B. BEKE: GK Mentor – A new, high yielding winter wheat with compact straw .....	335
M. PAPP, L. CSEUZ, B. BEKE, C. SZABÓ, P. FÓNAD, Z. KERTÉSZ, M. CSÓSZ, Á. MESTERHÁZY, E. ÁCS, J. ÓVÁRI, L. BERKI: GK Pilis – A new, early ripening winter wheat variety with high yield potential and good bread-making quality .....	339
M. PÁL, V. KOVÁCS, G. SZALAI, V. SOÓS, X. MA, H. LIU, H. MEI, T. JANDA: Effects of low temperature and drought in rice with different levels of stress tolerance .....	344
J. PAUK, É. NAGY, C. LANTOS, E. KISS: Some of the important phenotypic results of testing of 'Plainsman V./Cappelle Desprez' wheat DH mapping population for drought tolerance .....	349
A. PEDRYC, R. HERMÁN, B. D. BALÁZS: Tracing the <i>PPVres1</i> gene with SSR markers in apricot – previous results .....	354
P. PEPÓ, SZ. TÓTH, H. OSKOLÁS KOVÁCSNÉ: Agrobiotechnology in wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) and maize ( <i>Zea mays</i> L.) selection .....	359
Á. PUSKÁS, Á. CZIBALMOS, Z. GYÖRI, J. JÓVÉR: Comparison of winter barley varieties in different sowing times .....	364
K. PUSKÁS, E. VARGA-LÁSZLÓ, O. VEISZ, G. VIDA: Identification of <i>Fusarium</i> head blight resistance sources in wheat using single spikelet inoculation .....	369
R. AHMADVAND, J. TALLER, I. WOLF, Z. VASZILY, I. CERNÁK, Z. POLGÁR: Molecular examination of extreme resistance genes against potato virus X in Keszthely bred breeding material .....	374
M. RAKSZEGI, K. BEDE, P. MIKÓ, M. MEGYERI, G. KOVÁCS <sup>†</sup> , J. HILTBRUNNER, F. LÖSCHENBERGER, L. LÁNG, Z. BEDŐ: Comparison of different breeding strategies of cereals at low-input and organic systems based on agronomical and technological traits ..	379
D. ROZNIK, S. HOFFMANN, A. CSIKÁSZ-KRIZSICS, K. Z. VÁCZY, P. KOZMA: Incorporation of resistance to black rot ( <i>Guignardia bidwellii</i> ) into new innovative varieties .....	384
É. SÁRDI, B. VIRÁG, L. PALKOVICS: Analysis of potato - <i>Phytophthora infestans</i> host pathogen interaction .....	389
G. SCHMIDT, M. SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI: Comparative studies on the sensitivity of thuja (and <i>Platycladus</i> ) cultivars against the damages of <i>Lamprodila festiva</i> .....	394
I. SKOLA, Z. ERDŐS, J. HALÁSZ, A. HEGEDŰS, K. HROTKÓ: Fertility properties of almond hybrids in the context of S-genotypes .....	399
T. SPITKÓ, Z. NAGY, G. HALMOS, L. C. MARTON: Effect of long-lasting water deficit on flowering date of maize hybrids .....	404
M. SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI, G. SCHMIDT: Comparative studies on winter-hardiness of <i>Prunus laurocerasus</i> cultivars .....	409
É. SZAKÁCS, A. SCHNEIDER, M. MOLNÁR-LÁNG: Molecular cytogenetic characterization of wheat-perennial rye ( <i>Secale cereanum</i> ) introgression lines .....	414
L. SZALAY, V. HAJNAL, M. TÓTH: Evaluation of apricot cultivars in gene bank collection ....	419
M. SZELÉNYI, J. HALÁSZ: DNA fingerprinting of cultivated sea buckthorn .....	424
K. SZEPESI, R. OLÁH, A. ZOK: Micropropagation and regeneration of Wild Rocket ( <i>Diplotaxis tenuifolia</i> ) .....	429
C. SZŐKE, Á. SZÉCSI, Z. NAGY, S. ZÁBORSZKY, P. BÓNIS, C. L. MARTON: Determination of the <i>Fusarium</i> species composition of maize ( <i>Zea mays</i> L.) kernel samples .....	434
S. SZÜGYI, ZS. ROZSNYAY, J. APOSTOL: Breeding of monilia resistant sour cherry varieties ..	439
K. SZÜGYINÉ BARTHA, G. BUJDOSÓ, V. HAJNAL, L. SZALAY: Frost hardiness evaluation of Hungarian bred walnut cultivars .....	444

I. TÓBIÁS, K. SALÁNKI, A. ALMÁSI, Z. TIMÁR, L. PALKOVICS, G. CSILLÉRY: Searching for resistance sources in pepper against resistance breaking strain of Tomato spotted wilt virus ...	449
B. TÓTH, M. VARGA, A. GYÖRGY, SZ. LEHOCZKI-KRSJAK, L. CSEUZ, Á. SZABÓ-HEVÉR, M. LEMMENS, Á. MESTERHÁZY: Examination of Fusarium head blight resistance of winter wheat varieties using different inoculation methods .....	454
F. TÓTH, S. SÁROSI, I. DEMJÁN, M. TULOK, N. KOCZKA: Comparative evaluation of lavender cultivars .....	459
A. K. TÓTH-LENCSES, A. KEREKES, A. SZÓKE, B. LAJTERNÉ FARKAS, T. LÖNHARD, E. KISS, L. KOCSIS: Marker assisted selection for berry colour in a 'Nektár' × 'Jacquez' grape progeny ....	464
SZ. TÓTH, S. VINCZE, P. PEPÓ: Resistance breeding against the negative effect of the climate change in sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> L.) .....	469
V. TÓTH, M. MAYER, CS. KUTI, L. LÁNG, Z. BEDŐ: The identification of dwarfing genes ( <i>RhtB1b</i> and <i>RhtD1b</i> ) in wheat lines bred in Martonvásár with molecular markers .....	474
ZS. TÓTH, L. KOVÁCS, E. KISS: Role of NAC transcription factor in the defense system against powdery mildew .....	478
Z. TÓTHNÉ ZSUBORI, I. PÓK, J. PINTÉR, C. L. MARTON: Digestible dry matter yield trends from flowering to harvest of silage maize hybrids .....	483
E. TÜRKÖSI, A. CSEH, M. MOLNAR-LÁNG: Development and identification of new wheat/barley ditelosomic addition lines using fluorescence <i>in situ</i> hybridization and molecular markers .....	488
B. VARGA, O. VEISZ: Combined effects of the elevated atmospheric CO <sub>2</sub> concentration and the drought stress on the water use properties of winter wheat genotypes .....	493
A. VERES, G. GYULAI, R. LÁPOSI, WATERS JR., T. DEMKU, E. KISS, O. TOLDI: Molecular taxonomy of legume trees ( <i>Fabaceae</i> ) including black locust ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) ...	498
GY. VIDA, O. VEISZ: Technological quality and agronomic traits of winter durum wheat varieties .....	503
S. VRŠIĆ, R. PELENGIĆ, A. KEREKES, E. KISS, L. KOCSIS: Application of OIV descriptors for characterization of <i>Vitis sp.</i> seedling population .....	508
J. WERNER, P. KOZMA: The development of the biological basis of variety Furmint with the amplification of clones .....	513
L. ZSOMBIK, ZS. ERDŐS: Effects of nutrient supply on the yields of different asparagus ( <i>Asparagus officinalis</i> L.) hybrids on the sandy soil of 'Nyírség' .....	518





## KORMÁNYZATI KUTATÁSSZERVEZÉS ÉS TÁMOGATÁSI LEHETŐSÉGEK A BIOLÓGIAI ALAPOK ÉRDEKÉBEN

FELDMAN ZSOLT

Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest

Az agrárpolitika egyik fő célja, hogy a magyar agrárium szereplői számára a hazai kutatásban hozzáférhető, jól hasznosítható eredmények szülessenek, hiszen a kutatás-fejlesztés és innováció megfelelő használata jelentős lendületet adhat a mezőgazdaság és élelmiszeripar versenyképességének, illetve továbbfejlődésének. Ennek megfelelően a hazai kormányzati agrárkutatás szervezeti átalakítása és stabilizálása területén jelentős intézkedések történtek, melynek részletes kifejtésére is sor kerül.

A kiadvány fő célkitűzése, hogy a magyar növénynevelés jelentőségét hangsúlyozza, valamint a hozzá kapcsolódó kutatások eredményeit bemutassa. A növénynevelés sajátos területe az agrárkutatásnak, még pedig azért mert „soha” be nem fejeződő tevékenység-sorozat: ha előállítanak egy jó fajtát, azonnal megcélazzák a még jobbat. Világszerte a nevelésben az állandó versenyhelyzet a jellemző, mert sok helyen foglalkoznak ugyanannak a kultúrának a nevelésével és ezáltal a jobb fajta kerül vagy kerülhet végül köztermesztésbe. Tőke- és időigényes kutatási terület, amely távlatos gondolkodást és komoly erőforrásokat igényel. Magyarország felismerte ezt és elkezdte újraépíteni az elmúlt évtizedekben sok tekintetben meggyengült struktúráját.

A kutatási tevékenységekhez kapcsolódóan a genetikai sokféleség megőrzése, mint a nevelés bázisa is meghatározó jelentőségű.

Az intézményi alapokon túl természetesen fontos az anyagi erőforrásoknak a megléte. A Vidékfejlesztési Minisztérium elhivatott az iránt, hogy a 2014-2020 közötti Vidékfejlesztési Program tervezésénél fenntartsa az eddigi támogatási gyakorlatot, illetve lehetőség szerint nemzeti forrást is biztosítson a biológiai alapok megőrzésére és fejlesztésére.

## THE HUNGARIAN GOVERNMENT'S RESEARCH ORGANISING AND SUPPORT'S OPPORTUNITIES FOR GENETIC RESOURCES

ZS. FELDMAN

Ministry of Rural Development, Budapest

Two of the main goals of our agricultural policy are that research results be easily accessible and appropriate for the Hungarian agricultural actors as the proper application of Research and Development and innovation may give considerable impetus to the competitiveness and development of agriculture and the food industry. Accordingly, significant measures have been taken to reform and stabilize the institutions of the Hungarian agricultural research belonging to the Ministry of Rural Development. These measures will be presented in detail later on.

The aim of the current issue is to accentuate the significance of the Hungarian plant breeding and present the related research results. Plant breeding is a specific area of agricultural research in the sense that it is a never-ending activity: if a great variety has been bred, at once, there comes the intention to breed a greater one... Constant competition characterises the breeding sector worldwide as there are several places where the same species are dealt with; thus a greater variety will or might appear in the practice. It is a capital-intensive and time-consuming area that requires prospective thinking and

immense resources. Hungary has already recognized it and has already started to reconstruct the structures have been weakened during the past decades.

Referring to research activities, maintaining the genetic diversity as a basic source of breeding has an important role.

Beyond the institutional foundations, the availability of material resources is important as well. The Ministry of Rural Development is dedicated to maintain the former funding practice between 2014 and 2020 too and, taking the possibilities into account, it is dedicated to make national resources available for preservation and developing new varieties.

### Bevezetés

A XXI. században egy ország sikere jelentős mértékben attól függ, hogyan képes reagálni a világban jelentkező stratégiai problémákra. Többek között a klímaváltozás, az élelmiszerellátás biztonsága, az élelmiszerek és energiahordozók árának ugrásszerű növekedése mindenki előtt ismert olyan globális problémák, amelyre a nemzetközi közösségen belül Magyarországnak is választ kell adnia. Általános felismerés világszerte, hogy e jelenségek kezelésében jelentős szerepet kell játszania a tudománynak, a kutatói tevékenységnek, mellyel párhuzamosan egyre inkább felértékelődik a biológiai alapok szerepe és megőrzése.

A  **hazai agrárgazdaság fejlesztése** – a megváltozott környezeti, gazdasági, társadalmi körülményekhez való alkalmazkodása, versenyképességének jövőbeni biztosítása – szintén nehezen képzelhető el a hazai agrárkutatás eredményes tevékenysége nélkül. A  **vidékfejlesztési források által** biztosított fejlesztési lehetőségek csak akkor tudnak hatékonyan érvényesülni és hasznosulni, ha megfelelő biológiai alapokkal rendelkezünk, korszerű termesztési és tenyésztési technológiákat alkalmazunk és a megtermelt értékeinknek piacot is tudunk biztosítani.

**Kiemelnék néhány kulcsfontosságú területet – így a növénynevelést és -termesztést, vagy éppen a megújuló energiaforrásokban rejlő tartalékok kihasználását – melyek esetében a megoldandó problémák legfőképpen a hazai kutatás-fejlesztési tevékenység közreműködésével, az érintett gazdasági szereplők együttműködésével** valósíthatóak meg.

Mindezek mellett nem felejthetjük el azonban azt sem, hogy az itthon végzett kutatási tevékenység napjainkban nem egy zárt világot jelent, hanem sokkal inkább egy határokon átnyúló tudományos tevékenységet, kapcsolatrendszert.

Az Európai Unió az elmúlt években maga is többféle eszközzel próbálta segíteni a kutatás versenyképességének javítását. A célok között szerepelt többek között a  **kutatás-fejlesztésbe történő befektetések növelése és javítása, továbbá az innováció előmozdítása, a tagállami keretek között folyó kutatás-fejlesztési tevékenységek összehangolása, a kutatások szétaprózottságának csökkentésére** irányuló szándék. E célokat szolgálták az európai uniós Kutatási Keretprogramok, amelyek koncentrált erőforrásokkal igyekeztek a legfontosabb problémák megoldásához szükséges háttérteret megteremtteni.

### A kormányzati agrárkutatói hálózat átszervezése

**Az agrárpolitika egyik kiemelt célja, hogy a magyar agrárium szereplői számára hozzáférhető és hasznosítható eredmények szülessenek a hazai kutatásban.** A kutatás-fejlesztés és innováció megfelelő összehangolása jelentős lendületet adhat a mezőgazdaság és élelmiszeripar versenyképességének fokozásához. Ennek megfelelően **a hazai kormányzati agrárkutatás szervezeti átalakítása és stabilizálása területén jelentős intézkedések történtek.** A kormányzati cél egy olyan hatékony agrárkutatás-fejlesztési struktúra kialakítása, amely a mellérendelt hatékony eszközök segítségével a különböző szervezeti keretek között működő agrárkutatói műhelyek koordinációját hivatott biztosítani.

A Vidékfejlesztési Minisztérium a Kormánytól kapott felhatalmazás alapján 2013 júliusában kezdte meg:

- egységes irányítású rendszerbe integrálni az irányítása alá tartozó agrárkutatóintézeti hálózatot,
- a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt.-nél lévő kilenc agrárkutatói társaság tulajdonosi joggyakorlásának átvételét,
- az érintettekkel történő egyeztetést a felsőoktatás agrárkutatói tevékenységét illetően a munkamegosztásról és az agrárkutatás szervezeti-szakmai irányítási kérdéseiről, különös tekintettel a korábban felsőoktatási intézményeknek átadott szőlészeti-borászati kutatóintézetek vidékfejlesztési miniszter irányítása alá vonásáról.

A Vidékfejlesztési Minisztérium 2014. január 1-jével, gödöllői székhellyel létrehozta a **Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központot (NAIK)**. A cél ezzel nemcsak a kormányzati kutatóintézeti hálózat, hanem a teljes magyar agrárkutatás intézményi hátterének megerősítése volt. Új korszak nyílt kormányzati agrárkutatás területén, hiszen megkezdődött a stabil intézményi alapokon nyugvó, hosszútávra előrettekintő szakmai tevékenység szervezése, amely a kutatás-fejlesztési tevékenység hatékonyságának, eredményességének növelését szolgálja.

Az állami szervezésű szakmai tevékenységek között kiemelt helyet foglal el a hazai mezőgazdaság genetikai sokféleségének megőrzése, a mezőgazdasági termelés genetikai erőforrásainak szélesítése, folyamatos fejlesztése és új felhasználási lehetőségeinek kutatása, valamint a genetikai potenciált hatékonyan kihasználó termelési eljárások kidolgozása, ahogyan az éghajlatváltozás hatásainak előrejelzésére és a kedvezőtlen következmények mérséklésére irányuló kutatások végrehajtása is.

E hosszútávra előrettekintő kutatómunkát segíti, hogy a korábbi intézmény-finanszírozás helyett a kutató és az általa gondozott kutatási projekt került a forrásfelosztás középpontjába. A Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ esetében feladatalapú tervezés és finanszírozás valósul meg, melyekhez folyamatos minősítés és ellenőrzés kapcsolódik. A Vidékfejlesztési

Minisztérium aktív szerepet vállal a projektek meghatározásában, de egyben előre meghatározott mértékben kötelezettséget is vállal azok feltételeinek biztosítására. Mindez oly módon történik, hogy nem szűnik meg a kutatóintézetek aktív közreműködésének lehetősége más források bevonására. Folyamatosan nőni fog a gyakorlat számára fontos feladatok aránya. Erősíteni kell az intézményi tevékenység és a különböző szakmai területek közötti párbeszédet, segíteni kell az igények egymás felé történő kölcsönös megfogalmazását, hiszen az aktív együttműködés segíti a hazai kutatás-fejlesztés legitimitását és beágyazódását a hazai gazdasági környezetbe.

**A kutatóközpont számos intézete foglalkozik a biológiai alapok fejlesztésével, növényneveléssel.** Itt elég csak a Gyümölcsstermesztési Kutatóintézetre, a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetre, a Zöldségstermesztési Önálló Kutatási Osztályra vagy a Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztályra gondolni, melyekhez természetesen kapcsolódik az Erdészeti Tudományos Intézet vagy a Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet munkája, Nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy a kutatóközpontokhoz kapcsolódva, továbbra is céges formában működik a szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft., a kecskeméti Zöldségstermesztési Kutató Intézet Zrt. Kecskemét és az Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft. is.

A NAIK létrehozása érdekében az összevonásban érintett, már korábban is a Minisztérium szakmai irányítása alatt álló költségvetési szervek:

- Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet;
- Halászati és Öntözési Kutatóintézet;
- Központi Környezet- és Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet;
- Erdészeti Tudományos Intézet;
- VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézete;
- Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont.

A NAIK-on belül költségvetési gazdálkodási formába kormányrendelettel átszervezésre kerülő társaságok a következők:

- Fertődi Gyümölcsstermesztési Kutató-Fejlesztő Intézet Nonprofit Közhasznú Kft;
- Ceglédi Gyümölcsstermesztési Kutató-Fejlesztő Intézet Nonprofit Közhasznú Kft;
- Állami Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató-Fejlesztő Közhasznú Nonprofit Kft., Érd
- Országos Húsipari Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft., Budapest
- Fűszerpaprika Kutató Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft., Kalocsa.

Továbbra is társasági formában működnek:

- Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft., Újfehértó;
- Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged;
- Zöldségstermesztési Kutató Intézet Zrt., Kecskemét és
- Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft., Mosonmagyaróvár.

## KORMÁNYZATI KUTATÁSSZERVEZÉS

A korábban felvázolt feladatalapú finanszírozás konkrét megjelenési formája, hogy 2014. évre a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ szervezetéhez tartozó intézmények 175 kutatási projektjét fogadta el a minisztérium. Nemesítéssel 27 projekt (1. táblázat, forrás: VM, saját szerk.), azaz az összes téma 15%-a foglalkozik. Ebből 18 projekt a gyümölcsnemesítéshez és 9 projekt a szántóföldi növénynemesítéshez kapcsolódik. Ezek a számok is alátámasztják a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központon belül a Növénytermesztési Önálló Kutatási Osztály létrehozásának szükségességét, melynek feladatát képezik a szántóföldi növényekkel foglalkozó kutatások. A NAIK tulajdonosi joggyakorlása alatt álló szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. számottevően javítani fogja a szántóföldi növénynemesítési projektek arányát az összes projekten belül.

1. táblázat Nemesítéssel foglalkozó projektek

Székhely	NAIK	Témacím
Cegléd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	A kajszibarack fajtakutatás (nemesítés, honosítás, szelekció) fajtamegfigyelések, teljesítményvizsgálatok, stresszélettani megfigyelések végzése
Cegléd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Szilva fajtakutatás (nemesítés, honosítás, szelekció) fajtamegfigyelése, teljesítmény vizsgálatok, stresszélettani megfigyelések végzése
Cegléd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Kajszibarack génvagyon megőrzése, nemesítői tevékenység alapanyaggal történő ellátása
Cegléd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Szilva génvagyon megőrzése, nemesítői tevékenység alapanyaggal történő ellátása
Cegléd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Központi törzsültetvények, törzsgyümölcsösök fenntartása, alanyfajták fajtafenntartó nemesítése
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Betegségellenálló cseresznye fajták nemesítése, különös tekintettel a szárazságtűrésre, a blumeriellás levélfoltosodásra és a cytosporás ágelhalásra
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Gyümölcs nemesítés és fajtakutatás támogatása molekuláris genetikai módszerekkel; gyümölcsfajták honosítása
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Dió nemesítése
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Folyamatban lévő "Félkész" egynyári dísznövény fajták nemesítési munkáinak folytatása, és az Állami elismerésben részesült egynyári virágfajták génmegőrzése és fajta fenntartása szelektálási és visszakeresztezéses módszerekkel
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Cseresznye és meggy embriótenyészetek létrehozása korai érésű hibridekből nemesítés céljából
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Monilia laxa (Ehrenb. Ex Pers.) Sacc. & Volg. gombával szemben ellenálló meggyfajták nemesítése
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	Allamilag minősített szelídgesztenye fajták fenntartása, további változatok felkutatása, gesztenyés típusok összehasonlítása
Érd	Gyümölcssteresztési Kutatóintézet	A budatényi rózsagénbank fenntartása, fajtaértékelés, és új rózsafajták előállítás

1. táblázat folyt.

Kalocsa	Zöldségtermesztési Önálló Kutatási Osztály	Új és hagyományos ételízesítők készítésére alkalmas vegyszermentesen termesztendő csipős fűszerpaprika hibridek nemesítése
Fertőd	Gyümölcstermesztési Kutatóintézet	A hajtatasos málnatermesztés különleges igényeit kielégítő málnafajták nemesítése
Fertőd	Gyümölcstermesztési Kutatóintézet	Friss fogyasztásra alkalmas szamócafajták előállítása hagyományos nemesítési eljárással
Fertőd	Gyümölcstermesztési Kutatóintézet	Fajtahasználat megújítása a bodzatermesztésben új ökotípusok szelektálásával, és azok nemesítésben történő felhasználásával
Fertőd	Gyümölcstermesztési Kutatóintézet	A fekete- és pirosribiszke fajták terméshozzáértékének javítása fajhibridizációval
Fertőd	Gyümölcstermesztési Kutatóintézet	Kontinentális klímára alkalmas, merevszárú, tüskementes szederfajták előállítása, termesztésbe vonása
Sárvár	Erdészeti Tudományos Intézet	Vegetatív szaporítású fajok nemesítése
Sárvár	Erdészeti Tudományos Intézet	Generatív szaporítású fajok nemesítése
Badacsony	Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet	A szőlő klónszelekciós és keresztezéses nemesítése
Szarvas	Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatási Osztály	Az olaszországi tapasztalatok felhasználása a magyar rizstermesztés fejlesztéséhez - "A magyar rizstermesztés fejlesztését megalapozó nemesítési és termesztési módszerek tanulmányozása Olaszországban és azok adaptálása hazánkban"
Gödöllő	Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet	Korszerű genomikai és biotechnológiai technikák bevezetése a szőlő és gyümölcs (fásszárúak) egészséges szaporítóanyag előállításában, növényvédelmében és a fajtanemesítésben
Gödöllő	Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet	Diagnosztikai módszerek kidolgozása a szőlő vírus és phytoplasma fertőzöttségének megállapítására; Szőlővirologia és patogén nemesítési kutatások végrehajtása ültetvények élettartamának és teljesítményének növelése érdekében
Gödöllő	Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet	Szőlőfajták molekuláris genetikai vizsgálattal történő leírása génmegőrzési és nemesítési tevékenység hatékonyságának növelésére
Gödöllő	Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet	Burgonyanemesítés molekuláris biológiai módszerekkel

Nem feledkezhetünk meg arról a nagyon komoly kérdésről sem, hogy kutató nélkül nincs kutatás, a kutatóállomány korösszetétele, létszáma miatt új kutatógenerációt kell felnevelni és bevonni a kutatómunkába.

A NAIK elindításának első hónapjai után tervezzük felgyorsítani azt a munkát, amely a hazai felsőoktatás agrárkutatói tevékenységének közös áttekintését jelenti. A szempontrendszernek világosnak kell lennie, figyelembe kell vennie a lehetőségeket, a kapacitások ésszerű használatát és a gyakorlati élet

szereplőinek igényeit is. Ebben az új rendszerben kell kialakítani az egymást kölcsönösen segítő együttműködési formákat a Magyar Tudományos Akadémiával és a kapcsolódó Agrártudományi Kutatóközponttal is.

A szervezeti változások biztosítják, hogy **az új intézmény meghatározó szereplő lesz a hazai kutatás-fejlesztési intézmények között**, a rendelkezésre álló kapacitások révén pedig olyan kritikus tömeg jött létre a hazai kutatás-fejlesztésben, amelyet szeretnénk nemzetközi és hazai vonatkozásban egyaránt kiaknázni. Az Európai Unió a 2014-2020 közötti programok esetében kiemelt jelentőséget tulajdonít az innováció kérdésének, így az ezekhez való kapcsolódását az intézménynek alapfeladatnak kell tekinteni.

### **Biológiai alapok támogatására vonatkozó lehetőségek**

A kutatási tevékenységekhez kapcsolódóan a genetikai sokféleség megőrzése, mint a nemesítés bázisa is meghatározó jelentőségű.

A génmegőrzés nem öncélú tevékenység, hanem azon gének fenntartását szolgálja, amelyek adott térség klimatikus viszonyai között, a természetes szelekció és az értékteremtő nemesítő munka eredményeként jöttek létre és amelyek a jövő gazdasági és környezeti változásaihoz alkalmazkodva alternatív fejlesztési irányt, gén újrahatszósítást jelenthetnek. A klímaváltozás, a globális felmelegedés, a szélsőséges időjárási viszonyok miatt új, a megváltozott környezethez alkalmazkodni tudó, szárazságtűrő és betegség rezisztens fajtákra van szükség, amelyhez a növényi génbankok jó kiindulási lehetőséget szolgáltatnak. **A génmegőrzéssel kapcsolatban fontos annak tudatosítása, hogy megfelelő kiinduló génalapok nélkül nincs kutatás és növénynemesítés.** A génbankokban tárolt génkészletek jelentősége a közvetlen és közvetett felhasználók szemében a biológiai sokféleség védelme szempontjából, növény-, állat- és mikroba nemesítésben, vetőmagiparban, az állati szaporítóanyag kereskedelemben, az ökológiai termesztésben, valamint speciális tulajdonságokkal rendelkező termékek előállításában rendkívüli mértékben megnőtt.

Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezetének (FAO) becslése szerint az elmúlt száz évben a mezőgazdaságban használt kultúrnövény fajták sokféleségének 75%-át elvesztettük. A fennmaradt 25% jó része is veszélyeztetett. Az agrárrendszerekben azonban a sokféleség megtartása, növelése létkérdés, hiszen az egyöntetűség növekedése és bizonyos kozmopolita fajok esetében – mint például a kukorica - néhány fajta egyeduralmódóvá válása a világ élelmezését teszi sebezhetővé. A nemesítési alapanyagként is szolgáló genetikai alapanyagok eltűnése pedig a változó körülményekhez alkalmazkodó újabb fajták előállítását veszélyezteti. A mezőgazdaságban használt fajták viszonylag rövid idő alatt, akár egy évtizeden belül kicserélődhetnek és eltűnhetnek a változó piaci igények miatt.

Magyarország környezeti adottságai kifejezetten kedveznek a kalászos gabonák, a kukorica, egyes fehérje, olaj- és egyéb ipari, valamint takarmánynövények nemesítésének, ezért ennek **a nemesítő munkának a fenntartása, fejlesztése indokolt**. A rizstermesztés hazai klimatikus viszonyokra adaptált termesztése és nemesítése szintén fontos terület. Kiemelt feladata a nemesítésnek az egyes növényfajták minőség- és betegség ellenálló képességének javítása, illetve a változó, szélsőséges időjárási viszonyokhoz való alkalmazkodó képesség elősegítése, a kapcsolódó növényvédelmi kutatások elvégzése.

Magyarország területén az éghajlati és talajadottságok több mint 20 mérsékelt égővi gyümölcsfaj, mintegy 40 zöldségfaj, kiváló bor- és csemeszőlőfajták, valamint 330 gyógy-fűszer- és illóolajos növényfaj és számos dísnövény eredményes termesztését teszik lehetővé. Világosan látszik, hogy a mezőgazdaságban használatos genetikai erőforrásaink sokfélesége veszélyeztetett, ezért a fenntartható, gazdag fajtaválasztékú és stabil mezőgazdasághoz elengedhetetlen a genetikai erőforrások, a biológiai alapok változatosságának megőrzése, fenntartása. Ebbe természetesen beletartoznak a régóta termesztett növényfajok és fajták, a nemesítés során előállított fajták, a tájfajták és változatok, valamint a kultúrnövények vad rokon fajai is.

Mindezt megerősíti és támogatja a Biológiai Sokféleség Egyezmény keretében 2010-ben elfogadott nemzetközi vállalás is, miszerint „a haszonnövények, valamint a kultúrnövény rokonfajok meglévő genetikai sokféleségét – beleértve a társadalmi-gazdasági, valamint a kulturális szempontból jelentős fajtákat – fenn kell tartani, továbbá a genetikai erózió csökkenésére és a genetikai sokféleség megőrzésére stratégiát kell kidolgozni és végrehajtani”. A fentiek megerősítésére a vidékfejlesztési miniszter 2013-ban jóváhagyta az élelmezési célú növényi genetikai erőforrások megőrzésének 2020-ig szóló szakmai stratégiáját, amely a magyarországi célkitűzéseket és feladatokat vázolja fel.

A nemesítésben állandó, nemzetközi versenyhelyzet a jellemző. Tőke- és időigényes terület, amely távlatos gondolkodást és komoly erőforrásokat igényel. Magyarország felismerte ezt és elkezdte újraépíteni az elmúlt évtizedekben sok tekintetben meggyengült struktúráit. A martonvásári kutatóközpont mellett a tápiószelei Növényi Diverzitás Központ és a gödöllői Nemzeti Agrárkutató és Innovációs Központ olyan intézményi bázist jelentenek, amely megfelelő alap lehet e feladatok ellátásához.

Az intézményi alapokon túl természetesen fontos azoknak a további anyagi erőforrásoknak a megléte, amelyek pénzügyileg segítik ezt a munkát. Az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból működtetett támogatások segítik a genetikai erőforrások megőrzése intézkedés keretében a növényi genetikai erőforrások és mikroorganizmusok ex situ megőrzésére. Kulcsfontosságúnak tartjuk, hogy a következő európai uniós pénzügyi ciklusában is lehetőség legyen e célra pályázni a biológiai alapok megőrzésében alapvető feladatot ellátó intézményeknek.



A növényi és állati genetikai erőforrások megőrzéséhez a Darányi Ignác Terv – Új Magyarország Vidékfejlesztési Program keretében háromféle kapcsolódó jogcímén összesen közel 15 milliárd forint lekötése történt meg, amely források 2017-ig folyamatosan, évente kerülnek kifizetésre. Ezek közül a növényi genetikai erőforrások és mikroorganizmusok ex situ megőrzésének támogatása jogcímre közel 3 milliárd forint kötelezettségvállalás történt. A támogatás célja a növényi genetikai erőforrások felkutatásának, gyűjtésének elősegítése, a gyűjtött tételek izolált felszaporítása és vegetatív úton való fenntartása, továbbá a maggal szaporított fajok genetikai erőforrásainak ex situ megőrzésének és a vegetatív úton szaporított fajok genetikai erőforrásainak ültetvényekben, illetve in vitro módszerekkel történő megőrzésének előmozdítása, a genetikai erőforrás gyűjtemények jellemzése nemzetközileg egyeztetett módszerekkel, valamint génbank adatbázisok létrehozása, gyűjtemények web alapú nyilvántartása, népszerűsítése.

A **2014-2020 közötti Vidékfejlesztési Program** tervezésénél továbbra is számolunk e támogatási lehetőség fenntartásával. A jelenlegi jogcímekhez hasonló feltételekkel, azonban a mostani időszak tapasztalatait már felhasználva kerülhet kialakításra a jogcím.

A Vidékfejlesztési Minisztérium saját költségvetéséből is biztosít **nemzeti támogatást a genetikai erőforrások védelmére**, amelyet pályázat útján biztosít a hazai növényi biológiai alapok, genetikai anyagok megőrzése, fenntartása és fejlesztése, valamint bizonyos őshonos mezőgazdasági állatfajták génmentése, megőrzése, fenntartása és védelme érdekében. A támogatásra a nemzeti génvagyon részét képező, a Növényi Diverzitás Központ által nyilvántartott növényi génkészlettel (beleértve a mezőgazdasági jelentőségű mikroorganizmusokat is), vonal- és fajtagyűjteménnyel, vagy törzsültetvénnyel, törzsgyűjteménnyel rendelkező szervezetek jogosultak.

A MAGYAR NÖVÉNYNEVELÉS HELYZETE A  
NÖVÉNYNEVELÉSI TUDOMÁNYOS NAPOK  
PREZENTÁCIÓINAK TÜKRÉBEN (1993-2013)

HESZKY LÁSZLÓ

Szent István Egyetem Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar,  
Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

A Növénynevelési Tudományos Napok évente kerültek megrendezésre 1993-2013 között. A 20 év alatt 2411 előadás és poszter került bemutatásra (átlag 127/év). Ebből 39% volt alapozó- és 61% alkalmazott kutatás. Tudományágak szerinti megoszlás alapján, klasszikus 67%, molekuláris 22% és *in vitro* 11%. Az egyes ágazatok alapján, szántóföldi 57%, kertészeti 41% és erdészeti kutatás 2%. Intézményi bontásban az arányok alakulása, egyetemek 47%, VM és egyéb intézmények 34% és MTA kutató intézetek 19%. A szántóföldi növényekkel kapcsolatos 1387 prezentáció (100%) megoszlása, gabonafélék 53%, kukorica 18%, ipari növények és burgonya 16%, takarmánynövények 13%. A kertészeti 1002 prezentációból (100%), 48% foglalkozott a gyümölcsfajokkal és a szőlővel, 27% a gyógy- és dísnövényekkel, végül 25% a különböző zöldségfélékkel. Ezeknek az adatoknak 1993 és 2013 közötti éves alakulását 1-6. ábrák tartalmazzák.

**Kulcsszavak:** alap-, alkalmazott-, molekuláris-, *in vitro*-, szántóföldi-, kertészeti kutatás

EVALUATION OF THE HUNGARIAN PLANT BREEDING BASED  
ON THE LECTURES AND POSTERS PRESENTED ON THE  
ANNUALLY ORGANIZED CONGRESS OF PLANT BREEDING  
(1993-2013)

L. HESZKY

Inst. of Genetics and Biotechnology, Fac. of Agricultural and Environmental Sci.,  
St. Istvan University Gödöllő

The Plant Breeding Scientific Day as a national plant breeding conference was organized annually between 1993 and 2013. During the last 20 years, 2411 scientific lectures and posters were presented (127/year) including basic research 39% and applied ones 61%. The proportions of the main disciplines were: conventional breeding 67%, molecular breeding 22% and *in vitro* breeding 11%. As regards the different agrarian sectors, agriculture was 57%, horticulture 41% and forestry 2%. Distribution of the total presentation for crop production (1387, 100%) was: cereals 53%, corn 18%, industrial plants including potato 16%, and forage crops 13%. Proportions of the horticultural presentations were: fruit plants and grapes 48%, medicinal and ornamental plants 27%, vegetables 25%. Data changing annually during the last 20 years are shown on the figures number 1-6.

**Key words:** fundamental-, applied-, molecular-, *in vitro*-, agricultural-, horticultural research

### Indulás a 20. század végén

Fiatal kutató koromban, a Növénynevelési Vándorgyűlések bizonyították számomra, hogy a növénynevelés és kapcsolódó tudományterületein óriási szellemi kapacitás dolgozik az országban. Elhatároztam, ha egyszer megfelelő helyzetbe kerülök, akkor évente olyan tudományos fórumokat fogok szervezni, melyek méltók lesznek, a magyar növénynevelési tudományokban elért eredményekhez. Erre akkor lett lehetőségem, amikor 1993-ban megválasztottak az MTA Növénynevelési Tudományok Bizottsága elnökévé. A Bizottság első ülésén felvázoltam, egy évente rendezendő tudományos konferenciával kapcsolatos elképzeléseimet. A Bizottság jóváhagyását követően fél éven belül 1994. január 11-12. között megrendeztük az I. Növénynevelési Tudományos Napokat a Magyar Tudományos Akadémián.

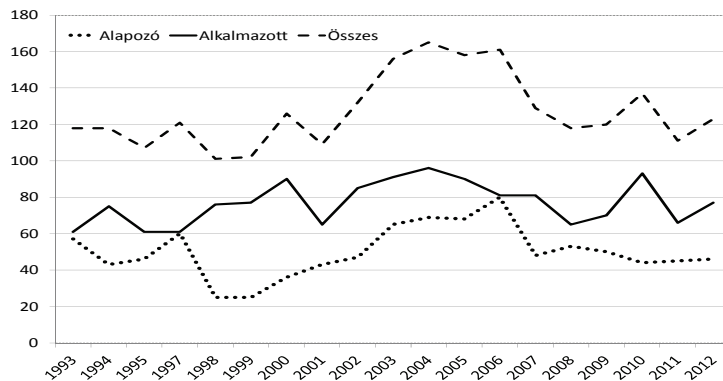
#### A Szervező Bizottságok tagjai (1993-2013)

Balla László	Heszky László	Óvári Judit
Bedő Zoltán	Hoffmann Borbála	Pauk János
Bócsa Iván	Kertész Zoltán	Pedryc Andrzej
Bódis László	Kiss József	Porpáczy Aladár
Bóna Lajos	Kőszegi Béla	Sutka József
Dudits Dénes	Molnár Márta	Veisz Ottó
Frank József	Matuz János	Velich István
Gergáczy József	Marton L. Csaba	
Hajós Lászlóné	Neszmélyi Károly	

### Folytatás a 21. században

2014-ben már a huszadik Konferenciát szervezzük és ünnepejük, tehát hagyományt teremtettünk. Az 1993 és 2013 között rendezett 20 konferencia Szervező Bizottságaiban résztvevők listájára 25 név került fel. Sajnos Bócsa Iván és Sutka József barátainktól már végső búcsút kellett vennünk. Az elmúlt 20 Konferencián összesen 2578 (100%) prezentáció (előadás és poszter) került bemutatásra, melyből 39% alapozó- és 61% alkalmazott kutatással volt kapcsolatos (*I. ábra*). Az alapkutatási előadások száma 2006-ig folyamatosan emelkedett, akkor elérte az alkalmazott kutatások számát, azóta sajnos visszaesett a kilencvenes évek szintjére.

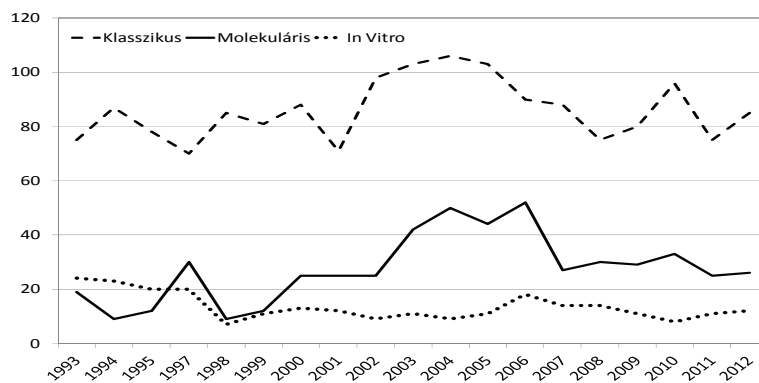
## NÖVÉNYNEMESÍTÉSI KUTATÁSOK HÚSZ ÉVE



1. ábra Az összes, alapozó és alkalmazott kutatásokkal kapcsolatos prezentációk számának alakulása

### Paradigmaváltás a tudományban

A 20. sz. végén és a 21. sz. elején forradalmi változások történtek a klasszikus növénynemesítést megalapozó tudományok területein. A konvencionális nemesítés módszertanát, ami a fenotípusból kiindulva - fiktív géneket kreálva - próbált következtetni a genotípusra, alapvetően új szemlélet a molekuláris megközelítés váltotta fel. Ez utóbbi esetben a nemesítő közvetlenül, vagy közvetve a génekben (genom, DNS) tárolt információ megismerésével és módosításával hozza létre a kívánt geno- és fenotípust, illetve végzi a szelekciót. A molekuláris és transzgenikus, valamint az *in vitro* nemesítés különböző technikáinak felhasználását a 21. század nemesítője már nem nélkülözheti. Ez ma már nemzetközi versenyképességünk megtartásának alapvető feltétele.

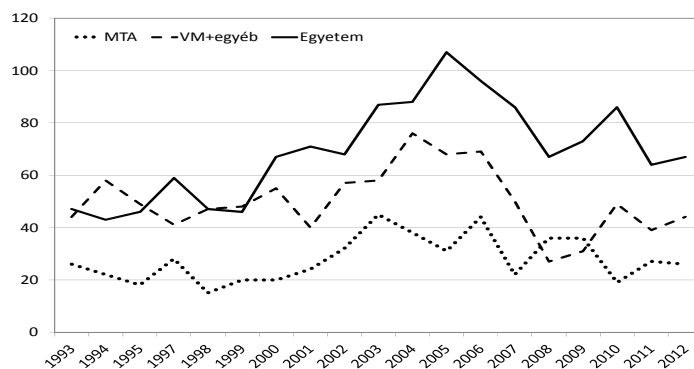


2. ábra Klasszikus, molekuláris és *in vitro* kutatásokkal kapcsolatos prezentációk számának évenkénti alakulása

A **2. ábra** a klasszikus kutatások (ide sorolva a citológiai és mutációs vizsgálatokat is) számának (1634 db, 67%) és az alapkutatások két legfontosabb területének: a molekuláris (524 db, 22%), valamint az *in vitro*- (258 db, 11%) nemesítés prezentációi (előadás+poszter) számának éves változását mutatja be. A molekuláris kutatási (genomanalízis, génizolálás, funkcióanalízis, géntechnológia, molekuláris transzformáció stb.) eredmények számának növekedése a 21. század első évtizede közepén megállt, azóta folyamatosan csökken. Ezen sürgősen változtatni kellene, mert a nemzetközileg versenyképes magyar növény-nemesítés a jövőben, színvonalas molekuláris kutatások nélkül nem tartható fenn. A molekuláris nemesítési alapkutatások nemzetközi színvonalú műhelyeinek - a bemutatott prezentációk száma alapján - a VM Gabonakutató Kft, az MTA ATK Mezőgazdasági Intézet, a SZIE MKK Genetikai és Biotechnológiai Intézet, a PE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, és a BCE Kertészettudományi Kar és a VM MBK tekinthetők.

### EU- csatlakozás és a felsőoktatás átalakulása

Az Európai Unió tagságunk együtt járt a felsőoktatás átszervezésével. A korábbi évtizedekben bevált 3 éves üzemmérnöki, öt éves mérnöki és 2 éves szakmérnöki rendszerről át kellett térni a 3 éves BS és a 2 éves MS képzésre, amit végül a PhD képzés zár le. A hazánkban megszerezhető legmagasabb tudományos fokozat, a PhD képzés (korábban kandidátusi aspirantúra) átkerült az egyetemekre. Ennek következtében az egyetemeken felgyorsult és megerősödött a „tudósképzést” biztosító agrártudományi alap és alkalmazott kutatás.



3. ábra MTA, VM és egyetemi kutatásokkal kapcsolatos prezentációk számának évenkénti változása

A **3. ábrán** az egyetemi (1315 db, 47%), VM (950 db, 34%, ide soroltunk minden, nem MTA, vagy nem Oktatási kutatóhelyet is) és MTA (529 db, 19%) Intézmények éves teljesítményét hasonlítjuk össze. A 3. ábra egyértelműen bizonyítja, hogy a legnagyobb tudományos kapacitást, a magyar agrár-felsőoktatás különböző – MS és PhD képzés akkreditációjával rendelkező agrár

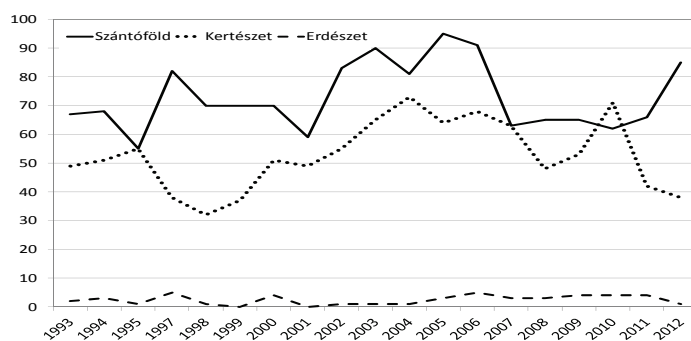
egyeteme a SZIE és a különböző nagy egyetemek DE, BCE, NyME, PE stb. Agrártudományi Karai jelentik, az ott dolgozó közel ezer PhD hallgatóval és témavezetőikkel. A növénynemesítést megalapozó tudományokban meghatározó kutatóhelyeknek, az elmúlt 20 év adatai alapján a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kara, és a BCE Kertészettudományi Kara tekinthetők.

### Kutató és fejlesztő intézményi kutatás

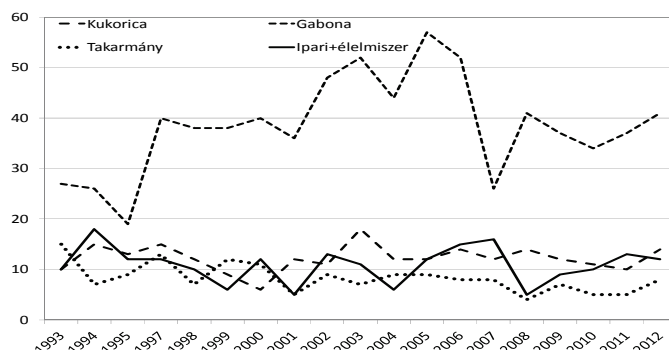
Az EU-hoz való sikeres csatlakozásunk komoly, néhány növényfaj hazai nemesítésében (pl. cukorrépa) drámai következményekkel járt. Az a tény, hogy az EU Fajtalistájára került külföldi fajták, közvetlenül természetők az országban, óriási konkurenciát teremtett a magyar növénynemesítés számára, szinte minden kultúrnövényünk esetében. A kozmopolita és ipari felhasználású fajok (kukorica, napraforgó, repce stb.) esetében a magyar nemesítés és eredményei a hazai fajták, a termőterület perifériájára szorultak. Az ökológiailag érzékeny fajok (gabona, kertészeti növények stb.) esetében, versenyképességünket még sikerült megőriznünk. Sajnos ezt az előnyt is elveszthetjük a jövőben, mivel egyre több vetőmag termelő és nemesítő világcég (Pioneer, Monsanto, Syngenta stb.) már hazánkban nemesíti az új fajtáit és hibridjeit.

Az elmúlt húsz év prezentációi (előadás + poszter) számának legfontosabb ágazati (szántóföldi 1387 db, 57%, kertészeti 1002 db, 41%, erdészeti 46db, 2%) megoszlását az **4. ábra** tartalmazza. A legnagyobb meglepetést a bemutatott erdészeti kutatási eredmények meglepően kis száma jelenti

A szántóföldi növények (1387 db, 100%) a fontosabb csoportjaiban bemutatott eredmények (gabona 733 db, 53%, kukorica 232 db, 18%, ipari és élelmiszer növények 207 db 16%, takarmánynövények 158 db, 13%) számának éves alakulása (**5. ábra**) bizonyítja a gabonafélék, különösen a búzafélék és nemesítés meghatározó jellegét. Ez utóbbi siker, két zászlóshajónak, az MTA ATK Mezőgazdasági Intézete és a VM Gabonakutató Kft. kutatógárdája nemzetközi színvonalú munkájának köszönhető.

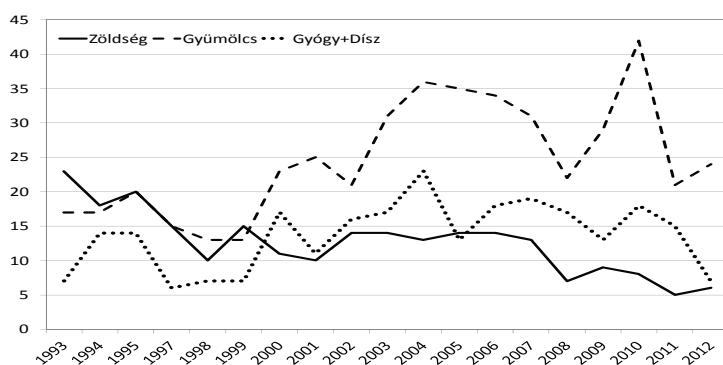


4. ábra Szántóföldi, kertészeti és erdészeti kutatásokkal kapcsolatos prezentációk számának évenkénti alakulása



5. ábra Kukorica, gabona, takarmány, ipari- és élelmiszer növényekkel kapcsolatos prezentációk számának évenként alakulása

A kertészeti növények (1002 db, 100%) fontosabb csoportjaiban bemutatott eredmények (gyümölcs és szőlő 469 db, 48%, gyógy- és dísnövény 259 db, 27%, zöldség 239 db, 25%) számának éves változásai bizonyítják a terület gyors fejlődését mind mennyiségben, mid minőségben (6. ábra). Ennek egyik oka a hazai szőlészeti kutatások eredményessége és az a tény, hogy a különböző agrártudományi karokon is elkezdődött a kertészmérnök BS, MS szintű oktatás, sőt egyes intézményekben a PhD képzés is. A Kertészettudományokban a meghatározó intézmény egyértelműen a BCE Kertészettudományi Kara.



6. ábra Zöldség-, gyümölcs-, gyógy- és dísnövény kutatásokkal kapcsolatos prezentációk számának évenkénti változása

Az 1-6. ábrák egyértelműen bizonyítják, hogy a századforduló követő évek fellendülése után, 2006-tól egy meredek mennyiségi visszaesés következett be a magyar növénynevelési kutatásokban. Ennek oka az a szeméretlen restrikcio volt, amivel az ágazat akkori vezetői az agrártudományi kutatásokat

sújtották. Hazaáruháással felérő véleményük szerint „nincs szükség magyar nemesítésre, elvégzik azt helyettünk a multik”. Napjaink minisztériumi (VM) vezetésének álláspontja a korábitól merőben eltér, a magyar mezőgazdaság biológiai alapjait jelentő fajták hazai nemesítését stratégiai kérdésnek tartja, amiről egy nemzet – az ivóvízhez hasonlóan – sohasem mondhat le.

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm az MTA Növényneimesítési Tudományos Bizottsága – engem követő – elnökeinek (Frank József, Velich István, Kertész Zoltán, Matuz János, Veisz Ottó), továbbá a Magyar Növényneimesítők Egyesülete elnökeinek (Balla László, Marton Csaba, Bóna Lajos), hogy az elmúlt 20 évben támogatták és segítették a konferencia évente történő sikeres megszervezését.

### **Irodalom**

- Heszky L.: 1994. Molekuláris növényneimesítés és a valóság. I. Növényneimesítési Tudományos Napok. Budapest, MTA 1994 január 11-12., Előadás Összefoglalók 3.
- Heszky L.: 1995. Megnyitó. II. Növényneimesítési Tudományos Napok. Budapest, MTA 1995. január 16-17., Előadás Összefoglalók 4.
- Heszky L.: 1996. Európai csatlakozás, következmények és feladatok a növényneimesítésben. Növényneimesítési Tudományos Napok. Budapest, MTA 1996. január 22-23., Előadás Összefoglalók 4.
- Heszky L.: 2004. 10 éves a Növényneimesítési Tudományos Napok konferencia (1994-2004) X. Növényneimesítési Tudományos Napok. Budapest, MTA 2004. február 18-19., Előadás Összefoglalók 13.
- Heszky L.: 2009. A növényneimesítés globális és lokális kihívásai a 21. század elején. XV. Növényneimesítési Tudományos Napok. Budapest, MTA 2009, március 17, Hagyomány és haladás a növényneimesítésben (szerk.: Veisz Ottó) X-XV. ISBN: 978-963-508-575-0.



## SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK NEMESÍTÉSE A VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUMHOZ TARTOZÓ KUTATÓ INTÉZMÉNYEKBEN

MATUZ JÁNOS

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

Az államilag szervezett és irányított növénynemesítés már több mint 100 éves: 1920-ig 10 állami intézmény és 30 magáncég, 1944-ig pedig 7 állami és 36 magáncég foglalkozott nemesítéssel. A szocializmus idején a magán nemesítést megszüntették, és az állami növénynemesítést fejlesztették, melyet többször is átszerveztek. A szántóföldi növények nemesítése akkor elsősorban a Vidékfejlesztési Minisztérium jogelődjeihez (FM, FVM) tartozó intézményekben folyt: az agráregyetemen és a mezőgazdasági kutató intézetekben, összesen 12 intézményben. Napjainkra ez a helyzet alapvetően megváltozott, mivel az agráregyetemek és a hozzájuk csatolt kutatóintézetek nem tartoznak a VM-hez. Jelenleg a VM-hez tartozó intézmények közül elsősorban csak a Gabonakutató Kft-ben folyik több szántóföldi növényfaj nemesítése, valamint a HAKI-ban rizsnemesítés. A VM intézményei közül a gödöllői Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet és a tápiószelei Növényi Diverzitás Központ a szántóföldi növények nemesítését elsősorban alapanyagok, génforrások átadásával segíti.

**Kulcsszavak:** szántóföldi növények nemesítése, nemesítés haszna

## THE BREEDING OF FIELD CROPS AT THE RESEARCH INSTITUTES OF THE MINISTRY OF RURAL DEVELOPMENT

J. MATUZ

Cereal Research Non-Profit Ltd., Szeged

The plant breeding organized and directed by the state has already more than a hundred-year history in Hungary; up to 1920 ten state owned and thirty private companies, and from 1920 to 1944 seven state owned and thirty-six private companies were engaged in plant breeding. The private breeding was terminated and the state plant breeding was boosted and restructured several times during the era of the socialist system of economy. During that period, the breeding of field crops was carried out mainly at the institutes belonging under the responsibility of the Ministry of Rural Development and its predecessors, the Ministry of Agriculture and the Ministry of Agriculture and Rural Development. The altogether twelve institutions comprised the agricultural universities and the agricultural research institutes. The situation has changed essentially by now because the agricultural universities and the attached research institutes do not belong to the MRD at present. The breeding of a range of field crops is conducted at the Cereal Research Non-Profit Ltd. and that of rice at the Research Institute for Fisheries considering the institutes under the administration of the MRD. It is worth mentioning that two of the institutes of the MRD, namely, the Agricultural Biotechnology Centre, Gödöllő and the Research Centre for Agrobiodiversity, Tápiószele support the breeding of field crops primarily by providing basic material and gene resources.

**Key words:** field crops breeding, institutes of Ministry of Rural Development, benefit of breeding

## Bevezetés

A szántóföldi növények nemesítése az irodalmi adatok szerint hazánkban már 150 évvel ezelőtt elkezdődött, amikor az 1863-as terménykiállításon bemutatták a Vári-Szabó Sámuel által nemesített árpafajtát. Kezdetekben a nemesítéssel elsősorban a fejlettebb uradalmakban foglalkoztak.

Az államilag szervezett és irányított növénynemesítés kezdetei az 1870-es évekre tehető, mivel az akkori földművelésügyi miniszter utasította a magyaróvári, keszthelyi, debreceni és kolozsmonostori tanintézeteket, hogy vetőmag-nemesítést és termelést folytassanak. 1890-től kezdődött Magyaróváron a növénynemesítés oktatása Cserháti Sándor vezetésével, 1909-ben megalapítják az Országos Magyar Királyi Növénynemesítő Intézetet. 1920-ig a magyaróvári központi intézeten kívül 9 állami intézmény és 30 magáncég foglalkozott nemesítéssel. A számszerű helyzet 1944-ig sem változott lényegesen: 7 állami és 36 magáncég dolgozott e területen (*Bálint, 1966*).

A szocializmus idején a magánnemesítést megszüntették, és az állami növénynemesítést fejlesztették, illetve többször átszervezték. A szántóföldi növények nemesítése ekkor elsősorban a Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) jogelődjeihez (FM, FVM) tartozó intézményekben folyt: az agráregyetemen (Magyaróvár, Keszthely, Debrecen, Gödöllő), a mezőgazdasági kutató intézetekben (Iregszemcse, Karcag, Kecskemét, Kisvárd, Kompolt, Nyíregyháza, Szarvas, Szeged), összesen 12 intézményben. Napjainkra ez a helyzet alapvetően megváltozott, mivel az egyetemek és az átszervezések miatt a hozzájuk csatolt kutató intézetek sem tartoznak a VM-hez. Jelenleg a VM-hez tartozó intézmények közül elsősorban, feladat szinten csak a Gabonakutató Kft-ben folyik több szántóföldi növényfaj nemesítése, valamint a Halászati Kutatóintézetben rizsnemesítés. Az előadás ezért elsősorban a GK Kft-ben folyó búza, árpa, tritikálé, zab, kukorica, cirok, napraforgó, repce, szója és egyéb növények nemesítési eredményeit ismerteti.

## Anyag és módszer

Bármely növénynemesítési intézmény eredményességét legjobban az általa nemesített fajták, hibridek számával, azok elterjedtségével és gazdasági hasznával lehet jellemezni. A szántóföldi növényfajok esetén is, egy új fajta nemesítéséhez legalább egy évtized szükséges, a gazdasági elterjedés pedig további éveket igényel. Ezért jelen munkában az elmúlt tíz év eredményeit foglalom össze, elsősorban a Gabonakutató Kft. évi jelentései, a NÉBIH Nemzeti Fajtajegyzéke (<https://www.nebih.gov.hu>) és a Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont, a Növényi Diverzitás Központ, valamint a Halászati és Öntözési Kutatóintézet honlapjai alapján.

## Eredmények és következtetések

A VM-hez tartozó agrárkutató intézmények között jelenleg kettő van, amelyek a szántóföldi növényfajok nemesítését segítik génforrások és nemesítési alapanyagok átadásával. Ezek a következők:

SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK NEMESÍTÉSE A VM INTÉZMÉNYEIBEN

---

*Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont, Gödöllő (MBK),  
(<http://www.abc.hu/hu/intezetek/noevenybiotechnologiai-intezet.html>)*

A Növénybiotechnológiai Intézet kutatócsoportjai korszerű molekuláris biológiai eljárásokat felhasználva vizsgálják gazdaságilag fontos haszonnövények és modell szervezetek, biokémiai, fiziológiai, sejtbiológiai, epigenetikai, fejlődésbiológiai jelenségeit. A kísérletek során a Molekuláris Növényfiziológia és Biokémia Csoport célja az, hogy mRNS transzkripcióanalízissel és metabolit vizsgálatokkal feltárja a burgonya növények szárazságtűrésében, és a búza vernalizációjában szerepet játszó folyamatokat. Növényi Sejtbiológia Csoport a növényi szövettenyésztés (búza, árpa, rizs, lucerna) és a genetikai módosítás eljárásainak fejlesztésével foglalkozik.

*Növényi Diverzitás Központ, Tápíószele (NÖDIK), (<http://www.nodik.hu/>)*

A NÖDIK (az Agrobotanikai Intézet jogutódja) feladata, hogy megőrizze a hazai természetes és kultúrflóra genetikai változatosságát. A rendszeres gyűjtő utak és magcsere eredményeként a tápíószelei génforrás gyűjtemény folyamatosan gyarapodott és napjainkban Európa egyik legjelentősebb kultúrnövény génbankjává vált (1. táblázat).

1. táblázat Aktív gyűjtemény megoszlása növénycsoportonként (2012. január 20.)

Hasznosítási növénycsoport	Tételszám	
	Unikális	duplikátummal
Gabonafélék	20 460	36 189
Maghüvelyesek	9 971	15 127
Zöldségnövények	7 542	13 115
Ipari növények	2 945	6 540
Takarmánypillangósok	2 718	5 126
Fűfélék	2 268	3 402
Egyéb (dísz-, gyógy-, gyökér-, és gumós növények)	1 437	2 051
ÖSSZESEN	47 341	81 550

A kultúrnövények génforrás-gyűjteményének a növény-nemesítés genetikai alapjainak bővítésén kívül jelentős szerepe van az oktatásban és a jelentősebb tájfajták és nemesített fajták agrár-kultúrtörténeti értéként való megőrzésében. A tájfajták a tájtermesztéshez, tájjellegű termékek előállításához, az ökológiai gazdálkodáshoz, a minőség javításához, a rezisztencianemesítéshez, a specifikus adaptáció javításához nyújtanak értékes alapanyagot. A nemzeti fajtalistán jelenleg a NÖDIK-nek 2 csicsóka és egy batáta fajtája szerepel.

*Halásznó és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas (HAKI) (<http://www.haki.hu>)*

A rizsnemesítés, fajtafenntartás téma kutatói az általuk nemesített, államilag elismert 13 rizsfajta fajtafenntartását, és - a termelői igények szerint - bázisvetőmag előállítását is végzik. Az újabb fajták nemesítésénél alkalmazzák a biotechnológia korszerű eredményeit különösen koncentrálna a rizsfonálféreg és a vörösrizs okozta problémák megoldására (<http://www.haki.hu/>). Jelenleg a Nemzeti Fajtalistán a következő rizsfajtáik vannak: Ábel (2005), Bioriza H (2002), Dáma (1992), Janka (2002), M 225 (1985), M 488 (1996), M 60 (2002), Risabell (1997), Sandora (1993).

*Gabonakutató Non-profit Közhasznú Kft., Szeged (GK Kft.)*

A Gabonakutatónak az elmúlt tíz évben 64 államilag elismert új fajtája és hibridje kapott állami elismerést: 15 őszi búza, 3 tritikálé, 2 árpa, 2 zab, 19 kukorica, 1 szemes cirok, 2 silócirok, 10 őszi káposztarepce, 5 napraforgó, 1 olajlen, 1 köles, 1 muhar, 1 pohánka, 1 szója (2. táblázat).

2. táblázat. A GK Kft. állami elismerést kapott növényfajtái, 2004-2013 években  
(Á.e. = állami elismerés éve)

Növényfaj	Á.e.	Növényfaj	Á.e.	Növényfaj	Á.e.
<i>Búza</i>		<i>Kukorica</i>		<i>Repce</i>	
GK Békés	2005	Ametiszt	2004	TPLS 011	2006
GK Csillag	2005	Shakira	2005	TPES 7	2006
GK Szala	2005	Szegedi 470	2005	TPLR 4	2006
GK Hunyad	2005	Sarolta	2006	TPS 37	2008
GK Fény	2006	Szegedi 343	2006	GK Trendi	2011
GK Március	2008	Csanád	2006	TPS-05	2011
GK Göncöl	2009	Szegedi 349	2006	TPB 05	2011
GK Rozi	2010	Szegedi 363	2006	TPR 24	2011
GK Hajnal	2010	Kenéz	2006	TPB 19	2011
GK Körös	2010	Szegedi 521	2006	TPS 19	2011
GK Berény	2010	Temes	2007	<i>Siló cirok</i>	
GK Vitorlás	2010	GK 144 x GK 150	2008	Róna-1	2004
GK Futár	2011	Szegedi 386	2009	GK Áron	2013
GK Mentor	2013	Szegedi 387	2010	<i>Napraforgó</i>	
GK Pilis	2013	Szegedi 475	2010	ADF 463774	2006
<i>Tritikálé fajták</i>		GKT 288	2011	Róna 1	2007
GK Szemes	2010	TK 202	2012	MO1A	2008
GK Rege	2008	TK 195	2012	MO3A	2008
GK Idus	2008	TK 175	2012	Walcer HO	2011
<i>Árpa</i>		GKT 2011	2013	<i>Köles, GK Alba</i>	2007
GK Judy	2004	<i>Szemes cirok, GK Emese</i>	2005	<i>Zab</i>	
GKS Habzó	2007	<i>Szója, Pannónia kincse</i>	2008	GK Kormorán	2009
		<i>Pohánka, Oberon</i>	2006	GK Impala	2005
		<i>Muhar, GK Erika</i>	2004	<i>Olajlen, Nikol</i>	2006

A GK Kft. jelenleg 22 növényfajban mintegy 120 fajtával járul hozzá a hazai fajta szortimenthez, közülük 80 szabadalommal védett, további 17 oltalmazása folyamatban van. Szója, cirok és olajlen fajtáinak hazai aránya még 50% felett van. Kukorica, cirok, napraforgó fajtái külföldön is ismertek, közülük 50 már fajtaoltalomban részesült. Ilyen mennyiségű elismert fajta több mint 200 fajtajelölt bejelentésének eredménye.

A Gabonakutató Kft. kutatásának, nemesítésének a gyakorlatot kell szolgálnia, mivel fajtáinak, hibridjeinek vetőmag forgalmazásából és a fajták használatáért járó jogdíjból kell fedeznie költségeit. Ezért nem elég „csak” nemesítenie, a fajtákat be is kell vezetnie a köztermesztésbe, továbbá forgalmaznia kell a bel- és külföldi vetőmagpiacon. Ehhez egy hatékony kereskedelmi részleget kell működtetnie. Végül is egy cég nemesítése akkor hatékony, ha fajtái széleskörűen elterjednek. A GK Kft. az elmúlt évi Innovációs pályázaton kiemelt elismerést kapott fajtáinak az elterjesztéséért a bel- és külföldi piacokon. A 3. táblázatban bemutatott néhány adat jól szemlélteti ezt a tevékenységet.

**SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK NEMESÍTÉSE A VM INTÉZMÉNYEIBEN**

3. táblázat. A GK Kft. bevételei a fajták, hibridek értékesítéséből 2011-ben és 2012-ben.

Vetőmag + Licencdíj	2011			2012		
	belföld	export	belföld + export	belföld	export	belföld + export
Növény faj	ezer Ft	ezer Ft	ezer Ft	ezer Ft	ezer Ft	ezer Ft
Kukorica	193 674	33 633	227 307	321 096	76 540	397 636
Cirok	18 960	3 063	22 023	32 868	8 825	41 693
Repce	1 526	0	1 526	4 611	15 766	20 377
Napraforgó	2 837	0	2 837	36 347	69 652	105 999
Szója	91 755	14 865	106 620	191 614	13 615	205 229
Köles	1 325	857	2 182	5 927	302	6 229
Kalászosok	244 271	5 110	249 381	382 328	12 420	394 748
<b>Összesen</b>	<b>554 348</b>	<b>57 528</b>	<b>611 876</b>	<b>974 791</b>	<b>197 120</b>	<b>1 171 911</b>

Az 1 milliárd Ft körüli bevételhez nagyon alapos és gondos marketinget kell folytatni. Nem elég csak a hazai piacot megcélozni, hanem keresni kell a külföldi lehetőségeket is. Gyakran a hazánkban már nem kelendő fajták, hibridek külföldön, főleg keleten még jól forgalmazhatóak.

A GK Kft. fajtáinak, hibridjeinek használata a termelőknél azonban nagyobb haszonnal jár, mint amennyi bevételt a GK Kft.-nek hoz. A termelőknél, jelentkező többlet haszon csak a búza esetén is jelentős: pl. 2012-ben az újabb szegedi búzák licencdíja elérte a 170 millió Ft-ot. Ez kb. 28 ezer tonna vetőmagnak felel meg, amely kb. 160 ezer ha bevetésére elegendő. Ha e korszerű fajták jó minőségű fémzárolt vetőmagjának használatával hektáronként csak 2 mázsa többletterméssel számolunk, ez 160 ezer hektár esetén 32 ezer tonna, amely malmi búza értékkel (50 ezer Ft/t) számolva 1,6 milliárd Ft bevétel többletet jelentett a termelőknek.

A valóságos többlet ennél is jóval nagyobb, hiszen e becslésben nem szerepel a jobb betegség-ellenállóság miatti kevesebb növényvédőszer költség, az esetleges jobb minőség miatti felárak értéke, valamint a nem-fémzárolt vetőmaggal bevetett területeken elért többlet hozam. A növénynevelésbe fektetett tőkének a legnagyobb haszna nem a nemesítő intézménynél jelentkezik, hanem a fajták használóinál: termelőknél, ipari felhasználóknál, fogyasztóknál, exportban stb. Ezért érdemes minden országnak fejlesztenie saját nemesítését.

**Irodalom**

- Bálint Andor (1966): Mezőgazdasági növények nemesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. Pp.398.  
[https://www.nebih.gov.hu/szakteruletek/szakteruletek/novterm\\_ig/szakteruletek/fajta\\_szap/jegyzekek/nemzeti.html](https://www.nebih.gov.hu/szakteruletek/szakteruletek/novterm_ig/szakteruletek/fajta_szap/jegyzekek/nemzeti.html)  
<http://www.abc.hu/hu/intezetek/noevenybiotechnologiai-intezet.html>  
<http://www.nodik.hu/>  
<http://www.haki.hu/>

GYÜMÖLCS-, SZŐLŐ- ÉS DÍSZNÖVÉNYNEVELÉS  
EREDMÉNYEI A VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUMHOZ  
TARTOZÓ INTÉZMÉNYEKBE

APOSTOL JÁNOS<sup>1</sup>, KASZTOVSZKY ZOLTÁN<sup>1</sup>, ERDŐS ZOLTÁN<sup>1</sup>, DÉNES FERENC<sup>1</sup>,  
SZABÓ TIBOR<sup>3</sup>, HAJDU EDIT<sup>2</sup>, GYÖRFFYÉ JAHNKE GIZELLA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet, Érd

<sup>2</sup>NAIK Szőlészeti Borászati Kutatóintézet, Kecskemét

<sup>3</sup>Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft.

A Vidékfejlesztési Minisztériumhoz tartozó kutatóhelyeken folyó gyümölcs- és szőlőnevelés jelentőségét jelzi, hogy a Nemzeti Fajtajegyzékben szereplő 481 gyümölcsfajta és alanyfajta közül 263 fajta – a fajták 54,6 %-a – a négy hazai intézményben folyó nevelési munkának köszönhető. Szőlőnevelés terén pedig 18 % a nevezett két kutató állomás részesedése. Ezen eredményen belül a csemegeszőlő fajták 57%-a a Kecskeméti Állomáson született.

**Kulcsszavak:** gyümölcs, szőlő, nevelés, eredmények

BREEDING OF FRUITS AND GRAPES AT THE RESEARCH  
INSTITUTES OF THE MINISTRY OF RURAL DEVELOPMENT

J. APOSTOL<sup>1</sup>, Z. KASZTOVSZKY<sup>1</sup>, Z. ERDŐS<sup>1</sup>, F. DÉNES<sup>1</sup>, T. SZABÓ<sup>3</sup>,  
E. HAJDU<sup>2</sup>, J. G. GYÖRFFYÉ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NAIC Research Institute for Fruit Growing

<sup>2</sup>NAIC Research Institute for Viticulture and Enology

<sup>3</sup>Research and Extension Centre for Fruit Growing

The list of state approved varieties till the end of 2013 indicates the significance of the fruit and grape breeding in the research departments of the Ministry of Agriculture. 263 varieties (54,6% of the varieties) among the 481 fruit and rootstock variety of the National Variety List are bred at the Érd, Cegléd, Fertőd research departments of the Fruit Growing Research Institute NARIC (this is the new name of our Institute) and the Research and Extension Centre for Fruit Growing in Újfehértó. 18 % of the grape varieties are bred in the research departments in Kecskemét and Badacsony. It is a very significant result that 57% of the table grape varieties are bred at the Kecskemét research department.

**Keywords:** fruit, grape, results of breeding

## Bevezetés

A Vidékfejlesztési Minisztériumhoz tartozó gyümölcsnemesítéssel foglalkozó kutató intézmények közül az 1950-ben alapított Kertészeti Kutató Intézetnek kezdetben négy (Budatényi /érdei kísérleti térrrel/, Ceglédi, Fertődi, Újfehértói) kutató állomása volt. 2014. január 1-től közülük három, a Budatényi /érdei kísérleti térrrel/ Ceglédi, Fertődi alkotják a Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ, a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézetét. A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet két kutató állomása Badacsonyban és Kecskeméten, mint a NAIK Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet állomásai működnek.

**A Budatényihez tartozó Érdi Kutató Állomáson** az 1950-es években 9 gyümölcsfaj nemesítése, fajtakutatása kezdődött meg. A '80-as években a szilvanemesítés átkerült a Ceglédi kutatóállomásra, a fekete ribiszke nemesítés a nemesítő Achmed Seljahudin halálával megszűnt.

Az egyes fajok nemesítését olyan nagy, nemzetközileg is ismert, sajnos már nem élő tudósok neve fémjelzi, mint Maliga Pál, Brózik Sándor és Tóth Elek.

A nemesítési munka célja olyan új fajták előállítása, amelyek gyümölcse világszínvonalon is kiváló paraméterekkel rendelkezik, nyersfogyasztásra és konzervipari célra egyaránt alkalmas, fái rendszeresen és bőven teremnek, szárazságtűrők és betegség ellenállóak.

Fajtáink a Nemzeti Fajtajegyzéken lévő fajták **41,4** %-át teszik ki: dió **100**%, gesztenye **100** %, mandula **66** %, meggy **52**%, cseresznye **85**%. Jelenleg több mint 5000 cseresznye és meggy magonc felnevelése, illetve szelektálása folyik.

Intézetünkben a dió, cseresznye, meggy nemesítési munkáit, 5 fő teljes munkaidős kertészmérnök végzi, közülük 1 mezőgazdasági genetikai szakmérnök kandidátus (Apostol János) 1 PhD-vel rendelkező kertészmérnök (Békefi Zsuzsanna), 2 fő kertészmérnök PhD hallgató (Szügyi Sándor és Szügyi Sándorné) és 1 fő félállású PhD-vel rendelkező kertészmérnök (Bujdosó Géza), a növényvédelmi csoportból 1 fő kandidátus kertészmérnök patológus (Rozsnyay Zsuzsa).

**Budatényben** a szervezett kertészeti kutatásokkal egy időben kezdte meg Kováts Sándor a lágyszárú egygyári dísznövények nemesítését, melynek célja: a hazai kontinentális klímát (szárazság, hő és sugárzás) jól tűrő, jól bokrosodó sok virágot, illetve virágzatot nevelő, tartósan és hosszan (az őszi fagyokig) virágzó fajták előállítása. A nemesítést jelenleg Szabó Mária irányításával 4 fős csapat végzi

Módszerei: a keresztezéses nemesítés, a mutációk kiemelése, a kémiai szupermutagének, illetve növekedés szabályzók, később a szövettenyésztési módszerek alkalmazása volt. Kováts Zolán haláláig (60 év) nagyon eredményes

nemesítési munkát végzett, a nemesített és hazai elismerésben részesült 155 fajtája közül 120 fajta magja jelenleg is kereskedelmi forgalomba van. A világon egyedül álló, hogy négy fajtája Gold Medal díjban részesült az Európai Fleuroselect szervezet részéről. Ezek: *Rudbeckia hirta* „Glória” (2002), *Celosia plumosa* „Savaria” (2004), *Rudbeckia hirta* „Mackó” (2008), *Celosia plumosa* „Arrabona” (2012).

**Ceglédi Kutató Állomáson** a gyümölcsnemesítői munka, kajszibarackra, szilvára és csonthéjas alanyokra terjed ki. Nyujtó Ferenc és Banai Benóné által megkezdett, Kerek Mária Magdolna, Erdős Zoltán irányításával folyó **kajszii nemesítői tevékenység** eredménye 14 államilag elismert fajta, melyek nagy gyümölcsűek, jó a termőképességük, jó zamatúak, téli-tavaszi fagyokra, betegségekre kevésbé érzékenyek, friss fogyasztásra és különböző tartósításokra alkalmasak, jól szállíthatók. Jelenleg folyik a 472 termőre fordult kajszihibridből az értékes fajtajelöltek kiválasztása

A **szilva fajtakutatás és nemesítés** Tóth Elek, Erdős Zoltán és Surányi Dezső nevéhez fűződik, melynek eredményességét két nemesített és öt honosított államilag elismert szilvafajta bizonyítja.

Az **alanynemesítői munka** a generatív úton szaporított alanyok szelekciójára irányult 1952-ben. Az alanynemesítői munkát Nyujtó Ferenc kezdte el és Tőle 1988-ban Erdős Zoltán vette át. E munka eredményeként 18 alanyfajta részesült állami elismerésben.

A **mandula** alanynemesítéssel Skola István foglalkozik. Jelenleg 587 db új mandula hibrid értékelése folyik. További alanyfajtákat szelektálnak a cseresznye, barackmandula, mandula és kökényszilva fajokból.

A **Fertődi Kutatóállomás** a bogyós gyümölcsűek nemesítésére és fajtakutatására specializálódott. Eredményeiket olyan kiváló és nagy tudású nemesítők neve fémjelzi, mint id. Porpáczy Aladár, Szilágyi Kálmán, Kollányi László és ifj. Porpáczy Aladár. A nemesítést jelenleg Dénes Ferenc koordinálásával fiatalabb kutatók végzik

A **szamóca fajtaelőállítás és -honosítás** területén **Szilágyi Kálmán** ért el kiváló eredményeket, a fajták vizsgálatára kialakított módszertana ma is útmutató lehet a jövő nemesítői generációi számára. Az általa előállított F5 és Kortes fajták még mindig keresettek, Az általa honosított Gorella a '80-as évek elején a hazai ültetvények több, mint 80 %-át alkotta.

A **málna nemesítés** területén **Kollányi László** széles genetikai alapon végzett keresztezéses nemesítésével több sikeres fajtát állított elő. A hagyományos, vesszőn termő málna mellett kiemelkedő szerepet játszik a sarjon termő málnák hazai nemesítése, amely **Dénes Ferenc** nevéhez kötődik.

A **ribiszke nemesítés** területén **Porpáczy Aladár** elsősorban a fekete ribiszke nemesítése területén ért el meghatározó eredményeket, az ültetvények harmadik generációja alapszik munkásságán.



A kisebb jelentőségű bogyós fajok, így a napjainkban legelterjedtebb **bodza**, valamint a **tüskementes szeder**, **fekete berkenye**, **ribizkeköszméte** termesztett típusainak elterjesztése szintén a Fertődi nemesítők érdeme.

**Az Újfehértói Kutató Állomáson** az alma keresztezéses nemesítése Dániel Lajos irányításával kezdődött és folytatódik Szabó Tibor és Soltész Miklós munkájával. A tájszelekció, Éles Zoltán vezetésével, indult.

A meggy tájszelekciós nemesítését Dániel Lajos, Szakátsy Gyula és Pálkövi József, majd Pethő Ferenc, Harmat László folytatta, jelenleg Szabó Tibor és Szőke Ferenc végzik.

Tájszelekciós munka folyik a naspolya, birs köszméte és a szilva fajok esetében. A köszmétéfajták Harmat László munkájának eredményei.

A Nemzeti Fajtajegyzékben lévő fajták 39%-a újfehértói illetőségű. Az alma 52%-a, a birs (Erddel közös) 50 %-a, a naspolya 100 %-a, a birs klónalany 67%-a, a köszméte alany 100 %-a. A meggyfajtáik adják az országos szaporítás 52 %-át, a négy köszmétéfajta pedig 90 %-át.

A fajtakutatói csoportot 3 fő PhD fokozattal rendelkező és két fő kertészmérnök alkotja.

**A Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet Badacsonyi Kísérleti Telepén** 1956-ban kezdődött a klónszelekciós és a keresztezéses nemesítés Dr. Király Ferenc és Kiss Ervin irányításával. Az Olasz rizling B.20, B.5, B.14, a Szürkebarát B.10-es klónja ma is meghatározó jelentőségű. Állami elismerést kaptak az Olasz rizling B.20/7, B.20/16, B.5/8, B.14/14, valamint a Szürkebarát B.10/5 és a 10/10 szubklónok.

A badacsonyi intézetben a nemesítés és fajtaérték kutatáshoz kapcsolódóan 2013-ig a következő kutatási témák folytak:

- fehérbor szőlőfajták szelektálása,
- a Kéknyelű fajta valós értékeinek feltárása, a szőlőtermesztéshez kapcsolódó génbanki anyagok fenntartása, fejlesztése, genetikai vizsgálata.

A fajtakutatói és nemesítési csoport négy főből áll, 2 fő PhD fokozattal rendelkezik (kertészmérnök), egy fő MSc (agrármérnök, kertészmérnök), egy fő BSc (kertészmérnök).

**A Kecskeméti Kutató Állomáson** a szőlő nemesítése világhírű magánnemesítők, Mathiász János és Kocsis Pál nyomdokain halad.

A szőlőnemesítést Kurucz András, Kwaysser István, dr. Szegedi Sándor, dr. Furi József, ifj. dr. Kozma Pál és dr. Hajdu Edit kezdte, ill. folytatja.

A szelekciós nemesítésből eddig 7 klón részesült állami elismerésben. A keresztezéses szőlőnemesítéssel a biotikus és abiotikus rezisztenciát sikerült fokozni az egyéb termésbiztonsági és minőségi paraméterekkel együtt. Ezeknél a tulajdonságoknál jelentős genetikai haladást sikerült elérni. A keresztezéses nemesítéssel előállított csemegeszőlő hibridek közül 11 eurázsiai hibrid és 5 interspecifikus, a borszőlő hibridek közül 8 eurázsiai, és 1 interspecifikus fajta kapott állami elismerést

Az állomáson folyó nemesítési munkát 1 fő kandidátus kertészmérnök, növényvédelmi szakmérnök végzi.

**GYÜMÖLCS- ÉS DÍSZNÖVÉNYNEMESÍTÉS A VM-INTÉZMÉNYEKBEN**

*1. táblázat A VM kutatóhelyeinek gyümölcs és szőlő nemesítési eredményei*

Faj	NF-fajták száma	Intézetek			Intézetek fajtáinak aránya %
		nemesített db	honosított db	védett	
Alma	96	14	36		
Dió	8	8		3	100
Gesztenye	6	6			100
Mandula	9	6			66
Mogyoró	5	1	1		20
Cseresznye	27	19	4	7	85
Meggy	24	21		2	52
Kajszi	25	15	2		12
Őszibarack	51		16		31
Szilva	24	3	8		46
Körte	36		8		19
Birs	6	6	6		100
Naspolya	3	1	2		100
Alma klónalany	15	5	2		13
Birs klónalany	3		2		66
Alma magoncalany	3	2			66
Körte magoncalany	4	3			75
Csonthéjas alany	3	3		1	100
Szilva klónalany	5	2			40
Szilva magoncalany	5	4			80
Kajszi magoncalany	8	7			88
Őszibarack alany	2	1			50
Sajmeggy alany	2	2			66
Szamóca	46	2	9		24
Piros ribizke	10	2	1		30
Fekete ribizke	9	3	2		56
Köszméte	10	4			40
Köszméte alany	1	1			100
Ribiszkeköszméte	3	1	1		66
Málna	19	5	1		32
Szeder + hibridjei	9	1	3		44
Fehér borszőlő	150	24			16
Vörös borszőlő	35	1			3
Csemege szőlő	28	16			57
Szőlő alany	19	9			47

**Irodalom**

Nemzeti Fajtajegyzék. 2010 Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal Budapest.

ZÖLDSÉGNÖVÉNYEK NEMESÍTÉSÉNEK EREDMÉNYEI A  
VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUMHOZ TARTOZÓ  
INTÉZMÉNYEK BEN

CSIZMADIA LÁSZLÓ

Zöldségtermesztési Kutató Intézet ZRt, Kecskemét

Szemben a gazdasági növényekkel, a zöldségfajok zömében a piaci igények sokkal szélesebb körűek, és részletekbe menőek. Elég, ha csak a változatos termesztési módokra gondolunk, amelyek általában megkövetelik a saját, jól definiálható fajtatípusukat. A nemzeti fajtalistán található zöldségfajok zömében a külföldi fajták dominanciája a jellemző. Folyamatos hazai fajtakibocsátás csak étkezési és fűszerpaprikában, zöldborsóban, uborkában és görögdinnyében van (*1. táblázat*). Az elmúlt 20 évben folyamatosan csökkent a zöldségneveléssel foglalkozó kutatóhelyek száma. Érdemes fajta előállítás jelenleg csak a Zöldségtermesztési Kutató Intézet ZRt.-ben, és a Fűszerpaprika Kutató-Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft.-ben folyik.

**Kulcsszavak:** zöldségnevelés, paprika, zöldborsó, uborka, görögdinnye

RESULTS OF BREEDING VEGETABLE CROPS IN THE  
INSTITUTES BELONGING TO THE MINISTRY OF RURAL  
DEVELOPMENT

L. CSIZMADIA

Vegetable Crops Research Institute Co., Kecskemét

Contrary to agricultural field crops, in case of almost all vegetable species the market needs are more complex and detailed. We only have to think of different growing technologies, which usually require their own well defined vegetable variety types. Varieties to be found on the National List are mostly dominated by foreign origin. Continuous Hungarian variety breeding is carried out only in species of peppers (for fresh consumption), paprika (for spice), green pea, cucumber and watermelon (*Table 1.*). In the past 20 years, the number of research institutions dealing with vegetable breeding has continuously decreased. Currently, variety breeding is going on only at the Vegetable Crops Research Institute Co. (Kecskemét) and at the Red Pepper Nonprofit Ltd. (Kalocsa).

**Key words:** vegetable breeding, pepper, green peas, cucumber, watermelon

**Zöldségtermesztési Kutató Intézet ZRt. (ZKI)**

1943-ban alakult meg a mai Zöldségtermesztési Kutató Intézet jogelődje, az Állami Kertészeti Kísérleti Telep. A nevelő telep megszervezésére Mészöly Gyula kapott megbízást. Ő azonnal megkezdte a hazai és külföldi zöldségfajták szelekciós célú begyűjtését. Feladata elsősorban a konzervipar számára paradicsom és uborka fajták nevelése és azok vetőmagjának előállítása volt.

1955-ben a kísérleti telepet Duna-Tiszaközi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet néven tájintézzé szervezték át. Kiemelt feladata volt a térség kertészeti

termesztésének támogatása, a térségre adaptált fajtákkal és termesztéstechnológiával.

1970-ben újabb átszervezésre került sor, mivel a Földművelésügyi Minisztérium a tájintézeteket profil-intézetekké alakította át. Ekkor kapta az Intézet a ma is használatos nevét. Az átszervezés során valamennyi zöldségkutatással foglalkozó intézmény a ZKI irányítása alá került. Így a kalocsai és szegedi állomás után Makó, Budatétény és Újmajor is. A fő tevékenység mintegy 20 zöldségfaj nemesítése és vetőmag előállítás, valamint a zöldségtermesztési technológiák komplex fejlesztése volt.

1. táblázat: A ZKI által nemesített zöldség fajták/hibridek száma

Faj	-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-	Összesen	Fajtalistán
Étkezési paprika	1	1	5	5	5	5	5	9	5	8	49	37
Zöldborsó		3	5	6	2	5	3	4	2	6	36	19
Uborka	2	2	9	2	5	12	4	4	1	4	45	18
Görögdinnye	2	2			1		2	4		4	15	9
Paradicsom	4	8	13	15	5	8	1	1	1	1	57	16
Hagyma		2	1		3			5	1	1	13	11
Bab		1	2	2	1	4	3	1	2	1	16	13

1984-ben újabb átszervezés következett. A főhatóság az Intézetet költségvetési intézményből fejlesztő vállalattá alakította. A költségvetési támogatás fokozatosan csökkent, majd meg is szűnt. A piaci viszonyokhoz való alkalmazkodási kényszer a tevékenység folyamatos szűkítését vonta maga után. Minden olyan tevékenység, ami rövidtávon nem biztosított bevételt az Intézet számára, fokozatosan megszüntetésre került.

1993-ban a ZKI zártkörűen működő részvénytársasággá alakult, ami tovább erősítette az Intézet piaci kitétségét. A tulajdonosi jogokat gyakorló FVM a társaságot reorganizálta, aminek kapcsán a társaság radikálisan átszervezte tevékenységét. A fűszerpaprika kutatást önálló társaságba, a makói hagymakutatást a szegedi Gabonakutató irányítása alá szervezték. A ZKI ZRt. saját tevékenységét átvilágította és mindent alárendelt a zöldségvetőmag piacon való pozíciószerezésnek. Csak azoknak a fajoknak a nemesítése maradt meg, melyek már rövidtávon piaci pozíciót szerezhettek és hosszabb távon eredményes, nyereséget biztosító módon fenntarthatóan művelhetők. Az akkor meghozott döntéseket az idő igazolta. Ezen döntések következtében jelenleg az alábbi fajokban folyik (eltérő intenzitású) nemesítés: paprika, paradicsom, uborka, görögdinnye, vöröshagyma, zöldborsó és zöldbab.

Étkezési paprika: Az Intézetben, illetve jogelődjében, az 1960-as években kezdődött az étkezési paprika nemesítése Angeli Lambert irányításával. Az addig kizárólag csípős fajtakörben az ő szelekciója révén kezdett terjedni a csípősségmentes változat. A világon elsőként használta fel a determináltság génjét az étkezési paprika nemesítésében.

A magyar piacon meghatározó súlyú a fehér töltenivaló paprika. Paprikanemesítőink előző generációinak elévülhetetlen érdeme, hogy a fehérhúsú töltenivaló paprikát szerte a világon „magyar” paprikának nevezik, itthon pedig hungarikumként fontos népelelmezési cikké vált. E típus egykori, kiemelkedő piacvezetője, minden idők egyik legnagyobb volumenben termesztett fajtája a Zatykó Lajos vezetésével nemesített *Fehérözön*. Míg a kilencvenes évek közepéig a konstans fajták túlsúlya volt a jellemző, napjainkban szinte kizárólagos az  $F_1$  hibridek használata. A ZKI kínálatában az első folyton növény hibrid a *Ciklon  $F_1$*  volt. Elsőként a ZKI állított elő ebben a típusban a dohánymozaik vírus *Tm3* törzs elleni *L4-es rezisztenciagénnel* felszerelt hibridet, a *Century  $F_1$* -et. Az utóbbi évtized gyorsan terjedő paprikát károsító vírusa a paradicsom bronzfoltosság vírus. Az első ezzel szemben rezisztens fehér töltenivaló hibridek a ZKI által kibocsátott *Hurricane  $F_1$*  és *Karakter  $F_1$* . Az első *Xanthomonas*-szal szemben rezisztens paradicsomalakú hibriddel, a *Bihar  $F_1$*  -el a ZKI jelent meg a piacon. Napjainkban ez a hibrid hazánkban a legnagyobb felületen termesztett paradicsompaprika.

A ZKI által nemesített paprika hibridek és fajták vetőmagjának 40%-a export piacokon értékesül (Jordánia, Marokkó, Szerbia, Románia).

Zöldborsó: A tervszerű keresztezéses feldolgozóipari borsónemesítés a '60-as évek elején indult el párhuzamosan Budatétényben és Újmajorban Csatáry-Szűcs Kálmán és Lászlóffy Antal vezetésével. Ennek első komolyabb eredményei a nevükben is újmajori fajták (*Újmajori korai*, *Újmajori középkorai*, *Újmajori középkései*) voltak, amelyek a néhány évvel utánuk megjelenő *Jubileummal* együtt az akkor meghatározó kétmenetes betakarítási technológiában, a feldolgozóiparok törzs-fajtái lettek. A '80-as évek végétől az egymenetes betakarítás kezdte kiszorítani a kétmenetest. Ez a technológia a korábbiakhoz képest koncentráltabb érést, és az akkori export-piaci igényeknek jobban megfelelő közepes szemméretet kívánt. Ezeket a célokat követte a fajtakibocsátás második nagyobb hulláma. Olyan fajták kerültek ekkor a köztermesztésbe, mint a *Favorit*, vagy *Oriol*, *Ritmo*, *Primo*, *Omega*.

Az ezredforduló táján ismét a nagyobb szemméret felé tolódott el az igény. Ezt követve egy sor kifejezetten nagy szemméretű fajta született, így a középkései *Apor*, a középkorai *Tiara*, a korai *Virtus* és *Korvin*, valamint a késői *Villő*. Két újdonság a 2012-ben minősített középkorai, közepes szemméretű *Medion*, illetve a késői, nagy szemméretű *Trinity*.

Az 1980 után bevezetett fajták mind rezisztensek a fuzáriumos tőhervadás (*Fusarium oxysporum f.sp. pisi*) hazai rasszával szemben. Az ezredforduló utáni

középkésői és késői fajták a lisztharmattal (*Erysiphe pisi*) szemben is rezisztensek. Az intenzív, öntözéses termesztés-technológiában elsősorban a korai fajták számára veszélyes a borsó-peronoszpóra (*Peronospora pisi*). Az első, ezzel szemben ellenálló fajta 2013-ban került bejelentésre.

A ZKI zöldborsó nemesítési programjai a szemméret és tenyészidő mentén szerveződnek. Mind a közepes-, mind pedig a nagy szemméretben komplett érési fajtásor áll rendelkezésre. A zöldborsó vetőmag több mint 80%-a exportra kerül. Fontosabb külföldi piacok Oroszország, Ukrajna, Szerbia, Moldávia.

Uborka: A ZKI uborka nemesítése csaknem egyidős az intézettel. A kezdetekben két állomáson, Kecskeméten (Kőrös Lajosné) és Budatétényben (Asztalos Gyula) is folytak a nemesítési munkálatok. Ezen időszakot olyan fajták fémjelzik, mint a *Kecskeméti csemege*, *Kecskeméti bőtermő* vagy a *Kecskeméti keseredésmentes konzerv*. 1990-ben a világon elsőként a ZKI munkatársai állították elő peronoszpóra-rezisztens aprótüskés konzervuborka fajtákat *Perez F<sub>1</sub>* és *Mohikán F<sub>1</sub>* néven. A peronoszpóra-ellenállóságon túl magas szintű lisztharmat és uborka mozaik vírus toleranciájuknak köszönhető, hogy néhány év alatt a vetőmagforgalmuk megtízszereződött. E betegség-ellenállóságok növelik a termesztés biztonságát és jelentősen csökkentik az uborka állományok növény védőszerekkel való terhelését.

A '90-es évek közepén indult el a partenokarp uborkafajták nemesítése. A ZKI első kibocsátásai e fajtatípusban a *Szatmár F<sub>1</sub>* és a *Nádor F<sub>1</sub>* fajták voltak, melyeknél sikerült kiküszöbölni a korai partenokarp fajták gyengéit, a termések apadásra és puhulásra való hajlamát. Sajnos e fajták megjelenése már egybeesett a hazai uborkatermesztés termőterületének folyamatos és drasztikus csökkenésével. Ezért elindult a hazaitól eltérő fajtatípusok nemesítése, így a szemölcsös partenokarp konzervuborkáé. A *Karolina F<sub>1</sub>* és *Malika F<sub>1</sub>* nevű hibridek az elmúlt két évben kerültek a piacra és számos országban kedvező fogadtatásra találtak. Ezekben az új fajtákban sikeresen egyesül a koraiság a nagy termőképességgel, valamint a betegség- és stressz-toleranciával.

Görögdinnye: A ZKI görögdinnye nemesítése két jól elkülöníthető korszakra oszlik. Az első a kezdetektől a hetvenes évek végéig tartott. Kiss Árpád irányításával ekkor állították elő a *Kecskeméti heterózis F<sub>1</sub>* és a *Triploid F<sub>1</sub>* nevű fajtákat. Ez utóbbi volt az első Európában előállított magnélküli hibrid. A nemesítés e korszak végére megtorpant, majd két évtizedig szünetelt is. 1995-ben indult újra prioritásként kezelve a termésminőséget. E munka első eredményei a nagyon korai, intenzív termesztésmódra való csíkos típusú hibrid, a *Lonci F<sub>1</sub>*, és a korai-középkorai éréscsoportban a könnyen termesztendő, extenzív körülményeket is jól toleráló a *Sultan F<sub>1</sub>*. A sötétzöld terméshéjú kerek típusban figyelemreméltó sikert ért el a *Nosztalgia F<sub>1</sub>*. A triploid (magnélküli) görögdinnye nemesítési program eredménye a *Dávid F<sub>1</sub>*, amely elsősorban

külföldön vált népszerűvé, olyan országokban, ahol a magnélküli görögdinnye nem számít kuriózumnak.

A ZKI görögdinnye nemesítésének új irányvonala a 2012-ben bejelentett *Lentus F<sub>1</sub>*, amelyben az extra koraiság, a jó beltartalom és a hosszú frissen tarthatóság egyesül. Ez az első ZKI hibrid, amely magas szintű, genetikailag meghatározott ellenállósággal rendelkezik a fuzáriumos tőhervadás kórokozójával szemben.

#### **Fűszerpaprika Kutató-Fejlesztő Nonprofit Közhasznú KFT**

A hazai fűszerpaprika nemesítés Obermayer Ernő munkájával indult 1917-ben Kalocsán, majd ugyancsak az ő vezetése alatt 1927-ben Szegeden. Kalocsa környéki csípős populációkból kiemelt csípősségmentes anyatövekből indult el a csípősségmentes fajták nemesítése. A *K. 354*-es törzsszámú fajta az 1950-es évek közepéig a kalocsai körzet uralkodó fajtája volt.

A szegedi körzetbe a csípősségmentes vonalak a 30-as évek közepén kerültek át, innentől indult Szegeden a csípősségmentes fajták nemesítése. A 60-as évek közepéig Kalocsán csak a csípősségmentes fajták termesztése és feldolgozása, illetve nemesítése folyt. Az 50-es és 60-as években előállított fajták közül a legjelentősebbek a *Kalocsai E-15* csüngő termésállású, *Kalocsai 57-231* felálló termésállású fajták, a szegedi tájkörzetben a *Szegedi 47-25* csípősségmentes és a *Szegedi 48-163* csípős fajták voltak.

Kalocsán Márkus Ferenc vezetésével kerültek előállításra a csokros fűszerpaprika törzsek, fajták. Márkus Ferenc és Kapeller Károly nemesítésével jöttek létre a *Kalocsai D. 601* csokros, *Kalocsai 801*, *Kalocsai 50* csípősségmentes, *Kalocsai V-2* csípős fajták. Ezen időszakban a kalocsai körzet fő fajtájává vált a *Kalocsai merevszárú 622*-es fajta, igen korai érése és magas festéktartalma miatt. Jelenleg is termesztésben áll, azonban aránya a termesztésben folyamatosan csökken.

A szegedi körzetben Somogyi György, Szepesy Kornél, Mécs József nemesítésével a *Szegedi 20*, *Szegedi 40*, *Szegedi 80* csípősségmentes, valamint a *Szegedi 178*, *Szegedi 179* csípős fajtákat állították elő. A termesztésben jelenleg a *Szegedi 20*, *Szegedi 80* és a *Szegedi 178* fajták szerepelnek.

Márkus Ferenc, Csilléry Gábor, Szarka János és Kapitány József munkájával indult Kalocsán a *Xanthomonas vesicatoria* baktériummal szembeni rezisztencia nemesítés. Az ennek eredményeként született *Kaldóm*, *Kalopez*, *Kalóz*, *Globál* fajták részaránya a termesztésben fokozatosan növekszik.

Szegeden Somogyi György vezetésével hidegfóliás árutermesztésre alkalmas hibrideket állítottak elő: a *Délibáb F<sub>1</sub>* és a *Boleró F<sub>1</sub>* csípősségmentes, a *Sláger F<sub>1</sub>* csípős.

A Kalocsán nemesített *Delikát F<sub>1</sub>* felálló termésállású, csípősségmentes, a *Jubileum F<sub>1</sub>* csípős, és mindkettő rezisztens a *Xanthomonas*-szal szemben. A nemesítési munka eredményeként egy Bs-2 és L3 rezisztenciát is tartalmazó csípős hibrid, a *Szikra F<sub>1</sub>* 2012-ben kapta meg az állami elismerést.

## ERDÉSZETI NEMESÍTÉS EDDIGI EREDMÉNYEI ÉS JÖVŐBELI KIHÍVÁSAI

BOROVICS ATTILA

NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, Sárvár

Az erdészeti genetikai erőforrások kutatása és hasznosítása, a fajta-előállító nemesítéstől az őshonos állományok alkalmazkodó-képességének fenntartásáig terjedő, szerteágazó terület. A kutató-fejlesztő tevékenységet úgy kell megvalósítani, hogy az erdőtelepítésekhez és felújításokhoz megfelelő minőségű szaporítóanyag kellő mennyiségben mindig rendelkezésre álljon. Faültetvények esetében az adott termőhelyi feltételeket legjobban hasznosító, ökológiailag kielégítően stabil fajták fajtaazonos szaporítóanyagainak propagálását tekintjük a fő feladatnak. A termőhelynek legmegfelelőbb választott minőségi szaporítóanyag meghatározza az erdősítések starthelyzetét, fejlődésüket és jövedelmezőségüket egyaránt. Őshonos állományok esetében az erdőművelési beavatkozások genetikai szerkezetre gyakorolt hatásait meg kell ismerni, a minőségi fatermesztés céljait még szolgáló, de a változó környezeti feltételekhez alkalmazkodni tudó állományszerkezet meghatározása érdekében. Meghatározó feladatok közé tartozik az ellenőrzött keresztezéssel előállított nyár klónok szelekciója, különös tekintettel a minőségi fatermesztésre és az erdőtelepítésekre. Az energetikai faültetvények létesítéséhez a hazai környezeti adottságok között biztonságosan természetes és nagy hozamot biztosító nemesnyár, fűz és akác fajták előállítására, köztermesztésbe vonása a kitűzött cél.

**Kulcsszavak:** genetikai erőforrások, alkalmazkodóképesség, keresztezés, szelekció, fajta

## RECENT RESULTS AND FUTURE CHALLENGES IN FOREST TREE IMPROVEMENT

A. BOROVICS

NARIC Forest Research Institute, Sárvár

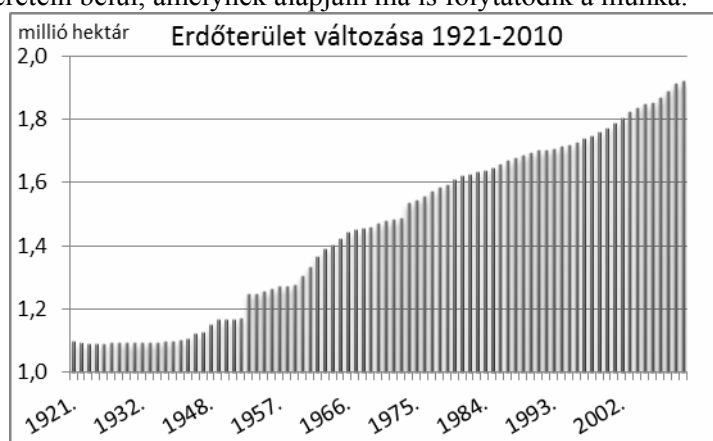
The exploration and utilization of forest genetic resources cover a wide range of different areas from the improvement of varieties for timber production to the sustainment of the adaptability of native stands. We tried to carry on research and development in a way that propagation material of adequate quality and sufficient quantity will always be available for forestation and forest regeneration. As regards plantations, our main task is to propagate the material of stable identical varieties most suitable for the given site conditions. Well-selected propagation material will determine the starting position, the development and the profitability of forestation. Concerning our native stands we investigate the effects of disturbances on genetic structure in order to determine a stand structure serving for high quality timber production yet still adaptable to changing environmental conditions. Our key research areas include the selection of poplars produced through controlled hybridization particularly for primary wood production and forestation; production of poplar and willow varieties for energy plantations, with high yield, safely grown and put into production under home environmental conditions;

**Key words:** forest genetic resources, adaptation, cross breeding, selection, variety



### Az erdészeti nemesítést megalapozó agrárgazdasági háttér

A XX. századi Magyarország alapélménye, az erőforrásaitól megfosztott ország döbbenete, az erdészeti ágazatot sem kímélte. A trianoni döntéssel az erdők 85 %-a került az elcsatolt területekre. Az országot jelentős fahiány sújtotta. Az egyik legnagyobb import tétel a környező országokhoz került erdőkből származó faanyag lett. A két világháború között az Alföld fásításával megvalósuló erdőterület növelés, mint lehetséges kitörési lehetőség Kaán Károly révén fogalmazódott meg, a végrehajtására azonban az anyagi erőforrások hiánya, valamint a tulajdonviszonyok szétszabdaltsága miatt már nem került sor. A II. Világháborút követő kommunista hatalomátvitel időszakában gazdasági kiszolgáltatottságunk szélsőségesen egyoldalúvá vált. A magára maradottság élménye mind a mai napig mélyen beleívódott az erdészeti szakma gondolatvilágába. Az erdészeti politikát mindvégig meghatározta az az aggodalom, amely a nemzetgazdaság faellátásának biztonságát önálló módon próbálta megteremteni úgy, hogy eközben megvédje szűkös erdészeti erőforrásait a kizsákmányolástól. Az erdők arányának növelése egyfajta hazafias tette vált. A nagyterületű erdőtelepítések végrehajtásához szükséges kutatási, gazdálkodói és hatósági összefogás megszületett. A megvalósításhoz nélkülözhetetlen források, a legszűkösebb időkben is, rendelkezésre álltak, az elért eredmények önmagukért beszélnek. Hazánk erdőterülete az elmúlt néhány évtized alatt csaknem megkétszereződött! Az ehhez szükséges minőségi szaporítóanyag-bázis biztosításának igénye hívta életre az erdészeti nemesítés legfontosabb tudományos műhelyeit, jellemzően az Erdészeti Tudományos Intézet keretein belül, amelynek alapjain ma is folytatódik a munka.



Forrás: NÉBIH Erdészeti Igazgatóság

Az új erdők jelentős részét ültetvényszerű megoldásokkal, gyorsan növekedő nemesített nyár fajtákkal, honosított akáccal, fenyővel valóították meg. Ennek okát csak részben kell a fahiány azonnali mérséklésében keresni. A telepítések súlypontja ugyanis olyan alföldi területekre esett, ahol a gazdaságtalan mezőgazdasági művelés is kikényszerítette a fával történő

hasznosítást, új erdők létesítését. Ezek a területek azonban a legtöbb esetben az ember által átalakított, kiszárított, az őshonos erdők számára is kedvezőtlené vált körülményeket jelentettek. Megoldásként sok esetben a szélsőségeket jól tűrő, de nem őshonos fajok jöhettek kizárólag számításba. Ennek eredménye például, hogy mára az észak-amerikai származású fehér akác vált hazánk legelterjedtebb fafajává (az összes erdők területének közel negyede), amelynek oka azonban nem a spontán szétterjedésében, hanem tudatos telepítői, beruházói döntéseket megalapozó kedvező tulajdonságaiban keresendő.

### **Az erdészeti nemesítést elindító személyiségek**

Az első világháborút megelőző időszakban az erdei fák nemesítésére még csupán elszigetelt próbálkozások folytak a mezőgazdasági és kertészeti nemesítés részeként. Sokáig a gyéritések során végzett pozitív szelekció és véghasználatig fenntartandó fák érdekében történő erdőkezelés volt az egyetlen nemesítési módszer.

A rendszeres erdészeti nemesítés alap gondolata Fleischmann Rudolf (1930) nevéhez fűződik, aki a bőven virágzó fajták előállítására céljából megkezdte az akác egyedi szelektálását és keresztezését. Az erdei fák genetikai és nemesítési kutatása 1950-ben, az előző fejezetben bemutatott országos léptékű erdőtelepítési program révén biztos alapokra támaszkodva indult az Erdészeti Tudományos Intézetben. A nyárnemesítést Bokor Rezső és Koltay György kezdte. Kopecky Ferenc Budakeszin kapcsolódott a nyárnemesítési programhoz, melyet a Kámoni Arborétumban, majd az 1955-ben Sárváron megalapított Nyártermesztési Kísérleti Állomáson folytatott. Itt többen csatlakoztak a rezisztencia-nemesítés és erdőnevelés terén e munkához, közülük Gergác József és Halupa Lajos munkássága emelendő ki. A későbbiekben bővült a Sárvári Állomás kutatási területe az akác, a faalakú füzek, az erdefenyő és a tölgyek nemesítésével. A különböző nemesített fajták termőhelyigény kérdését és nevelését a sárvári, a kecskeméti és a püspökladányi kísérleti állomásokon vizsgálták, ahol megalapozták a termőhely és fajta kapcsolatok részletekbe menő ismeretét. A szakterület meghatározó alakja Tóth Béla.

A lassan növekvő lombos fajok, a tölgyek és a bükk nemesítését a legjobb állományok szelektálásával és regisztrálásával Mátyás Vilmos kezdte 1948-ban, amely munkák során fontos szempont volt a kiváló genetikai adottságú populációk védelme és fenntartása. A törzsfaszelekciót és a vegetatív szaporítási kísérleteket Harkai Lajos folytatta. Magtermesztő ültetvények tényleges megvalósítása az 1980-as évektől történtek, ezek ma is teremnek, és sok tapasztalatot szolgáltatnak a jövő fejlesztéséhez.

A fenyők erdészeti célú nemesítését a Kámoni Arborétumban Bánó István indította 1950-ben. Ő hozta létre az első erdefenyő magtermő ültetvényeket is. A munkáját Retkes József és Mátyás Csaba folytatták. A fekete- és lucfenyőnemesítésben is figyelemre méltó eredmények születtek. Az egzóta fenyők termőhely igényének, tűrőképességének és produktivitásának vizsgálatával 1955-től Bánó István, Harkai Lajos és Szőnyi László foglalkoztak.

### **Az erdészeti nemesítés legfontosabb eredményei**

Az erdei ökoszisztémák egész Európában jelentős területvesztéséget szenvedtek és a megmaradt állományok is az emberi gazdálkodás által jelentős mértékben átalakított, többé-kevésbé kultúr-területekké váltak. A legtöbb fafaj esetében az eredeti természetes populációk már régen eltűntek, az eredeti genetikai változatosság ismeretlen mértékű, de feltehetően jelentős része elveszett. Egy meggyőző példa az erdőgazdálkodás feltételezhető genetikai hatására a hazai és a „szlavóniai” kocsányos tölgyek közötti minőségi különbség, amely feltételezhetően nem annyira taxonómiai-származási kérdés, inkább abból adódhat, hogy a szlavóniai populációk hozzáférhetlenségük miatt gyakorlatilag a múlt század végéig természetes állapotban maradtak, így génkészletük is természetes állapotokat tükröz.

A genetikai eredetű sokféleség szűkítése a nemesítés egyik leghatékonyabb módszere. A gazdaságilag fontos tulajdonságokban ugyanis akkor érhető el a leglátványosabb előrehaladás, ha a természet adta sokféléből csak néhány, szélsőséges esetben egyetlen, egy adott sajátságot tekintve kiugró egyedet választunk ki és szaporítunk tovább. Amennyiben ezt összekapcsoljuk a magról történő szaporítás vegetatív módszerekkel történő helyettesítésével is, olyan egyetlen genotípusból álló, homogén ültetvényeket kaphatunk, amelyek legjellemzőbb példái nemesnyárasaink.

#### **Vegetatív szaporítású fajok**

Az egyöntetű állományok létrehozásából kimagasló gazdasági előnyök származhatnak. Viszont az így elérhető többletet jelentős, a természet biztonságában, az ökológiai stabilitásban megmutatkozó kockázat vállalásával és az erdők számos, köbméterekben nem kifejezhető hasznának elmaradásával érjük el. A hozamtöbblet elérésén túl, a betegségekkel szembeni ellenállóképeség javításában, továbbá a szárazságtűrésre történő nemesítésben is értünk el újabb eredményeket. Az utóbbi időben a minőségi fatermesztési célok kiegészültek rövid vágásfordulóval és sarjaztatással kezelhető energetikai célú hasznosítással.

A NAIK Erdészeti Tudományos Intézet végzi a Magyarországon állami elismerésre bejelentett, illetve állami elismerésben részesített hazai nemesnyár, valamint fűz fajták nagy többségének fajtafenntartását. A gyakorlat szempontjából fontos és elsősorban helyi jelentőséggel bíró feladatunk volt a fajták fenntartása és a kiinduló szaporítóanyag-ellátás biztosítása. A fajtafenntartás alapja a szóban forgó fajták genetikai tisztaságát biztosító szuperelit minősítési fokozatú szaporítóanyag előállítását lehetővé tevő törzsanyatelep bázis fenntartása és folyamatos fejlesztése. A Bajti Kísérleti csemetekertben a NAIK ERTI 18 nemesnyár és 6 fűz állami elismerésben részesített fajta, valamint 10 nemesnyár és 2 fűz állami elismerésre bejelentett fajta törzsanyatelepeinek kezelését végzi. Ezzel elértük, hogy a régió erdőtelepítéseihez megfelelő minőségű szaporítóanyag kellő mennyiségben mindig rendelkezésre álljon.

Az őshonos fekete nyár genetikai erőforrásainak feltárása és fejlesztése mind a nemesítés szűkebb érdekeit (mint az új nemesnyár fajták egyik lehetséges keresztezési partnere), mind a természetközeli erdőgazdálkodás céljait szolgálják, így a fekete nyárral kapcsolatos genetikai kutatásoknak vannak alap, alkalmazott és fejlesztő tudományterületi vonatkozásai. Munkánk során genetikai módszert adaptáltunk, amellyel tiszta, introgressziótól mentes fekete nyár szaporítóanyag-forrást alakítottunk ki. Ez egyrészt szolgálja egy-egy régió fekete nyár genetikai erőforrásainak *ex situ* megőrzését, másrészt kiinduló alapja a visszatelepítésekhez felhasználandó szaporítóanyag előállításának. A törzsfá klónok gyűjteménye a génmegőrzési célokon túl szaporítóanyag-forrásként is hasznosul, az általuk megtermelhető gyökeres dugvány mennyisége akár évi több százezres szinten mozog. A vizsgált és igazolt szaporítóanyag tehát rendelkezésre áll az erdőgazdaság területén történő, genetikailag ellenőrzött fekete nyáras erdősítésekhez.

#### Generatív szaporítású fajok

A gyenge adottságú és szárazodó termőhelyen történő minőségi fa alapanyag termelésének szinte egyetlen alternatívája ma Magyarországon a fehér akác. Jelenleg a hazai erdők közel negyede, 460.000 hektár akác. Bár akác esetében a több évtizedes nemesítő munka eredményeképpen 18 fajtát tartunk nyilván, azonban ezek vegetatív úton történő költséges szaporíthatósága miatt még ma is a generatív, elsősorban magtermelő állományi mag felhasználásával történik a szaporítóanyag-ellátás döntő többsége. Jelentős minőségi előrelépést várhatunk a magtermesztő ültetvények szélesebb körű elterjedésétől, valamint új, költséghatékony, nagyüzemi léptékben is hasznosítható mikroszaporítási eljárások kidolgozásától. Az akácaink genetikai adottságai kiválóak és jelentős mértékű még kiaknázatlan lehetőséget rejtnek.

Az erdeifenyő „Pornói” klónösszeállítás állami fajtaelismerést kapott. A Szombathelyi Erdészeti Zrt. acsádi plantázskomplexumában e fajta 15 hektár összterületű magtermesztő ültetvénye létesült, az ERTI Nemesítési Osztályának szakirányításával. A vasi fenyő gyűjteményekben és magtermesztő ültetvényekben a tűfogyasztó gombákkal szembeni ellenálló-képesség vizsgálata történt a fenti időszakban.

Az erdeifenyő származási kísérleteket felhasználjuk a klímaadaptációs képességük vizsgálatára. A hazai származási kísérletek (Recsk, Egyházashetye, Kerkafalva, Isaszeg, Kámon) adatait kiegészítettük hasonló korú és azonos növényanyagot tartalmazó külföldi kísérletek adatsoraival. Ezáltal a faj elterjedési területének, illetve az előfordulásai ökológiai szórásmezejének döntő többségét lefedtük. A kibővített, ezáltal globálissá tett, adatsorok elemzése – hasonlóképp a hazai adatokhoz – az erdeifenyő növekedési tulajdonságának klimatikus, elsősorban hőmérsékleti viszonyok általi meghatározottságát mutatta. A kapcsolatok szorossága alátámasztja azt a feltevésünket, hogy a származási kísérletekben mért adatok alapján felállítható egy, a várható klímaváltozás erdei vegetációra gyakorolt hatásának előrejelzésére alkalmas modell.

### Őshonos fajok genetikai erőforrásainak vizsgálata

A más mezőgazdasági ágazatokban alkalmazott fajtaelőállító módszereken túl, az erdészeti nemesítésnek fontos szerep jutott az őshonos, természetes genetikai struktúrájukat még jelentős mértékben megőrzött fajok genetikai erőforrásainak megismerésében, megőrzési stratégiáik kidolgozásában. Erdőállományaink jelenlegi genetikai erőforrásainak védelme, alkalmazkodóképességének fenntartása ugyanis elemi feltétele az erdei ökoszisztémák stabilitásának, így elengedhetetlen a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodás stratégiáinak kidolgozásában.

Különböző nézőpontú megközelítésekkel több esettanulmányt készítettünk annak igazolására, hogy a fajok hosszú távú életben maradásának, alkalmazkodóképességének, tágabban értelmezve, evolúcióképességének szempontjából kitüntetett jelentőséggel bíró genetikai változatosság az erdőgazdálkodás hatására, illetve a spontán erdőpusztulási folyamatok során megváltozhat. Munkánkkal a változás mértékéről, a génkészlet-szegényedés ökoszisztéma-stabilitás kapcsolatáról gyűjtöttünk újabb ismereteket az alábbi operatív kérdések megválaszolásával:

1. A nemesítés befolyásolja-e a nemesítéssel érintett tölgy állományok genetikai szerkezetét?
2. Az erdőművelés hatással van-e a tölgy állományok genetikai szerkezetére?

#### *a) Nemesítés hatása a genetikai változatosságra*

Erős szelektív hatás mutatható ki mind a törzsfák, mind az utódaik esetében. Ebből következik, hogy csökkent a genetikai változatosság, vagyis csökkent alkalmazkodóképesség jellemzi a magtermesztő ültetvényben termelt makkok képezte szaporítóanyag összességét. A csökkent diverzitás előre vetíti, hogy feltételezhetően érvényesül majd a nemesítői szándék, realizálódhat a genetikai nyereség. Egyúttal javaslatot is tettünk arra, hogy a makkok sajátosságos genetikai összetétele miatt a faj számára elérhető optimális termőhelyeken célszerű felhasználni őket, hiszen ott kisebb a környezeti stressz, ki tudja használni a genetikai adottságokat, realizálódhat a teljesítménytöbblet

#### *b) Különböző erélyű gyérités hatása az alkalmazkodóképességre*

A természetközeli gazdálkodás során nagy jelentősége van annak, hogy az erdőművelés beavatkozásai, a természetestől eltérő szelektálási szempontjai vajon mennyiben és hogyan befolyásolják a populációk genetikai összetételét, alkalmazkodóképességét? A természetközeli módszerek kidolgozásakor egyensúlyt kell találnunk az alkalmazkodóképesség fenntartása (genetikai tartamosság) és a minőségi fatermesztés céljai között, amelynek kutatásához olyan állományokra van szükség, ahol a kontroll és a kezelt populáció kora és eredete azonos, illetve a beavatkozások több alkalommal, hosszabb időn keresztül, ellenőrzött módon történtek. A hatvanas években létesült erdőnevelési sorok vizsgálata alapján kijelenthetjük, hogy a minőségi fatermesztési célokat már szolgáló, de mérsékelt törzsszám-csökkentések a természetes szelekciós folyamatoktól kevésbé eltérő eredményre vezetnek, így ezeket joggal tekinthetjük természetközeli módszereknek.

Az alkalmazkodás genetikája, klímaselekciónak hatásainak értékelése

Sikerült kapcsolatot találni a populációk genetikai jellemzői és klimatikus tényezői között. Az elmúlt évek kutatásai alapján olyan összefüggéseket sikerült feltárni, amelyek új megvilágításba helyezik az erdei fák populációinak környezeti stresszel kapcsolatos genetikai adaptációs folyamatait. Eddigi eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy a növekvő környezeti stressz (például csökkenő, akár kritikus mértékűvé váló csapadék) erősen csökkenti a genetikai változatosságot, növeli az adott szituációban alkalmazkodási előnyvel bíró géntípusok fixálódását, amely összességében jelentős diverzitásvesztést eredményezhet. A vizsgálat egy további fontos eredménye, hogy az eddig széles körben elterjedt állásponttal ellentétben nem találunk szoros összefüggést a populációk földrajzi és genetikai távolsága között. Ennek messzemenő következményei lehetnek a jelenlegi szaporítóanyag-gazdálkodás törvényi szabályozásában is.

### **Jövőbeli kihívások**

Az erdei fák hosszú élet- és terméshatású ciklusából következően a helyi termőhelyi feltételekhez alkalmazkodott és a váratlan eseményekhez alkalmazkodni képes hazai genetikai erőforrások tudatos alkalmazása alapvető érdekünk. Kutató-fejlesztő tevékenységünket a fenti célokkal összhangban úgy igyekszünk megvalósítani, hogy az erdőtelepítésekhez és felújításokhoz megfelelő minőségű szaporítóanyag kellő mennyiségben mindig rendelkezésre álljon.

A hazai nemesítés akkor tud jó eséllyel mind Magyarországon, mind az EU-ban érvényesülni, ha célként a minőségi szaporítóanyag előállítását tűzi ki maga elé. A szaporítóanyag minőségének meghatározása a felhasználási terület szerint is változik. Éppen ez teszi szükségessé a hazai nemesítés fenntartását, segítve az erdőgazdálkodónak a különböző céloknak leginkább megfelelő szaporítóanyagot, szaporítóanyag-forrást kiválasztani; vagy az alkalmazandó eljárást (pl. maggyűjtést, csemetenevelési eljárást, felújítási módszert) megtalálni és végrehajtani, különös tekintettel az erdei fák egyedülálló genetikai rendszerére (nagyságrendekkel változatosabb, mint bármely más növénycsoporté).

Természetközeli erdők esetében elő kell segítenie, hogy a térségben az adott ökológiai feltételekhez jól alkalmazkodott, genetikailag kielégítően sokszínű és mikroevolúciós képességű, valamint a fatermesztés céljainak is megfelelő mennyiségi és minőségi tulajdonságokat felmutató származások (állományok, populációk) származás-azonos szaporítóanyagának alkalmazását. Faültetvények esetében a nemesítés az adott termőhelyi feltételeket legjobban hasznosító fajták fajtaazonos szaporítóanyagainak propagálását tekinti fő feladatának. A termőhelynek legmegfelelőbb választott minőségi szaporítóanyag meghatározza az erdősítések starthelyzetét, fejlődésüket és jövőbeni minőségüket egyaránt. A fenti elvárások és alapelvek alkalmazása esetén teljesülhet a régióban a *minőségi szaporítóanyag-ellátás követelménye*.

## MAGYAR NEMESÍTŐK MÉLTATÁSA

BÓNA LAJOS, PURGEL SZANDRA

Magyar Növénynevelők Egyesülete, Szeged

### **2013 év során kitüntetésben részesült nevelők**

*A Fleischmann Rudolf Díjat a hazai növénytermesztés és növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenységének elismeréséül nyújtják át. Szakterületenként évente három-három díj adományozható az augusztus 20-ai állami ünnep alkalmából (58/2012. (VI. 25.) VM rend). Ez a díj 2012-ig a hazai növénynevelés terén kiemelkedő értékű gyakorlati és elméleti munkát végzők tevékenységének elismeréséül volt adományozható (16/2009. (III. 6.) FVM rend.). A vidékfejlesztési minisztertől ez évben a nevelők közül hárman vehették át ezt a rangos elismerést.*

#### **Fleischmann Díjasok**

**Csász Lászlóné dr.** 1970-től dolgozik a szegedi Gabonatermesztési Kutatóintézetben (illetve jogutódjaiban). Kezdetben technikusként dolgozott a Barabás Zoltán akadémikus vezette búzanemesítési csoportban, majd 1981-ben agrármérnöki diplomát szerzett Debrecenben. PhD fokozatot a Pannon Egyetem Keszthelyi Georgikon Karán szerzett 2007-ben. Fő tevékenységi területe az őszi búza fajtaelőállító nevelés. Hat fajta vezető nevelője, 50 fajta létrehozásában pedig társnevelőként vett részt. A fajtaelőállító munka mellett részt vett a búzanemesítés kórtani – módszertani alapjainak vizsgálatában és fejlesztésében. Fő kutatási területe az őszi búzafajták szár-, levélrozsdával, lisztharmattal és levélfoltosságokkal szembeni ellenállóságának a vizsgálata, valamint az ellenállóképesség különböző formáinak – rassz-specifikus rezisztencia, horizontális rezisztencia, tolerancia, szántóföldirezisztencia stb. – tanulmányozása. Új kutatási témaként kezdte meg 2000-ben az őszi búza nekrotróf kórokozóival kapcsolatos kutatásokat, amelynek keretében már 14. éve vizsgálja a nekrotróf kórokozók összetételének változását és a járványok kialakulását Magyarországon. A fajták ellenálló képességének és termésreakciójának vizsgálatára mesterséges fertőzéses rendszert alakított ki, illetve adaptált szántóföldön és üvegházi körülmények között. Megkezdte a *Pyrenophoratrifici-repentis* Magyarországon előforduló rasszainak azonosítását. Alapító tagja a Magyar Növénynevelők Egyesületének, tagja az EUCARPIA-nak és a Magyar Növényvédelmi Társaság Növénykórtani Szakosztályának.

**Dr. Orlóci László** kertészmérnöki és mérnök tanári végzettséget szerzett. Doktori értekezését dendrológia-botanika tárgyban védte meg. Két egyetemen címzetes docens, mérnök tanárként oktat és konzultál az egyetemeken. Növénytani, kertészeti, ökológiai és pedagógiai szakterületeken 30 éves szakmai tapasztalattal rendelkezik. Az ELTE Botanikus Kertben 1985-től 2005-ig főként feladatokat látott el. Kialakította a hibridcirusok nemzeti gyűjteményét a „Jeszenszky” citrus gyűjteményt, pálma -, mediterrán- és törpe növények gyűjteményeit. Több mint húsz éve folytat honosítási, fajtanemesítési kutatásokat. Mintegy száz szelektált növényfaj, változat közül 15 fajtája kapott állami elismerést. Három klónja közösségi fajtaoltalom alá került.

„Lagerstroemia” honosítási tevékenysége eredményét a 2004. évi Hortus Hungaricus kiállításon aranyéremmel, a 2005. évi Plantarium kiállításon ezüstéremmel értékelte a bíráló bizottság. A Dísznövény Szövetség és Terméktanács 2006-ban az év kertésze címet adományozta számára. Kertészeti, botanikai kutatásaiban részletesen foglalkozik a hibridcirusok és a ginkgo fajták morfológiájával, kertészeti alkalmazhatóságával és szaporítási technológiájuk kidolgozásával.

Vezetőségi tagja a Magyar Kertészeti Tanácsnak, a Magyar Arborétumok és Botanikus Kertek Szövetségének és a Dísznövény Szövetségnek. Az ELTE Fűvészkert igazgatói feladatait 2005 áprilisától látja el. Az ELTE 2010-ben a Pro Universitas kitüntetés arany fokozatának adományozásával ismerte el munkáját.

**Dr. Szabó Tibor** az egyetem elvégzését követően a Nyírségi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet alkalmazottjaként kezdte szakmai, majd tudományos pályáját, az intézet jogutódjainál elsősorban az Újfehértói Kutató Állomáson ért el országos elismertséget kutatói, nemesítői és szaktanácsadói tevékenységével. A több évtizedes fáradhatatlan, áldozatos munkája nagymértékben hozzájárult az ország gyümölcs fajtahasználatának fejlesztéséhez. Az államilag elismert alma, meggy és köszméte fajták egy része köthető munkásságához. Nemesítői tevékenységének eredményeit igazolja, hogy az ország meggyültetvényeinek több mint fele, almának mintegy harmada, köszméte, birs és naspolya szinte 100 %-a az ő nemesítői, honosító tevékenységének köszönhető. A természeti örökségünk megőrzésében kifejtett kiemelkedő tevékenysége révén a Növényi Génbank Tanács gyümölcs munkabizottsága elnökének választották. A nemzetközi génbank szervezet (IPGRI) tagjaként alma, körte, birs, naspolya génbank fenntartását, fejlesztését irányítja, nemzetközi programok résztvevője.

Az ország legjelentősebb gyümölcstermesztési régiójában (Hajdú-Bihar, Borsod-Abaúj-Zemplén, Szabolcs-Szatmár-Bereg) az 1990-es években elkezdődött megújulás egyik szakmai motorja volt. Az elmúlt két évtized során létesült új ültetvényeket és a kapcsolódó infrastrukturális beruházások jelentős részét az ő és munkatársai szakmai támogatásával hozták létre.



### **Jedlik Ányos Díj**

**Dr. Beke Béla** agrármérnökdiplomáját a Mosonmagyaróváron szerezte, majd a Gabonatermesztési Kutató Intézetben, illetve annak jogutódjaiban dolgozik 1974 óta. Mint búzanemesítő, az általános kenyérbúza fajta előállító nemesítés, fajtafenntartás és bázis vetőmag előállítás koordinálásán és a nemesítést szolgáló kutatásokon túl, 1978 óta a durumbúza-nemesítéssel is foglalkozik. Az első magyar fajták (GK Minaret, GK Basa) állami elismerését (1980) követően jelentős szerepe volt abban, hogy megszülessen a hazai durumbúza és örleményeinek szabványosítása, fajtaminősítési rendszere, továbbá malom- és tésztaipari, kereskedelmi háttere, összességében a köztermesztés adminisztratív, és közgazdasági feltételei. A Jedlik Ányos Díj odaítélésének legfőbb indoka volt Beke Béla közel négy évtizedes, durumbúza nemesítésével kapcsolatos eredményes kutató-fejlesztő munkája, melynek hozadéka e faj magyarországi meghonosodása és vetésterületének a piaci igényeknek megfelelő stabilizálódása volt. A Gabonakutató több mint negyven növényfajta-szabadalommal, illetve oltalommal védett kalászos gabona (kenyérbúza, durum, tritikále) fajtájának a vezető-, illetve társnemesítője.

*Az állami kitüntetések mellett eredményes kollégáink 2013-ban jelentős regionális kitüntetések is átvehettek, melyre szintén büszke lehet a magyar nemesítő társadalom.*

**Dr. Hajdu Edit** szőlőnemesítő, „Tudomány kategóriában” a Bács-Kiskun Megyei Prima Díj Közönség díját 2013 novemberében kapta meg.

**Dr. Kruppa József** gabona, burgonya és lucernanemesítő, Szabolcs-Szatmár-Bereg Megye 2013. Év Vetőmag Nemesítője Díjat vállalkozása területén elért kiemelkedő eredményeiért és közéleti tevékenységéért kapta meg.

**Dr. Somogyi György** paprikanemesítő sok évtizeden át végzett eredményes és áldozatos munkájáért a Csongrád Megyéért Emlékérmet vehette át.

**Kiemelkedő munkájukért, életművükért Magyar Növénynemesítők Egyesülete is tüntetett ki szakembereket.**

**Dr. Porpáczy Aladár** gyümölcsnemesítő, ny. tanszékvezető egyetemi tanár (Mosonmagyaróvár) életműve elismerésül a Magyar Növénynemesítők Egyesülete Bronz Emlékérmét vette át.

**Dr. Oláh István** agrármérnök, növényvédelmi szakmérnök, a Magyar Növénynemesítők Egyesületének főtitkára volt 2007-2012 között. 2013-ban töltötte be hetvenedik életévét. A magyar nemesítés és vetőmag ügyének hosszú éveken át történő szolgálatáért kapta meg az Emlékérmet.

Magyar Növénynevelők Egyesülete Kerámia Plakettjét két fő vehette át 2013-ban.

**Dr. Balla László** búzanemesítő, MTA Martonvásári Mezőgazdasági Kutatóintézetének nyugalmazott igazgatója. 1980-tól számos cikluson át a Magyar Tudományos Akadémia Növénynevelési Bizottságának tagja volt. A Magyar Növénynevelők Egyesületének 1989-ben alapító tagja és annak első elnöke volt, ma tiszteletbeli elnöke. Életpályája elismeréseként, a magyar nevelés ügyének évtizedeken át történő szolgálatáért vehette át a Plakettet.

**Dr. Csizmazia Darab József** szőlőnevelő, ny. tud. osztályvezető, kimagasló életművéért, a magyar nevelők legidősebbjeként kapta az Egyesület Plakettjét.

#### **Az év során elhunyt magyar nevelők**

##### **Dr. Csizmazia Darab József (1918-2013)**

A magyar mezőgazdaság, a szőlész és borásztársadalom nagyon sokat köszönhet Csizmazia Darab Józsefnek. 60 éven keresztül aktívan dolgozott a szőlőnevelésben, elsősorban a betegségeknek ellenálló, rezisztens szőlőfajták előállításával foglalkozott. Keresztezései nagy sikereket hoztak a koraiságban, peronoszpórával és szürkerothadással szembeni rezisztenciában. Fajtái vitálisan növekvők, termékeny rügyűek, nagy termésbiztonságúak és fürtjeik finom ízükkel magas élvezeti értékűek. Ő nevelte többek között a Zalagyöngye, Turán (Agria), Titan, Nero, Medina és Bianca fajtákat. A Plakett átadása előtti időben intenzív levelezést folytattunk. Nagyon örült a kitüntetésnek és hogy személyét még számontartják. Tanítványával Hajdu Edit szőlőnevelővel a Plakett átadása alkalmából lakásán fogadott bennünket és egy különleges, általa palackozott Zalagyöngye borral koccintottunk. Leveléből sugárzik magával ragadó egyénisége, 95 éves korában is élelátása, bölcsessége:

*“Szarvason a Tessedik Sámuel Gazdasági Tanintézetben végeztem. Végzés után Édesapám mint céh-legényt külföldre küldött tanulni. Németországban, Svájcban, Ausztriában töltöttem 1-1 évet. Innen merítettem, hogy a karaván halad és e mellett a kerék is forog...A frontszolgálat után Pestre az Ampeológiai Intézetbe kaptam felvételt. Az egyetemet a világháború miatt Keszthelyen 1947-ben fejeztem be, ahol az elmúlt évben -2012- kaptam meg a vasediplomát. A korabeli kutatógárdát mind személyesen ismertem Porpáczy Aladár, Sárvári István, Györffy Barna és mások - sokat tanultam tőlük! Munkám során Budapesten és Egerben nem voltam híres ember, nem igen láttam újságírókat... nekem csak kasztráló csipeszem volt, de én rendelkeztem a mindenható Pincekulccsal! Talán ennek is köszönhettem, hogy nyugodtan hagytak, alkothattam és a 39 szőlőfajta táblázata mutatja, mit tettem le Magyarország asztalára. A kimutatások szerint cca. 10 ezer ha területe van itthon, de hogy a világban hol és milyen nagyságban, azt már nem tudom követni.”*

Csizmazia Darab József életpályája, elhivatottsága, kitartása szolgáljon mintáulmindannyiunknak, de különösen is a most induló fiatalok előtt legyen követendő példa.

**Dr. Németh János (1931 – 2013)**

A magyar kukoricanevelés kiemelkedő egyénisége Szombathelyen érettségizett, az egyetemi tanulmányait Gödöllőn végezte. 1957-től 1962-ig Angliában dolgozott Dr. Pap Endre mellett kukoricanevelő asszisztensként. A Keszthelyi Agrártudományi Főiskolántudományos munkatárs, kukoricanevelő (1963-1970). 1971-ben a Földművelésügyi Minisztérium az akkor újjászervezett szegedi Gabonatermesztési Kutató Intézetben a Takarmánygabona Főosztály vezetésével bízta meg. Fő feladata a kukoricanevelési program megszervezése volt. Az általa kialakított program alapelvei: azonos struktúrára épülő tenyészkertek két eltérő környezetben (Táplánszentkereszt és Szeged), ahol a kollégák tiszteletben tartják az egyéni kezdeményezést, megvalósul egy egészséges verseny, de az eredmények egy közös csatornában realizálódnak. Németh János munkásságának meghatározó része volt abernburgi intézettel közösen indított program. Az így előállított BEKE hibridek az akkori Kelet-Németország kukoricatermesztésének biológiai alapjául szolgáltak. Később, a hetvenes évek közepétől fő munkája az amerikai Pioneer Hi-Bred International, Inc. céggel a kukorica együttműködési program megszervezése lett. Szakmai felkészültségével, anyanyelvi szintű angol nyelvtudásával és emberi kvalitásával meg tudta szerezni azt a bizalmat, ami ahhoz kellett, hogy egy ilyen együttműködés a hetvenes évek közepén létrejöhessen. A 20 éves Pioneer együttműködés előnyös helyzetet teremtett, a korszakot a magyar kukoricatermesztés aranykoraként jegyzik. Magyarország a kukorica hektáronkénti átlagtermésében a világ harmadik helyezettje volt ekkor. Tudományos tevékenységét a kandidátusi és doktori értekezések valamint a nagyszámú tudományos és ismeretterjesztő cikk fémjelzi. Tagja volt sok cikluson át az MTA Növénynevelési Bizottságának, a Magyar Növénynevelők Egyesületének, az EUCARPIA-nak és a Crop Science Society of America-nak, munkáját számos állami kitüntetéssel ismerték el. Megtisztelő kötelességünknek érezzük, hogy szellemi örökségét nemzedékeken át megőrizzük.



## NEMESÍTÉSI ALAPANYAGKÉNT HASZNÁLHATÓ MEGGY GENOTÍPUSOK VIZSGÁLATA

APOSTOL JÁNOS, SZÜGYI SÁNDOR, BÉKEFI ZSUZSANNA

NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet, Érd

2011-ben a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Érd Elvirán található csonthéjas génbankjában lévő 246 tételből álló meggy gyűjteményt vizsgáltuk különböző nemesítési szempontok (érés idő, refrakció, gyümölcsméret, kocsányhosszúság) alapján. Célunk a korai érésű, friss fogyasztásra is kiválóan alkalmas genotípusok szelektálása. Kontroll fajtáknak az Érdi bőtermő és az Újfehértói fürtös fajtákat választottuk. Vizsgálataink eredményeként rendelkezünk olyan genotípusokkal melyek érési ideje az Érdi bőtermő fajtánál 2 héttel korábbra tehető. Refrakció, gyümölcsméret és kocsányhosszúság tekintetében is találtunk olyan genotípusokat, melyek szignifikánsan meghaladják a kontroll fajtákat.

**Kulcsszavak:** meggy, genotípus, tájszelekció

## EXAMINATION OF SOUR CHERRY GENOTYPES SUITABLE FOR BREEDING PURPOSES

J. APOSTOL, S. SZÜGYI, ZS. BÉKEFI

NARIC Research Institute for Fruit Growing

The 246 membered ex situ germplasm collection which can be found at NARIC Research Institute for Fruit Growing was examined according to different breeding aims (ripening time, refraction, fruit size, length of stem). Our aim is the selection of early ripening genotypes suitable for fresh consumption as well. We chose as control varieties the Érdi bőtermő and Újfehértói fürtös. As result of our examinations we have some selected genotypes with two weeks earlier ripening time than Érdi bőtermő variety. In case of refraction, fruit size and length of stem, we selected genotypes surpassing the control varieties significantly as well.

**Key words:** sour cherry, genotype, landscape selection

### **Bevezetés**

Magyarország a meggy másodlagos géncentrumának tekinthető (Zsukovszkij 1971). Feltehetőleg itt keletkeztek a félkultúr- és a kultúrfajták. Ennek megfelelően Magyarországon a meggy genotípusok széles skálája fellelhető. A népi szelekció eredményeként tájfajták illetve fajtakörök alakultak ki. Ilyen fontosabb "tájfajtakörök" Kecel vidékén a "Pipacs" meggyek, Kiskőrös, Akasztó, Csengőd vidékén a "Bosnyák" meggyek, a nyírségi termőtájban a "Kántorjánosi" fajtakör. Harta környékén a "Hartai" meggy (Apostol 1994).

Annak ellenére, hogy a tájszelekció kisebb költségű és időigényű nemesítési módszerek közé tartozik (Brózik 1982), jelentősége Magyarországon óriási, hiszen a jelenleg köztermesztésben lévő meggyfajták közül hat ('Újfehértói fürtös', 'Kántorjánosi', 'Debreceni bőtermő' Éva', 'Petri', 'Erika') az észak-kelet magyarországi tájfajta szelekció eredménye. A tájszelekció lehetőséget ad számunkra rezisztencia génforrások bevitelére meggykeresztezési programunkba, nevezetesen a Csengőd-Akasztó vidékén nagy arányban termesztett bosnyák meggyek közül kiszelektált betegség ellenálló 'Csengődi' meggyfajta (Apostol 1990).

A keresztezéses nemesítői munka főbb céljai (Brózik 1982): kiváló áruparaméterekkel és beltartalmi tulajdonságokkal rendelkező, jó termésbiztonságú és különböző felhasználási módoknak (nyersfogyasztás, export, konzervipari feldolgozás, mélyhűtés) megfelelő fajtasorozatok, illetve fajtatípusok előállítás.

### **Anyag és módszer**

A NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Érdi Kutató Állomásán lévő 22 hektáros *ex situ* génbanki élőgyűjteménye, melyet Európa egyik legnagyobb csonthéjas génbanki gyűjteményeként tartanak számon, jelenleg 2322 tételtől áll.

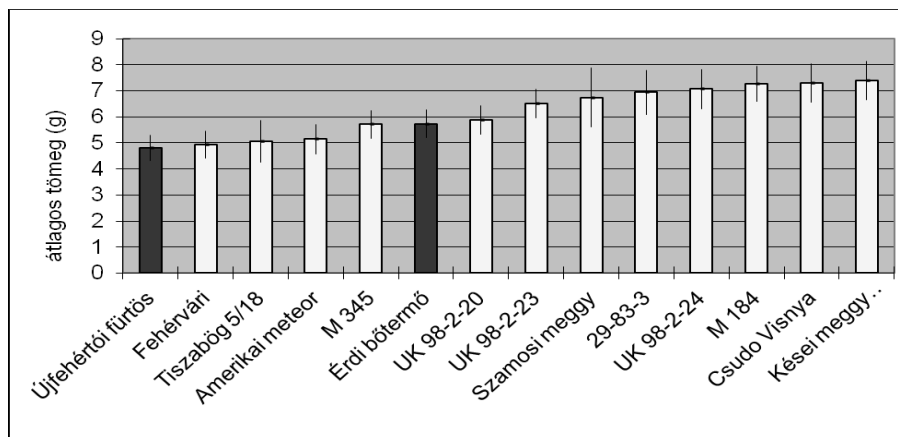
A 2322 tétel megoszlása a következő: 366 szilva, 256 őszibarack, 6 naspolya, 246 meggy, 241 mandula, 119 körte, 483 kajsz, 431 cseresznye, 15 birs, 52 alma, 107 dió.

Vizsgálatainkat a génbankban található, tájszelekció eredményeként begyűjtött meggy genotípusokkal végeztük. A mintavételezéseket 2011 május harmadik dekájától július első dekájáig teljes érésben végeztük, amelynek alapján megállapítottuk az egyes genotípusok érési idejét. Továbbá tételenként 0,5 kg gyümölcsmintát gyűjtöttünk véletlenszerűen a korona különböző részeiről, majd megszámloltuk a 0,5 kg mintában található gyümölcs mennyiségét és ebből darabonkénti átlagos tömeget számoltunk. A gyűjtött mintából véletlenszerűen kiválasztottunk 20 gyümölcset, melyeknek egyenként megmértük a kocsányhosszúságát, illetve a refrakcióját, kézi penetrométer segítségével. Kontroll fajtaként az 'Érdi bőtermő' és az 'Újfehértói fürtös' fajtát használtuk.

### **Eredmények és következtetések**

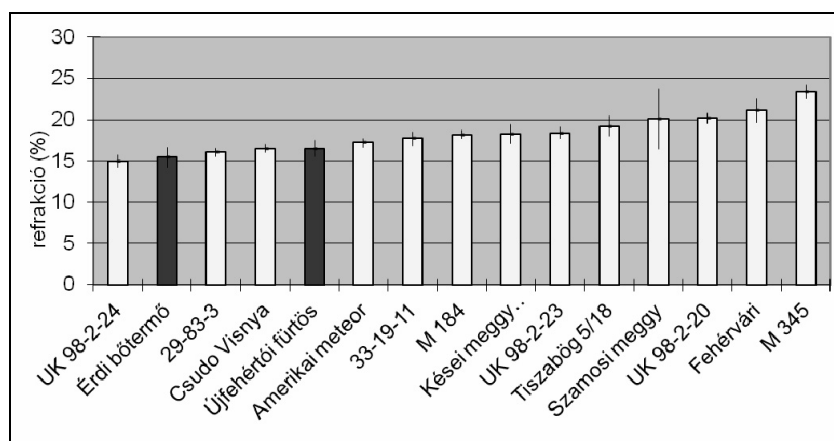
Vizsgálataink során az alappopulációból kiválasztott 12 egyed átlagos gyümölcstömege elérte vagy meghaladta az 'Újfehértói fürtös' (4,8g) valamint az 'Érdi bőtermő' (5,7g) kontrollfajták átlagos gyümölcstömeget (1. ábra). Megállapítottuk, hogy a 'Fehérvári', a 'Tiszabög 5/18', az 'Amerikai meteor' és az 'M 345' genotípusok gyümölcstömege szignifikánsan nem tért el a kontroll fajtáktól, azonban az 'UK 98-2-20', az 'UK 98-2-23', a 'Szamosi meggy' és a '29-83-3' elnevezésű tételek átlagos gyümölcstömege már szignifikánsan meghaladta az 'Újfehértói fürtös' kontroll fajtát. Az 'UK 98-2-24', az 'M 184', a 'Csudo visnya' és a 'Kései meggy Keszthely' nevű genotípusok 7 grammot meghaladó átlagos gyümölcstömege mindkét kontroll fajtánál szignifikánsan nagyobbak bizonyult.

MEGGY NEMESÍTÉSI ALAPANYAGOK VIZSGÁLATA



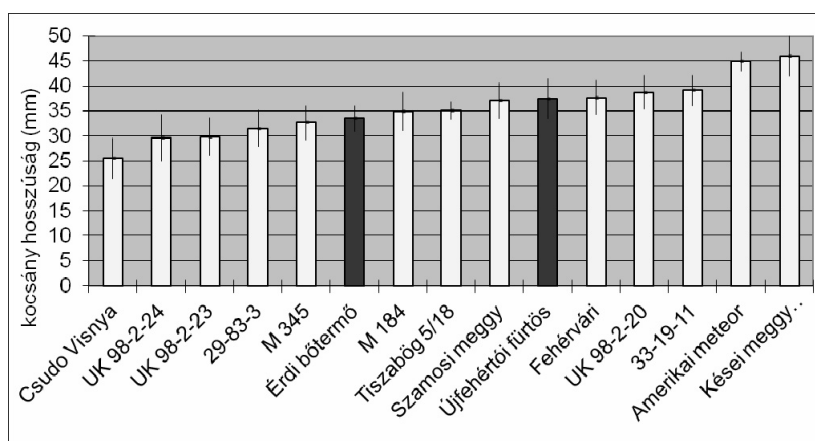
1. ábra. Szelektált meggy genotípusok átlagos gyümölcstömege (Érd Elvira major 2011)

A refrakció vizsgálatokhoz az egyes tételek átlagos gyümölcstömegét és a kontroll fajták refrakcióját is figyelembe véve választottunk ki 13 genotípust (2. ábra). A kísérlet során megállapítottuk, hogy az 'UK 98-2-24', a '29-83-3', Csudo visnya, elnevezésű genotípusok refrakciója nem tér el szignifikánsan a kontroll fajtáktól. Az alacsonyabb refrakciójú (15,45 %) 'Érdi bőtermő' fajtához viszonyítva az 'Amerikai meteor', a '33-19-11', a 'Kései meggy Keszthely' és a 'Szamosi meggy' nevű tételek esetében már szignifikáns különbségeket tapasztaltunk. Az 'M 184', az 'UK 98-2-23', a 'Tiszabög 5/18', az 'UK 98-2-20', a 'Fehérvári' és az 'M 345' nevű tételek refrakciója pedig már a magasabb refrakciójú 'Újfehértói fürtös' fajtát (16,5%) is szignifikánsan meghaladta.



2. ábra. Szelektált meggy genotípusok refrakciója (Érd Elvira major 2011)

Az előző két vizsgálat alapján kiválasztott tételek kocsányhosszúságát is vizsgáltuk (3. ábra). Megállapítottuk, hogy a 'Csudo visnya' kocsányhosszúsága (25,4 mm) az 'Érdi bőtermő' (33,5 mm) és az 'Újfehértói fürtös' (37,5mm) kocsányhosszúságánál is szignifikánsan alacsonyabb. Az 'Amerikai meteor' és a 'Kései meggy Keszthely' elnevezésű genotípusok kocsányhosszúsága pedig mindkét kontroll fajtát szignifikánsan felülmúlta. A fennmaradt kilenc genotípus kocsányhosszúsága szignifikánsan nem tért el a kontroll fajtáktól.



3. ábra. A szelektált meggy genotípusok kocsányhosszúsága (Érd Elvira major 2011)

Meghatároztuk a szelektált genotípusok érési idejét is (1. táblázat). Eredményeink alapján megfigyelhető, hogy a '29-83-3', a 'Csudo visnya' és az 'UK 98-2-24' elnevezésű tételek érési ideje több, mint két héttel, az 'UK 98-2-23', a '33-19-11' jelű tételek 4 nappal előzték meg a korábbi érési idejű kontrollfajtát, az 'Érdi bőtermőt'. A 'Tiszabög 5/18', az 'UK 98-2-20', a 'Szamosi meggy', az 'M 184', a 'Kései meggy Keszthely' nevű genotípusok az 'Érdi bőtermő' fajtával megegyező érési idejűek. A 'Fehérvári', az 'Amerikai meteor', az 'M 345' elnevezésű tételek pedig későbbi érésűek, azonban az 'Újfehértói fürtös' fajtánál 4 nappal korábbiak.

Következtetésül elmondható, hogy az általunk kiválasztott genotípusok mindegyike alkalmas továbbnemesítési célokra, azonban érdemes kiemelni azokat a tételeket, melyek egyszerre két vizsgálatban is szignifikánsan a legkiemelkedőbb eredményt érték el. A 'Csudo visnya' és az 'UK 98-2-24' nevű genotípusok nagy gyümölcsmérettel és korai érési idővel rendelkeznek, az 'M 184' nevű genotípus nagy gyümölcsméretű és kiváló beltartalmi értékű, a 'Kései meggy Keszthely' nevű genotípusnak pedig nagy gyümölcsmérete mellett, a kocsányhosszúsága is kiemelkedő, amely a kézi betakarítást könnyíti meg.



## MEGGY NEMESÍTÉSI ALAPANYAGOK VIZSGÁLATA

---

1. táblázat. Szelektált meggy genotípusok érési ideje

Fajta neve	Szedés ideje
29-83-3	2011.06.02
Csuda Visnya	2011.06.02
UK 98-2-24	2011.06.02
UK 98-2-23	2011.06.14
33-19-11	2011.06.14
Tiszabög 5/18	2011.06.17
UK 98-2-20	2011.06.17
Szamosi meggy	2011.06.17
M 184	2011.06.17
Kései meggy Keszthely	2011.06.17
Érdi bőtermő	2011.06.18
Fehérvári	2011.06.24
Amerikai meteor	2011.06.24
M 345	2011.06.24
Újfehértói fűrtös	2011.06.28

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az ÚMVP növényi genetikai erőforrások és mikroorganizmusok *ex situ* megőrzése (53/2011.VI.10) projekt támogatásával készült.

### Irodalom

- Apostol J. (1990): Biomeggy. Kertészet és Szőlészet, 39 (17): 3
- Apostol J. (1994): A meggynevelés eredményei Budatétényben. Kandidátusi értekezés. MTA. Budapest.
- Brózik S. (1982): A nemesítés. In: Pór J., Faluba Z. (szerk.) (1982): Cseresznye és meggy. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 49-55. p.
- Zsukovszkij, P. M. (1971): Novije ocsagi proischozsdenija i gencetri kulturnich rasztenij i ukoendemiesije mikrocentri rodszvennich vidov. Bot. Zsurn., 53:4

## VÍZMEGVONÁS HATÁSA BÚZA-ÁRPA ADDÍCIÓS VONALAKRA TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN

ARANYI NIKOLETT RÉKA<sup>1,2</sup>, SZAKÁCS ÉVA<sup>1</sup>, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA<sup>1</sup>,  
HOFFMANN BORBÁLA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely

Búza (*Triticum aestivum* L. cv. Mv9kr1) - árpa (*Hordeum vulgare* L. cv. Igrí) diszómás addíciós vonalakon vizsgáltuk az árpa kromoszómák hatását a búza szárazságtűrésére. Az addíciós vonalakat és a szülőpartnereket a martonvásári üvegházban állítottuk kísérletbe. A differenciált vízellátást a szárbaszökés elején kezdtük meg. A kontroll növényeket a szántóföldi vízkapacitás 60 %-ig, míg a stresszelt növényeket szántóföldi vízkapacitás 30 %-ig öntöztük. Felvételeztük a virágzás és az érés idejét, valamint a terméselemek alakulását. A vízhiány hatására a virágzás időpontjában a kezelések között átlagosan négy nap, míg az érés idejében 10 nap különbséget találtunk. A vizsgált növények magassága átlagosan 11 %-kal csökkent. A búza- árpa addíciók és a szülőpartner termése a stresszkezelésben átlagosan 42 %-kal csökkent. A vízhiány a 3H vonal termését csökkentette a legnagyobb mértékben (65 %-kal), míg a 4H vonal termését a legkevésbé (17 %-kal).

**Kulcsszavak:** búza-árpa addíciós vonalak, szárazságtűrés

## THE EFFECT OF WATER DEFICIENCY ON WHEAT-BARLEY ADDITION LINES IN POT EXPERIMENT

N. R. ARANYI<sup>1,2</sup>, É. SZAKÁCS<sup>1</sup>, M. MOLNÁR-LÁNG<sup>1</sup>, B. HOFFMANN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

<sup>2</sup>Georgikon Faculty, University of Pannonia, Keszthely

Addition lines developed from wheat-barley hybrids (*Triticum aestivum* L. cv. Mv9kr1) × *Hordeum vulgare* L. cv. Igrí) were analysed to determine how the added barley chromosomes influence agronomic traits, especially drought tolerance in wheat. The experiment was carried out in glasshouse. Two watering treatments were exposed: well-watered (to 60% of field capacity) and early drought stress (to 30% of field capacity) from the beginning of shooting. Data were obtained for anthesis- and maturity date, plant height, number of spikes, ear length, thousand grain weight and grain yield. Flowering and maturity started 4 and 10 days earlier under drought conditions. The plant height was reduced by 11%. Grain yield was reduced by 42% on average. The highest reduction of grain yield was found in case of 3H (65%), while the smallest decreases of grain yield in case of 4H (17%).

**Key words:** wheat-barley addition lines, drought tolerance

## Bevezetés

A növénytermesztésben a vízhiány világszerte jelentős termés-csökkenést okoz. A csapadékhiány-súlyossága függ annak időtartamától és mértékétől, valamint az érintett növények fejlettségi fokától. Azonban a fenológiai stádiumtól függetlenül minden esetben csökken a nettó CO<sub>2</sub> asszimiláció, ezáltal a termés. Kalászosokban a szemtermés nagyságát három tényező határozza meg: a kalászosok száma (produktív bokrosodás), a kalászonkénti szemszám és a szemek tömege. A korai, virágzás előtt jelentkező vízhiány a kalászosok számának és a kalászonkénti szemszámának a csökkenését okozza (Khan és Naqvi 2011), míg a virágzást követően bekövetkező vízhiány hatására lerövidül a szemtelítődés ideje, csökken az ezerszemtömeg is (Hoffmann és mtsai. 2006). Szárazság esetén a virágzás időpontja fontos tényező a szemtelítődés szempontjából is: a korán virágzó fajták kevesebb mobilizálható szervesanyagot halmoznak fel. A talajban rendelkezésre álló vízkészletek hatékony felhasználása érdekében szükséges jobb szárazságtűrősű fajták előállítását, melyek normál évjáratban magas produktivitásra, szárazság esetén kielégítő termésre képesek (Cseuz és mtsai. 2005). E tekintetben a búza rokonsági körébe tartozó termesztett és vad fajok széles genetikai variabilitással rendelkeznek. A kedvező tulajdonságok e fajokból keresztezéssel átvihetők, és beépíthetők a termesztett búzába (Lángné Molnár 2006). Az árpáról ismert a jó szárazság- és sótűrő képessége, ez pedig lehetőséget ad a stressz-tolerancia növelésére. Jelen munkában a búza- árpa addíciós vonalak vízhiányra adott válaszreakcióit mutatjuk be üvegházi körülmények között.

## Anyag és módszer

Az MTA-ATK Mezőgazdasági Kutatóintézetében létrehozott *Triticum aestivum* L. × *Hordeum vulgare* L. előállított diszómás addíciós vonalakat (2H, 3H, 4H, 7H, 6HS), valamint a szülőpartnereket (Mv9 kr1 őszi búza, és Igr1 őszi árpa) vizsgáltuk (Molnár-Láng et al. 2000, Szakács és Molnár-Láng 2007). Az addíciós vonalak és a szülők szárazságtűrését tenyészedényben, a martonvásári üvegházban teljes érésig nevelt növényeken vizsgáltuk. Hat hét jarovizáció után 1,5 l-es kertiföld és homok keveréket tartalmazó tenyészedényekbe 1-1 db növényt, genotípusonként összesen 30 növényt ültettünk. A földkeverék szántóföldi és maximális vízkapacitását a Pannon Egyetem Georgikon Kar Növénytermesztési és Talajtani Tanszékén mérettük be. A növényeket a tárolóedény, a betöltött föld és a növény súlyával korrigálva öntöttük hetente két alkalommal. A differenciált vízellátást szárbaszökés elején kezdtük meg. A kontroll növényeket a szántóföldi vízkapacitás 60 %-ig, míg stresszkezelt növényeket szántóföldi vízkapacitás 30 %-ig öntöttük. Felvételeztük a növények fejlődési ütemét, a produktív bokrosodást, a növénymagasságot és a terméselemek alakulását. A kapott eredmények variancia analízisét SPSS 20.0 statisztikai programmal végeztük.

## Eredmények és következtetések

A szárbainduláskor megkezdett vízmegvonás hatására a vizsgált genotípusok korábban léptek a generatív szakaszba. A vízhiány hatására a stresszkezelt növények átlagosan négy nappal korábban virágoztak a kontroll

VÍZMEGVONÁS HATÁSA BÚZA-ÁRPA ADDÍCIÓS VONALAKRA

növényekhez képest (1. táblázat). Ez a különbség az érés idejére növekedett: a szemtelítődés ideje átlagosan hét nappal rövidült. Az Igrí szülővel egy időben a 7H addíció virágzott a legkorábban, míg a többi addíciós vonal az Mv9kr1 szülőnél is később virágzott mindkét kezelésben. A vízhiány a legkésőbbi 4H addíciós vonal virágzási és érési idejére volt a legnagyobb hatással. A korai 7H és a késői 4H addíciós vonal virágzási idejében a kontrollkezelésben 31 nap, a stresszkezelésben 23 nap különbséget tapasztaltunk. A szemtelítődés ideje az Igrí árpa szülő és az Mv9kr1 búza szülő esetében 4 nappal csökkent a vízhiány hatására. A vizsgált addíciós vonalak szemtelítődési idejére erősebb hatást gyakorolt a stresszkezelés: a 2H vonal szemtelítődési ideje csökkent a legkevésbé, a 3H, 4H, 6HS, 7H vonalak szemtelítődése 9 nappal rövidült.

A vizsgált növények magassága a vízhiány hatására átlagosan 11 %-kal csökkent (2. táblázat). Normál vízellátás mellett a 2H vonal szignifikánsan magasabb, a 3H és a 6HS vonal szignifikánsan alacsonyabb volt az Mv9kr1 búza szülőnél. Azonban a csökkentett vízellátás következtében a 2H vonal és a búza szülő magassága között nem kaptunk igazolt különbséget. A búza-árpa addíciós vonalak közül a legalacsonyabb növény a 3H, a legmagasabb a 2H volt mindkét kezelésben. A kalász hossz tekintetében a 2H és 3H vonal és az Mv9kr1 a növénymagasságnál tapasztaltak szerint viselkedett. A növények főkalászáinak hossza a vízmegvonás következtében átlagosan 6,2 %-kal csökkent. Az Mv9kr1 búza szülő főkalásza 3,8 %-kal lett rövidebb. Az addíciós vonalak közül a 3H, 4H és a 6HS kalásza kevésbé lett rövidebb, mint a búza szülőé, de ez a különbség nem volt szignifikáns. A 2H és 7H addíciós vonal főkalásza rövidült a legnagyobb mértékben a vízhiány hatására.

1. táblázat: Vízhiány hatása a búza-árpa addíciós vonalak és a szülőpartnerek virágzás-, érés- és szemtelítődési idejére, tenyészedényes kísérletben.

Genotípus	Virágzási (50%) idő, nap Z65		Szemtelítődés, nap Z71-92		Érésidő, nap Z92	
	kontroll	stressz	kontroll	stressz	kontroll	stressz
2H	144c	141e	36a	30b	182cd	173c
3H	143c	139d	39b	30b	184d	170b
4H	162d	151f	36a	27a	201e	182d
6HS	139b	136c	36a	27a	178b	165a
7H	131a	128a	39b	33c	172a	166a
Mv9kr1	138b	134b	39b	35c	180c	172bc
Igrí	131a	128a	39b	35c	172a	166a
Átlag	141,19	136,70	38	31	181	171
Különbség (%)	(-)3,18		(-)18,26		(-)5,97	

A különböző betűk a genotípusok közötti szignifikáns különbséget jelzik  $P < 0,05$  szinten, Duncan teszt alapján.

Z: a fejlődési stádiumok Zadoks skála szerinti besorolása (a virágzás- és érésidő a csíráztatástól eltelt idő, napokban).

2. táblázat: Búza-árpa addíciós vonalak és az Mv9kr1 búza szülő morfológiai és agronómiai tulajdonságainak összehasonlítása a kontroll és a vízhiányos kezelésben, tenyészedenyes kísérletben.

A)

Genotípus	Növénymagasság, cm		Kalázhossz, cm		Kalász / növény, db	
	kontroll	stressz	kontroll	stressz	kontroll	stressz
2H	71,44c	59,89c	11,52e	10,41d	2,67c	2 b
3H	46,56a	38,33a	9,44b	9,34bc	2,00ab	1,67ab
4H	57,11b	53,78bc	10,57d	10,21d	1,44a	1,33a
6HS	49,67a	47,33b	10,13cd	9,90cd	1,78ab	1,78ab
7H	59,00b	54,67bc	9,69bc	8,94b	3,33d	1,67ab
Mv9kr1	61,89b	58,78c	10,21d	9,82cd	2,22bc	1,67ab
Igri	62,22b	49,56b	8,76a	7,34a	3,78d	3,44c
Átlag	58,27	51,76	10,05	9,43	2,46	1,94
Különbség (%)	(-)11,17		(-)6,22		(-)21,29	

B)

Genotípus	Szem / főkalász, db		Termés / növény, g		ESZT	
	kontroll	stressz	kontroll	stressz	kontroll	stressz
2H	33,22c	21,56b	2,35b	0,86 b	38,45c	37,93ab
3H	41,11d	17,44ab	2,39b	0,84b	38,91c	42,50c
4H	65,11e	46,11d	2,42b	2,02cd	34,96a	36,60a
6HS	46,22d	33,22c	2,61b	1,72c	36,71b	39,48b
7H	9,56a	7,11a	0,64a	0,36a	46,70e	43,63c
Mv9kr1	39,11cd	38,78cd	3,36c	2,13cd	42,46d	42,60c
Igri	21,44b	16,89ab	3,42c	2,38d	49,47f	49,94d
Átlag	36,54	25,87	2,45	1,47	41,09	41,81
Különbség (%)	(-)29,19		(-)42,05		(-)1,74	

A különböző betűk a genotípusok közötti szignifikáns különbséget jelzik  $P < 0,05$  szinten, Duncan teszt alapján.

A vizsgált növények növényenkénti kalákszámára (produktív bokrosodás) egyik kezelésben sem mutatott szignifikáns különbséget (2. táblázat). A legkevesebb kalásza a 4H addíciós vonalnak volt mindkét kezelésben. Az Mv9kr1 búza szülő beérett kalászáinak száma 24,8 %-kal csökkent a vízmegvonás hatására. A legerőteljesebben a 7H kalákszámára csökkent (49,9 %-kal), de még így sem volt kevesebb, mint a búza szülőé.

A szemszám és a termés a 7H addíció esetében bizonyult a legalacsonyabbnak (2. táblázat). Azonban - feltehetően az alacsony szemszám következtében - 7H vonal adta a legnagyobb ezerszemtömeget a búza- árpa introgressziós vonalak közül mindkét kezelésben. A vízhiányos kezelésben a 2H kivételével mindegyik genotípusnál a kontroll értéket meghaladó ezerszemtömeget mértünk. Ennek lehetséges magyarázata: a korai vízhiány hatására csökkent a szemszám, a rendelkezésre álló források a kevesebb mag számára kedvező fejlődést tettek lehetővé. A vizsgált addíciós vonalak és a búza szülőpartner termése átlagosan 42 %-kal csökkent (2. táblázat) a stressz kezelésben. A vízhiány hatására az Mv9kr1 búza szülő termése 36 %-kal, míg az

Igri árpa szülő termése 30 %-kal csökkent. A 4H vonal termése csökkent a legkevésbé (17 %-kal), a legnagyobb termésvesztést a 3H addíciónál (65 %-kal) mértük.

Jelen közleményben bemutatott vizsgálati eredmények értékes információt adnak a búza- árpa addíciós vonalak szárazságtűrésére vonatkozóan. A vízhiány hatására mindegyik genotípus korábban virágzott és rövidült a szemtelítődés ideje. A vonalak közül a 4H addíciós vonal adta a legtöbb termést vízhiányos körülmények között.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program és a TÁMOP -4.2.2. A-11/1 KONV-2012-0064 kiemelt projekt keretében zajlott. A projektek az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalom

- Cseuz L., Pauk J., Csizsár J., Lantos Cs., Horváth V.G., Dudits D., Matuz J. (2005) Az őszi búza szárazságtűrő képességének növelése nemesítéssel. „*Agro-21*” *Füzetek Klímaváltozások-Hatások- Válaszok*.**41**: 102-113.
- Hoffmann B., Cseuz L., Pauk J. (2006) Az őszi búza szárazságtűrésre történő nemesítésének lehetőségei és korlátai. In: A búza nemesítésének tudománya: A funkcionális genomikától a vetőmagig. (Szerk.: Dudits Dénes) Winter Fair Kft., Szeged, 2006. 191-224.
- Khan, N., Naqvi, F.N. (2011) Effect of Water Stress in Bread Wheat Hexaploids. *Curr. Res. Biol. Sci.* **3** (5): 487-498.
- Keim, D. L., Kronstad, W. E. (1981) Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop Sci.* **40**: 482-487.
- Lángné Molnár M. (2006): Idegen fajú addíciók, szubsztitúciók és transzlokációk létrehozása a búzában In: A búza nemesítésének tudománya: A funkcionális genomikától a vetőmagig. (Szerk: Dudits D.) Winter Fair Kft., Szeged, 2006. 33-44.
- Molnár-Láng, M., Linc, G., Logojan, A., Sutka, J. (2000) Production and meiotic pairing behaviour of new hybrids of winter wheat (*Triticum aestivum*) × winter barley (*Hordeum vulgare*). *Genome*, **43**: 1045-1054.
- Szakács, É., Molnár-Láng, M. (2007) Development and molecular cytogenetic identification of new winter wheat/winter barley (Martonvásári 9 kr1/Igri)disomic addition lines. *Genome*, **50**: 43-50.

## ÚJ SILÓCIROK HIBRIDÜNK: GK ÁRON

ÁBRAHÁM ÉVA BABETT, RAJKI ERZSÉBET

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

Ciroknevelési munkánkban 2013-ban a legjelentősebb eredmény a *GK Áron*, középérésű silócirok hibridünk állami elismerése. A NÉBIH országos fajtakísérleteiben a *GK Áron* zöldhozamban 20%-kal, szárazanyagtermésben 12%-kal haladta meg a standard *Róna 1* hozamát, a két vizsgálati év átlagában. Kiváló alkalmazkodó képessége révén, kedvezőtlen éghajlati és talajviszonyok mellett (pl. aszályos évek, szikes vagy homoktalaj) a késői érésű, intenzívebb termesztéstechnológiát igénylő hibridek hozamát is túlszárnyalta. A *GK Áron* hibrid minősége kiváló. Önmagában és silókukoricával együtt-termesztve is jó minőségű szilázs készíthető belőle, amely egyaránt alkalmas takarmányozási és bioenergia célú felhasználásra.

**Kulcsszavak:** Silócirok, zöldhozam, szárazanyag-termés

## NEW SILAGE SORGHUM HYBRID: GK ÁRON

É. B. ÁBRAHÁM, E. RAJKI

Cereal Research Non-profit Ltd., Szeged

In 2013, the registration of *GK Áron*, our new middle maturity hybrid, was the most important result of our sorghum breeding work. The *GK Áron* hybrid exceeded the standard *Róna 1* hybrid regarding green biomass yield by 20%, dry matter yield by 12% in the average of the 2 examined years in the official variety test of NÉBIH. The adaptability of *GK Áron* is excellent; under unfavourable climatic and soil circumstances (e.g. droughty year, salt affected soil or sandy soil), the yields of *GK Áron* hybrid exceeded the yield of the late maturity hybrids which require more intensive agro-technics. The quality of *GK Áron* hybrid is excellent. It can be used for silage grown on its own or together with maize. Its silage can be used for biogas production or for forage, too.

**Key words:** Silage sorghum, green yield, dry matter yield

### Bevezetés

A silócirok téli tömegtakarmányok előállításra kiválóan felhasználható, önmagában, vagy kukoricával együtt vetve. A silócirokból készült szilázs a kukoricához hasonló értékű, alkalmas juhok és szarvasmarhák takarmányozására is (Chrappán et al. 2007). Aszályos évben a silócirok jelentősen többet terem a silókukoricánál, főleg kedvezőtlen talajadottságú termőhelyeken (pl. szikes- és homoktalajok) (Ábrahám és Rajki, 2013). Nagy potenciál rejlik a silócirokban a bioenergia célú felhasználás terén is (Pál et al., 2007).

A cirokfélék nemesítésében a heterózishatást használjuk ki, hímsterilanyavonalakat keresztezünk hímsterilitást feloldó, restorer vonalakkal. A heterózishatást cirokban először *Corner és Karper* (1927) írta le, az első hibrideket Amerikában állították elő. Európában először Magyarországon

sikerült citoplazmás hímsteril anyagok felhasználásával hibridet előállítani (Barabás és Bányai, 1985).

Silócirok nemesítés terén a legfontosabb célkitűzések: a termőképesség javítása az éréscsoport határain belül, a szárszilárdság növelése, a szár lé és cukortartalmának növelése, minél jobb beltartalmi érték, betegségekkel szembeni ellenállóképességjavítása (Józsa, 1976).

### Anyag és módszer

A cikkben a saját, és a Nemzeti Élelmiszerbiztonsági Hivatal (NÉBIH) országos fajtakísérlet eredményeit mutatjuk be.

A NÉBIH a GK Áron hibridet 2011-ben és 2012-ben vizsgálta, 4-4 kísérleti helyen (Debrecen, Tordas, Szombathely, Szarvas). A közép éréscsoport standardja a 2004-ben minősített hibridünk, a Róna 1 volt. A késői éréscsoportban 2011-ben a standard Sucrosorgo 506 mellett 2 fajtajelöltet, 2012-ben 3 fajtajelöltet vizsgáltak. Az éréscsoportok parcelláit akkor takarították be, amikor a standard egész növény szárazanyagtartalma elérte a 35%-ot. Ebben az időszakban a szemek viaszérettek, ez a silócirok betakarításának optimális időpontja (Chrappán et al., 1997).

Saját fajtaösszehasonlító kísérleteinket 2011-ben és 2012-ben Kiskundorozsmán szikes- és homoktalajon állítottuk be. A homoktalaj humusztartalma 1% körüli, a szikes talajé 3,5%. A parcellákat akkor takarítottuk be, amikor a szemek a bugák jelentős részében viaszérettek voltak. 2011-ben egy ismétlés nélküli nagyparcellás kísérletet (0,5 ha) állítottunk be, 2012-ben egy 4 ismétléses kisparcellás kísérletet.

2011. kedvező év volt csapadékellátottság szempontjából. 2011-ben Kiskundorozsmán, a kísérleti területünkön, a cirok tenyészidejében (május elejétől szeptember végéig) 231 mm csapadék hullott. 2012. azonban egy rendkívül meleg, száraz, aszályos év volt, május 1. és szeptember 20. között csupán 111,3 mm csapadék hullott a kiskundorozsmaitenyéskertünkben, ami jelentős terméseszkénységhez vezetett.

Az eredmények közül a saját, és a NÉBIH eredményei közül a zöldhozamot, a növénymagasságot, a vetéstől virágzásig eltelt napok számát emeljük ki, valamint a NÉBIH vizsgálati eredményei közül a szárazanyag-termést.

### Eredmények és következtetések

2013. év legjelentősebb eredménye a ciroknemesítésünk terén a GK Áron középérésű silócirok hibridünk állami elismerése volt. ANÉBIH kísérleteiben a GK Áron zöldhozamban 20%-kal, szárazanyagtermésben 12%-kal haladta meg a standard Róna 1 hozamát a két vizsgálati év átlagában (1. táblázat).

1. táblázat A GK Áron és a standard Róna 1 hibridek összehasonlítása a két vizsgálati év átlagában. NÉBIH Országos fajta- összehasonlító kísérlet, 2011-2012

	Szárazanyag termés (t/ha)	Zöldtermés (t/ha)	Magasság (cm)	Vetéstől virágzásig eltelt napok száma	Állóképesség
Róna 1 standard	22,80	53,3	237	77	5,75
GK Áron fj.	25,45	62,8	265	86	5,40

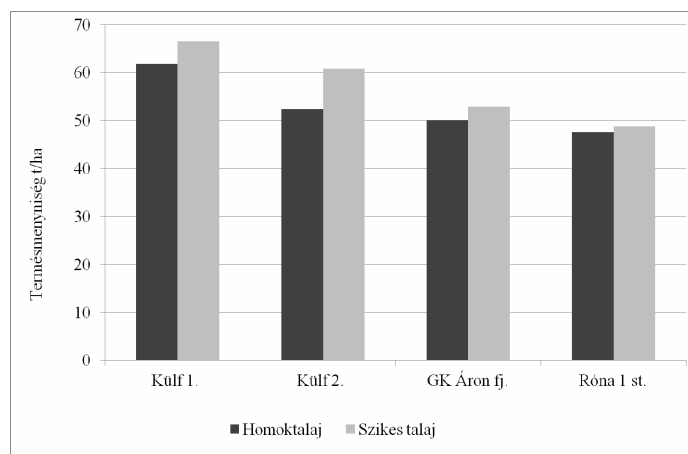


## ÚJ HIBRIDÜNK: GK ÁRON

2011-ben, egy csapadékellátottság szempontjából kedvező évben a középérésű hibridek zöldtermése (Róna 1: 53,1 t/ha, GK Áron: 58,00 t/ha, SzD<sub>5%</sub>: 10,50 t/ha) és szárazanyag hozama (Róna 1: 19,22 t/ha, GK Áron: 19,27 t/ha, SzD<sub>5%</sub>: 4,81 t/ha) között nem volt lényeges eltérése NÉBIH kísérleteiben. A késői éréscsoport hibridjei – hosszabb tenyészidejük révén - átlagban magasabb hozamot értek el, mint a középérésű hibridek (zöldhozam: 55,80-77,60 t/ha, szárazanyag hozam: 18,78-26,40 t/ha).

A saját fajtaösszehasonlító kísérletünkben 2011-ben, szikes talajon a késői tenyészidejű külföldi hibridek érték el a legmagasabb hozamot (60,80-66,50 t/ha) (1. ábra). A GK Áron fajtajelölt hozama (52,90 t/ha) azonban meghaladta a Róna 1 standard hozamát (48,90 t/ha). A hosszabb tenyészidejű hibridek biomassza hozama magasabb a középérésű fajtákénál, mivel ezek a kombinációk akár 7-10 nappal később virágoznak a középérésű hibrideknél, később, nagyobb növénymagasság és biomassza tömeg mellett kezdődik meg a bugák megjelenése (Barabás és Schultz, 1985).

2011-ben a homoki kísérletünkben is jól szerepelt a GK Áron fajtajelölt, alig maradt el zöldtermésben (50,10 t/ha) a rendkívül hosszú tenyészidejű (buganélküli) külföldi fajtától (Külf. 2: 52,38 t/ha). A GK Áron fajtajelölt a Róna 1 standard hibridet itt is megelőzte termésben (47,62 t/ha), a kötött talajon elért eredményhez hasonlóan.



1. ábra Silócirok hibridek zöldhozama (t/ha) csapadékellátottság szempontjából kedvező évben homok- és szikes talajon. Kiskundorozsma, 2011

2012-ben, egy rendkívül száraz, aszályos évben a GK Áron hibrid a NÉBIH országos fajta-összehasonlító kísérletében bizonyította kiváló alkalmazkodó- és szárazságtűrő képességét. A vizsgált kísérleti helyek átlagában, zöldtermés alapján 25%-kal meghaladta az éréscsoport standardjának, a Róna 1 hibridünknek a biomassza hozamát. Szárazanyag termés tekintetében pedig a legjobb termőképességű külföldi hibrideket is jelentősen felülmúlta (2. táblázat).

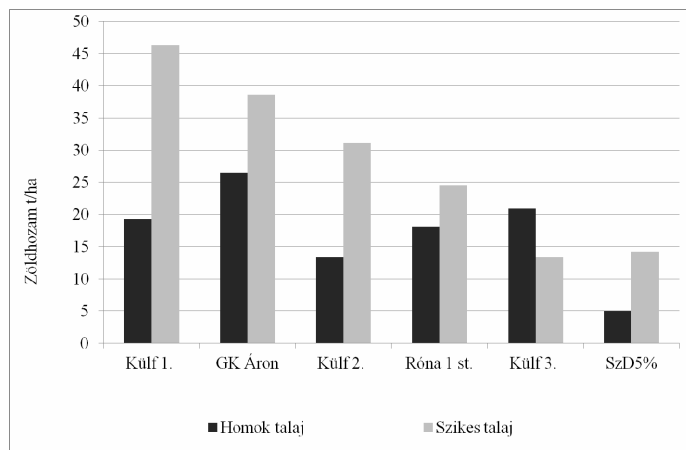
2. táblázat 2012. évi középérésű és késői érésű silócirok hibridek terméseredményeinek összehasonlítása a NÉBIH Országos fajta-összehasonlító kísérleteiben a vizsgálati helyek átlagában

Hibrid	Éréscsoport	Állami elismerés éve	Száranyag	Zöldter-	Növény-	Vetéstől virágzásig eltelt napok száma	Állóképesség
			termés	més	magasság		
			t/ha	t/ha	cm		pontszám
st. Róna 1	Középkorai	2004	26,40	53,5	240	78	4,5
GK Áron fj	Középérésű	2013	31,60	67,6	269	88	6,0
<i>Átlag:</i>			28,96	60,5	255	83	5,3
<i>SzD<sub>5%</sub> fajták között:</i>			4,60	4,4	26	8	3,8
Késői standard	Késői	1991	23,99	77,8	275	97	8,8
Késői fj 1	Késői		26,16	77,8	290	102	8,8
Késői fj 2.	Késői		22,55	75,9	257	105	8,7
			20,04	77,8	247	106	8,0
<i>Átlag:</i>			23,18	74,6	267	102	8,6
<i>SzD<sub>5%</sub> fajták között:</i>			4,18	14,5	23	10	1,4

2012-ben, *szikes talajon* (3% körüli humusztartalom) beállított kísérletünkben egy igen hosszú tenyészidejű külföldi hibrid érte el a legmagasabb zöldhozamot (57,66 t/ha). A második legmagasabb termést a középérésű GK Áron fajtajelöltünk adta (43,33 t/ha), ami kb. 10 nappal korábbi a legmagasabb hozamot elért külföldi hibridnél. A legalacsonyabb termést a kísérletben szereplő hibridek közül a legkorábbi érésű Róna 1 hibrid érte el (21,55 t/ha), ami a GK Áron fajtajelöltnél is kb. 7 nappal rövidebb tenyészidejű. A Külf 1, Külf 2 és Külf 3 silóhibridek nagyon hosszú tenyészidejűek (késői érécsoport), a Külf. 2. siló hibrid a leghosszabb tenyészidejű, magyarországi körülmények között „buganélküli”. Zöldtermésük átlagos és csapadékos évjáratban kiemelkedően jó, ugyanakkor a 2012-es évben, egy rendkívül száraz, aszályos évben csupán a Külf 1. siló hozama haladta meg a GK Áron hozamát szikes talajon.

2012-ben *homoktalajon* zöldhozam alapján a legjobb terméseredményt a GK Áron hibrid érte el (26,53 t/ha), megelőzve a 3 külföldi nemesítésű, késői érécsoportba tartozó, intenzívebb agrotechnikát igénylő hibridet is. A Róna 1 hozama 18,09 t/ha volt. A legalacsonyabb hozamot egy külföldi nemesítésű, kései érésű, hazánkban bugátlan típusú, intenzív technológiát igénylő hibrid, a Külf. 2 adta (13,34 t/ha) (1. ábra). A kísérlet eredménye jól mutatja a magyar nemesítésű, hazai viszonyokhoz adaptálódott silócirok hibridek termesztésének előnyét, különösen aszályos évjáratban, és kedvezőtlen termőhelyen.

## ÚJ HIBRIDÜNK: GK ÁRON



2. ábra Silócirok hibridek zöldhozama (t/ha) extrém száraz évben homok- és szikes talajon. Kiskundorozsma, 2012

Egy átlagos vagy csapadékos évben a késői éréscsoport hibridjei csak alacsony szárazanyag tartalommal takaríthatók be (25% körül). Ez a magas nedvesség tartalom nem kedvez az optimális erjedési folyamatoknak és ezért a szilázs rossz minőségű lesz. A Róna 1 és a GK Áron silócirok hibridünk még csapadékos időjárás esetén is 30-35%-os szárazanyag tartalommal betakarítható, ami tökéletes erjedést biztosít a szilázs készítéshez. Aszályos években silócirok hibridjeink még gyengébb adottságú területeken is elfogadható termést adnak, míg egy intenzív típusú, késői hibrid alkalmazásával a termelés kockázata növekszik. Hibridjeinket elsősorban közepes és gyengébb talajokra javasoljuk.

### Irodalom

- Ábrahám É. B., Rajki E. 2013: Silócirok szárazságtűrő képességének vizsgálata szikes- és homoktalajon. XIX. Növénynevelési Tudományos Nap, Összefoglalók. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely. 2013. március 7. 70.p. (ISBN: 978-963-9639-50-8).
- Barabás Z., Bányai L. 1985. A cirok és a szudánifű. Kultúrflóra 55-56. c. könyvben fejezetek írásában társszerző. p. 106-126. p. 144-154.
- Barabás Z., Schultz J-né. 1985: A cirok és a szudánifű nemesítése. In: Barabás Z és Bányai L: A cirok és a szudánifű. Akadémiai Kiadó, Budapest. 126-140.p.
- Corner A. B., Karper R. E. (1927): Hybrid vigour in sorghum. Texas Agricultural Experimental Station. Bull., p.359.
- Chrappán Gy., Fazekas M., Lazányi J., Siklósiné Rajki E. 1997: Amit a cirok- és madár-eleség-félékről tudni kell. Agroinform, Budapest. Könyvrészlet: p. 9-41.
- Józsa L. 1976. A takarmánycirkok termesztése és felhasználása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1976. 127.pp.
- Pál, M., Rajki, E. Ragoncza, Á. 2007: Bioalkohol és biogáz előállítása cirokból. Acta Agronomica Óváriensis, 49: p. 387-392

## DIHAPLOID BÚZAPOULÁCIÓ SZÁRAZSÁGGAL SZEMBENI TŰRŐKÉPESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA SZÁNTÓFÖLDÖN

BALLA KRISZTINA, KARSAI ILDIKÓ, BENCZE SZILVIA, VEISZ OTTÓ

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A szárazsággal szembeni tűrőképesség tanulmányozására a Plainsman V x Mv Magma őszi búzafajták keresztezésével 174 vonalból álló dihaploid (DH) térképező populációt hoztunk létre, melyet egy öntözetlen és öntözött kezelés beállításával szántóföldi körülmények között vizsgáltunk.

A kísérlet célja az volt, hogy meghatározzuk az egyes DH vonalak termőképességét természetes csapadék ellátottság mellett és összehasonlítsuk az öntözéssel kijuttatott többlet víz mennyiség hatására bekövetkezett termésváltozás mértékével.

Az öntözés hatását a búzanövények megváltozott morfológiai tulajdonságainak tanulmányozásával, valamint a terméshozamhoz kapcsolódó tulajdonságok változásának mérésével vizsgáltuk. Az öntözés pozitív hatással volt az összes mért morfológiai tulajdonságra. A morfológiai tulajdonságok megváltozásával a produkcióbíológiai tulajdonságokban is pozitív mértékű változás következett be. Az öntözés szignifikánsan nagyobb növényenkénti összes szemszámot, ezerszemtömeget, valamint nagyobb szemertermést eredményezett a populáció átlagában.

**Kulcsszavak:** szárazság, öntözés, termés komponensek, őszi búza populáció

## EXAMINATION OF THE TOLERANCE OF THE DOUBLED HAPLOID WHEAT POPULATION IN RESPONSE TO DROUGHT STRESS IN THE FIELD

K. BALLA, I. KARSAI, S. BENCZE, O. VEISZ

Agricultural Institute, Centre of Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

From the cross of winter wheat varieties (Plainsman V. x Mv Magma) doubled haploid (DH) population was created consisting of 174 lines to investigate the drought tolerance of the genotypes exposed to two treatments; natural rain-fed and well-watered conditions in the field.

The object of the experiment was to determine the yield production capacity of the DH lines under natural rain-fed conditions and to compare the effect of changes in the yield components due to irrigation.

The effect of the irrigation was examined by studying the altered morphological properties of wheat genotypes and measuring the changes in yield related features. The irrigation had a positive impact on all measured morphological properties. Due to the changes in the morphological parameters in the well watered treatment there were also significant alterations in the yield components. The irrigation significantly increased the total grain number per plant, the thousand kernel weight and the grain yield averaged over the DH lines.

**Key words:** drought, irrigation, yield components, winter wheat DH population

## Bevezetés

A szárazság és a vízhiány világszerte az egyik legfontosabb termésnövekedést gátló tényező. A jelentős termésvesztés mellett számolni kell a termés minőségének romlásával is. A romlás mértéke attól is függhet, hogy a növények milyen fejlődési stádiumban vannak leginkább kitéve a vízhiánynak, vagy éppen milyen más abiotikus (pl. hőstressz) vagy biotikus (pl. gombabetegségek) stressztényezők fordulnak elő a vegetációs időszakban, melyek felerősítik a stressz hatását.

A szárazsághoz sokszor magas hőmérséklet is társul. A szárazság stressz hatására csökken a fotoszintézis hatékonysága, a nettó szén beépülésének jelentős visszaesését eredményezve a növényekben (Chaves *et al.*, 2002). A fotoszintetikus aktivitás csökkenésének az egyik oka a sztómák bezáródása. Ez bekövetkezhet a levél turgor csökkenése, valamint az alacsony légnedvesség tartalom hatására is, de a sztómazáródás kiváltásában a talaj víztartalmának nagyobb szerepe van, mint a levél víz állapotának.

A búza vízigénye a szárba szökkenéstől a szemképződésig a legnagyobb, a kora tavaszi szárazság viszont a másodlagos gyökérszétválás optimális kifejlődése és egyidejűleg a bokrosodás akadályozottsága miatt hátrányos (Harmati, 1987). A vízhiány késlelteti az oldalhajtások megjelenését és a megtermékenyülést, ezzel jelentős termésvesztést okoz (Mosaad *et al.*, 1995, Araus *et al.*, 2002). Szárazság hatására csökken a biomassa és a termésátlag. A vízhiányos időszakban a növények készleteket halmoznak fel a különböző szervekben, legtöbbször a szárban és a levélben, amelyeket vízhiány esetében újra tudnak mobilizálni a magképződésre (Chaves *et al.*, 2002).

A szárazanyagok akkumulációjának mértéke jelentősen csökken a szárazság hatására. Az ép növények vegetatív szerveinek (szár és levelek) szárazsúlyja visszaesik a szemtelítődés folyamán, valószínűleg a fejlődő szemekbe történő nem strukturált szénhidrátok exportja miatt (Plaut *et al.*, 2004). A vízhiány és magas hőmérséklet hatására a szemekben a transzportált szárazanyagok relatív hozzájárulása viszont megemelkedik. Plaut és munkatársai (2004) eredményei bizonyították, hogy a szárazság sokkal drasztikusabb csökkenést okozott az ezerszemtömegben és a kalászonkénti szárazsúlyban, mint a 30/25 °C-os kezelés (Hassan, 2006).

A szárazsággal szembeni tűrőképesség tanulmányozására a Plainsman V. x Mv Magma őszi búzafajták keresztezésével dihaploid (DH) térképező populációt hoztunk létre, melyet egy öntözetlen és öntözött kezelés beállításával szántóföldi körülmények között vizsgáltunk. A kísérlet célja az volt, hogy meghatározzuk az egyes DH vonalak termőképességét természetes csapadék ellátottság mellett és összehasonlítsuk az öntözéssel kijuttatott többlet víz mennyiség hatására bekövetkezett termésváltozás mértékével. Az öntözés hatását a búzanövények megváltozott morfológiai tulajdonságainak tanulmányozásával, valamint a terméshozamhoz kapcsolódó tulajdonságok változásának mérésével vizsgáltuk.

### Anyag és módszer

A Plainsman V. x Mv Magma térképező populáció 174 dihaploid (DH) vonalának szárazságtűrését természetes csapadék-ellátottságú (NW) és öntözött (W) kezelésben Martonvásár tükrösi tenyészkertjében vizsgáltuk. A 174 DH vonal és a két szülő kiültetését tápkockában 2010. október 28-án hajtottuk végre.

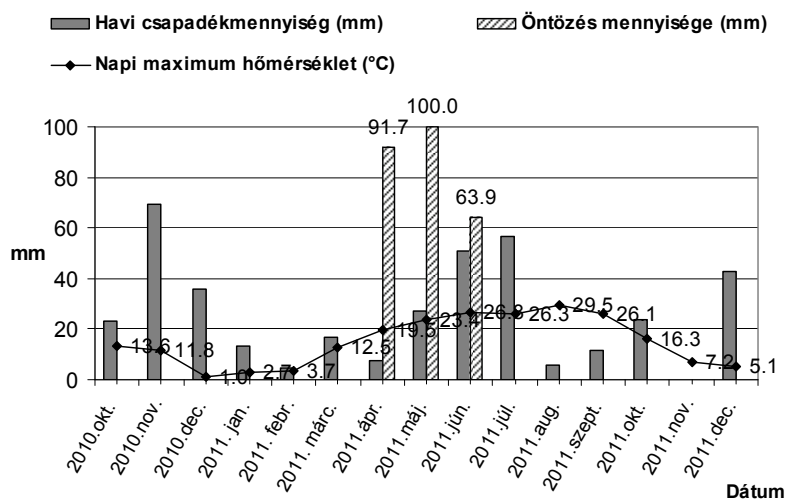
Genotípusonként és kezelésként 6 – 6 növény kiültetését végeztük el. A tápkockában történt csíráztatás után a növényeket ültetésig jarovizációs kamrában +4 °C-on tartottuk. Egy sorba két genotípus (12 növény/ sor) került, a növényeket 20 cm-es sortávval ültettük, 1 méter széles parcellákba. Két kezelést alkalmaztunk: A természetes csapadék-ellátottságú (NW) parcella és az öntözött (W) parcella között 2,5-3 méter távolság volt. A két parcellában a genotípusok sorrendje megegyezett.

A tenyészidőszak csapadék-ellátottságához igazodva történtek az öntözések, áprilisban négyszer, májusban és júniusban háromszor (1. ábra). A 2011. év csapadék mennyiségének havi eloszlásában jelentős különbségek voltak megfigyelhetők. Rendkívüli szárazság jellemezte a téli és a tavaszi hónapokat. Februárban és áprilisban esett a legkevesebb csapadék, míg a legtöbb június és július hónapokban volt mérhető.

A kalászosítási időpontok felvételezésével kiszámítottuk az ültetéstől a kalászosításig eltelt napok számát, valamint megszámláltuk a növények hajtásszámát kalászosítás idején.

Az aratási érettség elérésével mértük a növények magasságát a zászlós levél elhelyezkedéséig, a kalász aljáig és a kalász tetejéig. Meghatároztuk a szárcsomószámot, az utolsó szártaghosszt, a produktív hajtások számát. A kalász tetejéig és a kalász aljáig mért magasság különbségéből számítottuk a kalászhosszt. Meghatároztuk a növényenkénti összes szemtömeget, szemszámot és ezerszemtömeget. A főkaláson az egy kalászkában lévő szemek számát a főkalász szemszámának, illetve a főkalász kalászkaszámának hányadosa alapján állapítottuk meg.

Az adatok statisztikai elemzésnél kéttényezős variancia analízist (ismétlésekkel) alkalmaztunk, melyet a Microsoft Excel 2000 programjával hajtottunk végre.



1. ábra A csapadék havi eloszlása 2010/2011 évben, valamint az öntözés mennyisége a Plainsman V. x Mv Magma dihaploid őszi búza populáció szárazságtűrésének tesztelése idején Martonvásár tenyészkertjében

### Eredmények és következtetések

A Plainsman V. x Mv Magma DH búza populáció szárazságtűrésének szántóföldi vizsgálatánál megállapítottuk, hogy az öntözés hatására a növények szignifikánsan később kalászoltak ki és több ideig maradtak zöldek, mint az öntözetlen társaik (1. táblázat). A búzavonalak morfológiai tulajdonságaiban az öntözés jelentős változást eredményezett. A populáció átlagában kimutattuk, hogy öntözés hatására szignifikánsan növekedett a növényeknek a zászlós levélig, a kalász aljáig és a kalász tetejéig mért magassága. Emelkedést tapasztaltunk a szárcsomó számában, az utolsó szártaghosszban, valamint a kalászcso hosszában. Az öntözés pozitívan hatott a produktív hajtások számára és fokozta a hajtások számát is kalászosítás idején. A vizsgált tulajdonságok intervallumának minimum és maximum értékében is számottevő növekedés volt megfigyelhető az öntözés következtében. Szignifikáns változást egyedül a búzapopuláció átlagában a szárcsomószám intervallumának maximum értékében nem sikerült kimutatni.

1. táblázat A Plainsman V. x Mv Magma dihaploid populáció morfológiai tulajdonságainak változása természetes csapadék-ellátottságú (NW) és öntözött (W) kezelésnél

Tulajdonságok (populáció átlagában)	Öntözetlen (NW)		Öntözött (W)		SzD <sub>5%</sub>
	Átlag	Intervallum (Min-Max)	Átlag	Intervallum (Min-Max)	
Magasság a zászlós levélig	53,79*	37,2*-66,2*	65,15	48,0-82,1	0,55
Magasság a kalász aljáig	67,23*	47,95*-82,2*	73,46	52,9-93,7	0,59
Magasság a kalász tetejéig	70,15*	51,3*-85,0*	83,22	60,3-105,1	0,63
Szárcsomószám	4,05*	3,4*-5,0	4,13	3,0-5,0	0,04
Utolsó szártaghossz	22,69*	12,9*-32,7*	26,82	16,4-35,5	0,25
Produktív hajtások száma	7,09*	3,2*-12,0*	11,45	5,8-17,4	0,27
Kalászhossz	9,07*	6,4*-12,4*	9,77	7,4-13,5	0,14
Kalászosításkori hajtásszám	7,95*	2,6*-13,4*	12,28	5,2-21,6	0,31
Ültetéstől kalászosításig eltelt nap	197,93*	192,8*-203,4*	200,5	191,4-207	0,14

\* szignifikáns különbség a kezelések  $p \leq 0,05$  valószínűségi szintjén

A kezelések következtében a morfológiai tulajdonságok megváltozása a produkcióbiológiai tulajdonságok változását is eredményezték (2. táblázat). Az öntözés hiánya, valamint a 2011. évben hullott kevés csapadék jelentős mértékben rontotta a termés hozamot. A növények fő- és mellékkalászában szemszámában és ezerszemtömegben az öntözés hiányára jelentős csökkenés történt, aminek következtében a fő- és a mellékkalász szemtömege is szignifikáns mértékben visszaesett. Az egy kalászkában lévő szemek számát az öntözés képes volt fokozni. A populáció átlagában vizsgálva e tulajdonságok intervallumának értékeit megállapítottuk, hogy hasonlóan a morfológiai tulajdonságokhoz az öntözés itt is szignifikáns növekedést eredményezett mindegyik produkcióbiológiai tulajdonság minimum és maximum értékében.

## BÚZA DIHAPLOIDOK SZÁRAZSÁGTŰRÉSE

2. táblázat A Plainsman V. x Mv Magma dihaploid populáció produkcióbiológiai tulajdonságainak változása természetes csapadék-ellátottságú (NW) és öntözött (W) kezelésnél

Populáció átlagában	Öntözetlen (NW)		Öntözött (W)		SzD <sub>5%</sub>
	Átlag	Intervallum (Min - Max)	Átlag	Intervallum (Min - Max)	
Tulajdonságok					
Fk.szemszáma	47.9*	8,8*-78,8*	49.1	13,4-80,6	1.1
Mk.szemszáma	169.2*	17,6*-428,2*	283.8	48,2-537,6	10.0
Ezerszemtömege	31.7*	15,6*-41,8*	34.3	24,5-45,4	0.4
Fk.szemtömege	1.55*	0,23*-2,88*	1.72	0,44-2,91	0.05
Mk.szemtömege	5.61*	0,52*-16,4*	9.93	1,28-18,96	0.4
Fk.szemszáma/fk. kalka.szám	2.34*	0,06*-3,51*	2.45	0,78-4,01	0.05
Összes szemszám	216.8*	26,4*-501*	333.0	71,2-610	10.7
Összes szemtömeg	7.2*	0,75*-19,26*	11.7	1,89-21,27	0.4
Kalászkaszám	19.2*	12,4*-23,2*	19.7	12,0-24,0	0.2

\* szignifikáns különbség a kezelések  $p \leq 0,05$  valószínűségi szintjén

Fk: főkalász, Mk: mellékkalász, kalka.szám: kalászka száma

A kapott eredmények azt bizonyították, hogy a vizsgált morfológiai tulajdonságok és a terméskomponensek stresszkörülmények között hatékony paraméterei lehetnek a stresszekkel szembeni tűrőképesség jellemzésének. A morfológiai és produkcióbiológiai tulajdonságok alapján a szárazság stresszel szemben kimutatott variabilitás pedig lehetővé teszi a szárazságtűrés további tanulmányozását a DH populációban.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a DROPS (EU-FP7 No. 244374), a TÁMOP-4.2.2.A-11/1KONV-2012-0064, EU\_BONUS\_12-1-2012-0017 és az OTKA K-105949 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Araus, J. L., Slafer, G. A., Reynolds, M. P., Royo, C. (2002): Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Annals of Botany*, **89**, 925-940.
- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J. (2002): How plants cope with water stress in the field. *Photosynthesis and Growth*, *Annals of Botany*, **89**, 907-916.
- Harmati, I. (1987): A búza vízigénye, vízfogyasztása, és vízhasznosítása. (Water requirements, water consumption and water utilisation of wheat.) In: *Wheat Production Manual* (Ed. Barabás Z.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Hassan, I. A. (2006): Effects of water stress and high temperature on gas exchange and chlorophyll fluorescence in *Triticum aestivum* L. *Photosynthetica*, **44**, 312-315.
- Mosaad, M. G., Ortiz Ferrarra, G., Mahalakshmi, V. (1995): Tiller development and contribution to yield under different moisture regime in two *Triticum* species. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **174**, 173-180.
- Plaut, Z., Butow, B. J., Blumenthal, C. S., Wrigley, C. W. (2004): Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crop Research*, **86**, 185-198.



## STRESSZVÉDŐ VEGYÜLET VIZSGÁLATA DURUM BÚZA KÖZEL IZOGÉN VONALAKBAN SZÁRAZSÁG STRESSZ SORÁN

BÁNYAI JUDIT, PÁL MAGDA, SPITKÓ TAMÁS, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Szántóföldi körülmények között vizsgáltuk nyolc közel izogén durum búza vonal szárazságtűrését illetve annak kapcsolatát védővegyületekkel. Megállapítottuk, hogy a poliaminok (putreszcin, spermidin és spermin) mennyisége a természetes csapadék-ellátottságú ismétlésekben szinte valamennyi vizsgált vonal esetén megemelkedett az öntözött állományban mért értékekhez képest, különösen a szabad és konjugált putreszcin és spermidin értékei. Az antioxidáns enzimek közül az aszkorbát-peroxidáz aktivitása nem változott illetve csökkent, ellenben a gvajakol-peroxidáz aktivitása megemelkedett szinte valamennyi vonal esetén a természetes csapadék-ellátottságú ismétlésekben. Habár szoros korreláció van a poliamin tartalom és a gvajakol peroxidáz enzim aktivitás között, a szárazságtűrés valamint a poliaminok öntözött és öntöztelen (szárazság stressz) körülmények mellett mért mennyisége közötti kapcsolat kimutatására szántóföldön több év vizsgálatára van szükség.

**Kulcsszavak:** poliamin, antioxidáns enzimek, szárazság, durum búza

## INVESTIGATION ON CERTAIN PROTECTIVE COMPOUNDS IN DURUM WHEAT PLANT UNDER DROUGHT CONDITIONS

J. BÁNYAI, M. PÁL, T. SPITKÓ, L. LÁNG, Z. BEDŐ

Hungarian Academy of Sciences, Centre for Agricultural Research, Agricultural  
Institute, Martonvásár

Drought tolerance of eight near isogenic lines of durum wheat were investigated under field conditions, and addition aim was to reveal relationship between the degree of drought tolerance and certain protective compounds. It was found that the levels of polyamines, especially putrescine and spermidine both in the free and conjugated forms increased almost in all lines investigated under rain-fed conditions compared to that of the irrigated ones. The activity of ascorbate peroxidase did not change or decreased, while that of guaiacol peroxidase increased in the leaves of plants grown under rain-fed conditions. Although close correlation exists between the polyamine content and guaiacol peroxidase activity, relationship between the polyamine contents under irrigated or rain-fed (drought stress) conditions and the level of drought tolerance could be examined in several years on field condition.

**Key words:** polyamine, antioxidant enzymes, drought, durum wheat

## Bevezetés

A növények számos kedvezőtlen környezeti hatásnak vannak kitéve, mely a globális klímaváltozással tovább fokozódik. Az abiotikus stresszek közül a szárazság egy olyan sokrétű stressz faktor, mely a növényben zajló folyamatokat nem csak morfológiai, hanem élettani, [(pl.: csökkent vízpotenciál és fotoszintetikus aktivitás) biokémiai sőt molekuláris szinten is befolyásolja (pl.: reaktív oxigén formák keletkezése, szerves ozmolitikumok és endogén növényi hormonok szintézise, lipid összetétel változása valamint génextpressziós változások) (*Yordanov és mtsai, 2000; Aimar és mtsai, 2011*). Kiemelt fontosságú tehát azon vegyületeknek a vizsgálata, melyek képesek a növények stresszérzékenységét csökkenteni.

Mint minden stressz folyamat, a szárazság is oxidatív stresszt indukál, ami pedig számos védekező mechanizmus aktiválódását eredményezi. Ilyenek például a reaktív oxigénformákat közömbösítő antioxidáns enzimek (glutathion-reduktáz, kataláz, peroxidázok) (*Kocsy és mtsai, 2011*). A poliaminok (PAs) kis molekulatömegű, pozitív töltésű molekulák, melyek minden növényi sejtben jelen vannak. Képesek negatív töltésű molekulákkal (nukleinsavak, savas foszfolipidek, számos fehérjetípus) kapcsolatba lépni, így azokat kedvezőtlen körülmények között megvédeni (*Hussain és mtsai, 2011*). Ismert, hogy a PA-ok jelátviteli folyamata számos más metabolikus útvonallal és hormonális folyamatokkal áll kapcsolatban. Megfigyelték, hogy a stressztűrő növényekben szárazságot követően nagyobb mennyiségű poliamin halmozódott fel (*Bitrián és mtsai, 2012*). Sejtosztódástól a virágzásig számos növekedés- és fejlődés-élettani folyamathoz szükséges poliaminoknak nemcsak antioxidáns szerepét bizonyították, hanem mint antioxidáns enzimek génextpressziós szintjének szabályozójaként is leírták (*Kuznetsov és Shevyakova 2007*).

## Anyag és módszer

Nyolc közel izogén durum búza vonalat vizsgáltunk tavaszi vetésben, öntözött és természetes csapadék-ellátottságú területen Martonvásáron, 2013-ban. A szántóföldön rácselrendezést (alpha lattice) alkalmaztunk, a vonalakat nyolc ismétlésben természetes csapadék-ellátottságú, nyolc ismétlésben öntözött körülmények között neveltük. Az öntözés vízsugaras mikroöntözéssel történt három alkalommal a virágzás kezdetéig, összesen 100 mm/cm<sup>2</sup> vízmennyiséggel. Kísérletünkben 30 és 60 cm mélységben helyeztük el a talajnedvesség-mérő szenzorokat, az egész tenyészidő folyamán óránként rögzítésre került a talaj nedvességtartalma (%), hőmérséklet (C°), elektromos vezetőképessége (dS/m) és tenziója (kPa). A poliamin és antioxidáns vizsgálatok elvégzéséhez ZDS65 fejlődési fázisban történt a mintavétel három ismétlésben.

A talajfelszín feletti teljes biomassza tömeget virágzaskor mértük négy ismétlésben, 20cm hosszúságú területről aratva. Mérlegelésre került mind a nedves, mind a 95 C°-on 2 napon át szárított növényi súly. A zászlóslevelek területét LI3100C terület-mérővel parcellánként tíz ismétlésben állapítottuk meg szintén virágzaskor.

Az enzimmérésekhez 0,5 g növényi anyagot dörzsöltünk el 2,5 ml 0,5 M Trisz-HCl (pH 7,5) pufferben (3 mM MgCl<sub>2</sub>, 1 mM EDTA). A kataláz (KAT), aszkorbát-peroxidáz (APX), a

## STRESSZVÉDŐ VEGYÜLET DURUM VONALAKBAN

gvajakol-peroxidáz (GPX), a glutation-reduktáz (GR) és a glutation-S-transzferáz (GST) mérés a Pál és mtsai.(2005) által leírtaknak megfelelően volt mérve spectrofotometriásan (UV–VIS 160A, Shimadzu Corp. Kyoto, Japan).

A poliamin mérésekhez 0,5 g növényi mintát mértünk ki, a minta előkészítés és HPLC analízis a Pál és mtsai., (2013) alapján történt. Az analízis során a szabad valamint a konjugált (kis molekulásúlyú molekulákkal kapcsolt) formában lévő poliaminokat – agmatin, cadaverin, putreszcin, spermidin és spermin – tartalmát vizsgáltuk. Az agmatin és cadaverin tartalom a detektálási limit alatt volt valamennyi mintában.

A statisztikai analízishez kétmintás t-próbát használtunk.

### Eredmények és következtetések

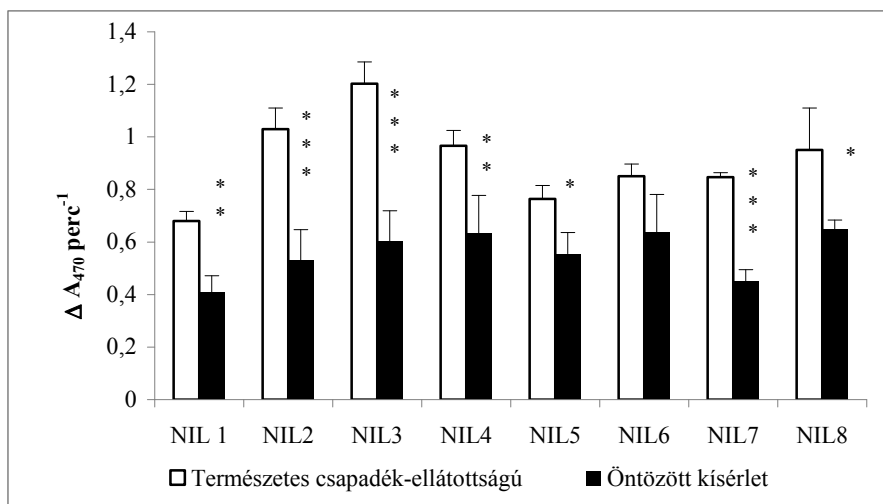
Nyolc közel izogén durumbúza vonalat öntözött és természetes csapadék-ellátottságú körülmények között vizsgáltuk. A talajszenzorok 30 cm-es mélységben rögzített mérési eredményeit figyelembe véve az öntözetlen állomány május elejétől szárazság stressznek volt kitéve, habár három alkalommal napi 10mm csapadék hullott. A virágzáskor mért talajfelszín feletti teljes biomassza tömeg szignifikánsan különbözött a természetes csapadék-ellátottságú (27,4 gr) és öntözött ismétlésekben (34,6 gr), ugyanígy a zászlóslevél terület értékek is szignifikáns különbséget mutattak 8,72 cm<sup>2</sup> ill. 11,86 cm<sup>2</sup>. A poliaminok mennyiségi analízise során megállapítottuk, hogy öntözetlen körülmények között különösen a putreszcin és a spermidin tartalom mind szabad mind kötött formában megemelkedett szinte valamennyi genotípus esetén a levélben, az öntözött körülmények között mért értékekhez képest. (1. táblázat).

1. táblázat Poliaminok mennyiségi változása nyolc közel izogén durumbúza vonal levelében öntözött illetve öntözetlen szántóföldi körülmények között. A táblázatban a poliamin átlag értékek  $\mu\text{g g}^{-1}$  FW-ben kifejezve szerepelnek

NILs	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>szabad putreszcin</b>								
öntözetlen	400±68	503±110	355±34	467±200	477±57	471±66	526±235	484±45
öntözött	133±43	104±14	274±112	237±61	215±11	141±29	169±39	226±137
<b>konj.putreszcin</b>								
öntözetlen	314±123	452±100	375±84	384±174	391±119	480±57	524±277	500±94
öntözött	80±3	102±12	212±48	160±21	234±36	155±20	154±53	205±89
<b>szabad spermidin</b>								
öntözetlen	601±43	667±42	737±165	592±241	478±85	648±201	443±40	569±29
öntözött	414±5	428±19	444±44	526±56	341±91	378±116	406±137	344±100
<b>konj. spermidin</b>								
öntözetlen	413±93	497±113	493±99	364±120	359±78	501±220	331±32	499±25
öntözött	210±1	266±48	232±158	269±92	306±45	316±78	163±18	209±31
<b>szabad spermin</b>								
öntözetlen	235±129	306±121	318±68	351±109	279±124	366±96	252±32	245±109
öntözött	244±71	278±23	215±86	388±134	179±99	423±44	285±16	264±39
<b>konj. spermin</b>								
öntözetlen	113±18	175±83	164±61	145±54	181±93	197±39	139±22	216±105
öntözött	154±118	171±99	83±29	117±45	109±10	255±104	117±65	122±35

Az antioxidáns enzimek aktivitása eltérő változást mutatott az öntözött illetve öntöztelen állományban. A glutation-reduktáz, glutation-S-traszferezáz és a kataláz enzimek aktivitása nem mutatott változást az eltérő körülmények ellenére, míg az aszkorbát-peroxidáz aktivitása szinte valamennyi vonal esetén öntöztelen körülmények között alacsonyabb volt. A gvajakol-peroxidáz aktivitás valamennyi vizsgált vonal esetén szárazság hatására szignifikánsan megemelkedett (1. ábra).

A poliamin tartalom és a gvajakol peroxidáz enzim aktivitás között szoros korrelációt mutattunk ki, különös tekintettel a szabad és konjugált putreszcin és spermidin esetén. A ZDS65 fejlődési fázisban öntöztelen körülmények között mért poliamin, gvajakol-peroxidáz szint emelkedés valamint az aszkorbát-peroxidáz aktivitás csökkenés mutatja a vizsgált vonal sejt szintű válaszreakcióját stressz hatására. A stresszvédő vegyületek növényi szinten, a tenyészidőszak végén kimutatható hatását a hozamra több év vizsgálati eredménye adhatja meg.



1. ábra Gvajakol-peroxidáz enzim aktivitás változása nyolc közel izogén durumbúza vonal levelében öntözött illetve öntöztelen szántóföldi körülmények között. \*, \*\* és \*\*\* a szignifikáns eltéréseket jelölik 0,5, 0,01 és 0,001 szinten.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a PD 83840 OTKA, az EU FP7 DROPS (FP7-244374) és az EU\_BONUS\_12-1-2012-0017 jelű pályázatok támogatásával készült.

**Irodalom**

- Aimar, D., Calafat, M., Andrade, A. M., Carassay, L., Abdala, G. I. and Molas, M. L. (2011): Drought Tolerance and Stress Hormones: From Model Organisms to Forage Crops. In: *Plants and Environment*. H., Vasanthaiah and D., Kambiranda eds., In: Tech, Rijeka, Croatia, pp.137-164.
- Bitrián, M., Zarza, X., Altabella, T., Tiburcio, A. F., Alcázar, R. (2012): Polyamines under abiotic stress: Metabolic crossroads and hormonal crosstalks in plants. *Metabolites* **2**, 516-528.
- Hussain, S. S., Ali, M., Ahmad, M., Siddique, K. H. M. (2011): Polyamines: natural and engineered abiotic and biotic stress tolerance in plants. *Biotechnology Advances*, **29**, 300-311.
- Kocsy, G., Pál, M., Soltész, A., Szalai, G., Boldizsár, Á., Kovács, V., Janda, T. (2011): Low temperature and oxidative stress in cereals. *Acta Agronomica Hungarica*, **59**, 153-173
- Kuznetsov, V. V., Shevyakova, N. I. (2007): Polyamines and stress tolerance of plants. *Plant Stress* **1** (1), 50-71.
- Pál, M., Horváth, E., Janda, T., Páldi, E., Szalai, G. (2005): Cadmium stimulates the accumulation of salicylic acid and its putative precursors in maize (*Zea mays* L.) plants. *Physiol Plant*; **125**, 356-64.
- Pál, M., Kovács, V., Vida, Gy., Szalai, G., Janda, T. (2013): Changes induced by powdery mildew in the salicylic acid and polyamine contents and the antioxidant enzyme activities of wheat lines. *Eur J Plant Pathol*; **135**, 35-47.
- Yordanov, I., Velikova, V., Tsonev, V., (2000): Plant response to drought, acclimation and stress tolerance. *Photosynthetica* **30**, 171-186.

## NAGY ROSTANYAG TARTALMÚ BÚZA GÉNFORRÁSOK AZONOSÍTÁSA ORGANIKUS NEMESÍTÉSI PROGRAMOKBAN

BEDE KAROLINA<sup>1</sup>, RAKSZEGI MARIANN<sup>1</sup>, MIKÓ PÉTER<sup>1</sup>, MEGYERI MÁRIA<sup>1</sup>,  
MARTIN WOLFE<sup>2</sup>, SALLY HOWLETT<sup>2</sup>, FRANZISKA LÖSCHENBERGER<sup>3</sup>,  
LÁNG LÁSZLÓ<sup>1</sup>, BEDŐ ZOLTÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár,

<sup>2</sup>The Organic Research Centre, Elm Farm, Anglia,

<sup>3</sup>Saatzucht Donau GmbH & Co KG, Probstdorf, Ausztria

Fajtakerékek és kompozit populációk minőségi tulajdonságait vizsgáltuk azzal a céllal, hogy nagy rostanyag tartalmú alapanyagokat azonosítsunk organikus termesztés céljából, és hogy vizsgáljuk ezen tulajdonság feldolgozóipari tulajdonságokra gyakorolt hatását. Ehhez két egymást követő évben (2011-2012) vizsgáltuk Magyarországon, Ausztriában és Angliában előállított összesen 12 fajtakerék és 10 kompozit populáció fizikai-, beltartalmi-, és sütőipari-tulajdonságait. Sikertelenül azonosítottunk egy új populációt (Elit-kompozit) és egy fajtakeréket (Mv-Suba Elit-kompozittal alkotott 1:3 arányú keveréke), melyek vízoldható arabinoxilán (WE-AX) tartalma szignifikánsan nagyobb volt a vizsgált minták többségénél (8,1; 10 mg/g). A megnövekedett WE-AX tartalom a liszt vízfelvételére volt a legnagyobb hatással ( $r_{5\%}=0.55^*$ ). A kiemelkedő rostanyag tartalmú populációk, agronómiai tulajdonságaik figyelembe vételével, reményeink szerint alkalmasak lesznek organikus termesztési célokra a jövőben.

**Kulcsszavak:** búza, organikus, nemesítés, rostanyag, arabinoxilán

## IDENTIFICATION OF WHEAT GENETIC RESOURCES WITH HIGH DIETARY FIBRES IN ORGANIC BREEDING PROGRAMS

K. BEDE<sup>1</sup>, M. RAKSZEGI<sup>1</sup>, P. MIKÓ<sup>1</sup>, M. MEGYERI<sup>1</sup>, M. WOLFE<sup>2</sup>, S. HOWLETT<sup>2</sup>,  
F. LÖSCHENBERGER<sup>3</sup>, L. LÁNG<sup>1</sup>, Z. BEDŐ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár,

<sup>2</sup>The Organic Research Centre, Elm Farm, United Kingdom,

<sup>3</sup>Saatzucht Donau GmbH & Co KG, Probstdorf, Austria

The quality properties of different variety mixtures and composite cross populations were studied with the aim of identifying genetic resources with high dietary fibre for organic farming purposes and in order to cultivate and examine the effect of these components on the end-use qualities. The physical, compositional, and baking qualities of 12 variety mixtures and 10 composite-populations produced in Hungary, Austria and the UK were investigated in two consecutive years (2011-2012). We could detect a new population (Elite composite) and a variety mixture (the 1:3 mixture of Mv-Suba Elite Composite) which had significantly higher water extractable arabinoxylan (WEAX) content (8.1; 10, respectively) than most of the studied samples had. The increased WE-AX content had significant effect on the water binding capacity of the flour ( $r_{5\%}=0.55^*$ ). The composite populations, which had outstanding dietary fibre content, hopefully will be ideal for organic farming in the future as their agronomical properties were also promising in previous studies.

**Key words:** wheat, organic, breeding, dietary fiber, arabinoxylan

## Bevezetés

Organikus termesztési rendszerekben a környezet hatásainak mérséklésére kevés eszköz áll rendelkezésre. Egy ilyen rendszerben a genotípus és a környezet kölcsönhatása jóval erősebb, ami miatt nagyobb hangsúly helyeződik a fajtatulajdonságokra (*Lammerts van Bueren et al. 2007*).

A nemesítők már egy évtizede próbálkoznak organikus termesztési feltételeknek megfelelő genotípusok létrehozásával. A genetikailag diverz populációk előállítására jelenleg két fő módszerrel folynak kísérletek. Az egyik módszer a fajtakeverékek létrehozása, a másik pedig a többszülős populációk fejlesztése. Ez utóbbi esetben egy vagy több tulajdonságban különböző (diverz) szülők keresztezésével populációkat állítanak elő, majd azokat összekeverve, úgynevezett „kompozit populációkat” vetnek. Ezeket azután egyben, tömegben aratják. E populációk fiziológiai előnye lehet az erőteljes korai növekedés, a jobb gyomelnyomó képesség, a jó tápanyag hasznosítás a korai fejlődési stádiumban, és a kártevőkkel és a talajlakó baktériumokkal szembeni ellenállóság (*Wolfe et al. 2008*). Az organikus termesztésben használatos populációk másik előnye lehet pozitív egészségügyi hatásuk, mely a nagyobb bioaktív komponens (rostanyag, antioxidáns, stb.) tartalomnak köszönhető. Búzában a rostanyagok közül elsősorban az arabinoxilánok találhatóak meg jelentősebb mennyiségben. Hatásukra csökken a 2-es típusú diabétesz, valamint a koronaér megbetegedések kialakulásának kockázata. Ezen túl a vízben oldhatatlan arabinoxilánok segítik a bélműködést, és szerepük van a karcinogén anyagok megkötésében. A feldolgozóipar szempontjából is fontos a magas rostanyag tartalom. Az arabinoxilánok elsősorban a gélesedési, vízfelvételi folyamatokat befolyásolják, de sütőipari minőségre gyakorolt hatásukat is sokan vizsgálták már (*Courtin and Delcour 2002, Frederix et al. 2004, Bedford és Shculze 1998*).

Jelen tanulmányban egyrészt azt vizsgáltuk, hogy az EU FP7 SOLIBAM projekt keretében létrehozott populációk és fajtakeverékek között azonosítható-e nagy rostanyag tartalommal rendelkező alapanyagok, másrészt azt, hogy a megnövekedett bioaktív komponens tartalom milyen hatással van a feldolgozóipari tulajdonságokra, és a búza egyéb beltartalmi tulajdonságaira.

## Anyag és módszer

Három országban (Saatzucht Donau GmbH & Co KG, Probstdorf, Ausztria; The Organic Research Centre, Elm Farm, Anglia; és MTA ATK MGI, Martonvásár, Magyarország) állítottak elő kompozit fajtakeverékeket és kompozit populációkat. A fajtakeverékek előállítása során az YQ-CCP angol kompozit populációt összekeverték 1:2 és 2:1 arányban Stefanus vagy Midas fajtával Ausztriában, Mv-Suba vagy Mv-Regiment fajtával Magyarországon, valamint az Alchemy vagy Solstice fajtával Angliában. Magyarországon az Elit- kompozit populációt szintén keverték Mv-Subával, és Mv-Regimenttel. Az egyes fajtakeverékeket a kontrollokkal együtt csak abban az országban vetették el, ahol előállították őket, így az egyes fajtakeverékeknek csak az adott ország organikus és 'low-input' termőhelyeiről származó mintáit vizsgáltuk a következő fizikai, beltartalmi, és sütőipari minőségi tulajdonságok alapján két éves szántóföldi kísérletben (2011-2012). 10 kompozit populációt (*1. ábra*) is a fentiek szerint vizsgáltuk.

Fizikai tulajdonságok közül mértük az ezerszem-tömeget (MSZ 6367/4-86) Marvin Digital Seed Analyser készülékkel, a hektoliter-tömeget (MSZ 6367/4-1983) Foss Tecator 1241 készülékkel, a szemkeménységet (AACC Method 55-31) Perten SKCS 4100 készülékkel, az esésszámot (ICC 107/1. MSZ 6383:1998) Perten Falling Number System készülékkel valamint a Zeleny szedimentációs indexet (ICC 116/1) SediCom System készülékkel.

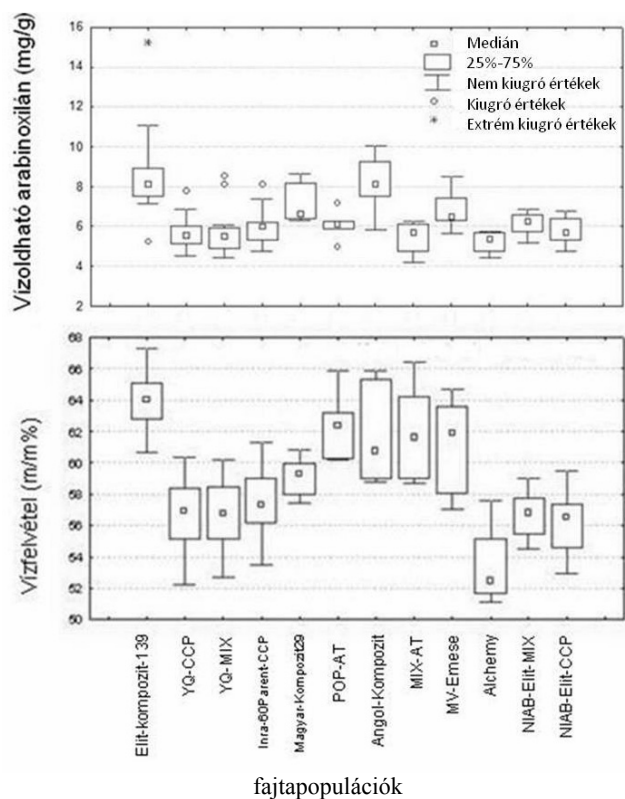
Beltartalmi komponensek közül vizsgáltuk a fehérjetartalmat Kjeltec 1035 Analyzer készülékkel (ICC 105/2), a nedves-sikér tartalmat (ICC137/1, ICC 155), valamint a rostanyagok közül az arabinoxilán tartalmat (*Douglas*, 1981). A teszta reológiai tulajdonságokat a Brabender Farinográf (ICC 115/1) készülékkel jellemeztük.

### Eredmények és következtetések

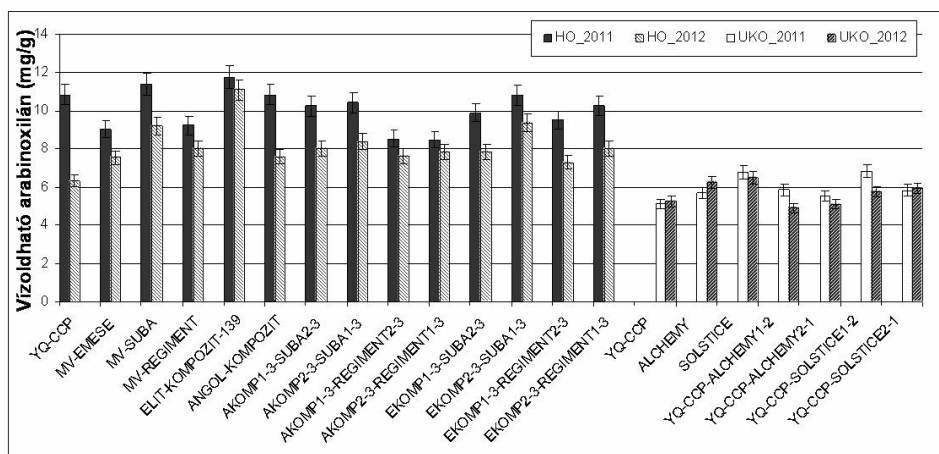
A különböző kompozit populációk, illetve kontroll fajták beltartalmi és minőségi tulajdonságainak átlagát Box-Whiskers diagramok segítségével hasonlítottuk össze (*1. ábra*), különös hangsúlyt helyezve az emberi egészségre pozitív hatást kifejtő bioaktív komponensek közül a rostanyagokra és azok feldolgozóipari minőséget meghatározó tulajdonságaira. A populációk közül, a vízoldható arabinoxilán tartalmat tekintve az Elit-kompozit (8.1 mg/g) esetében figyelhetünk meg kiemelkedően magas, a vizsgált minták többségét meghaladó értéket, de tendenciáját tekintve kiemelkedő volt az Angol-kompozit (8 mg/g) és a Magyar-Kompozit (6.5 mg/g) WE-AX értéke is a többi populációhoz képest. Ezzel összefüggésben ezen populációk vízfelvétel értéke is nagyobb volt. A WE-AX és a vízfelvétel fajták közötti relatív értékei hasonló tendenciát mutattak. A sütőipari minőséget jellemző paraméterek (pl. a Zeleny szedimentáció) esetén nem figyeltünk meg szignifikáns különbségeket a populációk között. Egyedül az angol puhaszemű, kontroll Alchemy fajtának volt szignifikánsan gyengébb sütőipari minősége. Ugyanez elmondható a többi minőségi paraméterrel kapcsolatban is.

A magyar és angol fajtakeverékek vízoldható arabinoxilán tartalmát is összehasonlítottuk két évben (*2. ábra*), és egyrészt megállapítottuk, hogy a magyar fajtakeverékek WE-AX tartalma szignifikánsan nagyobb volt az angol fajtakeverékekénél, másrészt jelentős évjáráthatást is tapasztaltunk. Ennek oka részben a két ország klimatikus körülményeinek különbözőségében keresendő, másrészt pedig genetikai tényezőkre vezethetők vissza. Míg Magyarország száraz, kontinentális éghajlattal rendelkezik, addig Angliának nedves óceáni éghajlata van, sok csapadékkal. A legnagyobb, stabilan magas WE-AX tartalommal rendelkező fajtakeverék az Mv Suba, Elit Kompozittal létrehozott 1:3 keverési arányú mintája volt (11 mg/g), de legalább egy évben kiemelkedő eredményt adtak az Mv-Suba egyéb, Elit- vagy Angol- Kompozittal létrehozott keverékei is. A nagyobb WE-AX tartalomhoz megnövekedett vízfelvételi kapacitás társult, melynek értéke helyenként elérte a 70%-t is (*3. ábra*).



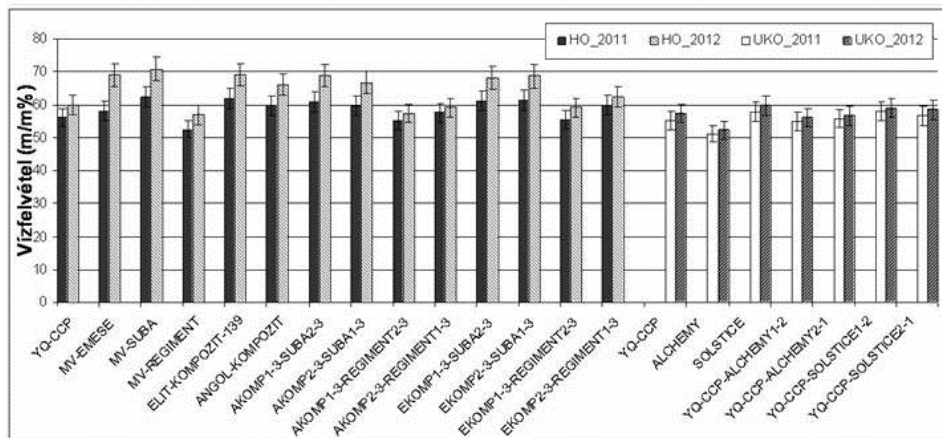


1. ábra Kompozit populációk vízoldható arabinoxilán tartalma (mg/g), és vízfelvétele (m/m%) organikus termőhelyeken (Angliában és Magyarországon 2011-2012)



2. ábra Fajtakeverékek vízoldható arabinoxilán tartalma (mg/g) organikus termőhelyeken (Anglia-UKO, Magyarország -HO, 2011-2012)

## ROSTANYAG GÉNFORRÁSOK ORGANIKUS NEMESÍTÉSI PROGRAMOKBAN



3. ábra Kompozit fajtakeverékek vízfelvétele (m/m%) organikus termőhelyeken (Anglia- UKO, Magyarország -HO, 2011-2012)

A többi vizsgált minőségi tulajdonságban is jelentős variabilitást találtunk a fajtakeverékek között (pl. fehérje 9,3-13,0%; Zeleny 19-40 ml, farinográf értékszám 48-100). A WE-AX értékével a legszorosabb összefüggést azonban a vízfelvétel adta ( $r_{5\%}=0.55^*$ ).

Vizsgálataink során sikerült azonosítanunk olyan új populációt és fajtakeveréket, melyek kiemelkedő WE-AX tartalommal rendelkeztek, és amelyek ígéretesek lehetnek az organikus termesztés számára, biztosítva a genetikai diverzitást, mely javítja a növények adott környezethez való adaptálódásának képességét.

### Köszönetnyilvánítás

Ezt a kutatást az EU-FP7-245058-SOLIBAM (2007-2013) és az EU\_BONUS\_12-1-2012-0032 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Bedford, M.R., Schulze, H. (1998): Exogenous enzymes for pigs and poultry. *Nutrition Res. Rev.* **11**, 91.
- Courtin, C.M., Delcour, J.A. (2002): Arabinoxylans and endoxylanases in wheat flour bread making. *J. Cereal Sci.* **35**, 225.
- Frederix, S.A., Van Hoeymissen, K., Courtin, C.M., Delcour, J.A. (2004): Water-extractable and water-unextractable arabinoxylans affect gluten agglomeration behavior during wheat flour gluten-starch separation. *J. Agric. Food Chem.* **52**, 7950.
- Lammerts van Bueren, E.T., Østergard, H., Goldringer, I., Scholten O (2007): Abstract book of Eucarpia Symposium Plant breeding for organic and sustainable, low-input agriculture: Dealing with genotype-environment interactions. November 7-9 2007. Wageningen, The Netherlands: Wageningen University. Accessed April 26, 2011. [www.eucarpia.org](http://www.eucarpia.org)
- Wolfe, M.S., Baresel, J.P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovács, G., Löschenberger, F., Miedaner, T., Østergard, H., Lammerts van Bueren, E.T. (2008): Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*, **163**, 323-346.

## AZ EMELT LÉGKÖRI CO<sub>2</sub>-SZINT HATÁSA AZ ŐSZI BÚZA LISZTHARMAT FERTŐZÉSÉRE

BENCZE SZILVIA, KOMÁROMI JUDIT, VIDA GYULA,  
BALLA KRISZTINA, VEISZ OTTÓ

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Két lisztharmat patotípus által okozott fertőzés kialakulását vizsgáltuk őszi búza fajtákon (Bezostaja 1, Ukrainka, Apache, Libellula, Mv Regiment, Mv Mambo, Mv Emma) normál (410 ppm) és emelt (750 ppm) CO<sub>2</sub> szinten. Az R51 patotípus a fajták többségénél a normál légköri CO<sub>2</sub>-szinthez képest súlyosabb fertőzést okozott emelt CO<sub>2</sub>-koncentráción, míg az R76 hasonló, vagy enyhébb fertőzési tüneteket eredményezett, fajtától függően. A rezisztens fajta, az Mv Regiment azonban nem fertőződött emelt CO<sub>2</sub>-szinten sem. A lisztharmat fertőzés hatására normál és emelt CO<sub>2</sub>-szinten is megnőtt a fogékony fajták sztóma vezetőképessége. Bár az R51 patotípus a Nover-féle tesztszortiment nyolc genotípusából nyolcat fertőz, míg az R76 csak hetet, mégis normál CO<sub>2</sub>-szinten a két patotípus közül az R76 okozott súlyosabb kezdeti fertőzést a fajták többségénél. A fertőzés későbbi időszakában azonban három fajtánál az R51 patotípusnál alakult ki erősebb fertőzés.

**Kulcsszavak:** betegség ellenállóság, emelt CO<sub>2</sub>-szint, lisztharmat patotípusok, *Triticum aestivum* L.

## EFFECT OF ELEVATED ATMOSPHERIC CO<sub>2</sub> LEVEL ON THE POWDERY MILDEW SEVERITY OF WINTER WHEAT

S. BENCZE, J. KOMÁROMI, G. VIDA,  
K. BALLA, O. VEISZ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

Disease severity of two powdery mildew (PM) pathotypes have been studied at ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub> levels on winter wheat varieties (Bezostaya 1, Ukrainka, Apache, Libellula, Mv Regiment, Mv Mambo, Mv Emma).

Pathotype R51 resulted in more severe PM infection in most genotypes at elevated CO<sub>2</sub> compared to the ambient level while R76 caused similar or lower infection level depending on the genotype. During the progress of PM infection, the stomatal conductance of the infected leaves of the wheat varieties increased in general at both CO<sub>2</sub> levels. Despite the fact that pathotype R51 has the most virulence factors infecting all of the 8 wheat genotypes used in the Nover differential set for identification of PM pathotypes, and that R76 infects 7 of 8 only, R76 caused usually more severe initial disease symptoms than R51 at ambient CO<sub>2</sub> level (Bezostaya 1, Ukrainka, Mv Mambo, Mv Emma). In three genotypes, however, R51 lead to the most severe final infection level compared to which was caused by R76.

**Key words:** disease resistance, elevated CO<sub>2</sub>, powdery mildew pathotypes, *Triticum aestivum* L.

### Bevezetés

A klíma változékonysága alapjaiban határozza meg a mezőgazdasági növénytermesztés biztonságát. Földünk ökoszisztémája az utóbbi 200 évben rohamos, és egyre gyorsuló változásoknak van kitéve az emberi tevékenységek következtében. Különösen a CO<sub>2</sub>-szint növekedésének tulajdonítanak nagy szerepet a globális klímaváltozás kialakulásában. Ugyanakkor a patogén szervezetek kártétele is meghatározó tényezője a gabonafélék sikeres termesztésének.

A magas CO<sub>2</sub>-szint leginkább a növények anyagcsere folyamatainak, fejlődésének szabályozásán keresztül befolyásolhatja a kórokozókkal szembeni rezisztencia mértékét. A fotoszintézis hatékonyabbá válása, a vízhasznosító képesség javulása, és az ennek következtében csökkenő sztómanyitottság, közvetve és közvetlenül is hathatnak a fertőzés kialakulására (Holb 2008). A megnövekedő biomassza tömeg párasabb mikroklímát hozhat létre, ezzel elősegítve a nedvesebb feltételeket kedvelő mikroorganizmusok elszaporodását. A fokozott szénbeépülés következtében megváltozhat a C:N aránya a növényi szövetekben, a lecsökkent nitrogéntartalom befolyásolhatja az egyes növényi kórokozók által okozott károk mértékét. A szénhidrát és cukorkedvelő gombafajok (pl. rozsdafajok, lisztharmat) nagyobb mértékű megjelenése várható (Manning és von Tiedemann 1995).

A részleges sztómazáródás akadályt képezhet a gázcsere-nyíláson keresztül behatoló és légmozgással beáramló kórokozók bejutásának (Royle és Thomas 1971, Ramos és Volin 1987). Árpán lisztharmattal végzett kísérletekben igazolták, hogy annak ellenére, hogy a levél felületen csírázó konídiumok aránya normál és kétszeres CO<sub>2</sub>-szinten is azonos volt, a telepet képezni tudó konídiumok száma lényegesen lecsökkent magas CO<sub>2</sub>-szinten (Hibberd et al. 1996). Bizonyítást nyert, hogy a kórokozókkal szembeni gátló hatás annak tulajdonítható, hogy a fotoszintézis intenzívebbé válása a védekezésben szerepet játszó anyagok és képződmények (pl. kvasav, papillák) felhalmozásához vezetett a kórokozók behatolása helyén. Azonban, ha a kórokozó mégis sikeresen tudott telepet képezni, magas CO<sub>2</sub>-szinten a gazdanövények szénhidrát-akkumulációjának mértékével megegyezően rohamosabban terjedt tovább.

Kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy különböző lisztharmat patotípusok fertőzőképességét hogyan befolyásolja a megnövelt CO<sub>2</sub>-koncentráció. Célunk volt továbbá az is, hogy megállapítsuk, hogy milyen eltéréseket eredményezhet az eltérő genetikai háttér a búzafajták betegség ellenállóságában a jelenlegi és emelt CO<sub>2</sub>-koncentráción.

### Anyag és módszer

A fitotroni kísérletsorozatot 4 db PGV-36 típusú növénynevelő kamrában végeztük. Hét, eltérő rezisztenciájú őszi búzafajtát teszteltünk, melyek a következők voltak: Beosztaja 1, Ukrainka, Apache, Libellula, Mv Regiment, Mv Mambo, Mv Emma. 42 napos 4°C-on történt vernalizáció után a növényeket négyesével ültettük el 3 l ürtartalmú cserepekbe, kezelésként 8 ismétlésben. A kísérleti anyagot két-két kamrában, normál, valamint emelt (410, illetve 750 ppm)

## BÚZA LISZTHARMAT FERTŐZŐDÉSE EMELT CO<sub>2</sub> SZINTEN

CO<sub>2</sub>-koncentráción T2-Ny2 klímaprogramon (Tischner et al. 1997) neveltük. A növényeket bokrosodáskor, az ültetés utáni negyedik héten mesterségesen fertőztük a Nover-féle tesztszortiment alapján (Nover 1957) meghatározott R51, illetve R76 lisztharmat (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) patotípusok konidiumaival. A felülfertőzés kizárása céljából a két különböző patotípussal fertőzött növényeket külön kamrákban, izoláltan neveltük tovább, az eredeti CO<sub>2</sub>-koncentráción. Nyomon követtük a betegség tüneteinek fejlődését; a növényeket cserepenként, 7-10 naponta vizuálisan értékeltük a 0-9 Saari-Prescott skála alapján (Saari és Prescott 1975, cit. Stubbs et al. 1986), illetve a fertőzési szinten belül a %-os borítottság meghatározásával. A növények fertőzöttségét a skálaérték és a levélfelület borítottság szorzatával jellemeztük. A sztóma konduktancia (vezetőképesség) lisztharmat fertőzés hatására bekövetkező változását CIRAS-2 hordozható fotoszintézismérő készülékkel (PP Systems, USA) mértük. A növények teljes érése után meghatároztuk a növényenkénti szemtermést.

A mérési eredmények statisztikai kiértékelését kéttényezős varianciaanalízissel végeztük a nem normál eloszlást követő lisztharmat fertőzési adatok kivételével, melyeknél a nem parametrikus Mann-Whitney tesztet alkalmaztuk (SPSS 16.0).

### Eredmények és következtetések

A kísérletek eredményei azt mutatták, hogy a fajták többségénél a lisztharmat fertőzés valamilyen mértékben erősebb volt az emelt CO<sub>2</sub>-szint hatására (1. táblázat).

1. táblázat Az emelt CO<sub>2</sub>-szint hatása az R51 és R76 patotípusok által okozott lisztharmat fertőzésre a vizsgált őszi búza fajtáknál

		lisztharmat fertőzés után eltelt napok száma							
		7	14	24	31	37	43	50	60
Bezostaya-1	R51		+	+		+			
	R76							+	+
Ukrainka	R51	+	+						
	R76			-		-			
Apache	R51	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	R76	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Libellula	R51			+	+	+			
	R76								+
Mv Regiment	R51	R	R	R	R	R	R	R	R
	R76	R	R	R	R	R	R	R	R
Mv Mambó	R51			+	+	+	+		+
	R76							+	+
Mv Emma	R51					+	+		+
	R76								

NS: nem szignifikáns, R: rezisztens, +: szignifikánsan erősebb, -: szignifikánsan gyengébb fertőzés a kontroll CO<sub>2</sub>-szinthez képest (p ≤ 0,05)

Általánosságban az R51 patotípusnál jelentkezett súlyosabb fertőzés az emelt CO<sub>2</sub>-koncentráció következtében (Bezostaja 1, Ukrainka, Libellula, Mv Mambo és Mv Emma), míg az R76 által okozott fertőzés mértékében kevesebb időpontban mutatkozott szignifikáns eltérés az emelt CO<sub>2</sub>-koncentráció hatására. A két patotípus azonban teljesen eltérő reakciót is eredményezett egy fajtánál, az Ukrainkát az R51 patotípus erősebben, az R76 gyengébben fertőzte emelt CO<sub>2</sub>-szinten, a normál szinthez képest. Az Apache fajtánál ezzel szemben az emelt CO<sub>2</sub>-szint egyik patotípus esetében sem befolyásolta a kialakult fertőzés súlyosságát. A normál CO<sub>2</sub>-koncentráción mindkét vizsgált patotípusra rezisztens fajta, az Mv Regiment ugyanakkor emelt CO<sub>2</sub>-szinten sem fertőződött semmilyen mértékben sem.

A liztharmat patotípusok elkülönítésére használt Nover-féle teszt szortiment búza genotípusai közül az R51 valamennyit, míg az R76 a nyolcból hetet (a *Pm5* rezisztenciagént hordozó Hope kivételével) képes megfertőzni. Az R51 nagyobb virulenciája ellenére a kísérletek eredménye azt mutatta, hogy normál CO<sub>2</sub> koncentráción a fajták többségénél az R76 már a fertőzés kezdetén súlyosabb tüneteket eredményezett, mint az R51 (2. táblázat).

2. táblázat Az R76 patotípus által okozott fertőzés súlyossága az R51 patotípussal összehasonlítva

		liztharmat fertőzés után eltelt napok száma							
		7	14	24	31	37	43	50	60
Bezostaya-1	NC	+	+	+		+	+	+	
	EC							+	+
Ukrainka	NC	+	+	+		+	+		
	EC				-	-			
Apache	NC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	EC	+					-		
Libellula	NC			+	+	+			-
	EC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Mv Regiment	NC	R	R	R	R	R	R	R	R
	EC	R	R	R	R	R	R	R	R
Mv Mambó	NC	+		+			-	-	-
	EC	+			-				
Mv Emma	NC	+	+				-	-	-
	EC		-	-	-	-	-	-	-

NC: normál CO<sub>2</sub>-szint, EC: emelt CO<sub>2</sub>-szint, NS: nem szignifikáns, R: rezisztens, +: szignifikánsan erősebb fertőzés, -: szignifikánsan gyengébb fertőzés az R51 patotípus által okozott fertőzés mértékéhez képest (p≤0,05)

A Bezosztaja 1, Ukrainka, Libellula fajtáknál az R76 főlénye a fertőzés későbbi szakaszaiban is többnyire megmaradt. Ez az eredmény is alátámasztja azt a vélekedést, hogy a túlzottan sok virulencia faktort hordozó rasszok fitnessze (élet- és szaporodóképessége) alacsonyabb lehet ('fitness cost', ill. 'fitness penalty' Van der Plank 1968, Leach et al. 2001). Emelt CO<sub>2</sub>-szinten az R76 általában az R51-hez hasonló mértékben, vagy kissé gyengébben fertőzött (Ukrainka esetében). A Bezosztaja 1-hez hasonlóan igen fogékony Mv Mambo és Mv Emma fajtáknál azonban – a fertőzés kezdeti időszaka kivételével – az R51 okozott lényegesen súlyosabb tüneteket normál és emelt CO<sub>2</sub>-szinten is.

A lisztharmat fertőzés hatására valamennyi fajtánál, mindkét CO<sub>2</sub>-szinten megnőtt a sztóma konduktancia az egészséges növényekéhez képest, amely a gázcsere nyitottságát jelzi. Ez utalhat felfokozottabb anyagcsere folyamatokra is, mindenesetre a lisztharmat fertőzés szignifikáns csökkenést a szemtermés mennyiségében csak két fajta, a Bezosztaja 1 és az Mv Mambo esetében, az R51 patotípusnál, emelt CO<sub>2</sub>-szinten okozott (36%, illetve 32%).

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok – OTKA K-105949 számú pályázat támogatásával készült.

### Irodalom

- Leach, J.E., Vera Cruz, C.M., Bai, J., Leung, H. (2001): Pathogen fitness penalty as a predictor of durability of disease resistance genes. *Annual Review of Phytopathology*, **39**, 187-224.
- Hibberd, J.M., Whitbread, R., Farrar J.F. (1996): Effect of elevated concentrations of CO<sub>2</sub> on infection of barley by *Erysiphe graminis*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **48**, 37-53.
- Holb, I. (2008): A légköri CO<sub>2</sub> és ózonkoncentráció, az UV sugárzás és a globális hőmérsékletváltozás valószínűsíthető hatásai a növényi kórokozókra. „KLÍMA-21” füzetek, (53) 99-114.
- Manning, W.J., von Tiedemann, A. (1995): Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), and ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. *Environmental Pollution*, **88**, 219-245.
- Nover, I. (1957): Sechsjährige beobachtungen über die physiologische spezialisierung des echten Mehltaus (*Erysiphe graminis* DC.) von weizen und gerste in Deutschland. *Phytopathologische Zeitschrift*, **31**, 85-107.
- Ramos, L.J., Violin, R.B. (1987): Role of stomatal opening and frequency on infection of *Lycopersicon* spp. by *Xanthomonas campestris* pv. *versicatoria*. *Phytopatology*, **77**, 1311-1317.
- Royle, D.J., Thomas, G.G. (1971): The influence of stomatal opening on the infection of hop leaves by *Pseudoperonospora humuli*. Observations with the scanning electron microscope on the early stages of hop leaf infection by *Pseudoperonospora humuli*. *Physiology of Plant Pathology*, **33**, 329-343.
- Stubbs, R.W., Prescott, J.M., Saari, E.E., Dubin, H.J. (1986): Cereal Disease Methodology Manual. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Mexico, pp. 46.
- Tischner, T., Kőszegi, B., Veisz, O. (1997): Climatic programmes used in the Martonvásár Phytotron most frequently in recent years. *Acta Agronomica Hungarica*, **45**, 85-104.
- Van der Plank, J.E. (1968): Disease Resistance in Plants. London-New York: Academic. pp. 206.

## AZ *Elaeagnaceae* FAJOK AMMÓNIUM METABOLIZMUSA

BITTSÁNSZKY ANDRÁS<sup>1</sup>, PILINSZKY KATA<sup>1</sup>, KERTI BALÁZS<sup>2</sup>,  
VERES ANIKÓ<sup>2</sup>, CZAKÓ MIHÁLY<sup>3</sup>, GYULAI GÁBOR<sup>2</sup>, KÖMÍVES TAMÁS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA ATK Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest; <sup>2</sup>Szent István Egyetem, MKK GBI, Gödöllő; <sup>3</sup>Univ. of South Carolina, Dept Biol Sci, South Carolina, Columbia, USA

Az ammónium által okozott növényi stresszfolyamatok fiziológiáját, biokémiáját, szabályozását és genetikai hátterét vizsgáltuk. Célunk, hogy vizsgálataink alapján olyan növényi biotípusokat állítsunk elő, amelyek az ammóniát nagy koncentrációkban is tolerálják és rezisztensek, ill. jól hasznosítják. Az új kutatási eredmények szerint az ilyen növények dinamikusabban fejlődnek, és stressz-ellenállóságuk is nagyobb. A szelektált ezüstfa növények (*Elaeagnus angustifolia*) alkalmasak lehetnek arra, hogy segítségükkel a túlzott műtrágyahasználat következtében, illetve nagy sótartalmú vízzel öntözött területek talajainak lúgosodása miatt leromlott területeket rehabilitáljuk (fitoremediáció). Vizsgálatainkhoz ezért választottunk *Frankia*-szimbiota növényt, amelynek nitrogénmetabolizmusa ezért speciális. Az *in vitro* kísérletekhez kidolgoztuk az ezüstfa *in vitro* hajtástenyészetét, melyben  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , és  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , külön-külön, adagolását végeztünk (0, 20, 50 and 100-400 mM), és mértük ennek hatását a vegetatív (hajtás és gyökér) növekedés mértékére, valamint a stresszindikátor GST (glutathion S-transzferáz) és glutatmát-dehidrogenáz (GDH) enzimaktivitás változására és a klorofill tartalom mértékére. Az *in vitro* kísérletekben nem inokuláltuk a *Frankia*-t, ezért eredményeinkkel betekintést nyerhettünk a két különválasztott (növényi, és szimbiotikus) nitrogénmetabolizmus folyamataiba *in vitro* ammóniumstresszben.

**Kulcsszavak:** ammónium-metabolizmus, fitoremediáció, *Elaeagnus angustifolia*

## NH<sub>4</sub>-METABOLISM OF *Elaeagnaceae* TREES

A. BITTSÁNSZKY<sup>1</sup>, K. PILINSZKY<sup>1</sup>, B. KERTI<sup>2</sup>, A. VERES<sup>2</sup>, M. CZAKÓ<sup>3</sup>,  
G. GYULAI<sup>2</sup>, T. KÖMÍVES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Plant Protection Institute, CAR, Hungarian Academy of Sciences, Budapest; <sup>2</sup>Institute of Genetics and Biotechnology, St. István University, Gödöllő; <sup>3</sup>Univ. of South Carolina, Dept Biol Sci, South Carolina, Columbia, USA

The *Frankia* symbiont tree *Elaeagnus angustifolia* (oleaster) shows large tolerance to various abiotic stresses therefore it is used for rehabilitation of contaminated and/or low quality soils (e.g., abandoned mines, dump sites). To study its stress tolerance *in vitro*, it was inevitable to develop *in vitro* cultures. Here, we successfully initiated callus cultures of oleaster tree. Shoots and roots were regenerated from callus and small plantlets were transferred to the greenhouse. The physiological background of stress tolerance was evaluated during *in vitro* by applying  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  at the concentrations of 20, 50 and 100-400 mM. Ammonium-sulphate inhibited root and shoot development. It was also shown that ammonium excess induces the activity of stress marker enzymes glutathione S-transferase (GST). Chlorophyll contents of leaves decreased significantly by  $\text{NH}_4^+$ -application using  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , which was more damaging than  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

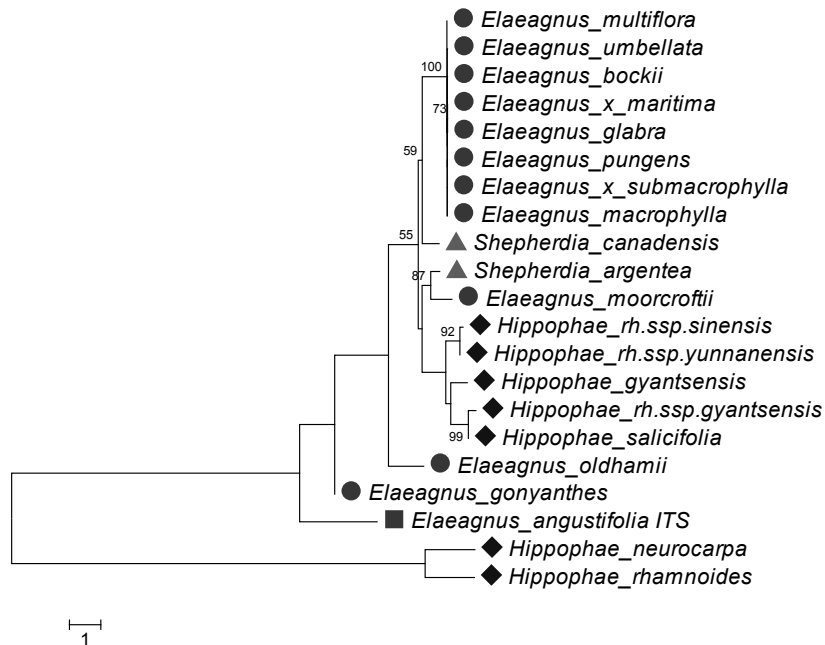
**Key words:** NH<sub>4</sub>-metabolism, phytoremediation, *Elaeagnus angustifolia*



## Bevezetés

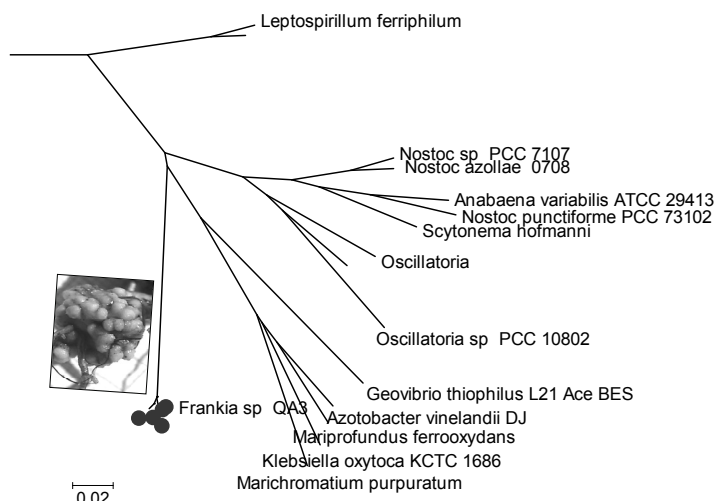
A növénynemesítés egyik kulcsfeladata a növények gazdaságos és környezetkímélő tápanyag-ellátásának a biztosítása. E tekintetben különösen fontos a nitrogéntrágyázás, aminek komponensei könnyen bemosódnak és szennyezhetik a vízbázisokat. Az ammónia nem csak műtrágya, hanem anyagcseretermék is, ami vízben oldott állapotban a növények egyik legfontosabb nitrogénforrása. Paradox módon, nagy koncentrációban az ammónia toxikus a növényekre. Az utóbbi évtizedek műtrágyázási gyakorlata miatt a mezőgazdasági talajaink olyan mértékben károsodtak, hogy ez sok helyen már termésvesztést okoz.

Az *Elaeagnaceae* család (*Rosales* rend) három nemzetsége (1. ábra) (*Elaeagnus*, *Hippophae*, *Shepherdia*) kevés, közel 50 fás (fa, bokor) fajt foglal magába (nincs lágyszárú fajuk), melynek legtöbb faja gyökérgümőiben szimbiózisban él a *Frankia* ssp. nitrogénfixáló (2. ábra) baktériumokkal (hasonlóan a pillangósok *Rhizobium*-kapcsolt N-fixációjához).



1. ábra. Az *Elaeagnaceae* család három nemzetségének (*Elaeagnus*, *Hippophae*, *Shepherdia*) *in silico* ITS alapú rokonsági kladogramja

## NH<sub>4</sub>-METABOLIZMUS AZ *Elaeagnaceae* FAJOKBAN



2. ábra. A prokariotikus NifH (nitrogénáz Fe-S) enzim *in silico* evolúciós kladogramja a jellemző fajokkal, és a jól elkülönült *Frankia* (●) csoporttal (NCBI #YP716939) (ld. gyökérgümő)

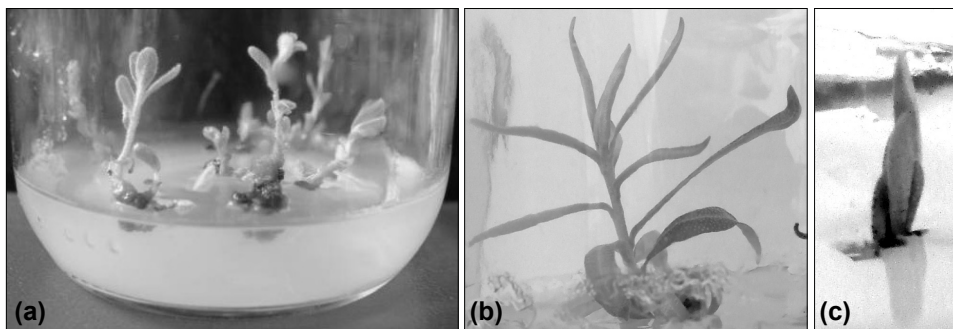
Az *Elaeagnaceae* fajok további különleges adottsága extrém szárazságtűrésük. Ez a két ökológiai tulajdonságuk, hasonlóan a *Fabaceae* akáchoz (*Robinia pseudoacacia*), különleges talajjavító lehetőséget mutat. A hazai flórában két *Elaeagnus* faj található, az erősen tövises *E. angustifolius* és a tövistelen *E. argentea*. A kétlaki homoktövisnek (*Hippophae rhamnoides*) már sikerült szelektálni tövistelen klónjait. Az É-Amerikai *Shepherdia* fajok (hasonlóan a többi jelentősebb *Elaeagnus* fajhoz: *E. bockii*, *E. commutata* (silverberry), *E. formosana*, *E. glabra*, *E. gonyanthes*, *E. macrophylla*, *E. moorcroftii*, *E. multiflora* (goumi), *E. oldhamii*, *E. pungens* (hu tui zi), *E. rotundata*, *E. umbellata* (aki-gumi), *Elaeagnus x maritima*, *Elaeagnus x submacrophylla*) még nem érték el flóránkat.

### Anyag és módszer

**Növényanyag.** Az ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*) gyökérsarjaiból és rügyeiből indítottunk steril *in vitro* tenyészetet (Pilinszky *et al.* 2013). A homoktövis (*Hippophae rhamnoides*) porzós és termős, valamint tövistelen klónjaiból rügykultúrában állítottunk elő steril klónokat. Az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, és az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> külön-külön, adagolást (0, 20, 50 és 100-400 mM) steril hormonmentes WPM táptalajon végeztük (*in. Király et al.* 2013). A klorofill tartalmat, valamint a glutation S-transzferáz (GST) és glutamát dehidrogenáz (GDH) aktivitását Bittsánszky *et al.* (2009) alapján határoztuk meg. Az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> egyszeres és az (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kétszeres ammónium ion mennyiségét mindig beszámítottuk. A bioinformatikai elemzéseket az NCBI szerver adataiból, BioEdit és MEGA4 (ML – maximum likelihood kladogram) programokkal végeztük.

### Eredmények és következtetések

Vizsgálatainkban kidolgoztunk az ezüsfű és a homoktövis *in vitro* klónális szaporítását (3. ábra).

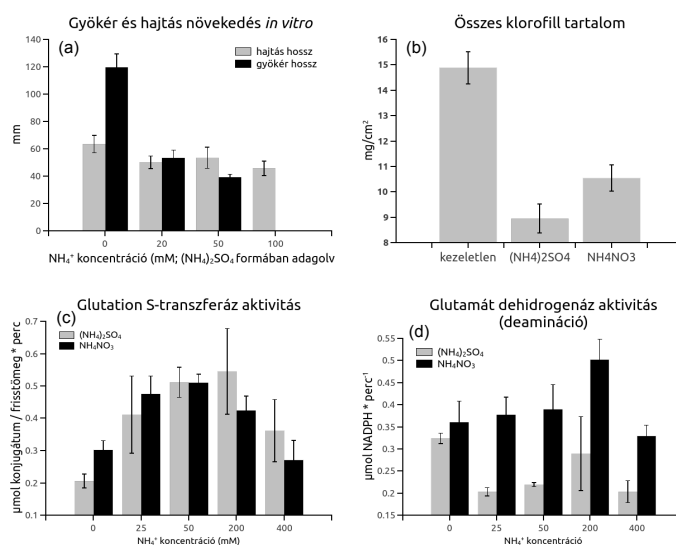


3. ábra. Az ezüsfű (*Elaeagnus angustifolia*) (a) és a homoktövis (*Hippophae rhamnoides*) porzós (b) és termős (c) klónjai *in vitro*

Az ammóniumstressz-vizsgálatban az ezüsfűt (*Elaeagnus angustifolia*) monitoroztuk (4. ábra). Megállapítottuk, hogy az ammónium-szulfát már 20 mM koncentrációban gátolja a klónok gyökér és hajtásnövekedését, de ez a gátlás állandósult értéket mutatott 50-100 mM koncentrációtartományban. Ez az eredmény egy 'vészreakció' beindítását feltételezi ilyen magas ammóniumterhelés mellett, és egy széles ammóniumtoleranciát eredményez az ezüsfűben (4a. ábra). Ezt a védekező mechanizmust jelzi, a stressz-indikátor GST enzimaktivitás-változása, amely 100 mM ammónium-terhelésig aktivitásnövekedést mutatott mind az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , mind az  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  stresszben (4c. ábra). A GDH enzimaktivitás folyamatos növekedést mutatott 200 mM  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  adagolásig, hasonlóan, de kisebb mértékben az  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  adagoláshoz (25-, 50-, 200 mM). Ez az eredmény jelzi  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  gátló hatását az GDH enzim működésére (4d. ábra).

A klorofill degradációja  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ('mint kettős N-forrás', és  $\text{NH}_4/\text{H}^+$  protoncsere indukált táp/talajsavanyodás, amely serkenti az  $\text{NO}_3$ -felvételt) mellett enyhébb mértékű volt, mint  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (400 mM) terhelés mellett, amely eredmény feltételezheti a szulfát anion kéntartalmának toxikus hatását a klorofill szintézisére ebben a magas koncentrációban (4c. ábra).

## NH<sub>4</sub>-METABOLIZMUS AZ *Elaeagnaceae* FAJOKBAN



4. ábra. Az ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*) hajtásnövekedése *in vitro* (a), klorofill tartalom változása (b), valamint GST (c), és GDH (d) enzimaktivitás változása ammónium stresszben

Eredményeink jelzik az ammóniumtoleranciára történő növénynemesítés kiemelt jelentőségét, mely megoldást nyújthat a túlzott műtrágyázás és a helytelen öntözés miatt leromlott talajok rehabilitációjára, valamint az ilyen talajon történő növénytermesztés technológiájának kidolgozására.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar kiválósági támogatásával (Kutató Kari Kiválósági Támogatás, Research Centre of Excellence, 17586-4/2013/TUDPOL) készült.

### Irodalom

- Király, K.Á., Pilinszky, K., Bittsánszky, A., Gyulai, G., Kőmíves, T. (2013): Importance of ammonia detoxification by plants in phytoremediation and aquaponics. *Növénytermelés* **26**, 99–102.
- Bittsánszky, A., Gyulai, G., Gullner, G., Kiss, J., Szabó, Z., Kátay, Gy., Heszky, L., Kőmíves, T. (2009): In vitro breeding of grey poplar (*Populus × canescens*) for phytoremediation purposes. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* **84**, 890–894.
- Pilinszky, K., Bittsánszky, A., Gyulai, G., Kőmíves, T. (2013): Ammónia méregtelenítése növényekben – A folyamat jelentősége akvapóniás és fitoremediációs rendszerekben. *J Central European Green Innovation* **1**, 97–102.

## A LILA CSUPASZ ÁRPA, MINT FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZER

BÓDI ZOLTÁN

Magánnevelő, Taktaszada

A lila csupasz árpa egy ősi gabona növény. Kedvező beltartalmi értékei (fehérje, polifenolok, különböző flavonoidok) miatt kiválóan alkalmas élelmiszerek alapanyagaként. A szerző génbankból származó hatsoros tavaszi lila szemű csupasz árpa néhány antioxidáns jellemzőjének vizsgálatát, valamint sütőipari tulajdonságait (próbacipó búzaliszt és árpa keverékéből) mutatja be, mint előzetes tanulmányt. Próbacipó sütés után a kontrollként használt búzaliszt (BL-80) és lila árpa összpolicfenol értéke 66.6 és 135.8 mg GAE/100 g termék volt, összflavonoid vizsgálatnál ugyanez az érték 32.7 és 48.8 mg CE/100 g termék volt. A lila árpa liszt bekeverési arányának növelésével (20%-ról 60%-ig) a bioaktív komponens is növekedett a próbacipóban. A lila árpa lisztjének 20-30 %-os felhasználása a próbacipókban már jelentősen emelte azok biológiai értékét, kismértékű próbacipó parameter változás mellett. A vizsgálatok rámutatnak a lila csupasz árpa, mint funkcionális élelmiszer felhasználásának lehetőségére.

**Kulcsszavak:** antioxidáns, csupasz lila árpa, funkcionális élelmiszer

## NAKED PURPLE BARLEY AS A FUNCTIONAL FOOD SOURCE

Z. BÓDI

Private breeder, Taktaszada

The purple naked barley, an ancient grain crop, is an excellent raw material for food because of its favourable nutritional value (protein, polyphenols, various flavonoids). As a preliminary study, the results of basic nutritional values and baked good characteristics (test bread originating from a mix of wheat flour and whole barley grain) of purple barley from the author's gene bank are presented, as well as results for some antioxidants including total phenolic and flavonoid values. The total phenolic values of the test bread were: wheat bread (control) 66.6 mg GA equ./100 g<sup>-1</sup> product, barley bread (control) 135.8 mg GA equ./100 g<sup>-1</sup> product, and total flavonoid values were 32.7 and 48.8 mg C equ./100 g<sup>-1</sup> product, respectively. Increasing the amount of purple barley in the flour mixture (ranging from 20% to 60%) increased the value of bioactive components in the test bread. Besides small changes in the baking characteristics (volume), the use of 20-30% purple barley flour in the test bread significantly increased the biological value. The results of this study indicate that naked purple barley is a potential source of functional food.

**Key words:** antioxidant, functional food, naked purple barley

### Bevezetés

A kukorica, búza és a rizs után az árpa a negyedik legfontosabb gabonanövény a világon. A csupasz árpa az egyik legősibb gabonaféleségünk, de alacsonyabb termése és a csekély nevelői aktivitás miatt világszerte háttérbe szorult a pelyvás árpafajták mellett. A csupasz árpa kiváló forrása az élelmiszeripari termékeknek, közvetlenül felhasználható a malomipar számára

(Bhatty 1986, Palágyi 2002). Mivel a lila árpák használata nem annyira intenzív és előrehaladott, így még őrzik (őrizhetik) a fajtára jellemző magas beltartalmi értékeket. Létjogosultsága a termesztésüknek és az élelmiszeripari célú felhasználásuknak a bennük található bioaktív komponensek magas tartalmának köszönhető. Az árpafajon belül igen széles a genetikai változatosság, a felhasználhatóságot meghatározó minőségi paraméterek tekintetében még nem teljesen kiaknázott. Korábbi vizsgálatokban (Bódi és Murányi 2010) már megállapítás nyert, hogy antioxidáns aktivitás tekintetében nagy variabilitást mutatnak a hazai fajták is. A csupasz árpák között nagy változékonyság mutatkozik a mikro- és makro-elemtartalomban, rost, fehérje, keményítő és béta-glükán tartalomban (Siebenhandl-Ehn et al. 2011). Az oldható rosttartalom az éhségérzet leküzdésében fontos (telítő hatás) és pozitív hatást gyakorol az emésztőrendszer működésére. Változékonyság tekintetében ugyanez mondható el az árpában található fitokemikáliákról is. A természetes antioxidánsok gazdag forrásai a teljes kiőrlésű árpák.

Napjainkban e téma újra reneszánszát éli és egyre több szakirodalom foglalkozik az árpa funkcionális élelmiszerként történő gyakorlati felhasználási lehetőségével (Siebenhandl-Ehn et al. 2011, Vincze et al. 2009, Bódi és Murányi 2010, Baik és Ullrich 2008).

Jelen dolgozatban a szerző génbankjában található lila szemszínű tavaszi hatsoros csupasz árpa (BZH0011 populáció) néhány beltartalmi értékét, sütőipari felhasználási lehetőségét (próbacipó sütés hagyományos BL-80 búzaliszt különböző mértékű alkalmazásával), valamint összpolicfenol és flavonoid értékét mutatjuk be. A dolgozat előzetes eredménynek tekinthető és célja a szerény számú hazai szakirodalom bővítése.

### **Anyag és módszer**

A vizsgálatban felhasznált tavaszi hatsoros csupasz lila szemszínű árpa a szerző génbankjában található BZH0011 populáció 2012. évi kitermesztéséből származik. A szaporító parcella a szokásos tavaszi árpa termesztési technológia szerint került beállításra Taktaszadán 2012. tavaszán, mészlepedékes csernozjom talajon.

A betakarítás után a minta hűtött tárolóba került a laboratóriumi felhasználásig. A laboratóriumi vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrárműszerközpontjában kerültek elvégzésre az alábbi szabványok alapján: MSZ 6369-8:1988, MSZ ISO 5530-3:1995, MSZ 6830-18:1988, MSZ EN ISO 5983-1:2005, MSZ EN ISO 6865:2001, MSZ ISO 5984:1992, MSZ 6830-19:1979 Fotometria, MSZ ISO 6496:2001.

### **Eredmények és következtetések**

A vizsgálatok során megállapítottuk a lila csupasz árpa beltartalmi jellemzőit, illetve a próbacipó sütése során alkalmazott BL-80 búzaliszt sütőipari jellemzőit (1-2. táblázat).

## FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZER ÁRPÁBÓL

1. táblázat A BZH0011 lila csupasz árpa beltartalmi jellemzői

Vizsgált paraméter (mértékegység)	Árpa (eredeti anyagra)
Keményítő (m/m)%	52,68
Fehérje (m/m)%	15,95
Rost (m/m)%	2,92
Hamu (m/m)%	2,15
Zsír (m/m)%	2,06

2. táblázat A próbacipó készítése során felhasznált BL-80 liszt sütőipari tulajdonságai

Vizsgált paraméter (mértékegység)	BL-80	Megbízhatóság
Valorigráfós értékszám	59,2	±20 VE
Vízfelvő képesség (m/m)%	61,6	±0,7ml/100g liszt
Minőségi csoport	B1	
Sikér (m/m)%	32,4	±1,0m/m %

A vizsgálatok alapján a csupasz árpa fehérjetartalma (közel 16%) jócskán meghaladja a mai pelyvás árpafajták átlag értékeit (10-12%). Ezen adat közelít a szakirodalomban található értékekhez, melyekben még magasabb fehérjetartalmat is találtak (*Villax* 1947), nem ritkán 20 % felett.

A vizsgálat során próbacipó mintasorozat sütést végeztünk, felhasználva kontrollként a BL-80 kenyérlisztből és a vizsgált árpa teljes kiőrlésű lisztjéből készült próbacipót. A mintasorozat tagjai a BL-80 és az árpa keverékéből készültek a következőkben felsorolt százalékos arányban: 80-20, 70-30, 60-40 és 40-60. A vizsgálatok három ismétlés átlagai (3. táblázat).

A próbacipó sütése során látható, hogy a kontroll BL-80 búza liszthez képest a hozzákevert lila árpa 20 illetve 30 százaléka esetén az alaki hányados kismértékben változott a kontroll búzalisztből készült cipóhoz képest, szélességben és magasságban szintén közel állnak. A próbacipó térfogatát vizsgálva a kontrollhoz képest a 20 és 30 %-os keverési aránynál már a termelő széndioxid egyre kevésbé tudta a cipó bélzetének szerkezetét fellazítani, ami a 40 és a 60 százalékos keverési aránynál már a kontroll árpa cipójához konvergált.

3. táblázat A vizsgált lila árpa és a kenyérlisztből készült próbacipók jellemzői

Vizsgált paraméter	Cipó tömeg (g)	Cipó térfogat (cm <sup>3</sup> )	Cipó szélesség (cm)	Cipó magasság (cm)	Alaki hányados
kontroll (BL 80)	370	665	13.25	6.8	1.95
kontroll (Árpa)	353	322.5	10.7	5.4	1.98
80% BL-80 + 20% Árpa	361	557.5	12.65	7	1.805
70% BL-80 + 30% Árpa	359.5	515	12.45	6.45	1.93
60% BL 80 + 40% Árpa	359.5	452.5	12.25	6.05	2.025
40% BL 80 + 60% Árpa	357	395	11.55	5.65	2.045
SzD <sub>5</sub> %	1.54	7.03	0.22	0.14	0.03

4. táblázat. Egyes bioaktív komponensek mértéke a próbacipókban

Vizsgált paraméter	Összpolifenolok (mg GAE/100g termék)	Flavonoidok (mgCE/100 g termék)
kontroll (BL 80)	66.6	32.72
kontroll (Árpa)	135.8	48.8
80% BL-80 + 20% Árpa	82.8	37.58
70% BL-80 + 30% Árpa	89.68	38.54
60% BL 80 + 40% Árpa	97.65	40.42
40% BL 80 + 60% Árpa	104.85	43.01
SzD <sub>5</sub> %	0.99	0.28

A próbacipók bioaktív komponenseit vizsgálva (4. táblázat) megállapítható, hogy a keverésnek köszönhetően a csupasz lila szemszínű árpában lévő kedvező élettani hatású polifenolos vegyületek – antociánok, flavonoidok – tartalma emelkedik a kevert próbacipókban is. Napjainkban számos szakirodalom alátámasztja a flavonoidok antioxidáns, antikarcinogén és gyulladáscsökkentő, összességében egészségvédő és betegségmegelőző tulajdonságait. A lila árpa aleuron rétegében található antocianidinek és glikozidjaik, az antociánok okozzák a próbacipók – az árpa keverési arányának emelésével fokozódó – sötétebb színét. Antioxidáns hatásuk révén számos kutató hívta fel az élelmiszeripari felhasználásukra a figyelmet (Nam *et al.* 2006, Abdel-Aal *et al.* 2006).

Jelen dolgozatban, mint előzetes tanulmányban megállapítható, hogy a lila csupasz árpa magasabb beltartalmi (fehérje, bioaktív komponensek) értékével, már kis mértékű, 20-30 %-os bekeverési arány mellett is lényegesen növelheti a sütőipari termékek biológiai értékét. Továbbá kiváló forrást nyújthat és alapot teremthet a funkcionális élelmiszerek fejlesztéséhez.

Előzetes vizsgálatainkból látható, hogy a különböző árpa genotípusokban található beltartalmi értékek kiaknázása mindinkább szükséges és segítheti a célirányos nemesítési munka elindítását. Ezt támasztotta alá Villax Ödön (Villax 1947) több mint fél évszázaddal ezelőtti megállapítása, miszerint „Érdemes lenne a csupasz árpát őszi takarmány-, sőt tavaszi sörárpa nemesítéseinknél is számításba venni. Az emészthetetlen pelyva hiánya, a telt mag, a nagyobb fehérjetartalom és az erősebb rugalmasabb szalma nagy érték a nemesítőre.”

### Köszönetnyilvánítás

Munkámat a” Növényi genetikai erőforrások és mikroorganizmusok ex situ megőrzése” (53/2011. (VI.10.) VM rendelet) című pályázat támogatásával végeztem.

### Irodalom

- Abdel-Aal, E. M., Young, J. C., Rabalski, L. (2006): Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple and red cereal grains. *Agricultural and Food Chemistry*, **54**, 4696-4704.
- Baik, B-K., Ullrich, S. E. (2008): Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, **48**, 233-242.



- Bhatty, R. S. (1986): Physiochemical and Functional (Breadmaking) Properties of Hull-less Barley Fractions. *Cereal Chem.* **63**, 31-35.
- Bódi, Z., Murányi, I. (2010): Őszi árpa fajták vas(III)-ion redukáló antioxidáns aktivitásának előzetes eredményei. *Növénytermelés*, **59**, 25-32.
- Nam, S. H., Choi, S. P., Kang, M. Y., Koh, H. J., Kozukue, N., Friedman, M. (2006): Antioxidative activities of bran from twenty-one pigmented rice cultivars. *Food Chemistry*, **94**, 613-620.
- Palágyi, A. (2002): Csupasz zab- és árpafajták a nemesítésben és a köztermesztésben. *Növénytermelés*, **51**, 233-246.
- Siebenhandl-Ehn, S., Kinner, M., Leopold, L. F., Popperitsch, B. M., Prückler, M., Wurbs, P., Poisinger, S., Kalas, E., Berghofer, E., Grausgruber, H. (2011): Hulless Barley Rediscovered Source for Functional Foods Phytochemical Profile and Soluble Dietary Fibre Content in Naked Barley Varieties and Their Antioxidant Properties. *Phytochemicals - Bioactivities and Impact on Health*, Prof. Iraj Rasooli (Szerk.), ISBN: 978-953-307-424-5, InTech, DOI: 10.5772/26952.
- Villax, Ö. (1947): Árpa. *Növénynevelés II. kötet Különleges növénynevelés*. Magyaróvár. Pátria Rt. pp. 139.
- Vincze, É., Lange, M., Aaslo, P., Nielsen, A. L-L., Holm, P. B. (2009): Improving the baking quality of barley; barley bread as a novel functional food. In H. Sørensen, S. Sørensen, A. D. Sørensen, J. C. Sørensen, K. E. Andersen, C. Bjerregaard, & P. Møller (Szerk.), *Book of Abstracts of the Euro Food Chem XV - Food for the Future - the Contribution of Chemistry to Improvement of Food Quality*. pp. 174.

## ÚJ BŐTERMŐ, REZISZTENS TRITIKÁLÉ FAJTA: MV SÁMÁN

BOGNÁR ZOLTÁN, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A tritikálé (*Triticosecale Wittm.*) céltudatos keresztezés eredményeként létrejött hibrid, amelyet a búza és rozs keresztezéséből állítottak elő. A tritikálét elsősorban állati takarmányozásra használják szerte a világon. Termőképességét tekintve a búzával versenyképes termésmennyiség elérésére képes, ugyanakkor a termőhelyi adottságokra kevésbé érzékeny növényfaj. Martonvásáron közel két évtizede indult újra a tritikálé nemesítés. Az első martonvásári nemesítésű őszi tritikálé, az Mv Sámán 2012-ben kapott állami elismerést. Az új fajta fő előnye kimagasló termőképessége, illetve betegségekkel szembeni kiváló ellenállósága.

**Kulcsszavak:** tritikálé, nemesítés, rezisztencia

### MV SÁMÁN: THE NEW, RESISTANT, HIGH YIELDING TRITICALE VARIETY

Z. BOGNÁR, L. LÁNG, Z. BEDŐ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The triticale (*Triticosecale Wittm.*) is a hybrid bred by directed crosses of winter wheat and rye and it is primarily used for animal feeding world-wide. Triticale is able to produce a grain yield competitive with that of winter wheat; nevertheless it is more resistant to environmental conditions such as nutrient supply of the soil. Triticale breeding program in Martonvásár restarted almost two decades ago. As a result of this work, the first cultivar of winter triticale, called Mv Sámán, was registered in 2012. The main advantages of this new variety are high yield potential and excellent disease resistance.

**Key words:** triticale, breeding, resistance

### Bevezetés

A tritikálé (*Triticosecale Wittm.*) céltudatos keresztezés eredményeként létrehozott hibrid, amelyet a búza és rozs keresztezéséből állítottak elő (Lelley 2006). A tritikálét elsősorban állati takarmányozásra használják szerte a világon, de lisztje speciális sütőipari termékekhez is használható. Termőképessége a búzával versenyképes, ugyanakkor a termőhelyi adottságokra kevésbé érzékeny növényfaj. A tritikálé termesztését gazdaságossá teszi, hogy a fő gabonafélékhez képest kevesebb műtrágya és gombaölő szer felhasználásával termeszthető. A tritikálét többnyire a gyengébb adottságú területeken termesztik, ahol a búzánál versenyképesebb. Ezekben a talajokon korábban rozsot termesztettek, a tritikálé termesztése azonban a rozshoz képest egységnyi területen nagyobb termés elérését teszi lehetővé. A tritikálé termesztése világszerte az 1970-es években

kezdődött meg, s napjainkig folyamatosan növekszik a vetésterülete, amely az elmúlt években a négymillió hektárt is meghaladta világviszonylatban. Magyarországon a hetvenes évek próbatermesztéseit követően széleskörű elterjedése az 1990-es évek elején kezdődött. Napjainkra hazai vetésterülete 120-150 ezer hektár között stabilizálódott.

1950-1957 között Kiss Árpád állított elő fertilis tritikálé törzseket Martonvásáron (Kiss 1968), majd több évtizedes szünet után közel két évtizede indult újra a tritikálé kutatás Martonvásáron. Ennek eredményeként 1990-ben minősítették a honosított Presto tritikálé fajtát (Láng *et al.* 2002), majd ezt követte 1991-ben a Tewo és Moniko (Bedő *et al.* 1992), majd 1998-ban a Lamberto és a Kitaro fajta. 2001-ben a Disco és a Magnat, 2002-ben pedig a Zorro, valamint a bőtermő, kiváló agronómiai tulajdonságokkal rendelkező Leontino kapott állami elismerést. Hazánkban ma Martonvásár mellett Kisvárdán és Szegeden is folyik eredményes tritikálé nemesítés, így a lengyel fajták mellett a hazai fajták nagyobb arányú elterjedése is várható (Bóna 2004, 2011).

A tritikálé széleskörű elterjedésével párhuzamosan a korábban rezisztens fajtákon mind több betegség jelent meg, ezért napjainkban a búzanesítéshez hasonlóan a tritikálé esetében is nemesíteni kell a legfontosabb gombabetegségek (lisztharman, levélrozsda, szárrozsda) elleni rezisztenciára. Több tritikálé fajtajelölt kipróbálását követően a 2009-ben MT09-09 néven bejelentett törzs 2012-ben Mv Sámán néven kapott állami elismerést, ezzel megszületett az első marionvásári nemesítésű tritikálé fajta.

### Anyag és módszer

Az Mv Sámán fajta a Nemo/Feridal kombinációból származik. A lengyel és svájci eredetű fajták keresztezésére 1996-ban került sor. Az első egyedkiválogatás az F<sub>2</sub> nemzedékben történt és a következő két évben megismétlődött. F<sub>5</sub> nemzedékben a törzs kiegyenlítetttségének javítása érdekében újabb kalász szelekciót végeztünk, majd ezt követően a kiegyenlített kalász-utódsorok egybearatásával elegendő mag állt rendelkezésre több ismétléses kísérletek beállításához. 2002-ben két termőhelyen termés összehasonlító kísérletben két testvér törzs szerepelt. A kombináció kiegyenlítetttsége miatt a fajtafenntartó törzsek összehozásával létrehozott populációból két követő évben végzett ismételt egyedkiválogatás (F<sub>8</sub> és F<sub>9</sub> nemzedék) történt, majd obszervációs kísérlet (2007, F<sub>10</sub>) került elvetésre. 2008-ban a kombinációból szelektált 5 testvér törzset vizsgáltunk több ismétlésben, két termőhelyen, melyek közül csupán egy bizonyult a kontrollonknál produktívabbnak. A versenyképes, MT09-09 kódszámú törzs a két termőhelyen megismételt kísérletekben 2009-ben is bőtermőnek bizonyult, fajtafenntartó parcellái pedig megfelelő homogenitással rendelkeztek a fajtabejelentéshez. Az Mv Sámánt 2009/2010 és 2010/2012 között vizsgálták az MGSZH/NÉBIH kísérletekben, és 2012-ben kapott állami elismerést.

### Eredmények és következtetések

Az Mv Sámán egy hexaploid tritikálé, amelyet a Nemo és a Feridal fajták keresztezéséből hoztak létre. Életformáját tekintve egy őszi, jó fagyállósággal rendelkező fajta.

## ÚJ TRITIKÁLÉ FAJTA: MV SÁMÁN

Növénymagassága 105-120 cm évjárattól és termesztési körülményektől függően. Tritikálé esetében ez optimálisnak tekinthető magasság. A szárbél keresztmetszetben közepesen vastag, amely igen erős szárszilárdságot biztosít a megdőléssel szemben.

A tritikálé fajták jellegzetes tulajdonsága a zászlólevél fülecskéjének antociános színeződése. Ennél a fajtánál ez nem tapasztalható. A levélhüvely és a levelek fonáki része erősen szőrözött.

Az Mv Sámán egy laza, középhosszú, erősen viaszolt kalással rendelkezik és a kalász alatti szárrésze hosszán és erősen szőrözött. Kalászolási és érési idejét tekintve a középkorai csoportba tartozik.

A martonvásári szántóföldi és provokációs kísérletek alapján lisztharmat- és szárrozsdagombával szemben teljes ellenállóságot tapasztaltunk. A levélrozsda betegséggel nagyobb epidémia esetén kis mértékben fertőzödhet. Levélfoltossággal és fuzáriumos megbetegedéssel szemben is megfelelő ellenállóságot mutatott.

Az Mv Sámán kiváló produktivitását mutatja, hogy a minősítő kísérletek során a három év átlagában öt százalékkal termett többet a kontroll fajtákhoz képest (1. táblázat).

1. táblázat Őszi tritikálé kispárcellás fajtaösszehasonlító kísérleti eredmények  
(NEBIH, 2010-2012)

Fajta	t/ha	rel.%
Mv Sámán (MT09-09)	8,07	105
Disco (st.)	7,49	97
Titan (st.)	7,95	103
St. fajták átlaga	7,72	100

A kísérleti eredmények közül érdemes kiemelni a 2010. évi szombathelyi eredményeket, ahol az Mv Sámán 11,43 tonna hektáronkénti szemtermést ért el. 2011-ben az őszi tritikálé kispárcellás fajtaösszehasonlító kísérletekben 110,5%-al az első helyen végzett.

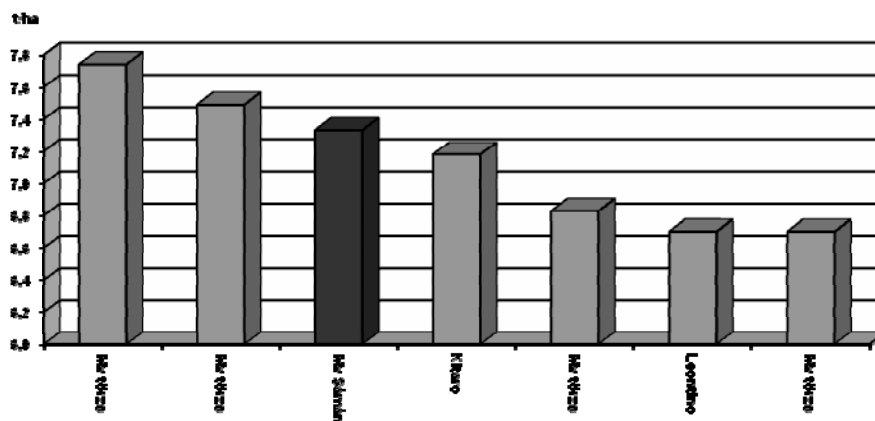
Az Mv Sámánnak középhosszú kalászaik vannak, kalásonként 32-37 kitelt, átlagosan 41-45 gramm ezerszem-tömeget adó szemekkel.

A több éves martonvásári és a hároméves minősítő kísérletek vizsgálati alapján az Mv Sámán kimagaslóan jó bokrosodó képességű fajtának bizonyult (2. táblázat). A kontrollokhoz és kísérleti átlaghoz képest is jelentősen magasabb a kalások száma, aminek köszönhetően jelentős terméstopplett elérésére képes.

2. táblázat Őszi tritikálé kispárcellás fajta összehasonlító kísérleti eredmények,  
kalász-szám m<sup>2</sup>-ként (db)  
(NEBIH, 2010-2012)

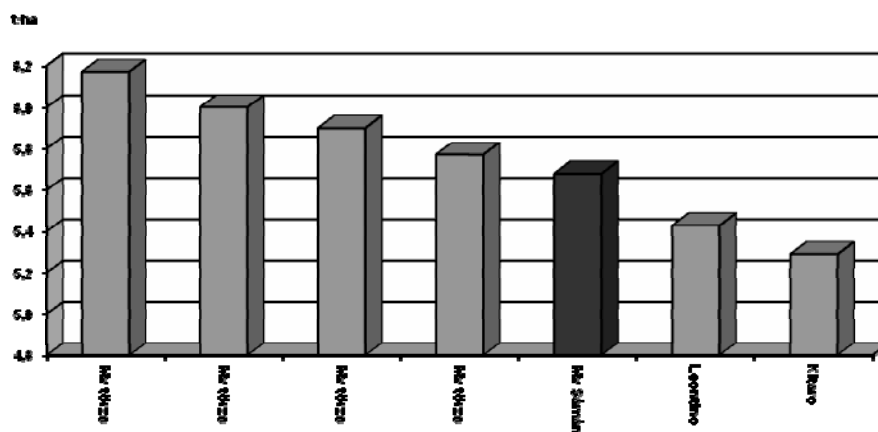
Genotípus/év	2010	2011	2012	átlag
Titán st.	581	547	534	554
Disco st.	517	424	516	486
Mv Sámán	677	572	668	639
kísérleti átlag	602	533	575	570

Az Mv Sámánt több éven át vizsgáltuk a martonvásári kísérletekben (1. ábra). Kísérleteinkben a Magyarországon hosszú ideje termesztett, jó agronómiai tulajdonságokkal rendelkező Kitaro, és az igen bőtermő Leontino lengyel fajtákat állítottuk be kontrollként. Az Mv Sámán három év átlagában a kontroll fajtákat megelőzve 7,3 tonnát termett hektáronként.



1. ábra Fajtaösszehasonlító kiscellás kísérletek termés eredményei, (Martonvásár, 2011-2013)

Extenzív termesztési körülmények között (2. ábra) a lászlópusztai tenyészkertben alacsonyabb (5,68 tonna / hektár) termésmennyiség érhető el a fajtával. Még ilyen körülmények között is a kontroll fajtához képest 0,2-0,5 tonnával több termés volt kimutatható.



2. ábra Fajtaösszehasonlító kiscellás kísérletek termés eredményei, (Lászlópuszta, 2009, 2010, 2012 és 2013)

Az Mv Sámán magas szaporulati fokú vetőmag előállítására az elmúlt években sikeresen megkezdődött. Kellőképpen kiegyenlített, a hatósági szabványoknak megfelelő minőségű vetőmagja már a nagyobb gazdaságokban az ország különböző termesztési körzeteiben elvetésre került.

Az Mv Sámán minősítésével megszületett az első martonvásári nemesítésű bőtermő, a különböző környezeti feltételekhez alkalmazkodni képes kiváló betegség ellenállósággal rendelkező tritikálé fajta. Az elmúlt években számos új keresztezést végeztünk üvegházban és szántóföldön felnevelt növényekkel, szélesítve a tritikálé genetikai hátterét. A parcellás kísérletek eredményeiből (1. és 2. ábra) jól látható, hogy több versenyképes tritikálé törzs született a nemesítési programban. Magyarországi és romániai kísérletekben jelenleg is több martonvásári törzset vizsgálnak, melyek közül az elkövetkezendő években új minősített fajták szülehetnek.

### Irodalom

- Bedő, Z., Balla, L., Láng, L. (1992): Végleges polgárjogot nyert a tritikálé. Két új fajta: Tewa és Moniko, *Martonvásár* 4:(2) 3-4. pp
- Bona, L. (2004): *Triticale in Hungary*. In: M. Mergoum (ed.) *Triticale* FAO Book. S., Rome, 2004. pp119-121.
- Bóna L. (2011): Tritikálé: egy fiatal növény új lehetőségek előtt. In: Oláh, I. (szerk.) *MAG Arany Évkönyv 2011*, Bétaprint Nyomda, Budapest, pp. 39-43.
- Kiss, Á. (1968): *Triticale, a homok új gabonája*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 12-18. pp
- Láng, L., Bedő, Z., Megyeri, M. (2002): Megújult tritikálé választék, *Martonvásár* 14:(2) 8 pp
- Lelley, T. (2006): Triticale: A low-Input Cereal with Untapped Potential. In: *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Cereals*, Volume 2, 396-414. pp.

## MAGYAR NEMESÍTÉSŰ RÓZSAFAJTÁK ELLENÁLLÓSÁGA A LOMBOT KÁROSÍTÓ KÓROKOZÓKKAL ÉS KÁRTEVŐKKEL SZEMBEN

BORONKAY GÁBOR

NAIK Gyümölcssteresztési Kutatóintézet

A magyar rózsafajták termesztési értékének meghatározására a 2004-2007-es években ősszel, 3 helyszínen 24 Márk Gergely által nemesített ágásrózsán és 3 kontroll fajtán vizsgáltuk a lombon előforduló kór- és kárképeket. Az adatokat fajtánként közel 500 levélke bonitálásával vettük fel, és variancia- és főkomponens analízissel értékeltük ki. Átlagosan a nyári lomb 49%-a hiányzott, az eredeti levélfelület 32%-a volt tünetmentes, 8%-a diplokarpon-, 5%-a rozsdá-, 0,5%-a lisztharmat fertőzött volt, 5,5% mutatott egyéb károsodást. A tünetmentes lomb mennyisége mind a fajta, mind az évszám, mind a helyszín (agrotechnika) hatására szignifikánsan eltért. A jelentősebb kárképek között nem találtunk szoros összefüggést. A legegészségesebb lombúnak a 'The Fairy', a 'Szabó Dezső emléke' és 'Báthory István emléke' bizonyult. A 'Szent Margit' diplokarponra és lisztharmatra, a 'Bethlen Gábor emléke' pedig rozsdára bizonyult érzékenynek. A jól újuló lombú fajtákat találtuk a legegészségesebbeknek, ennek genetikai forrása a vizsgált rózsáknál a Rosa wichuraiana és ennek Rosa rugosa-val alkotott hibridje, a kordesii fajtacsoport.

**Kulcsszavak:** diplokarpon, rózsá lisztharmat, rózsározsdá, floribunda, polianta

## RESISTANCE OF THE HUNGARIAN ROSES TO LEAF DISEASES

G. BORONKAY

NAIC Research Institute for Fruit Growing

In the autumns of years between 2004 and 2007, at 3 places, 24 bedding roses bred by Gergely Márk and 3 control varieties were evaluated to estimate their values in cultivation by assessing their resistance to leaf diseases. Almost 500 leaflets/cultivars were ranked and the data were evaluated by ANOVA and PCA. On the average, 49% of the summer foliage was absent, 32% of the leaves' surface was symptomless, 8% infected by Diplokarpon, 5% by rust, 0,5% by powdery mildew and 5,5% by other diseases. The difference of the quantity of asymptomatic foliage between varieties, years and places (agro-technique) were significant as well. There was no tight correlation between the symptoms of the most important diseases. 'The Fairy', 'Szabó Dezső emléke' and 'Báthory István emléke' varieties had the healthiest foliage. 'Szent Margit' was sensitive to Diplokarpon and powdery mildew, and 'Bethlen Gábor emléke' to rust. The best varieties in this study are those that can highly regenerate their foliage. The source of this feature at the assessed roses was Rosa wichuraiana and its hybrid with Rosa rugosa, the kordesii class.

**Key words:** Diplokarpon, rose powdery mildew, rose rust, floribunda, polyantha

## Bevezetés

A XX. században Márk Gergely rózsanemesítő révén Magyarország a jelentősebb rózsafajta-előállító országok közé emelkedett. Munkássága révén több mint 800 hazai fajta és fajtajelölt jött létre. Ennek az állománynak az objektív értékelése rendkívül fontos feladat, melynek alapvető eleme a fajták betegség ellenállóságának értékelése, mely esztétikai és gazdasági szempontból is kritikus fajtulajdonság. Célunk néhány jelentős magyar rózsafajta lombot károsító kártevőkkel és betegségekkel szembeni ellenálló képességének megállapítása, és a vizuálisan felismerhető tünetek közötti összefüggés kimutatása volt.

## Anyag és módszer

Összesen 27 ágyásrózsa fajtát vizsgáltunk, melyeket a nemesítőjük polianta, vagy floribunda fajtacsoportba sorolt be. Ebből 24 fajta volt magyar nemesítésű, mindegyiket Márk Gergely hozta létre, és kontrollként további 3 külföldi fajtát vizsgáltunk.

A vizsgálat három helyszíne a NAIK budatényi rózsakertje (Budapest), Margitsziget (Budapest) és Márk Gergely nemesítő kertje (Törökbálint) volt, egymástól jelentősen eltérő mezoklimával és talajtani adottságokkal.

A felvételezéseket a 2004., 2005. és 2007-es években végeztük, szeptemberben és októberben. Mindhárom helyszínen augusztusra befejeződött az éves vegyszeres növényvédelem, így a mintázás idején az egyes fajták egészségi állapotát ez már nem befolyásolta jelentősen.

Olyan lombon előforduló tüneteket vizsgáltunk, melyek vizuálisan felismerhetőek, megkülönböztethetőek, és rontják a rózsatövek esztétikai értékét, illetve károsítják a növényeket. Minden látható tünetet felvettünk, és a következő csoportosításban értékeltünk ki: 1) Lombvesztés 2) Diplokarponos levélfoltosság: *Diplocarpon rosae* Wolf.; 3) Rozsda: *Phragmidium mucronatum* (Pers.) Schlecht. és *Ph. tuberculatum* J.B.Müll.; 4) Lisztharmat: *Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.) de Bary; 5) „Egyéb gombabetegség” csoportba vontuk össze: Peronoszpóra: *Peronospora sparsa* Berk.; Szfácelómás levélfoltosság: *Sphaceloma rosarum* (Pass.) Jenk.; Botritiszes betegség: *Botrytis cinerea* Person.; 6) „Nem meghatározható” foltbetegség: A tünet a lomblevelek színén látható, apró sötét, szaporító-képletek nélküli folt; 7) Rovarkártétel: Jóformán kizárólag a rózsakabóca: *Edwardsiana rosae* Linné. kárképe volt jelentős minimális rágásnyom mellett; 8) Lombszínéződés: Ez alá a fogalom alá rendeltünk minden olyan tünetet, mely megváltoztatta a lomb felszínének színét, illetve textúráját, és az előző kategóriákba nem lehetett besorolni.

Évi 15-15 levélkét gyűjtöttünk be tövenként, maximálisan 10 tő/fajtaról, néhány esetben a töveken kevesebb értékelhető minta volt. A levélkéket Budatényben laboratóriumi körülmény között értékeltük ki, Törökbálinton és Margitszigeten *in situ* kellett dolgozni, ott a lomb a tövön maradt. Mindhárom helyszínen azt vizsgáltuk, hogy a fent felsorolt kategóriákban a tünetek a lomb hányad részét borítják 1/5 levélke felbontásban.

A felmérések során kiderült, hogy nem kerülhető el a lombhullás mértékének megbecslése, tekintve, hogy különböző gombafertőzések hatására a tövekről olyan nagy mennyiségben pereggett le a lomb, hogy figyelmen kívül hagyása torzította volna az adat-felvételezést. Ezt az értéket nyári és őszi lombtömeg bonitálás adatokkal becsültük meg, és 5%-os fokozatban %-ban adtuk meg. A nyári lomb-újulatot a le nem hullott lombbal összevonva kezeltük. A kiértékelésben betegség-ellenállóságnak a tövön maradt lomb tünetmentes részét vettük alapul. A végső eredményeket a teljes nyári lombzat %-ában fejeztük ki.

A fajták fogékonyságának, az évjárat hatásának és a mikroklíma szerepének kiértékelésére Leven-féle szórásvizsgálatot, többtényezős variancia-analízist, a kór- és kárképek egymás közötti kapcsolatának tisztázására pedig főkomponens és Pearson-féle korreláció analízist végeztünk.



### Eredmények

A felvételezések összevont eredményét fajtánként átlagolva az 1. ábrán mutatjuk be (a szignifikáns differenciák a változó mintaszám miatt eltérőek, ezért nem ábrázolhatóak), míg a tünetek átlagos borítottsága az 1. táblázatban látható.

1. táblázat Az egyes tünetek által borított lombfelület átlagos mennyisége a nyári teljes lombfelület százalékában a 2004-2007-es évek mérései alapján

Tünet	Lehullott lomb	Diplokarponos	Rozsda	Lisztharm.	Egyéb gomb.
Arány	48,8%	8,0%	4,8%	0,5%	0,5%
Tünet	Nem meghat.	Rovarkártétel	Lombszineződés	Tünetmentes	Teljes lomb
Arány	1,7%	0,3%	3,0%	32,4%	100%

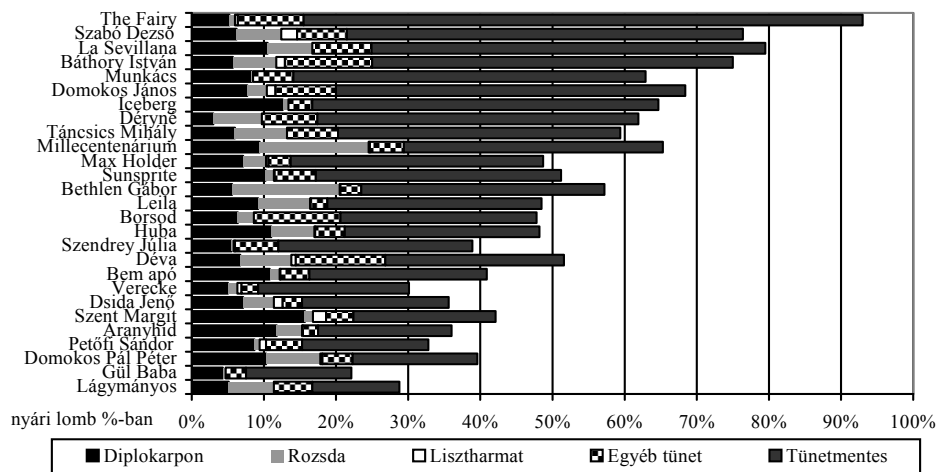
A legfontosabb értékmérőnek a tövön maradt egészséges lomb mennyiségét találtuk. Variancia-analízis alapján 5%-os szignifikanciaszinten mind a fajtáknak, mind az évjáratnak, mind a vizsgálat helyszínének hatása van a tünetmentes lombfelület mennyiségére. A fajták között olyan jelentős a szóráseltérés, hogy itt a variancia-analízis nem hiteles, de a fajták hatása mégis annyira erőteljes ( $P=0$ ), hogy az ellenálló képesség fokát a fajtakérdés valószínűleg nagyban befolyásolja. A tüneteket legnagyobb és legkisebb mértékben mutató fajta egészséges lombfelülete között igen jelentős: 5,3-szeres volt a különbség.

Kiemelkedően a legjobb lombozatú a polianta kontroll, a 'The Fairy' volt. Ennek oka származásában keresendő, mivel *Rosa wichuraina*-tól örökölte diplokarpon rezisztens leveleit.

A legegészségesebb lombú magyar fajták a vörös 'Szabó Dezső emléke' és a 'Báthory István emléke' voltak, mindkettő a szintén kiváló 'La Sevillana' kontroll utóda. Hasonlóan értékes, a vörös 'Munkács', melynél az adatok szórása is alacsony. Jellegzetes a sárga 'Domokos János emléke' egészséges lombozata: az irodalomban emlegetett, sárga színnel kapcsolatban álló kimagasló betegség érzékenysége, mely *Rosa foetida* eredetű (Shepherd 1954), nem tapasztalható ennél a fajtánál. Nyárvégi hajtás- és lomb-újulata ellensúlyozza a betegen lehullott lombot. Ez annak köszönhető, hogy leszármazottja a kordesii fajtacsoportnak, melyet kifejezetten az egészséges lombozat elérésére hoztak létre *Rosa rugosa* és *R. wichuriana* felhasználásával.

Vizsgálva az évjáratokat, a 2005 és 2007-es évben 5%-os szignifikancia szinten nagyobb volt a lombkárosodás, mint a 2004-esben. Eltérést a helyszínek között is ki lehetett mutatni: Törökbálinton szignifikánsan kisebb volt a tünetmentes lomb aránya, mint a másik két helyszínen.

Lombvesztés: Statisztikailag jól értékelhető volt, az itt kapott eredmények szorosan korrelálnak az egészséges lomb mértékével. Az adatok alapján az alacsony fajták jóval érzékenyebbek a lombhullásra, mint a robusztus rózsák. A tünetet irodalmi adatok szerint szabadföldön elsősorban diplokarponos levélfoltosság (Whitaker et al. 2007) és rózsarozsda okozza.



1. ábra A vizsgált fajták levélkéin megfigyelt tünetek átlagos területe a nyári lombmennyiség arányában a 2004-2007-es évek mérései alapján, a tünetmentes felület sorrendjében. 100%-nál rövidebb oszlop lombhullást jelez.

Diplokarponos lombfoltosság: Sem a fajták, sem a helyszínek között szignifikáns differenciát nem találtunk. Valószínűsíthető, hogy a lombhullás, mint tünet elfedte a feketefoltosság látható jeleit, mivel az erősen fertőzött levél lehullik. Legkevésbé láthatók fekete- vagy csillagfoltosság tünetek a 'Déryné' lombján. Leginkább érzékeny a 'Szent Margit' fajta volt.

Rózsarozsda: A rozsdafertőzés a vizsgált években és helyszíneken lényegesen kisebb volt, mint a diplokarpon fertőzés. Az évszázad hatása a rozsdafertőzés mértékében jól kimutatható, de a fajták közötti különbség 5%-on nem szignifikáns. Valószínűleg itt is összefügg a lombhullás az erős fertőzéssel (Hertelendy et al. 2008). Kiemelni csak két, magasan átlag feletti rozsdá-érzékeny rózsát lehet: a 'Millecentenárius'96'-t, és a 'Bethlen Gábor emléke'-t.

Lisztharmat: A fajták érzékenységét nem fedi el a lombhullás mértéke, mivel mindig a csúcshajtások fertőződtek. A legtöbb fajta érzékenysége – a rozsdához hasonlóan – minimális volt. Kiemelkedő volt a 'Szabó Dezső emléke' és a 'Szent Margit' fajta fertőzöttsége.

Rovarkártétel: A rovarkártétel szerepe nem túl jelentős, a teljes lomb alig 3 ezrelékét károsította, csak két, rózsakabócától erősen károsodott fajtát találtunk, a 'The Fairy'-t és a 'Báthory István emléke'-t. Mindkettő sűrű lombosított rózsák, ahol nehéz a kártevőket gyéríteni.

Pearson-féle korrelációs vizsgálat szerint nincs szoros kapcsolat az egyes tünetek között. A rejtett összefüggések pontosabb kiértékelésére főkomponens-analízist használtunk, ahol három komponensre redukáltuk le a lomb egészségi állapotát jellemző paramétereket. Ez összesen 58%-át magyarázza meg a tünetek teljes varianciájának: sok az egymástól független hatás.

A főkomponens-analízis alapján a tünetek közül leginkább elkülönül a liztharmat, gyakorlatilag ennek varianciáját fejezi ki a 3. komponens. Feltűnő a rozsdá tüneteinek és az úgynevezett „nem meghatározott foltbetegség” tüneteinek nagyon szoros kapcsolata: a kérdéses betegség valószínűleg fejletlen rozsdafertőzés. A három leggyakoribb betegség, a diplokarponos foltbetegség, a rozsdá és a liztharmat (Noack 2003) között szorosabb összefüggést nem lehetett kimutatni, ezek tünetei függetlenek egymástól.

### Következtetések

Vizsgálataink során a legjelentősebb tünet a korai lombhullás volt, ami szignifikánsan eltért a fajták között, így fajtaválasztással befolyásolható egy rózsáállomány egészségi állapota. Nem hagyható azonban figyelmen kívül sem az időjárás, sem a kiültetés helyének klimatikus sajátossága sem.

Diplokarpon rezisztens fajtát nem találtunk – ilyenről az irodalmi adatok sem tudnak (Walker *et al.* 1996) – a kimutatott rozsdá- és liztharmat-mentesség pedig az alacsony általános fertőzés miatt nem tekinthető valódi rezisztenciának. A legjobb magyar fajtáknak a magas vörös floribundák bizonyultak, a 'Szabó Dezső emléke' és a 'Báthory István emléke'.

Az adatok alapján az alacsony fajták egészséges lombja jóval kisebb mennyiségű, mint a robusztusaké. A 'The Fairy' és a 'Domokos János emléke' jól regenerálódó lombzata arra utal, hogy a *Rosa wichuraiana* fajt (Ma *et al.* 1997) és hibridjét, a kordesii fajtacsoportot (*Rosa wichuraiana* x *R. rugosa*) érdemes újra nemesítésbe vonni.

### Irodalom

- Hertelendy, P., Gergely, L., Szlávik, Sz., Birtáné Vas, Zs., Jakabné Kondor, M. (2008): Rozsdagombákkal szembeni rezisztencia-vizsgálatok az OMMI (MGSZH) fajtakísérletekben. *Növényvédelem*, **44**, 365-369.
- Ma, Y., Byrne, D.H., Chen, J. (1997): Amphidiploid induction from diploid rose interspecific hybrids. *HortScience*, **32**, 177-205; 292-295.
- Noack, R. (2003): Selection Strategies for Disease and Pest Resistance, 49-55. p. in: Roberts, A., Debener, Th., Gudin, S. (eds) *Encyclopedia of Rose Science*, 2003, s. 1., Elsevier.
- Shepherd E. R. (1954): Yellow-Austrian, Persian, and Scotch in: Shepherd E. R. *History of the Rose*, s. 1., The Macmillian Company, 177.
- Walker, S., Mandegaran, Z., Roberts, A.M. (1996): Screening roses for resistance to *Diplocarpon rosae*. *Acta Horticulturae*, **424**, 389-391.
- Whitaker, V.M., Zuzek, K., Hokanson, S.C. (2007): Resistance of 12 rose genotypes to 14 isolates of *Diplocarpon rosae* Wolf (rose blackspot) collected from eastern North America. *Plant Breeding*, **126**, 83-88.

A *Solanum stoloniferum* EREDETŰ BURGONYA Y VÍRUS EXTRÉM  
REZISZTENCIA GÉN ( $R_{y_{sto}}$ ) *IN SILICO* ANALÍZISE ÚJ  
GENERÁCIÓS SZEKVENÁLÁSI ADATOK FELHASZNÁLÁSÁVAL

CERNÁK ISTVÁN<sup>1</sup>, RAMIN HAJIANFAR<sup>2</sup>, FRIEDERIKE TROGNITZ<sup>3</sup>,  
BODO TROGNITZ<sup>3</sup>, CELINE PRAKASH<sup>4</sup>, BÁNFALVI ZSÓFIA<sup>5</sup>, TALLER JÁNOS<sup>2</sup>,  
POLGÁR ZSOLT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, AC, Burgonyakutatási Központ, Keszthely

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely

<sup>3</sup>Austrian Institute of Technology, Vienna

<sup>4</sup>Center for Integrative Bioinformatics, Vienna

<sup>5</sup>Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont, Gödöllő

A burgonyatermesztésben a legnagyobb károkat, a burgonya Y vírus (PVY) és a burgonyavész (fitoftóra) okozzák. Mivel a hagyományos növényvédelmi módszerekkel szemben számos környezetvédelmi, ökonómiai probléma merül fel, a modern védekezés alapja a rezisztens fajták előállításának és használata. A kórokozókkel szemben összetett rezisztenciát hordozó új fajták előállítása azonban komplex nemesítési feladat. A sikerhez a hagyományos nemesítési módszereket célszerű a modern molekuláris genetikai eljárásokkal kombinálni. Ehhez elengedhetetlen a növényben végbemenő rezisztenciához kapcsolt életfolyamatok genetikai hátterének megismerése.

A jelen kutatási programban új generációs szekvenálásból származó adatok analízisével kívánjuk a PVY extrém rezisztencia folyamatban részt vevő géneket azonosítani, különös tekintettel a keszthelyi nemesítési alapanyagokban jelen lévő *Solanum stoloniferum* eredetű PVY extrém rezisztenciát biztosító  $R_{y_{sto}}$  génre.

**Kulcsszavak:** PVY, extrém rezisztencia, burgonya, génexpresszió, új generációs szekvenálás

*IN-SILICO* ANALYSIS OF POTATO VIRUS Y EXTREME  
RESISTANCE GENE ORIGINATING FROM *Solanum stoloniferum*  
USING NEXT GENERATION SEQUENCING DATA

I. CERNÁK<sup>1</sup>, R. HAJIANFAR<sup>2</sup>, F. TROGNITZ<sup>3</sup>, B. TROGNITZ<sup>3</sup>, C. PRAKASH<sup>4</sup>,  
Z. BÁNFALVI<sup>5</sup>, J. TALLER<sup>2</sup>, Z. POLGÁR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Pannonia, AC, Potato Research Centre, Keszthely

<sup>2</sup>University of Pannonia, Georgikon Faculty, Keszthely

<sup>3</sup>Austrian Institute of Technology, Vienna

<sup>4</sup>Center for Integrative Bioinformatics, Vienna

<sup>5</sup>Agricultural Biotechnology Center, Gödöllő

Most damages in the potato production are caused by potato virus Y (PVY) and late blight. Nowadays, there are a number of economic and environmental arguments against traditional, chemical plant protection. The base of modern plant protection is breeding and utilisation of new resistant varieties to biotic stresses. However, to develop new cultivars

having complex resistance, an intensive, time-consuming breeding process is needed. In order to succeed, conventional breeding methods should be combined with molecular genetic techniques. To integrate them, it is essential to know the genetic basis of resistance to biotic stress.

The aims of the present research are to study the genetic mechanism of extreme resistance response of potato to PVY by analysis of data coming from next generation sequencing. One of our main goals is to understand the function of gene(s) involved in resistance response, and to isolate the PVY extreme resistance gene *Ry<sub>sto</sub>* originating from wild potato species *Solanum stoloniferum*.

**Key words:** PVY, extreme resistance, potato, gene expression, next generation sequencing

### Bevezetés

A termésmennyiség és minőség növelésének folyamatos igénye egyre újabb kihívások elé állítja a növénynevelőket. Olyan új fajtákra van szükség, amelyek a korábbiaknál ellenállóbbak a biotikus és abiotikus stresszekkel szemben.

A biotikus stressz tényezők közül burgonyában a legnagyobb károkat a burgonyavész mellett a burgonya Y vírus (PVY) okozza. Ezen kórokozókkal szemben összetett rezisztenciát hordozó új fajták előállítására komplex nemesítési feladat. A sikerhez a hagyományos nemesítési módszereket célszerű a modern molekuláris genetikai eljárásokkal kombinálva (pl.: Marker Alapú Szelekció (MAS)), együttesen alkalmazni, így a nemesítés folyamata felgyorsítható, a munka hatékonyabbá és olcsóbbá tehető.

A keszthelyi Burgonyakutatási Központban több éve folynak olyan alap- és gyakorlati molekuláris genetikai kutatások, melyek elsősorban a különböző kórokozókkal szemben rezisztenciát biztosító génekre irányulnak.

Korábbi kutatásaink során előállítottunk egy térképező populációt a White Lady (WL) fajta és az S440 vonal keresztezésével. Ezt a populációt használtuk PVY vírussal szemben extrém rezisztenciát biztosító *S. stoloniferum* eredetű *Ry<sub>sto</sub>* gén térképezéséhez (Cernák et al. 2008a). A világon elsőként fejlesztettünk és alkalmaztunk ún. Intron-targeting (IT) markereket a burgonya genetikai kutatásokban, melyek segítségével a *Ry<sub>sto</sub>* gént a burgonya XII. kromoszómájára térképeztünk (Cernák et al. 2008b). Ma már a génnel szorosan kapcsolt markerek gyakorlati alkalmazása folyik a gént hordozó genotípusok szelekciójára (Cernák et al. 2008c). A szelekció hatékonyságát a gén izolálásával növelhetjük, hiszen nem kell számolnunk a kapcsolt markerek esetén fellépő rekombinációs eseményekkel. A génezolálás egyik lehetséges módja a térképre alapozott klónozás, míg egy másik a génexpresszió alapuló megközelítés. Az elmúlt évtizedekben a génexpresszió vizsgálatának módszerei, a vizsgálatok során nyert adatmennyiségek nagymértékben változtak. A génexpressziós vizsgálatok legmodernebb és legérzékenyebb módszere, a teljes transzkriptóm (TC) analízisére alkalmas RNS-szekvenálás, mely második generációs szekvenálási technológiákon (pl. ABI SOLiD, Illumina Solexa, Roche 454)

alapul. A transzkriptóm analízis alkalmas arra, hogy különböző kezelésekre például stresszhatásokra bekövetkező változásokat kutassunk. A korábbiakhoz képest a TC analízis óriási előnye, hogy nem csak a gének működésének változásáról kapunk információt, hanem a vizsgált gén szekvenciáját is megismerhetjük kisebb szakaszon, ami további vizsgálatok elvégzését teszi lehetővé. Az első transzkriptóma analízist burgonyában Crookshanks és munkatársai végezték (2001). Azóta, számos nemzetközi kutatócsoport vizsgálta a burgonyában kifejeződő gének változását különböző fejlődési fázisban vagy specifikus fiziológiai állapotban (Rensink et al. 2005, Kloosterman et al. 2005). Ugyanakkor csekély irodalmi adat áll rendelkezésünkre a különböző burgonyát károsító kórokozók fertőzésének hatására lejátszódó génexpressziós változásokat feltáró munkákról.

A fent említett kutatások folytatásaként, jelen pályázatban célul tűztük ki a PVY vírussal szemben rezisztenciát biztosító  $Ry_{sto}$  gén izolálását a burgonya genomából, valamint célunk még a növény által a vírus fertőzésére adott rezisztencia válasz mechanizmusok molekuláris genetikai hátterének feltárása, melyeknek nem csak tudományos, de gazdasági jelentősége is lehet.

### Anyag és módszer

A vizsgálatok során a keszthelyi nemesítésű White Lady (WL) fajtát használtuk, amely számos más rezisztencia tulajdonsága mellett extrém rezisztenciával rendelkezik a PVY-al szemben is. A fajta extrém rezisztenciáját a *Solanum stoloniferum* vad burgonya fajból származó  $Ry_{sto}$  gén biztosítja. A transzkriptóm analízis során a WL-t mesterségesen fertőztük a PVY<sup>NTN</sup> törzsével, majd a fertőzést követő különböző időpontokban (1, 2, 4, 8, 24 órával) a növényből, valamint a nem fertőzött kontroll növényből RNS-t izoláltunk. Az RNS-szekvenálást megbízásos formában a Baygen munkatársai végezték, második generációs ABI SOLiD gép segítségével. A kapott adatokat a CLC Genomics Workbench szoftverrel illesztették a referenciaként alkalmazott, nemrég publikált burgonya genomra (The Potato Genom Sequencing Consortium 2011).

Vizsgálatainkkal párhuzamosan az ausztriai Technológiai Intézetben egy más megközelítést alkalmazva, szintén a WL felhasználásával, új generációs szekvenálással meghatározták a fajtában előforduló rezisztencia géneket és rezisztenciagén szerű lókuszeket. A kutatási program során Van der Linden és munkatársai (2004) által publikált stratégiát követték, amelyben NBS specifikus primerek felhasználásával a genomnak csak a rezisztencia génjeit, valamint a rezisztenciagén szerű szekvenciáit szaporítják fel. A kapott fragmentumokat Illumina platformon szekvenálták.

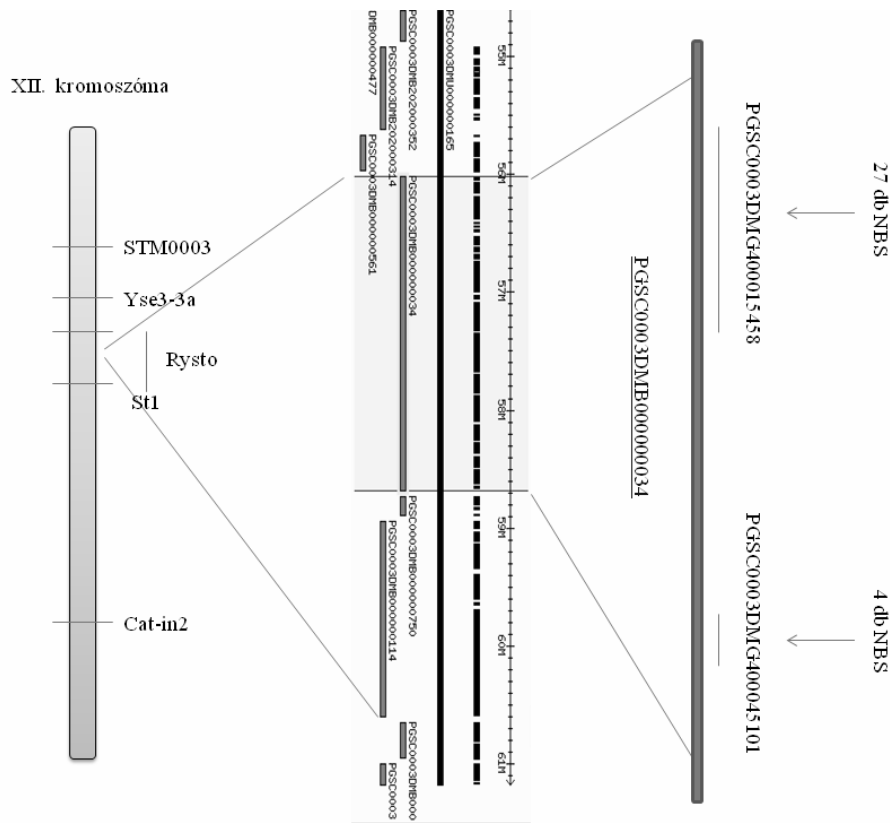
A különböző kutatási programokban kapott adatokat a CLC Sequence Viewer 6.6.1 és az Integrative Genomics Viewer szoftverekkel elemeztük.

### Eredmények és következtetések

A TC analízis során 12 060 751 és 9 861 651 szekvenciát kaptunk (50 bp hosszú) a kezelt és a kontroll mintákban. A szekvenciák annotálása után több mint 38.000 gént azonosítottunk, amelyekből több mint 7000 megnövekedett, míg 4000 csökkent expressziós szintet mutatott a kontrollhoz képest. Az adatbázis elemzése során 141 NBS-LRR (Nucleotide Binding Site – Leucine

Rich Repeat) konzervált motívumot tartalmazó lókuszt azonosítottunk. Ezen szekvenciákból az elemzések szerint tizennégy a burgonya XII. kromoszómáján helyezkedik el.

A korábbi térképezési munkánkban kapott a *Ry<sub>sto</sub>* génnel kapcsolt markerek szekvenciájával, homológia keresését végezve meghatároztuk a markerek valószínűsíthető fizikai helyzetét a burgonya genomban. Az elemzések során a burgonya XII. kromoszómájának egy olyan szegmensét azonosítottuk, amely három ún. scaffoldot tartalmaz (1. ábra). A három scaffold-ból a PGSC0003DMB000000034 tartalmazta a génhez legközelebb térképeződött markereinket. Valószínűsíthetően a *Ry<sub>sto</sub>* gén tehát a XII. kromoszóma ezen szakaszán helyezkedik el, így a további analízis során erre a DNS szakaszra koncentráltunk. További szekvencia elemzések megmutatták, hogy a TC analízis során kapott tizennégy, a burgonya XII. kromoszómájára térképeződött NBS-LRR konzervatív motívumokat tartalmazó lókuszt közül kettő (PGSC0003DMG400015458, PGSC0003DMG400045101) helyezkedik el ebben a régióban.



1. ábra A kísérletek során meghatározott szekvenciák elhelyezkedése

Az osztrák kutatócsoport vizsgálatai során több mint 21 millió NBS konzervatív motívumot tartalmazó rövid (60 bp) leolvasást kapott, amelyből közel 13 millió szekvenciát sikerült annotálni a referencia genom felhasználásával. Ezek elemzésével összesen 31 db. olyan szekvenciát szűrtünk ki, amelyek az általunk korábban leszüktett lokuszokon, vagy azok környékén helyezkednek el (*I. ábra*). Az összeillesztett szekvenciák bázissorrendjének alapján megkezdjük primerek tervezést az adott fragmentum felszaporításához. A kapott szekvenciákat később a cDNS klontárból izoláljuk. A kapott fragmentumok szekvenálást követően az átfedő szakaszok alapján meghatározzuk az adott gén nukleotid sorrendjét. A szekvencia adatok alapján döntünk az adott gén további elemzéséről.

### Köszönetnyilvánítás

A jelen kutatási programot az OTKA PD 109063 projekt, Cernák Istvánt a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatja.

### Irodalom

- I Cernák, J Taller, I Wolf, E Fehér, G Babinszky, Z Alföldi, Zs Polgár, G Csanádi (2008a) Analysis of the applicability of molecular markers linked to the PVY extreme resistance gene Rysto, and the identification of new markers. *Acta Biologica Hungarica* **59**:(9)pp. 195-203. (2008)
- Cernák I, Decsi K, Nagy S, Wolf I, Polgár Z, Gulyás G, Hirata Y, Taller J (2008b) Development of a locus-specific marker and localisation of the Rysto gene based on linkage to a catalase gene on chromosome XII in the tetraploid potato genome. *Breeding Science* **58** pp. 309-314.
- Cernák I, Decsi K, Vaszily Zs, Wolf I, Polgár Zs, Taller J (2008b) PCR-alapú markerek alkalmazása a PVY extrém rezisztenciagént hordozó burgonya genotípusok szelekciójára. *Növénytermelés* **57**:(3) pp. 245-251. (2008)
- M. Crookshanks, J. Emmersen, K. G. Welinder, and K. L. Nielsen (2001) The potato tuber transcriptome: analysis of 6077 expressed sequence tags. *FEBS Letters*, vol. **506**, no. 2, pp. 123–126.
- B. Kloosterman, O. Vorst, R. D. Hall, R. G. F. Visser, and C.W. Bachem (2005) Tuber on a chip:differential gene expression during potato tuber development. *Plant Biotechnology Journal*, vol. 3, no. 5, pp. 505–519.
- The Potato Genome Sequencing Consortium (2011) Genome sequence and analysis of the tuber crop potato *Nature* **475**: 189-195.
- W. Rensink, A. Hart, J. Liu, S. Ouyang, V. Zismann, and C. R. Buell (2005) Analyzing the potato Abiotic Stress Transcriptome Using Expressed Sequence Tags. *Genome*, Vol. 48, No. 4, Pp. 598–605.
- Van Der Linden Gc, Wouters D, Mihalka V, Kochieva E, Vosman B, 2004: Efficient Targeting Of Plant Disease Resistance Loci Using Nbs Profiling. *Theor Appl Genet* **109**: 384-393.



## LEVELES TÉSZTA ELŐÁLLÍTÁSA TRITIKÁLÉ FELHASZNÁLÁSÁVAL

CZANK BERNADETT<sup>1</sup>, ÁCS PÉTERNÉ<sup>1</sup>, KOVÁCS ZSUZSA<sup>1</sup>, CZANKNÉ CSATLÓS ÉVA<sup>2</sup>, BÓNA LAJOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Liszt labor, Szeged

<sup>2</sup>Fodor József Élelmiszeripari Szakképző Iskola, Sütőtanműhely, Szeged

A Gabonakutató Nonprofit Kft. által nemesített tritikálé (GK Szemes) fajtát vizsgáltuk élelmiszeripari felhasználás céljából. A tritikálé lisztnek (100% Tc) egy új jellegű felhasználását kíséreltük meg, nevezetesen leveles tésztát készítettünk belőle. Kontroll mintaként BL 55-ös búza finomlisztet (100% BL) használtunk. tritikáléból és búzalisztből különböző arányú keverékeket (Lisztkeverék I., Lisztkeverék II.) készítettünk. A liszteket és keverékeket, valamint belőlük gyártott leveles alaptésztákat minősítettük a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt módszerekkel. A módszerek közül megnéztük a lisztek és lisztkeverékek sikértartalmát, esésszámát, vízfelvevő képességét és nyújthatóságát. A lisztvizsgálatok azt mutatták, hogy a tritikálét minőségi búzaliszttel keverve, jó minőségű sütőipari mutatókkal rendelkező lisztet kaphatunk. A lisztkeverékek kézi megmunkálhatósága a tészta gyártás során a kontroll búzaliszthez képest lényegesen kedvezőbb volt. Az érzékszervi bírálat eredménye a Lisztkeverék II-es lisztből készült leveles tésztát ítélte a legjobbnak. Végül a Lisztkeverék II-es lisztből ízesített (pizzás csiga) leveles tésztát készítettünk, ami a várt, termékre jellemző tulajdonságokat hozták. Reményeink szerint a tritikálé a jövő egyik fontos humán táplálkozási alapanyaga lehet, mivel nemcsak a beltartalmi értékei, hanem agronómiai tulajdonságai is kiemelkedőek.

**Kulcsszavak:** tritikálé, rozsbuza, liszt keverék, leveles tészta

## PUFF-PASTRY MAKING PROPERTIES OF TRITICALE FLOUR

B. CZANK<sup>1</sup>, PNÉ ÁCS<sup>1</sup>, ZS. KOVÁCS<sup>1</sup>, É., CS. CZANKNÉ<sup>2</sup>, L. BÓNA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cereal Research Non-Profit Ltd, Szeged

<sup>2</sup>Fodor József Food Industrial Vocational High School, Szeged

The flour (100% Tc) of the triticale variety GK Szemes bred at the Cereal Research Non-Profit Ltd. was tested for food purposes, namely, for puff-pastry making properties. The control dough was made of BL 55 plain wheat flour (100% BL). Flour mixtures (flour mixtures I and II) were prepared by mixing wheat flour and triticale flour to different ratios. The flours, their mixtures and the puff-pastry made of them, respectively, were analysed according to the terms of the Hungarian Food Codex for the following rheological traits: gluten content, falling number, farinograph water absorption, and extensibility. The data reflected that the triticale flour and wheat flour mixtures had advantageous baking industrial properties. The dough of flour mixtures was easier to handle manually than the control dough. In terms of sensory properties, the dough on flour mixture II basis was ranked higher than that of flour mixture I. Therefore, flour mixture II was chosen to bake Chelsea bun-type puff-pastry with savoury (pizza cream) filling. Triticale has favourable agronomic traits and beneficial nutrition value and therefore it is expected to become a valuable food component.

**Key words:** triticale, flour mixture, puff-pastry

## Bevezetés

A rozsbúzát, más nevén tritikálé (x *Triticosecale* Wittmack), búzából és rozsból nemesítették a 19. század végén. Hazánkban a nyolcvanas évek végén kezdték nagyobb arányú termesztését, elsősorban takarmányként használták, az állatok etetésére. Napjainkban, az egészséges táplálkozás előtérbe kerülésével a humán célú felhasználása is kezd elterjedni. A Gabonakutató Nonprofit Kft. utóbbi években minősített tritikálé fajtái a GK Idus, GK Rege és GK Szemes kiváló agronómiai tulajdonságaikkal rendelkeznek, ami azt is eredményezheti, hogy a mezőgazdasági termelés fontos szereplőivé válhatnak. Ugyanakkor egyes beltartalmi paramétereik a búza és a rozs jellemző értékei közé esnek, egyes esetekben még túl is mutatnak, ami megalapozhatja élelmezési célú felhasználásukat. A búza sikerkomponensei a technológiai tulajdonságokat, a rozs pentozánjai pedig a vízfelvevő képességet és az eltarthatóságot javítják, valamint emelik a táplálkozási élettani értéket. A napi rostbevétel szükségletet nézve, akár 60 % -ot is elfogyaszthatunk tritikálé kenyérrel, ezzel szemben a fehér kenyér elfogyasztásakor a rostbevétel csak 30 % -nyi. A tritikáléból készült kenyerek ásványi anyagokban is gazdagabbak (Ács és Bóna, 2013). Élelmiszer alapanyagként történő felhasználásán túl további vizsgálatokat is végeztek külföldön arra vonatkozólag, hogy a tritikálé növény antioxidáns tartalma lehetővé teszi-e a táplálék-kiegészítőként vagy funkcionális élelmiszerként történő felhasználását (Hosseinian és Mazza, 2008). Ebből az elgondolásból célul tűztük ki, hogy nem csak a szélesebb körben elterjedt sütőipari termékekre, hanem péksüteményekre is kikísérletezzük a tritikálé felhasználását, valamint megvizsgáljuk, hogy önmagában és búzaliszttel keverve milyen paramétereket mutat.

## Anyag és módszer

Munkánk során a Gabonakutató Nonprofit Kft. által nemesített tritikálé fajtát (GK Szemes) vizsgáltuk élelmiszeripari felhasználás céljából. A tritikálé lisztnek (100% Tc) egy új jellegű felhasználását kíséreltük meg, nevezetesen leveles tésztát készítettünk belőle. Kontroll mintaként BL 55-ös búza finomlisztet (100% BL) alkalmaztunk, valamint tritikálé és a búzalisztből különböző arányú keverékeket (Liszt keverék I., Liszt keverék II.) készítettünk. A liszt keverék I. 60% BL-40% Tc, a Liszt keverék II. 40% BL-60% Tc. A liszteket és keverékeiket a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt módszerekkel minősítettük. A lisztvizsgálati módszerek közül megnéztük a lisztek és lisztkeverékek sikértartalmát (MSZ EN ISO 21415-2:2008, gépi mosással), esésszámát (MSZ EN ISO 3093:2010, Hagberg Perten féle meghatározás), vízfelvevő képességét (MSZ ISO 5530-1:2003, Brabender Farinográffal), nyújthatóságát (MSZ ISO 5530-2:2007, Brabender Extensográffal). A különböző lisztmintákból leveles alaptésztát készítettünk (Fodor József Élelmiszeripari Szakképző Iskola, Sütőtanműhely, Szeged). Az alaptésztánkat ízesítés nélkül készítettük, főbb összetevői a liszt, zsiradék, élesztő, só, cukor, tejpor, tojáspor és víz. A leveles szerkezetet a tésztára jellemző (1 szimpla, 1 dupla) hajtogatási módszerrel készítettük. 180°C-on 10-15 percig sütöttük forgó tálcás kemencében. A kisült tésztákat egy 15 fős tanuló csoport érzékszervi kurzus keretében egyszerű leíró módszerrel, érzékszervileg minősítette. Pozitív és negatív tulajdonságok alapján bíralták a termékek színét, alakját, illatát, ízét és álagát. A nyertes liszt keverékből ízesített leveles tésztát, azaz sós (pizzás csigát) terméket készítettünk.

## LEVELES TÉSZTA TRITIKÁLÉVAL

Kontrollként szintén sós leveles tésztákat állítottunk elő búzalisztból (100% BL). A kisült termékeket 50 ember (GK Fórum keretében, Szeged) bírálta érzékszervileg egy 20 pontos súlyozó faktoros módszerrel. 1-től 5-ig skálán pontozták a terméket alak, héj, bélzet, illat, íz alapján. A kapott értékekhez súlyozó faktorokat rendeltünk azért, hogy a tulajdonságok eltérő jelentőségét kiemeljük.

### Eredmények és következtetések

A liszteket és lisztkeverékeket lisztvizsgálati módszerekkel minősítettük. Az eredményeket az 1. táblázatban tüntettük fel. Az eredmények jól tükrözik, hogy ha jó minőségű búzaliszthez tritikálé lisztet keverünk, akkor a keverékek sütőipari mutatói jelentősen javulhatnak a tritikálé értékeihez képest.

1. táblázat Lisztminőségi vizsgálatok eredményei tritikálé, búza és keverékeinek esetén

Fajta	Terület (mm/óra)	Ns (%)	Vízfelv. kép.(%)	Tészta kialakulási idő (min)	Stab.ICC (min)	Ért. szám (-)
100% BL	1,75	30,2	59,8	4,4	1,7	74,4
Lisztkev. I.	1,5	26,9	61,4	3,1	1,9	56,6
Lisztkev II.	1,75	25,2	62,2	3,7	0,6	42,4
100% Tc	2	18,4	63,9	2,2	0,4	19,5

Fajta	Eséssz. (sec)	E (cm <sup>3</sup> ) 135 (min)	Nyújth. ellená. (BU)	Nyújthat. (E) 135 (mm)	Max (135 min) (Rm)	Nyújth. viszsz. 135- Max (-)
100% BL	556	117	390	157	565	3,6
Lisztkev. I.	509	76	290	149	362	2,4
Lisztkev II.	487	53	238	136	266	1,9
100% Tc	408	37	224	113	235	2,1

A siker vizsgálatánál a nedves siker (Ns) mennyiségből a sütőipari alkalmasságra tudunk következtetni, ahol 26 % már elfogadható sikértartománynak felel meg. Ennél alacsonyabb siker mennyiség esetén technológiai módosításokat kell alkalmazni. A keverék liszteknek meglepően jó volt a nedves siker tartalma. Az esésszám (Eséssz.) vizsgálat eredményei alapján (556-408) a mintákat enzimszegény kategóriába sorolhatjuk. Valószínűleg ez abból adódhatott, hogy a 2012-es évben nagyon kevés csapadék esett. A jelenlegi kutatás szempontjából ezek az esésszám értékek megfelelőek. A farinográfus vizsgálat alapján a vízfelvevő képesség (vízfelv.kép.) a sütőipari termelés gazdaságosságát befolyásolja. A tritikálé lisztnek (100% Tc) nagyon magas volt a vízfelvevő képessége, ebből adódóan a keverékek vízfelvevő képessége javult a tritikálé liszt mennyiségének növelésével. A tészta kialakulási idő (Tészta kialakulási idő) egy jelzőszám, ami a fehérje minőségére vonatkozik, erős liszteknel hosszabb ez az idő, míg a gyengébb liszteknel rövidebb. Így azok a minták, amelyek tritikálé lisztet tartalmaztak, a tészta kialakulási idő rövidebb

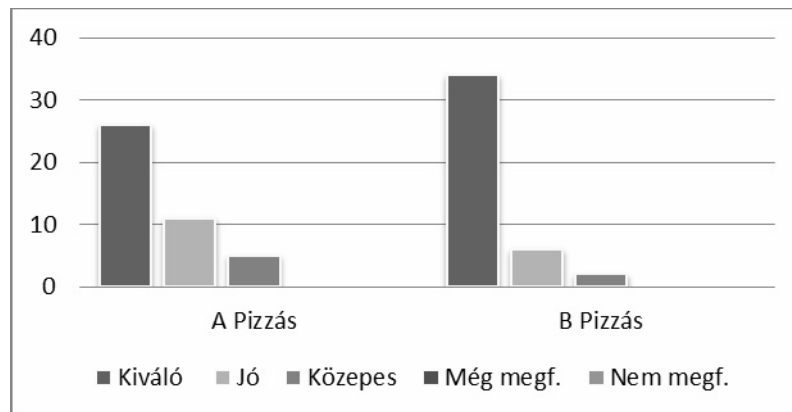
volt (Liszt kev. I.: 3,1, Liszt kev. II.: 3,7). Az egyik legjelentősebb farinográf által meghatározott paraméter a stabilitás, ami a liszt minőségére ad következtetést. Folyamatos dagasztás mellett a tészta ellágyul. Minél hamarabb következik ez be, annál kevésbé képes ellenállni a tészta az őt ért mechanikai hatásoknak. A minták közül a legjobb stabilitása (Stab. ICC) a Liszt keverék I. lisztnek volt (1,9), a legkisebb, pedig a tritikálé lisztnek (100% Tc) (0,4), így a tritikálé lisztnél következett be leghamarabb az ellágyulás. Ez arra enged következtetni, hogy a tritikálé lisztből készült sütőipari termékeknek rövidebb megmunkálást kell biztosítani, mert a tészta hamarabb eléri az optimális konzisztenciát, viszont gyorsabban el is engedi azt. A lisztek sütőipari értéke (Ért.szám) azt fejezi ki, hogy az őrlemény milyen minőségű termék előállítására alkalmas vagy egyáltalán alkalmas-e sütőipari célra. Az extenzográfus vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy egy jó minőségű búzaliszttel keverve a tritikálé lisztet, jobb minőségi paramétereket mutat, mint a tritikálé. A jelen kísérletnél a Liszt keverékek (I., II.) extenzogramja optimálisabb görbét mutat, mint a búzaliszt (100 % BL) extenzogramja. Azaz a görbe maximális magassága (Rm) és a görbe alatti terület (E) aránya a Liszt keverékekénél (I., II.) optimálisabb. A lisztminőségi vizsgálatokból arra lehet következtetni, hogy Liszt keverékek (I., II.) előnyös tulajdonságokkal bírnak, mert tartalmazzák a búzára jellemző tészta stabilitást és a tritikáléra jellemző rövid tészta kialakulási időt, amellyel jelentős energia megtakarítás érhető el, valamint az extenzográfus eredményekből arra következtethetünk, hogy a tészták kézi megmunkálása könnyebb.

A leveles alaptészta készítésénél és feldolgozásánál a vizsgált minták a lisztminőségi vizsgálatokból következtetett tulajdonságokat hozták. A minták közül a tritikálé lisztet tartalmazó tészták dagasztási ideje rövidebb volt és gyorsabban kialakult a tészta. A tritikálé lisztből (100% Tc) készített tészta sokkal lágyabb, képlékenyebb, rugalmatlanabb volt. A megmunkálása nehezebb volt, mint a búzalisztet (100% BL) tartalmazó tésztáé. A keverékek közül a Liszt keverék II-es lisztből készült tészta jól bírta a feldolgozást, rugalmas, szívós tésztát eredményezett.

Az érzékszervi bírálat eredménye egyértelműen a Liszt keverék II-es mintából készült leveles tésztát ítélte a legjobbnak. Ez a termék mutatta legjobban a leveles tésztára vonatkozó előírásokat. Az eredmények alapján sütőipari felhasználásra mindkét liszt keveréket (I., II.), leveles tészta gyártására, pedig csak a Liszt keverék II. lisztet javasoljuk.

A nyertes liszttel (Liszt keverék II.) további kutatásokat végeztünk. Pizzás csigát készítettünk és ezt hasonlítottuk a kontroll (100% BL) mintából készült pizzás csigákhoz. Az ízesített csigák érzékszervi bírálatának alapján arra tudunk következtetni, hogy az A (Kontroll) és a B (Liszt keverék II.) minták eredményei között nagyon kicsi az eltérés, azaz a bírálók nem tudtak különbséget tenni a két minta között (1. ábra).

## LEVELES TÉSZTA TRITIKÁLÉVAL



1. ábra Ízesített leveles tészták érzékszervi bírálatának eredménye

A bélzet és az íz tulajdonság tekintetében a Liszt keverék II. lisztből készült pizzás csigák eredményei voltak a jobbak.

Az eredmények azt mutatják, hogy a tritikálé liszt önmagában nem alkalmas sütőipari felhasználásra, viszont búzaliszttel keverve jó tulajdonságokkal rendelkező sütőipari termékeket és péksüteményeket kaphatunk belőle. Leveles tészták esetében még jobb tulajdonságokat is érhetünk el, mintha csak 100 % búzalisztből készítettük volna.

Jelen kísérlet során jó minőségű búzalisztet használtunk, ugyanakkor további vizsgálatok szükségesek, kevésbé jó minőségű búzaliszt alkalmazására vonatkozólag. Szükséges lenne még beltartalmi vizsgálatokra is a jelen és a további péksütemények gyártásához.

### Köszönetnyilvánítás

Ez a munka a GOP-1.1.1-11-2012-0044 „A triticales humán célra történő kutatása és fejlesztése” című pályázat támogatásával valósulhatott meg.

### Irodalom

- Ács, P., Bóna, L. (2012.): Új Tritikálé fajták sütőipari hasznosítási lehetőségei VII. Alföldi Tudományos Tájékoztató napok p.: 62-67
- Ács, P., Bóna, L. (2013.): A szegedi rozsbuza kenyér. Magyar Mezőgazdaság, Növénytermesztés
- Hosseini, F.S., Mazza, G., (2009): Triticale bran and straw: Potential new sources of phenolic acids, proanthocyanidins, and lignans *Journal of Functional Food* **I** 57-64

## A 'PIPACS 1' ÉS A 'KORAI PIPACS' MEGGYFAJTÁK DNS-ALAPÚ MEGKÜLÖNBÖZTETÉSE

CSÁVÁS GABRIELLA<sup>1</sup>, HEGEDŰS ATTILA<sup>1</sup>, STEFANOVITS-BÁNYAI ÉVA<sup>2</sup>,  
HALÁSZ JÚLIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BCE, Genetika és Növénynevelés Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>BCE, Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest

A 'Korai pipacs' és 'Pipacs 1' meggyfajták megkülönböztetése fenotípusos bélyegek alapján gyakorlatilag kivitelezhetetlen, különösen a fák vegetatív életszakaszában. A faiskolai tételek keveredését megelőzendő szükségessé vált, hogy a két fajtára egyedileg jellemző molekuláris markereket találjunk, amelyek használatával a fajták megbízhatóan azonosíthatók, egymástól elkülöníthetők. A tetraploid meggy négy SSR lókuszára jellemző allélok, illetve az *S-RN-áz* gén két intronrégiója jelentős mértékű méretpolimorfizmust mutatott. A vizsgált lókuszek közül a BPPCT 038 és *S-RN-áz* bizonyultak informatívnak a két fajta megkülönböztetése szempontjából.

**Kulcsszavak:** meggy, *Prunus cerasus* L., SSR, molekuláris marker

## MOLECULAR DISCRIMINATION OF 'PIPACS 1' AND 'KORAI PIPACS' SOUR CHERRY CULTIVARS

G. CSÁVÁS<sup>1</sup>, A. HEGEDŰS<sup>2</sup>, É. STEFANOVITS-BÁNYAI<sup>2</sup>, J. HALÁSZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Corvinus University of Budapest, Department of Genetics and Plant Breeding

<sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Department of Applied Chemistry

Based on phenotypic markers, discrimination of the sour cherry cultivars 'Korai pipacs' and 'Pipacs 1' is hardly possible, especially in the vegetative period of trees. To avoid the problem of mixing these cultivars in nursery gardens, it became important to find a useful molecular marker for their reliable identification and discrimination. Alleles in four SSR loci and the two intronic regions of the *S-RNase* gene showed considerable length polymorphism. The BPPCT 038 microsatellite and *S-RNase* proved to be the most informative loci for the reliable discrimination of 'Korai pipacs' and 'Pipacs 1'.

**Key words:** sour cherry, *Prunus cerasus* L., SSR, molecular marker

### Bevezetés

A 'Korai pipacs' és 'Pipacs 1' meggyfajták megkülönböztetése fenotípusos bélyegek alapján gyakorlatilag kivitelezhetetlen, különösen a fák vegetatív életszakaszában. A közelmúltban a két fajta összekeveredéséből jelentős anyagi kár is keletkezett. Ennek alapján felmerült az igény olyan molekuláris marker kidolgozására, mellyel e két fajta egyértelműen megkülönböztethető egymástól.

A fajtaazonosításhoz leggyakrabban használt és legmegbízhatóbb DNS-alapú marker a mikroszatellit polimorfizmus (Dangl *et al.* 2009). Mivel a *Prunus* fajok genomjáról rengeteg információ áll rendelkezésre, számos jól működő SSR-primer fejlesztettek ki az elmúlt években (Dirlewanger *et al.* 2002). Meggyfajták azonosítására különböző primerkészleteket használtak: Antonius *et al.* (2012) a finn nemzeti génbanki gyűjtemény egyedeit vizsgálták, Cantini *et al.* (2001) az Amerikai Egyesült Államokban az USDA génbankjának fajtaikat azonosították, Clausen *et al.* (2013) dán meggyklónokat hasonlítottak össze SSR-lókuszok alapján, míg Lacis és mts. (2010) svéd és lett gyűjteményes fajtaikat és genotípusokat jellemeztek.

A 'Pipacs 1' fajta tájszelekció, Kovács Sándor a Kecel környéki pipacsmeggyek közül emelte ki. A szintén pipacsmeggyek közé sorolt 'Korai pipacs' hasonló neve ellenére genetikailag jelentősen különbözik a 'Pipacs 1' fajtától, hiszen keresztezéses nemesítéssel jött létre a 'Pándy' és a 'Császár' fajta hibridjeként (Kapás 1997). Mivel mindkét fajta a nem festőlevű meggyek közé tartozik, gyümölcsüket a cukrászipar jól tudja hasznosítani tortameggyként. A 'Pipacs 1' fajta felhasználásának merőben új irányt szabhat, hogy gyümölcsét igen kis antocianin-tartalma ellenére is a legnagyobb mértékű antioxidáns kapacitás jellemzi a hazai meggyfajták között, míg a 'Korai pipacs' messze elmarad ebből a szempontból a 'Pipacs 1' értékeitől (Papp *et al.* 2010).

## Anyag és módszer

A vizsgált két meggyfajtát az Újfehértói Gyümölcstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Kht. bocsátotta rendelkezésünkre.

A genomi DNS-t rügyekből a DNeasy Plant Mini Kittel vontuk ki (Qiagen, Hilden, Németország). A mikroszatellit régiók amplifikálásához 8 primerpárt használtunk, melyet különböző *Prunus* fajokból fejlesztettek ki (1. táblázat). Az *S-RN-áz*-allélok amplifikációjához konszenzus primereket használtunk: az első intron régió felszaporításához a PaConsI-F valamint PaConsI-R primerpárt, míg a második intron régió amplifikációjához a PaConsII-F és PaConsII-R primerpárt alkalmaztuk (Sonneveld *et al.* 2003).

A PCR-t PTC 200 (MJ Research, Quebec, Kanada) típusú készülékben végeztük a primerekhez közölt, eltérő protokollok alapján. A PCR-hez kb. 25 ng DNS-t használtunk 25 µl végtérfogatban: 1 × PCR puffer (Fermentas-Thermo Scientific, Burlington, Kanada), 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 2 mM dNTP, 0,4 µM az adott primerekből és 0,625 U *Taq* DNS-polimeráz (Fermentas-Thermo Scientific, Burlington, Kanada). Az *S-RN-áz*-allélok PCR-termékeit 1 %-os TAE agaróz gélben választottuk szét (2 h 120 V) és etidium-bromidos festéssel, UV-fénnyel átvilágítva tettük láthatóvá. Az SSR-allélok méretének meghatározása ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, Kalifornia, USA) automata DNS-szekvenátorral történt, amihez az 5' végen fluoreszcensen jelölt forward primereket használtunk a PCR során. A kapott adatokat az ABI Peak Scanner 1.0 programmal (Applied Biosystems, Foster City, Kalifornia, USA) elemeztük.

## Eredmények és következtetések

Összesen 8, a *Prunus* nemzetségben jól működő mikroszatellit-lókusz (SSR) teszteltünk, melyekből 4 egyértelműen alkalmas a 2 genotípus azonosítására. Mivel a meggy genomja tetraploid, így a várható allélszámok egy és négy között vannak, attól függően, milyen mértékű heterozigótáság jellemzi az egyes lókuszokat. Az ASSR17 EST-SSR lókusz (Xu et al. 2004) esetén a 'Korai pipacs' fajta genotípusa 186 bp, 207 bp és 213 bp méretű allélokkal jellemezhető, míg a 'Pipacs 1' fajta ettől eltérően a 186 bp és 209 bp allélokot hordozza (1. ábra). Az ASSR63 lókuszban (Xu et al. 2004) a 'Korai pipacs' fajta 150 bp, 162 bp és 171 bp méretű allélokkal rendelkezik, ellenben a 'Pipacs 1' fajta genotípusa 150 bp, 159 bp és 162 bp hosszú allélokkal írható le. A CPSCT 021 lókuszban (Mnejja et al. 2004) a 'Korai pipacs' esetében két allél (138 és 142 bp), míg a 'Pipacs 1' fajtánál három allél (134, 138 és 142 bp) volt detektálható. A BPPCT 038 lókusz (Dirlewanger et al. 2002) előbbi fajtánál két, utóbbi fajtánál négy alléllal jellemezhető (1. táblázat).

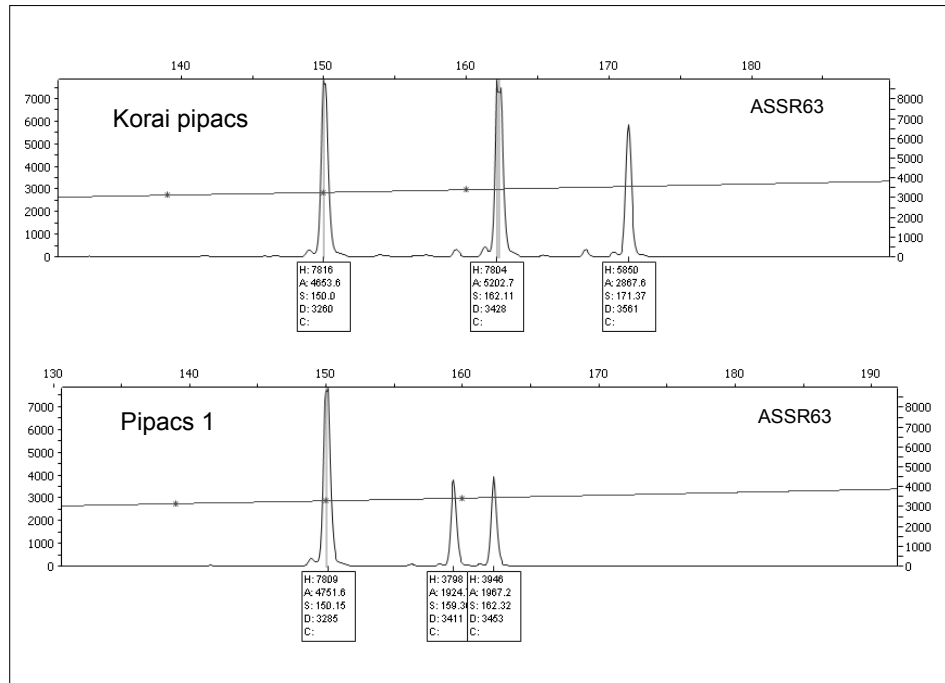
A *Prunus* fajok termékenyülését szabályozó *S*-ribonukleáz enzimet kódoló gén két intront tartalmaz (Tao et al. 1999), amelyek jelentős mértékű méret-polimorfizmust mutatnak (ILP-intron length polymorphism) (Sonneveld et al. 2003). Az *S*-genotípus meghatározása a termékenyülési viszonyok tisztázásán túl segítséget nyújthat a fajták azonosságának megerősítéséhez vagy a különbözőség igazolásához, hiszen ha két egyed eltérő *S*-allélokot hordoz, biztosan nem lehet ugyanaz a fajta (Wünsch és Hormaza 2004). Mivel mindkét fajta különböző allélmintázatot adott az agaróz gélelektroforézis során mind az 1., mind a 2. intron esetében, így az *S*-RN-áz kódoló gén ezen két régiója is alkalmas a két fajta DNS-alapú megkülönböztetésére.

A BPPCT 038 és *S*-RN-áz lókuszok (annak 2. intronrégiója) szolgáltatják a két fajta megkülönböztetéséhez a leginkább megbízható adatokat. Ezek használatával a különbség akkor is megbízhatóan kimutatható, ha feltételezzük, hogy a négynél kevesebb kimutatott allélszámot nem a homozigótáság, hanem a preferenciális PCR-amplifikáció magyarázza. Munkánk folytatásaként megkezdtük vizsgálatainkat a 'Pipacs 1' fajta származására vonatkozóan.

1. táblázat Allélméreték bázispárban megadva hat különböző lókuszban a 'Korai pipacs' és 'Pipacs 1' fajták esetében. Az egyedi allélokot félkövér karakterek jelölik.

Lókusz	'Korai pipacs' (bp)	'Pipacs 1' (bp)
ASSR17	186, <b>207</b> , 213	186, <b>209</b>
ASSR63	150, 162, <b>171</b>	150, <b>159</b> , 162
CPSCT 021	138, 142	<b>134</b> , 138, 142
BPPCT 038	102, <b>116</b>	102, <b>108</b> , <b>124</b> , <b>134</b>
<i>S</i> -RN-áz 1. intron	~ <b>450</b> ; ~500	~ <b>400</b> , ~500
<i>S</i> -RN-áz 2. intron	~ <b>100</b> , ~ <b>600</b> , ~1200	~ <b>800</b> , ~1200, ~ <b>2600</b>





1. ábra A 'Korai pipacs' és 'Pipacs 1' fajták trinukleotid ismétlődésű (ASSR63) lókuszának kromatogramja (Peak Scanner) fragmentumhossz-analízis alapján.

### Köszönetnyilvánítás

A munka a K84290 sz. OTKA pályázat, valamint a COST FA1104 "Sustainable production of high-quality cherries for the European market" program támogatásával készült.

### Irodalom

- Antonius, K., Aaltonen, M., Uosukainen, M., Hurme, T. (2012): Genotypic and phenotypic diversity in Finnish cultivated sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Genet. Resour. Crop Ev.*, **59**, 375-388.
- Cantini, C., Iezzoni, A.F., Lamboy, W.F., Boritzki, M., Struss, D. (2001): DNA fingerprinting of tetraploid cherry germplasm using simple sequence repeats. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **126**, 205-209.
- Clausen, S.K., Andersen, S.B., Henriksen, K., Toldam-Andersen, T.B., Grout, B.W.W. (2013): Assessment of genetic diversity within sour cherry clones. *Sci. Hortic.*, **164**, 556-562.
- Dangl, G.S., Yang, J., Golino, D.A., Gradziel, T. (2009): A practical method for almond cultivar identification and parental analysis using simple sequence repeat markers. *Euphytica*, **168**, 41-48.
- Dirlewanger, E., Cosson, P., Tavaud, M., Aranzana, M., Poizat, C., Zanetto, A., Arús, P., Laigret, F. (2002): Development of microsatellite markers in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Theor. Appl. Genet.*, **105**, 127-138.
- Kapás, S. (1997): Növényfajták és növénynemesítők. Országos Minősítő Intézet, Budapest, 317.

- Lacis, G., Rshal, I., Trajkovski, V. (2010): Assessment of genetic variability in Latvian and Swedish sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genetic resources collections using SSR markers. In: Lacis, G. (Ed.), Characterisation of the Latvian and Swedish Sweet and Sour Cherry Genetic Resources. , ISBN 978-91-576-7534-7, *Acta Univ. Agric. Suec.*
- Mnejja, M., Garcia-Mas, J., Howad, W., Badenes, M.L., Arús, P. (2004): Simple-sequence repeat (SSR) markers of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) are highly polymorphic and transferable to peach and almond. *Mol. Ecol. Notes*, **4**, 163-166.
- Papp, N., Szilvássy, B., Abrankó, L., Szabó, T., Pfeiffer, P., Szabó, Z., Nyéki, J., Stefanovits-Bányai, É., Hegedűs, A. (2010). Main quality attributes and antioxidants in Hungarian sour cherries: identification of genotypes with enhanced functional properties. *Int. J. Food Sci. Techn.*, **45**, 395-402.
- Sonneveld, T., Tobutt, K.R., Robbins, T.P. (2003): Allele-specific PCR detection of sweet cherry self-incompatibility (S) alleles  $S_1$  to  $S_{16}$  using consensus and allele-specific primers. *Theor. Appl. Genet.*, **107**, 1059-1070.
- Tao, R., Yamane, H., Sugiura, A. Murayama, H., Sassa, H., Mori, H. (1999): Molecular typing of S-alleles through identification, characterization and cDNA cloning for SRNases in sweet cherry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **124**, 224-233.
- Wünsch, A., Hormaza, J. I. (2004): Molecular evaluation of genetic diversity and S-allele composition of local Spanish sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *Genet. Resour. Crop Ev.*, **51**, 635-641.
- Xu, Y., Ma, R.C., Xie, H., Liu, J.T., Cao, M.Q. (2004): Development of SSR markers for the phylogenetic analysis of almond trees from China and the Mediterranean region. *Genome* **47**, 1091-1104.

## A PAPRIKA LISZTHARMAT ELLENI REZISZTENCIANEMESÍTÉS LEHETŐSÉGEI

CSILLÉRY GÁBOR<sup>1</sup>, TIMÁR ZOLTÁN<sup>2</sup>, NAGY GÉZA<sup>3</sup>, PALKOVICS LÁSZLÓ<sup>3</sup>,  
PALOTÁS GÁBOR<sup>4</sup>, KISS LEVENTE<sup>5</sup>, SZARKA JÁNOS<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Budakert kft., Budapest; <sup>2</sup>Fűszerpaprika Kutató és Fejlesztő Nonprofit Közhasznú Kft.,  
Kalocsa; <sup>3</sup>Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Növénykórtani  
Tanszék, Budapest; <sup>4</sup>Univer Product Zrt., Kecskemét; <sup>5</sup>MTA Agrártudományi  
Kutatóközpont, Növényvédelmi Intézet, Budapest; <sup>6</sup>Primordium Kft., Budapest

A hazai paprikatermesztés jelentősebb kórokozói ellen (Tobamo- és Tospovírusok, *Xanthomonas vesicatoria*) az elmúlt 35-40 év során már kiemelkedő sikereket értek el a rezisztencia-nemesítők. Évjáratonként és termőhelyenként, különösen a száraz, meleg években a hajtásban és az utóbbi években szabadföldön egyaránt, súlyos lisztharmat fertőzések (*Leveillula taurica*) alakultak ki. Vegyszeres védekezés mellett komoly tartalékok vannak a paprika lisztharmat elleni rezisztencianemesítésben. Az ismert rezisztenciaforrások több gén által meghatározott tulajdonságok. A rezisztencia mechanizmusának összetettsége miatt rezisztens fajta alig ismert. A vírusok és a *Xanthomonas* baktériummal szemben ellenálló fajták nemesítése során a specifikus rezisztencia gének beépítése mellett nagy hangsúlyt fektettünk a növények „Általános Védekezési Reakció”-jának (GDR) vizsgálatára is. A több gén által meghatározott paprika lisztharmat ellenállóság nemesítése során fontosnak tarjuk a GDR szint tesztelését is. A *Xanthomonas* rezisztenciát okozó domináns *Bs2* gén és a lisztharmat fogékonyság szoros kapcsoltságát csak a magas GDR szintű nemesítési vonalainkban tudtuk áttörni. Az irodalomból ismert és már tesztelt rezisztenciaforrások vizsgálata mellett egy hazai eredetű rezisztenciaforrás további vizsgálata újabb lendületet adhat a lisztharmattal szemben kevésbé fogékony fajták nemesítésének.

**Kulcsszavak:** Paprika, lisztharmat, rezisztencia

## POSSIBILITY OF POWDERY MILDEW RESISTANCE BREEDING IN PEPPER

G. CSILLÉRY<sup>1</sup>, Z. TIMÁR<sup>2</sup>, G. NAGY<sup>3</sup>, L. PALKOVICS<sup>3</sup>, G. PALOTÁS<sup>4</sup>,  
L. KISS<sup>5</sup>, J. SZARKA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Budakert Ltd., Budapest; <sup>2</sup>Red Pepper Resaerch and Development Nonprofit Ltd.,  
Kalocsa; <sup>3</sup>Corvinus University of Budapest, Department of Plant Pathology, Budapest;  
<sup>4</sup>Univer Product Plc. Kecskemét; <sup>5</sup>Plant Protection Institute, Centre for Agricultural  
Research, HAS, Budapest; <sup>6</sup>Primordium Ltd., Budapest

In the past 35-40 years, Hungarian resistance breeders had admirable successes against the most important pathogens of the Hungarian pepper growing (*Tobamo-* and *Tospoviruses*, *Xanthomonas vesicatoria*). Serious powdery mildew (*Leveillula taurica*) infections occurred in several years and growing regions, especially during forcing in dry and hot years, even in the past years on the field as well. In addition to the chemical defence, we have admirable prospects in resistance breeding against the powdery mildew of pepper. The already known resistance sources are determined by several genes. Nevertheless, owing to the complexity of the resistance mechanism, few resistant cultivars are known today. During the process of breeding cultivars resistant to the viruses and the bacterium *Xanthomonas*, besides inserting specific resistance genes, we were studying the “General Defense Reaction” (GDR) of the plants intensely. For us, testing the GDR level

is also important in the breeding process of the polygenic resistance to the powdery mildew. We were able to abolish the close connection between the dominant gene *Bs2* being responsible for the resistance to *Xanthomonas* and the susceptibility for the powdery mildew infection only in breeding lines with high GDR level. In addition to investigating the resistance sources published and tested previously, further studies on a resistance source originating from Hungary would accelerate the breeding of pepper cultivars with less susceptibility for the powdery mildew.

**Key words:** pepper, powdery mildew, resistance

### Bevezetés

A paprika lisztharmat tüneteit Európában, a mediterrán térségben az 1930-as évektől figyelték meg. Korábban *Erysiphe taurica* tudományos néven, majd később önálló nemzetségbe sorolva *Leveillula taurica* (anamorf – ivartalan alak: *Oidiopsis sicula*) néven vált ismerté. A kórokozó fokozatosan terjedt Európa déli országaiban, így a 70-es évektől Bulgáriában, Jugoszláviában is jelentős termés kiesést okozott, különösen hajtított kultúrákban. Európán kívül szinte minden melegebb égövbe tartozó paprika termesztő országban jelentős kórokozóként tartják számon. Szárazabb klímájú Kaliforniában, Új Mexikóban és Texasban fontos kutatási téma a lisztharmat ellenállóság. Braziliában, és a Dél-Kelet ázsiai országokban is keresik a megfelelő rezisztenciaforrásokat.

Magyarországon az első jelentős kártételről *Lehoczky* és munkatársai 1972-ben számoltak be. A 90-es évektől a lisztharmat a hazai hajtított paprikatermesztés egyik meghatározó betegsége lett, különösen a dél-alföldi termesztő körzetben, ahol a klimatikus adottságok ideálisak a kórokozó számára. A termálvízzel fűtött termesztő berendezésekben és a közelben lévő fűtött vagy fűtetlen hajtatóházakban az év 12 hónapjában folyamatosan van élő paprika növény, amelynek következtében a lisztharmat gomba számára a fennmaradás és szaporodás feltételei adottak. A szabadföldi paprikatermesztésben is egyre gyakoribb gond a lisztharmat megjelenése, ami részben klimatikus okokra vezethető vissza, de a hajtatóházak környékén lévő palántanevelő telepek is hozzájárulnak a kórokozó terjedéséhez.

A tünetek kezdetben a levél színén halványsárga, elmosódott szélű foltok formájában jelennek meg. A fonákon, a klorotikus foltokban apró szövetkinövések láthatók. A gomba számára kedvező körülmények között a fertőzött leveleken finom, fehér, bolyhos bevonat jelenik meg, ami a spóráképzés biztos jele. A fertőzés előrehaladtával a lisztes bevonat az egész fonákot bevonja és a levél a színe felé kanalasodik. A levelek lehullanak, szélsőséges esetben a növény teljesen felkopaszodik.

Az elmúlt 20 év közleményeit áttanulmányozva több olyan eredményt találunk, amelyek rezisztenciaforrásokról számolnak be (*Shifriss* és mtsai 1992, *Bechir* 1993, *Daubeze* és mtsai 1995, *Lefebvre* és mtsai 2003, *Souza* és mtsai 2003, *Crosby* 2006). A rezisztenciaforrások főleg a *Capsicum annum* fajba tartoznak. Az utóbbi évek genetikai vizsgálatai ezeket a rezisztenciákat poligénes recesszív tulajdonságnak határozzák meg. *Shifriss* és mtsai (1992) a HV2 tételben három rezisztenciagént tételezett fel (Imr-1, Imr-2, Imr-3), de ezek

nem bizonyultak alkalmasnak a nemesítésben történő felhasználásra. *Daubeze* és mtsai (1995) szerint a H3 jelű tétel rezisztenciájáért két-három gén felel. A szerzők additív és részleges dominanciát feltételeznek. Mesterséges és természetes fertőzési körülmények mellett a gének nem váltották be a reményt. *Lefebvre* és mtsai (2003) tovább folytatták a H3 rezisztenciaforrás genetikai elemzését. A H3 (rezisztens) x Vania (fogékony) hibrid DH vonalait elemezték QTL alkalmazással és megállapították, hogy a rezisztencia kialakulásában a korábban feltételezett 3 gén helyett több génnek van szerepe. *Souza* (2003) és *Blat* (2005) 160 brazil tétel lisztharmat rezisztenciájának vizsgálata után a *C. annuum* HV12 rezisztenciaforrást tartották a legígéretesebbnek. A tünetek értékelését ötfokozatú skála alapján végezték és megállapították, hogy a HV12 tétel rezisztenciájáért több recesszív gén felelős. Az összehasonlító kísérletben a *C. annuum* tételek mellett a *C. chinense*, *C. frutescens* és *C. baccatum* faj tételeit is vizsgálták. Összességében megállapították, hogy a *C. annuum* tételek 70%-a nagyon fogékony, de a vizsgált vad fajok között számtalan jó rezisztenciaforrás van. *Crosby* (2006) egy amerikai összehasonlító kísérletben (Texas és Kalifornia) több rezisztenciaforrást vizsgált. A HV12 tétel rezisztenciáját ő is több génes recesszív tulajdonságnak, a rezisztencia szintjét pedig csak közepesnek találta. A *C. annuum* fajba tartozó tipikus mexikói-texasi Serrano és Jalapeno fajtakörbe tartozó nemesítési vonalait tartja jónak. Több *C. chinense*, *C. frutescens* és *C. baccatum* tételt is vizsgált, amelyek rezisztencia szintje kiemelkedően jó volt, ugyanakkor a keresztezhetőségi lehetőséget komoly akadállyal véli.

Külön kell szólnunk a *Leveillula taurica* különböző agresszivitású izolátumairól. *Sulinam* és mtsai (2003) egy nagyon agresszív izolátummal tesztelte a francia PM 687 rezisztenciaforrást. *Crosby* (2006) szintén egy kiemelkedően agresszív izolátummal tesztelte a paprika tételek lisztharmat ellenállóságát/fogékonyságát. Mindkét kísérletben a rezisztenciaforrások, a vártak megfelelően, alacsonyabb szintű ellenállóságot mutattak.

A felsorolt irodalmi adatok alapján tünetmentességet okozó rezisztenciaforrásról nem ismerünk, de már vannak forgalomban olyan paprika fajták, amelyek magas fokú lisztharmat ellenállósággal rendelkeznek. Mivel ezeket a fajtákat nemesítő cégek munkájának eredményeként állították elő, a rezisztencia eredetéről nincsenek információink (Inspiration, Jinyou, Nagano, Nirvin, Red Jet). Valószínűsíthető, hogy az INRA kutatási eredményeit (H3, PM 687) illetve rezisztenciaforrásait használták. A lisztharmat ellenállóságot a cégek a *Leveillula taurica* latin fajnévből levezetett **Lt** kóddal jelölik.

### Anyag és módszer

A fogékonyságbeli különbségek feltárását Szentesen végeztük fűtött és fűtetlen főliházakban. A Nirvin fajta F2, F3 és F4 utódait, valamint a Nirvin fajtával keresztezett étkezési és fűszerpaprika nemesítési vonalak hibrid utódait mesterséges fertőzési módszerrel teszteltük. A Nirvin F2 nemzedékéből 66 egyedet, az F3 nemzedékéből 20, az F4 nemzedékéből 28 korábban már tesztelt növény utódait, valamint az étkezési és fűszer hibridek F2 nemzedékéből 240 egyedet

értékelünk mesterséges fertőzési módszerrel. A felméréseket őszi hajtás során 100 m<sup>2</sup> felületen, fűtött fóliában végeztük. A mesterséges fertőzéshez természetes úton fertőződött idősebb állományból (fűtetlen fóliából) származó leveleket használtunk fel. Az idős leveleken sporuláló kórokozó konídiumait mechanikai úton juttattuk a vizsgált növények fiatal leveleire. Az inokulációt egy héten keresztül naponta ismételtük. A fertőzési kísérlettel egy légtérben lévő összesen 2000 m<sup>2</sup> felületű állományban is erős fertőzőtlenség alakult ki, így módunk volt a természetesen fertőződött állomány teljes felmérésére is.

Az állományban gombaölő szerek védekezései nem történtek. A tünetek megjelenését és a fertőzés mértékének alakulását folyamatosan figyeltük. A tenyésztési időszak végén, háromfokozatú skálán értékeltük a tüneteket. Az ellenállóság fokára a fertőzés mértékéből és a tünetek jellegéből következtettünk.

### Eredmények és következtetések

Az irodalmi áttekintésben felsorolt *C. annuum* tételeket hazai kísérleteinkben is megvizsgáltuk, de tünetmentes rezisztenciaforrást nem találtunk. A saját vad faj gyűjteményünk *C. chinense*, *C. frutescens* és *C. baccatum* tételeinek rezisztencia szintjét jónak tartottuk, különösen a *C. baccatum* var. *baccatum* egy tételét (bac-5). Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ezeken a tételeken nagyon kevés és apró bogyók vannak, a növény gyakorlatilag nincs leterhelve, nem öregszik el. A *C. annuum* fajjal készített fajhibridék többször visszakeresztezett fertil és terméssel jól berakódott utódaiban már nem találtunk tünetmentes egyedeket, de közepes rezisztencia szintűeket igen.

A hajtott paprika jelentősebb vírusaival, valamint a *Xanthomonas vesicatoria* baktériummal szembeni, vad *Capsicum* fajokból származó, specifikus rezisztencia gének (Tobamovírusok: *L1*, *L3*, és *L4* gének, Tospovírusok: *Tsw* gén, *Bs2* gén) termesztett fajtákba történő beépítése során megfigyeltük, hogy a rezisztenciagéneket tartalmazó növényanyagok rezisztenciára történő szelekciójánál nem a gyors szövetelhalást és a kórokozó látszólag gyors kizárását okozó típusokat kell előnyben részesíteni, hanem azokat az egyedeket, amelyeknél ez a folyamat látszólag lassan megy végbe és a növény enyhe szövetelhalással, esetleg szövetpusztulás nélkül, csak szövetvastagodással zárja ki a kórokozót. Ezt a jelenséget Általános Védekezési Reakciónak (General Defense Reaction - GDR) neveztük el. Minden specifikus rezisztenciagént hordozó növényanyag mesterséges fertőzését követő szelekciója során olyan genotípusok kiválasztására törekedtünk, amelyek magas GDR szinttel rendelkeztek.

A *Xanthomonas vesicatoria* baktériummal szemben hatékony védelmet biztosító *Bs2* specifikus rezisztenciagént tartalmazó nemesítési vonalaink szabadföldi tesztelése során tapasztaltuk, hogy több tétel kiemelkedően fogékony a paprika lisztharmatra. Külön figyelemmel kísértük a paprika *Xanthomonas* fertőzésével szemben, általunk korábban felfedezett, nem kórokozó specifikus gént (*gds* - general defense system) hordozó növényeken a lisztharmat tüneteinek alakulását mesterséges fertőzést követően.

Az egyik *gds* gént tartalmazó vonal levelein a lisztharmat fertőzés hatására apró 1-3 mm átmérőjű barna szövetelhalásos foltokat figyeltünk meg. Ezek a tünetek merőben eltérőek az eddig ismertektől, ami újabb lendületet adhat a nemesítésnek. A különleges tüneteket okozó vonallal készített hibridek F2 utódai között hasonló tünettípusú egyedeket találtunk. Tehát a *Bs2* rezisztenciát tartalmazó, lisztharmatra kifejezetten fogékony tételek között találtunk olyan vonalakat, ahol a baktérium rezisztencia és lisztharmat fogékonyság kapcsolságot sikerült áttörni. A tulajdonság genetikai elemzése folyamatban van.

Az új nemesítési program keretében a különböző eredetű rezisztenciaforrásokkal készített hibridek utódai lisztharmat ellenállóságának szelekciója során kiemelkedő fontosságúnak tarjuk a GDR szint tesztelését.

### Irodalom

- Bechir, A. M. (1993): Evaluation of pepper genotypes to *Leveillula taurica* Lev. (Arn.) resistance in Tunisia. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, **12**, 81-82.
- Blat, S. F., da Costa, C. P., Vencovsky, R., Sala, F.C. (2005): Inheritance of reaction to *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. *Capsicum annum* L. *Sci. Agric.*, **62**(1), 40-44.
- Crosby, K. (2006): Developing commercial pepper varieties with resistance to powdery mildew (*Leveillula taurica*). *Report to the California Pepper Research Commission*, 1-2.
- Daubeze, A. M., Hennart, J. W., Palloix, A. (1995): Resistance to *Leveillula taurica* in pepper (*Capsicum annum*) is oligogenically controlled and stable in Mediterranean regions. *Plant Breeding*, **114**, 327-332.
- Jankovics T., Kiss L. (2013): A paprika lisztharmat. *Agrofórum*, **24**(11), 22-29.
- Lehoczky J., Kajati I., Princzinger G. (1972): Új betegség Magyarországon: A paprika lisztharmat (*Leveillula taurica* Lév.Arn.) *Növényvédelem*, **8**, 393-401.
- Lefebvre, V., Daubeze, A. M., Ruppe van der Voort, J., Peleman, J., Bardin, M., Palloix, A. (2003): QTLs for resistance to powdery mildew in pepper under natural and artificial infections. *Theor. Appl. Genet.*, **107**, 661-666.
- Sabaratnam, S. (2004): Management of powdery mildew *Leveillula taurica* in greenhouse peppers. *BC Ministry of Agriculture and Lands, Abbotsford, British Columbia*, 1-4.
- Shifriss, C., Pilowsky, M., Zacks, J. M. (1992): Resistance to *Leveillula taurica* mildew (= *Oidiopsis taurica*) in *Capsicum annum*. *Phytoparasitica*, **20**, 279-283.
- Sulinam, M. E., Bardin, M., Daubeze, A. M., Mohamed, Y. F., Nicot, P. (2003): Aggressiveness of *Leveillula taurica* on pepper. *Capsicum Newsletter*, 83-85.
- Souza, L., Café-Filho, A.C. (2003): Resistance to *Leveillula taurica* the genus *Capsicum*. *Plant Pathology*, **52**, 613-619.
- Zheng, Z., Nonomura, T., Bóka K., Matsuda, Y., Visser, R. G. F., Toyoda, T., Kiss L., Bai, Y. (2013): Detection and quantification of *Leveillula taurica* growth in pepper leaves. *Phytopathology*, **103**(6), 623-632.

## LEVÉLFOLTOSÁG TÜNETEKET OKOZÓ GOMBÁK ELŐFORDULÁSA ÉS FELSZAPORODÁSA ŐSZI BÚZÁN MAGYARORSZÁGON 2001-2013-BAN

CSÖSZ LÁSZLÓNÉ<sup>1</sup>, MATUZ JÁNOS<sup>1</sup>, KERTÉSZ ZOLTÁN<sup>1</sup>,  
KÖVICS GYÖRGY JÁNOS<sup>2</sup>, CSEUZ LÁSZLÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem MÉK Növényvédelmi Intézet, Debrecen

2001-2013 között vizsgáltuk az őszi búza levélfoltosságát okozó nekrotrof kórokozók (*Drechslera tritici-repentis*, *Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum* és *Bipolaris sorokiniana*) és gyengültségi parazita – másodlagos patogén – szaprofita/szapróba gombák (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum nigrum*, *Stemphylium* és *Mucor* fajok) előfordulását és felszaporodását magyarországi körülmények között. A vizsgált helyek száma 7-17, a feldolgozott minták száma 1300-4900 között változott évente. A nekrotrof kórokozók közül a *Septoria tritici* és a *Drechslera tritici-repentis*, a szaprofita gombák közül pedig az *Alternaria* és a *Cladosporium* fajok voltak a dominánsak. Jelentős évjárat és helyhatást tapasztaltunk a gombák előfordulásának gyakoriságában és felszaporodásának ütemében.

**Kulcsszavak:** búza levélfoltosság betegségek, előfordulás, őszi búza

## OCCURRENCE AND SPREADING OF LEAF SPOT FUNGI ON WINTER WHEAT IN HUNGARY IN 2001-2013

L-NÉ CSÖSZ<sup>1</sup>, J. MATUZ<sup>1</sup>, Z. KERTÉSZ<sup>1</sup>, G. KÖVICS<sup>2</sup>, L. CSEUZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cereal Research Non-profit Ltd., Szeged

<sup>2</sup>University of Debrecen, Institute of Plant Protection, Debrecen

The occurrence and spreading of necrotrophic parasites (*Drechslera tritici-repentis*, *Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum* and *Bipolaris sorokiniana*) and saprotroph/saprobe (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Epicoccum nigrum* spp., *Stemphylium* spp. and *Mucor* spp.) fungi were studied in Hungary between 2001 and 2013. The number of examined locations varied from 7 to 17 and the number of the evaluated leaf samples was 1300-4900 yearly. Among the necrotrophic pathogens, *Septoria tritici* and *Drechslera tritici-repentis* and among the saprobe fungi, *Alternaria* spp. and *Cladosporium* spp. were dominant. Significant year and location effects were found in the occurrence and spreading of fungi.

**Key words:** wheat leaf spot diseases, occurrence, winter wheat

### Bevezetés

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) legfontosabb kórokozóinak jelentősége folyamatosan változik világszerte és Magyarországon is. A levélfoltosságot okozó kórokozókra az 1999-es csapadékos év növénykórtani helyzete hívta fel a figyelmet. Bár néhány adat (Aponyi et al. 1988, Balogh et al.



1991, Bakonyi et al. 1993, Békési 1996, Rátainé és Pecze 1997) a nekrotróf kórokozók magyarországi megjelenéséről és kártételéről ismert, azonban e csoporttal kapcsolatos intenzív kutatások 2000-ben kezdődtek el intézetünkben. Ennek keretében az egyik fő téma a legfontosabb levélfoltosságot okozó nekrotróf és szaprofita gombák előfordulásának országos felmérése, amely már 13 évet ölel fel. Az eltelt 13 év alatt igen szélsőséges évjáratokkal is találkoztunk, így az éghajlatváltozás kórokozó populációra gyakorolt hatásának tanulmányozására is lehetőség nyílt.

### Anyag és módszer

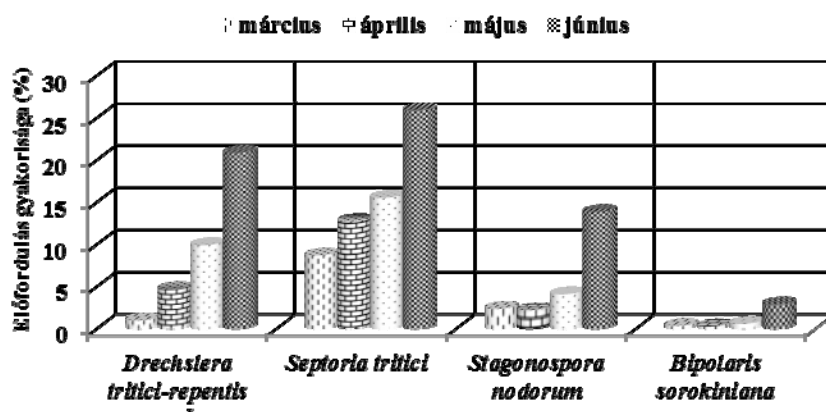
2001-2013 között az őszi búza tenyészidőszakában négy alkalommal (március, április, május utolsó dekádja és június közepe) évente változó számú levélmintát (1300-4900 minta/év) gyűjtöttünk az ország 7-17 helyéről. Ezekben a helyeken a kísérleteknél (saját és NÉBIH (OMMI)) gombaölőszeres védekezés nem történt és az elővetemény is csak néhány esetben volt gabona. A levélmintákat 48-72 órára Petri-csészékben nedves szűrőpapírra helyeztük, 20-22°C-os hőmérsékleten. Ezután a következő gombák mikroszkópi azonosítását végeztük el: *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem., *Septoria tritici* Rob. ex Desm., *Stagonospora nodorum* (Berk.) Cast & Gern, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem., *Alternaria* spp., *Cladosporium*, *Epicoccum nigrum*, *Stemphylium*, *Mucor* fajok. Az előfordulás gyakoriságát %-ban adtuk meg.

### Eredmények és következtetések

Az időjárási tényezők közül a nekrotróf kórokozók és a szaprofita gombák megjelenését és felszaporodását a csapadék mennyisége és eloszlása befolyásolta a legnagyobb mértékben. A vizsgált időszakban 2010-ben a 30 éves átlagnál lényegesen több, míg 2003, 2011 és 2012-ben lényegesen kevesebb volt a csapadék mennyisége (OMSZ 2001-2013).

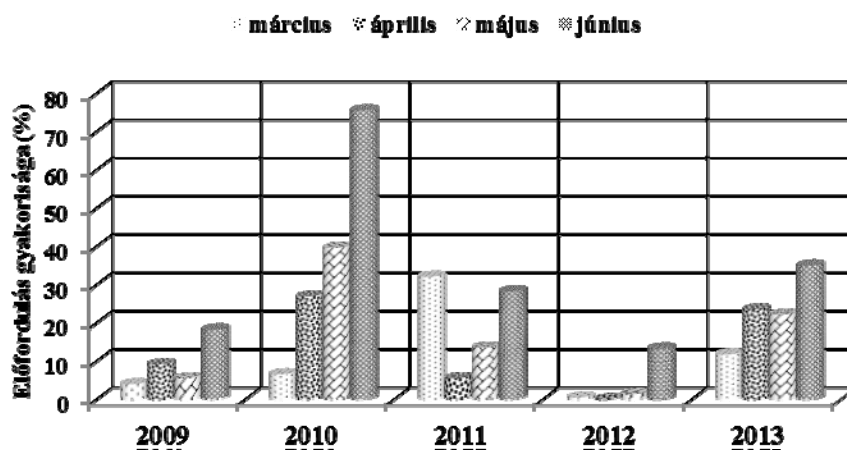
A 13 év és az összes hely átlagában a levélfoltosságokat okozó nekrotróf kórokozók közül a búza levélfoltosságot okozó *Septoria tritici* dominanciája figyelhető meg. Az előfordulás gyakorisága a tenyészidő végére meghaladta a 25%-ot. A *Septoria tritici* esetében igen gyakori, hogy már korai időszakban az 5 %-os küszöbértéknél nagyobb mértékben (8,67 %) van jelen a kórokozó, ami a korai védekezés szükségességét támasztja alá. A sárga vagy fahéjbarna levélfoltosságért felelős *Drechslera tritici-repentis* az irodalmi adatokkal megegyezően inkább a későbbi időszakban (május-június) fordul elő nagyobb mértékben, és tapasztalataink azt mutatják, hogy felszaporodását az időjárási tényezők jobban befolyásolják, mint a *Septoria tritici* fajét. A levél- és pelyvavevél foltosságát okozó *Stagonospora nodorum* (syn.: *Septoria nodorum*) előfordulása is a tenyészidő vége felé nagyobb mértékű. A barna levélfoltosságot előidéző *Bipolaris sorokiniana* előfordulása inkább sporadikusnak mondható (*I. ábra*).

**1. ábra:** A nekrotróf kórokozók előfordulásának gyakorisága (%) az összes hely és a vizsgált évek (2001-2013) átlagában Magyarországon



A nekrotróf kórokozók esetében az évek és a helyek között jelentős különbségeket tapasztaltunk. Az évjáratok közötti különbségeket jól mutatja a *Septoria tritici* előfordulásának gyakorisága az utóbbi öt (2009-2013) évben (2. ábra).

**2. ábra:** A *Septoria tritici* előfordulásának gyakorisága (%) a helyek átlagában Magyarországon 2009-2013-ban



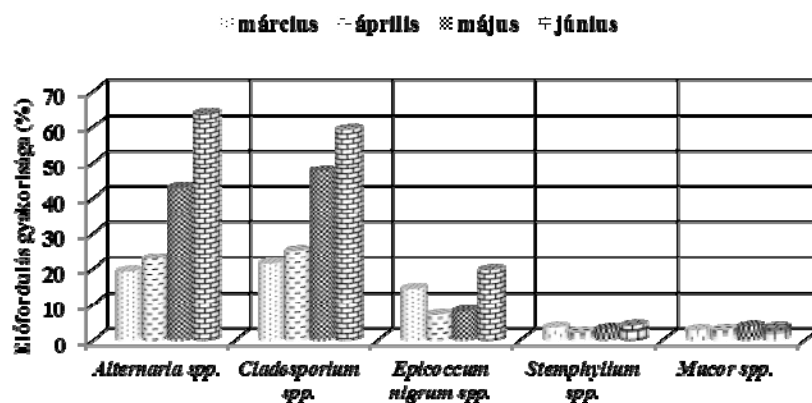
A levélfoltosság tünetek kialakulásában egyéb gyengültségi parazita – szaprofita/szapróba (Kövics, 2009) gombáknak (*Alternaria* spp., *Cladosporium*, *Epicoccum nigrum*, *Stemphylium*, *Mucor* fajok) is jelentős szerepük van. Ez a tünetek vizuális felvételezésekor okoz komoly problémát, mivel ezeknek a gombáknak a jelenléte jellegtelen tünetekben nyilvánul meg. A mintákban leggyakrabban az *Alternaria* fajokat (63,67 %) és a *Cladosporiumot* (58,91 %) azonosítottuk. Az *Epicoccum nigrum* előfordulása a tenyészidő végére megközelítette a 20 %-ot. A *Stemphylium* és a *Mucor* előfordulása (faji azonosítás nélkül) sporadikus volt (3. ábra). A nekrotrof kórokozókhoz hasonlóan a szaprofita/szapróba gombák esetében is jelentős évjárat és helyhatást tapasztaltunk.

Ezen utóbbi gombák közül az *Alternaria* (köztük parazita és szaprofita) fajok azok, amelyek gazdaságilag is fontosak lehetnek, mivel nem csak a levélen, hanem a búzaszemen is okozhatnak tüneteket, fekete foltok formájában (feketecsrájúság). Ezek, különösen a durum búza esetében, jelentősen ronthatják a liszt illetve a dara minőségét.

Az őszi búzán előforduló *Alternaria* fajok igen nagy változatosságot mutatnak, közöttük a foltokon a patogént elfedő más fajok konídiumai is lehetnek. Az *Alternaria* nemzetségbe tartozó monospóras tenyészetek molekuláris azonosítása során két nagy fajcsoportba (*A. alternata*/*A. tenuissima*/*A. longipes*/*A. arborescens* és az *A. triticina*/*A. infectoria* fajcsoport) tudtuk besorolni az izolátumokat. Ezek további vizsgálata szükséges a faj(ok) pontos meghatározáshoz (Tóth et al. 2009).

Az *Alternaria* fajok monospóras izolátumainak vizsgálata során egy új *Alternaria* fajt, az *Alternaria hungarica* fajt is azonosítottunk (Tóth et al. 2011).

**3. ábra: A szaprofita/szapróba gombák előfordulásának gyakorisága (%) az összes hely és a vizsgált évek (2001-2013) átlagában Magyarországon**



### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak a GVOP-3.1.1.-2004-05-0206/3.0, a DTR\_2007, a HuSrb/1002/214/045 „BIOCEREAL” IPA pályázat és a Syngenta Kft. anyagi támogatásáért. Ugyancsak köszönettel tartoznak a NÉBIH (OMMI) munkatársainak, hogy lehetővé tették számunkra a kísérletekről a mintagyűjtést, Berki Lászlónak, Gajdács Kálmánnénak, Láda-Nagyhaska Editnek és Kótai Évának pedig a mintagyűjtésben és a minták feldolgozásában nyújtott segítségükért.

### Irodalom

- Aponyiné, G.I., Békési, P., Matók, I. (1988): Újabb betegség veszélyezteti a gabonát. Magyar Mezőgazdaság 40: 9.
- Bakonyi, J., Fischl, G., Falusi, J. (1993): *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. és *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. fertőzés sajátosságai őszi búza csiranövények levelein. Növénytermelés 42(2): 127-134.
- Balogh, S., Rátainé, VR., Aponyiné, G.I., Schweigert, A-né, Füzi, I. (1991): A kalászosok helmintospóriumos levélszáradása. Gyakorlati Agroforum 2, májusi különszám: 30-33.
- Békési, P. (1996): Az őszi búzafajták rezisztencia-vizsgálatának 1996. évi eredményei. Gyakorlati Agroforum, 7(10): 12-14.
- Kövics, G. (2009): Növénykórtani vademecum. NOFKA, Debrecen, p. 1-470.
- Országos Meteorológiai Szolgálat havi jelentései 2001-2013.
- Rátainé Vida, R., Pecze, R. (1997): Ismerkedjünk az őszi búza levélszáradásával! Gyakorlati Agroforum, 8(6): 41-43.
- Tóth, B., Csósz, L-né, Szabó-Hevér, Á., Kiss, A., Varga, J. (2009): Búza-levélfoltosságot előidéző új kórokozó gombák molekuláris detektálása Magyarországon. Növényvédelem, 45(10): 543-548.
- Tóth, B., Csósz, M., Szabó-Hevér, Á., Simmons, E.G., Samson, R.A., Varga, J. (2011): *Alternaria hungarica* sp. nov., a minor foliar pathogen of wheat in Hungary. Mycologia, 103(1): 94-100., DOI: 10.3852/09-196.

ALAKOR TÉTELEK (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*)  
DIGITÁLIS MAGMORFOMETRIAI ELEMZÉSE

EMÓDI ANDREA<sup>1</sup>, GYULAI FERENC<sup>1</sup>, MRAVCSIK ZOLTÁN<sup>1</sup>, KERTI BALÁZS<sup>2</sup>,  
HIDVÉGI NORBERT<sup>2</sup>, VINOGRADOV SERGEY<sup>3</sup>, SZABÓ T. ATTILA<sup>4</sup>,  
IRWIN ROVNER<sup>5</sup>, GYULAI GÁBOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, MKK KTI, Gödöllő; <sup>2</sup>Szent István Egyetem, MKK GBI, Gödöllő; <sup>3</sup>Szent István Egyetem, GTK KJMI, Gödöllő; <sup>4</sup>Biológiai Adatbázislabor, Balatonfüred; <sup>5</sup>University of North Carolina, USA

Kilenc génbanki alakor tétel (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) digitális magmorfometriai elemzését végeztük el Diszkriminancia- és Klaszter analízissel *Fovea Pro 4.0* programmal egy végső digitális fajtaazonosításra és rokonsági kapcsolatainak kimutatására. Az alakor rendszertani viszonyainak meghatározásához *in silico* cpDNS szekvenciaelemzését végeztünk, mely szerint az alakor cpDNS-e közelebbi rokonságot mutat a *T. urartu*-hoz és a *Hordeum vulgare*-hoz, mint a *T. aestivum*-hoz.

**Kulcsszavak:** Alakor, digitális magmorfometria, szekvenciaelemzés

DIGITAL SEED MORPHOMETRY OF NINE EINKORNS  
(*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*)

A. EMÓDI<sup>1</sup>, F. GYULAI<sup>1</sup>, Z. MRAVCSIK<sup>1</sup>, B. KERTI<sup>2</sup>, N. HIDVÉGI<sup>2</sup>,  
A. SZABÓ T.<sup>4</sup>, S. VINOGRADOV<sup>3</sup>, I. ROVNER<sup>5</sup>, G. GYULAI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environment and Landscape Management, Szent István University, Gödöllő; <sup>2</sup>Institute of Genetics and Biotechnology, Szent István University, Gödöllő; <sup>3</sup>Institute of Economics, Law and Methodology, Szent István University, Gödöllő; <sup>4</sup>BioDatLab, Balatonfüred; <sup>5</sup>University of North Carolina, USA

Nine einkorn (*Triticum m. monococcum*) entries were studied by means of digital image analysis (*Fovea Pro 4.0*) for cultivar identification. DA (*Discriminant Analysis*) and Cluster analyses were used. The data revealed that each einkorn varieties separated distinct groups, which results provide potential digital tool for variety registration. Total cpDNA sequence analyses revealed that diploid einkorn shows closer genetic similarity to *T. urartu* and *Hordeum vulgare* rather than hexaploid *T. aestivum*.

**Key words:** einkorn, digital seed morphometry, sequence analysis

**Bevezetés**

Az alakor (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) korunk újra felfedezett növénye, és ebből következően még nem rendelkezik egységesített fajtaazonosítási és rendszerezési bélyegekkel. Vizsgálatainkban ezért fordultunk egy új fajtavizsgálati eljáráshoz, a digitális magmorfometriához, amellyel pontosan elkülöníthetők az egyes fajták, fajtajelöltek és tájfajták. Ennek a módszernek az alkalmazását az is szükségessé teszi, hogy a számtalan kis magszámú génbanki tétel a vizsgálat során nem sérül és megőrzésre visszahelyezhető.

Az alakor egyike az emberiség első gabonáinak. A búza (*Triticum*) nemzetség valamennyi tagja a vad alakorból (*T. mon. ssp. aegilopoides*) vezethető le és termesztése 12.000 évvel ezelőttre datálható (*Simmonds 1976*).

Hazánkban egészen a XIX. századig termesztették kisebb területeken, ezt követően fokozatosan eltűnt a termesztésből. Az alakor még fellelhető a Szlovákiában, Lengyelországban, Franciaországban, Spanyolországban, Dél-Tirolban, a Balkánon, a Pireneusokban, Anatóliában, sőt még Indiában is. Erdélyből is ismerünk adatokat (*Kovács 2010*).

A mai termesztésben lévő búzák maghéjának vastagsága a nemesítés során csökkent, az alakor maghéja a legvastagabb. Az ásványi elemek éppen a szemtermések maghéjában - ami az őrlésnél a korpát jelenti - koncentrálnak, csakúgy, mint a kórokozók toxinjai. A vékonyabb maghéj veszélyt jelenthet, mert az esetlegesen felszaporodó toxinok a szermaradványokkal együtt könnyebben bekerülhetnek az endospermiumba, mint a vastagabb maghéjjal rendelkezőknél. Az ilyen gabonából, akár korpa nélküli, akár teljes értékű őrleményből készült kenyér fogyasztása veszélyeket rejthet magában. Ugyanis a korpa nélküli lisztből sült kenyeret elfogyasztva a szükséges mikroelem mennyiségnél kevesebbhez jutunk, a teljes őrlésű lisztből készült kenyérral pedig túlzottan sok szermaradványhoz és esetleg baktériumok, mikroszkopikus gombák már igen kis mennyiségben is erősen mérgező toxinjai kerülnek fogyasztásra. Az alakor biológiai úton való termesztésével mindez elkerülhető.

Célunk a legjobb alakorfajták szelekciója, és digitális magmorfometriai markerezése volt.

### Anyag és módszer

A morfológiai vizsgálat során 9 alakor tételt vizsgáltunk. Az első 3 minta Szabó T. Attila gyűjtéséből származó Kárpát-medencei tételek: (1) 'Clusius', (2) 'Pataki', (3) 'Gyulai'; a (4) minta az Mv Elitmag Kft. Martonvásár, által forgalmazott 'Mv Alkor'; az (5) – (7) tételek a Tápiószelei Növényi Diverzitás Központ Génbanki tételei [(5) 'Fazekas', (6) 'Schiemann' (Marokkó), (7) 'Janics']; a (8) tétel egy 'Agostyáni' tájfajta; a (9) az 'Mv Menket', Martonvásár bejegyzett fajtája.

Az alakor magmintákat nagyfelbontású szkennel (pdf) fényképeztük, majd a *Fovea Pro 4.0 programmal* elemeztük (*Russ et al. 2005; Rovner és Gyulai 2007*). Az DA (*Diszkriminancia Analízis*) és Klaszter elemzést az SPSS programcsomaggal végeztük.

A cpDNS génbanki számokat az NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) és a CGP (<http://chloroplast.ocean.washington.edu>) oldaláról töltöttük le. A közel 20 millió nukleotid elemzését nyolcmagvas gépen (24 GB RAM) futtattuk 14 napig. A DNS szekvencia- (*BioEdit*), és kladogram (ML) elemzést *MEGA4* programmal végeztük (1000x bootstrap).

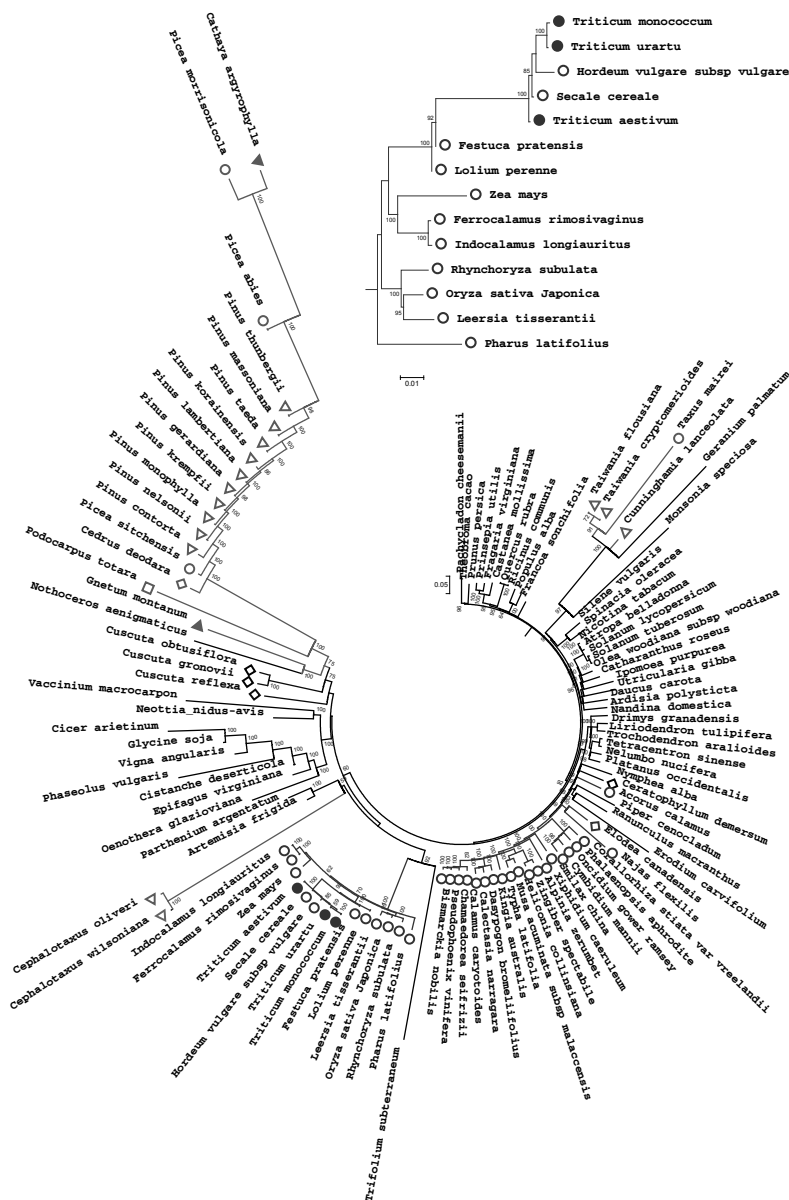
### Eredmények és következtetések

Az *in silico* teljes kloroplaszt genomok összehasonlításával (131 faj, közel 20 millió nt) meghatároztuk az alakor helyét az egyszikűek között (*I. ábra*).

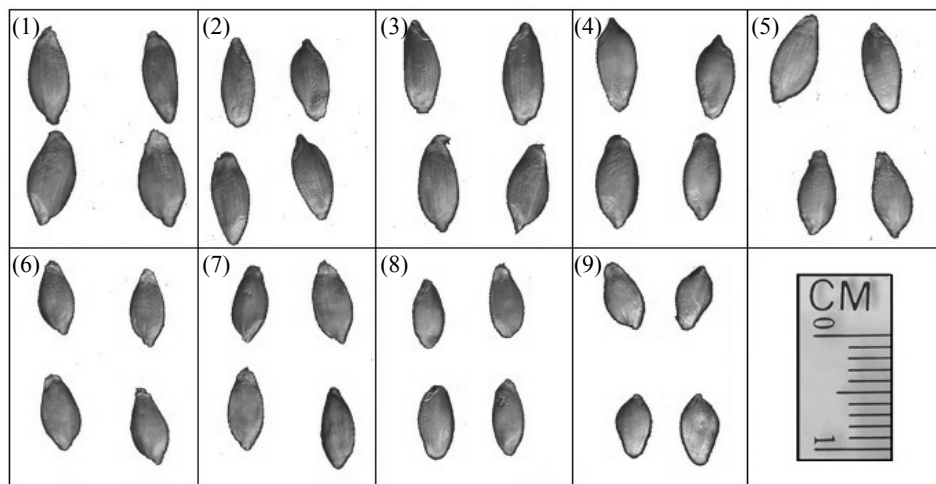
## ALAKOR MAGMORFOMETRIAI ELEMZÉSE

Kimutattuk, hogy az alakor (*T. mon. ssp. monococcum*) ( $2n=2x=14$ ) cpDNS-e közelebbi rokonságot mutat a *T. urartu*-hoz ( $2n=2x=14$ ) és a *Hordeum vulgare*-hoz, mint a hexaploid kenyérbúzához (*T. aestivum*;  $2n=6x=42$ ) (1. ábra).

A magmorfometriai vizsgálatokhoz készített digitális képek alapján az alakor tételeket a szemtermés nagysága alapján rendszereztük (2. ábra).



1. ábra. Növényi teljes kloroplaszt genomok ML kladogramja. Az egyszikűek (○) három külön csoportját a *Triticum* fajok kiemelésével (○, ●, ld. részletf).



2. ábra. A kilenc vizsgált alakor tétel magmintái

Megállapítottuk, hogy a két legnagyobb szemű fajta kárpát-medencei tájfajta a (1) 'Clusius', és (2) 'Pataki', míg a legkisebb szemű tétel a (9) az 'Mv. Menket', Martonvásár, bejegyzett törpefajta volt.

A digitális magmorfometriai elemzésben 33 mért paramétert vizsgáltunk, melyből, a diszkriminancia analízis 17 tulajdonságot karakterizált, (*Area, Convex Area, Length, Breadth, Equiv.Diam., Inscib.Rad., Circum.Rad., Perimeter, Convex Perim., FormFactor, Roundness, Aspect Ratio, Solidity, Convexity, Symmetry, Radius Ratio, Elongation*), amki alapján klaszter analízis végeztünk (3. ábra).

Megállapítottuk, hogy a (6) 'Schiemann' (Marokkó) és a (7) 'Janics' tétel mutatja a legközelebbi rokonságot, melyre nem találtunk magyarázatot.

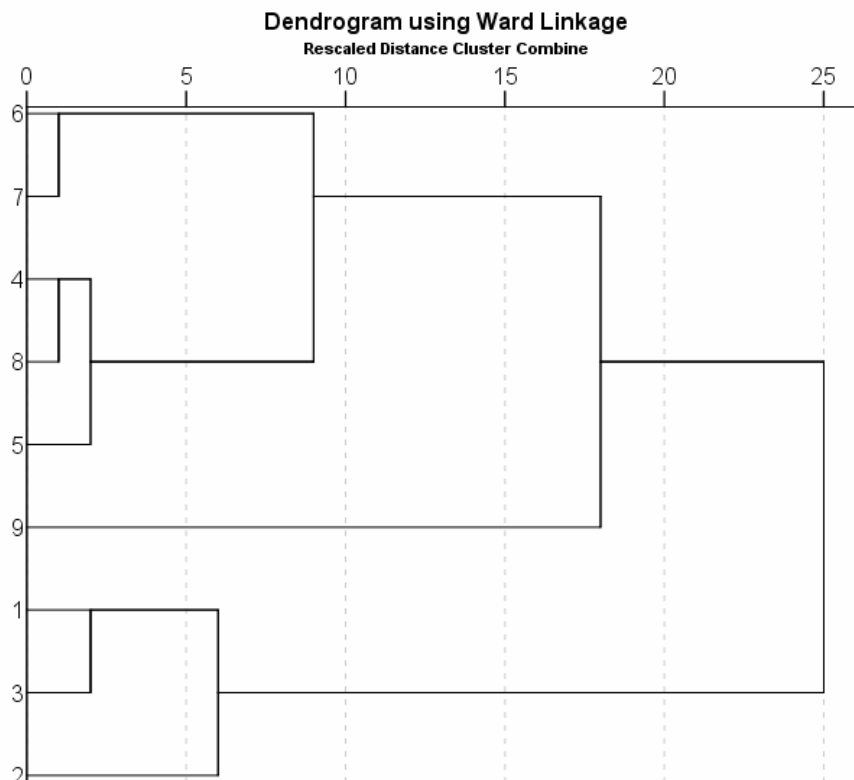
A második klaszterbe a (4) 'Mv Alkor', az (5) 'Fazekas', és a (8) 'Agostyáni' tájfajta csoportosult.

A harmadik rokonsági kört a három kárpát-medencei tájfajta alkotta: (1) 'Clusius', (2) 'Pataki', (3) 'Gyulai'.

A (9) számú, bejegyzett 'Mv Menket' (Martonvásár) fajta teljesen elkülönült a vizsgált minták közül, melynek háttérében a fajta törpe jellege állhat.

Vizsgálataink megbízható adatokat szolgáltatnak az alakor teljes körű hazai, illetve nemzetközi digitális magmorfometriai adatbank létrehozásához, amellyel az 'újra felfedezett' alakor fajtarokonsági kapcsolatai feltárhatók egy végső fajtamegőrzési és fajtaoltalmi céllal.





3. ábra. A kilenc vizsgált alakor tétel rokonsági kladogramja (SPSS)

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar kiválósági támogatásának (Kutató Kari Kiválósági Támogatás (Research Centre of Excellence, 17586-4/2013/TUDPOL) támogatásával készült.

### Irodalom

- Kovács, G. (2010): Az alakor organikus termesztése. *Martonvásár*, XXII. évf. 2.sz. pp. 20-21.
- Rovner I., Gyulai F. (2007): Computer-Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. *Economic Botany* **61**, 154-172.
- Russ, J. (2005): Fovea Oro 4.0 Computer software. Reinder Graphics.
- Simmonds, N.W. (1976) Evolution of Crop Plants. Longman. London and New York. p.339.

REDUKÁLT LIGNINTARTALMÚ ( $bm_3$ ) MUTÁNS  
KUKORICAVONALAK, IZOGÉNJEIK ÉS HIBRIDJEIK  
ÖSSZEHASONLÍTÁSA A MORFO-FENOMETRIAI  
TULAJDONSÁGAIK SZEMPONTJÁBÓL

ERDEI ÉVA<sup>1</sup>, KOVÁCSNÉ OSKOLÁS HENRIETT,  
GYULAVÁRI OSZKÁR<sup>2</sup>, PEPÓ PÁL

<sup>1</sup>DE AGTC Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Növénytudományi Intézet, Debrecen

<sup>2</sup>Növénynevelési Állomás, Gabonakutató Nonprofit Kft. Táplánszentkereszt

Kétvonalas brown midrib kukorica hibridek ( $bm_3 \times bm_3$ ) és azok izogén változatait (izogén  $\times$  izogén) állítottuk elő normál és  $bm_3$  gént tartalmazó beltenyésztett vonalak felhasználásával. A brown midrib kukorica vonalak és azok izogénjeinek, továbbá a felhasználásukkal előállított normál és  $bm$  hibridek morfo-fenometriai tulajdonságait elemeztük. A fenotípusos (fenológiai és fenometriai) tulajdonságokat vonalanként és hibridenként írtuk le. A  $bm_3$  kukoricáknál az UPOV CPVO TP/2/2 irányelv szerint 33 tulajdonság került felvételezésre. Meghatároztuk a heterózis és heterobeltiozis mértékét három  $bm$  és három izogén kétvonalas (SC) kukorica hibridnél a növény- és csőeredési magasság, a csőhossz és csőtömeg esetében. A brown midrib és izogén kukoricahibrideknél az alsó csőeredés magasságára, a csőhosszra és a csőtömegre nézve a pozitív átlagos heterózis és a heterobeltiozis érvényesült.

**Kulcsszavak:** kukorica (*Zea mays L.*), brown midrib ( $bm$ ) fenometria, heterózishatás, izogén vonalak.

COMPARISON OF MUTANT MAIZE LINES ( $bm_3$ ) OF REDUCED  
LIGNIN CONTENT AND THEIR ISOGENES AND HYBRIDS IN  
TERMS OF MORPHO-PHENOMETRIC TRAITS

E. ERDEI<sup>1</sup>, H. OSKOLÁS KOVÁCSNÉ, O. GYULAVÁRI<sup>2</sup>, P. PEPÓ

<sup>1</sup>University of Debrecen, Faculty of Agricultural Food Sciences and Environmental  
Management, Institute of Crop Sciences, Debrecen

<sup>2</sup>Field Crops Research Station, Cereal Research Non-Profit Ltd. Táplánszentkereszt

Brown midrib single cross (SC) maize hybrids ( $bm_3 \times bm_3$ ) and their isogenic variants (isogenic  $\times$  isogenic) were produced by utilization of traditional and  $bm_3$  inbred lines. The phenotypic characteristics (phenological and phenometric) were described for lines and hybrids. In the case of the  $bm_3$  maize lines, 33 traits were studied according to the UPOV CPVO TP/2/2 guidelines. The levels of heterosis and heterobeltiosis were determined for plant height, ear attachment height, ear length and ear weight in the cases of three brown midrib and three isogenic single cross maize hybrids. In the case of the brown midrib and isogenic maize hybrids positive average heterosis and heterobeltiosis were experienced for ear attachment height, ear length and ear weight.

**Key words:** maize (*Zea mays L.*), brown midrib ( $bm$ ) phenometrics, heterosis effect, isogenic lines.

## Bevezetés

Brown midrib (*bm*, *bm<sub>r</sub>*) mutánsokat kukoricában (*Zea mays* L.) cirokban (*Sorghum bicolor* L.) és néger kölesben (*Pennisetum glaucum* L.) írtak le. A kukoricában a *bm*-géncsaládot 1931-ben azonosították. A kukoricában azonosított *bm* gének (*bm<sub>1</sub>*, *bm<sub>2</sub>*, *bm<sub>3</sub>*, *bm<sub>4</sub>*) spontán mutáció eredményei, recesszíven öröklődnek és természetes ligninhányt hordoznak. A négy természetes mutáns gén közül a *bm<sub>3</sub>* mutációt Emerson (1935) a 4. kromoszómán lokalizálta és Lechtenberg *et al.* (1972) szerint a mutáns gének közül a *bm<sub>3</sub>* gének volt a leghatékonyabb lignin redukáló hatása. Gyulavári *et al.* (2006) alapján elvégzett takarmányozási kísérletek bebizonyították, hogy az alacsonyabb lignintartalom következtében javuló emészthetőségi tulajdonságok hatására növekedett azoknak a tejelő szarvasmarha-állományoknak a tej- és hústermelése, amelyeket brown midrib kukoricából készült szilázssal takarmányoztak. A könnyű emészthetőséget előidéző *bm<sub>3</sub>* hibridek alacsony lignintartalma kapcsolt a természetes számára több negatív tulajdonsággal, mint például a csökkent mennyiségű szárhozammal és szemterméssel (Miller *et al.*, 1983; Weller *et al.*, 1985), valamint a gyengébb szárszilárdsággal (Gallais *et al.*, 1980; Keith *et al.*, 1981). Frenchick *et al.* (1976) kísérletében a brown midrib hibrideknél szemterméscsökkenést és kevesebb mennyiségű silótermést tapasztaltak, mint a normál izogénjeik esetében.

## Anyag és módszer

A DE AGTC MÉK Növénytudományi Intézet Bemutatókertjében saját nemesítésű kukoricavonalakból kétvonalas hibrideket állítottunk elő keresztezéssel (1. táblázat). A fenotípusos tulajdonságok leírása az UPOV-szabvány szerint a CPVO TP/2/2 irányelvek alapján történt. Meghatároztuk a heterózis és a heterobeltiózis mértékét a növénymagasságra, a csőeredés magasságára, a csőhosszra és a csőtömegre nézve.

1. táblázat Kukoricahibridek és szülői partnereik

Kukoricahibridek	Anyai vonalak	Apai vonalak
GK49 izogén x GK42 izogén	GK49 izogén	GK42 izogén
GK49 <i>bm<sub>3</sub></i> x GK42 <i>bm<sub>3</sub></i>	GK49 <i>bm<sub>3</sub></i>	GK42 <i>bm<sub>3</sub></i>
GK42 <i>bm<sub>3</sub></i> x GK43 <i>bm<sub>3</sub></i>	GK42 <i>bm<sub>3</sub></i>	GK43 <i>bm<sub>3</sub></i>
GK42 izogén x GK43 izogén	GK42 izogén	GK43 izogén
SzeTC 465	(GK49 x GK59)	GK57
SzeTC 465 <i>bm<sub>3</sub></i>	(GK49 <i>bm<sub>3</sub></i> x GK59 <i>bm<sub>3</sub></i> )	GK57 <i>bm<sub>3</sub></i>

## Eredmények és következtetések

A GK43 izogén és a GK43  $bm_3$  vonalakat apai partnerként használtuk fel. A vizsgált hibridek közül a GK42 izogén  $\times$  GK43 izogén valamint a GK42  $bm_3$   $\times$  GK43  $bm_3$  levéllemeze a szárral kis szöget zárt be. A legnagyobb csőhosszt a GK43 izogén vonal esetében mértük (2009-ben 13,70 cm, míg 2010-ben 12,96 cm-es). 2010-ben a legnagyobb csőtömege a GK43  $bm_3$  vonalnak (52,96 g) volt (2.a,b táblázat).

2.a) táblázat A brown midrib és az izogén kukoricavonalak fenometriai paramétereinek átlaga (Debrecen, 2009-2010)

Vonalak	Növénymagasság (cm)		Csőeredési magasság (cm)		Viszony-szám	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
GK42 izogén	158,00	149,00	44,00	31,00	0,27	0,20
GK42 $bm_3$	138,33	141,00	36,66	32,33	0,26	0,22
GK43 izogén	163,00	189,00	51,66	48,00	0,31	0,25
GK43 $bm_3$	168,00	192,33	55,00	48,66	0,32	0,25
GK49 izogén	137,33	132,00	45,00	38,33	0,32	0,29
GK49 $bm_3$	137,66	125,66	42,33	20,33	0,30	0,16
Átlag	150,38	154,83	45,77	36,44	0,30	0,23
SzD <sub>5%</sub>	11,48	16,28	10,55	13,41	-	-

2.b) táblázat A brown midrib és az izogén kukoricavonalak fenometriai paramétereinek átlaga (Debrecen, 2009-2010)

Vonalak	Csőhossz (cm)		Csőtömeg (g)	
	2009	2010	2009	2010
GK42 izogén	10,92	9,80	38,80	24,14
GK42 $bm_3$	11,40	11,50	73,99	32,95
GK43 izogén	13,70	12,96	51,10	48,86
GK43 $bm_3$	10,50	10,46	46,60	52,96
GK49 izogén	11,50	10,00	21,80	27,64
GK49 $bm_3$	9,90	10,30	28,65	42,12
Átlag	11,32	10,83	43,49	38,11
SzD <sub>5%</sub>	0,88	1,67	10,15	15,65

A legnagyobb átlagos növénymagasságot elért hibrid (GK49  $bm_3$   $\times$  GK42  $bm_3$ ) rendelkezett a legkisebb csőeredési magassággal (46,50 cm). A saját nemesítésű kétvonalas hibridjeink közül a legnagyobb átlagos csőeredési magasság értéket (74,00 cm) a GK49 izogén  $\times$  GK42 izogén hibrid mutatta (3. táblázat). A szülők átlagának százalékában számított heterózis mértékét a növénymagasságra és a csőeredési magasságra nézve a 4.a,b táblázat, míg a csőhosszra és a csőtömege nézve az 5.a,b. táblázat mutatja be.

3. táblázat A brown midrib és az izogén kukoricahibridek fenometriai tulajdonságainak átlaga (Debrecen, 2010)

Hibridek	Növény- magasság (cm)	Csőeredési magasság (cm)	Viszony- szám	Csőhossz (cm)	Csőtömeg (g)
GK49 izo. x GK42 izo.	218,00	74,00	0,33	15,72	135,61
GK49 bm <sub>3</sub> x GK42 bm <sub>3</sub>	223,00	46,50	0,20	15,32	72,27
GK42 izo. x GK43 izo.	218,66	55,00	0,25	15,28	107,39
GK42 bm <sub>3</sub> x GK43 bm <sub>3</sub>	192,00	53,33	0,27	14,11	97,39
SzeTC 465	249,66	81,00	0,32	16,98	130,94
SzeTC 465 bm <sub>3</sub>	209,00	67,00	0,32	16,20	106,18
Átlag	218,38	62,80	0,28	15,60	108,29
SzD <sub>5%</sub>	19,15	15,12	-	1,06	22,95

4.a) táblázat Heterózishatás-vizsgálat a brown midrib kukoricahibridek növénymagasságánál (Debrecen, 2010)

Hibridek	Heterózis mértéke (növénymagasság)			
	Átlagos heterózis		Heterobeltiózis	
	%-os	abszolút	%-os	abszolút
GK49 izogén x GK42 izogén	55,16	7,75	46,30	69,00
GK49 bm <sub>3</sub> x GK42 bm <sub>3</sub>	67,25	89,67	58,15	82,00
GK42 izogén x GK43 izogén	29,38	49,66	15,69	29,66
GK42 bm <sub>3</sub> x GK43 bm <sub>3</sub>	15,20	25,34	-0,17	-0,33
SzeTC 465	68,12	101,16	66,44	99,66
SzeTC 465 bm <sub>3</sub>	38,87	58,51	30,29	48,60

4.b) táblázat Heterózishatás-vizsgálat a brown midrib kukoricahibridek csőeredési magasságánál (Debrecen, 2010)

Hibridek	Heterózis mértéke (csőeredési magasság)			
	Átlagos heterózis		Heterobeltiózis	
	%-os	abszolút	%-os	abszolút
GK49 izogén x GK42 izogén	113,50	39,34	93,06	35,67
GK49 bm <sub>3</sub> x GK42 bm <sub>3</sub>	76,60	20,17	43,82	14,17
GK42 izogén x GK43 izogén	39,24	15,5	14,58	7,00
GK42 bm <sub>3</sub> x GK43 bm <sub>3</sub>	31,71	12,84	9,59	4,67
SzeTC 465	50,58	27,21	33,77	20,45
SzeTC 465 bm <sub>3</sub>	29,39	15,22	20,50	11,40

A GK49 izogén x GK42 izogén csőhosszának átlagos heterózis mértéke 58,78%, míg a heterobeltiózis értéke 57,20% volt. A hibrid csőtömege 423,79%-kal haladta meg a szülők átlagát, míg a jobbik szülő átlagához képest 390,62%-os hibridfőlény jelentkezett (5a,b táblázat). Az izogén vonalak segítségével előállított hibridek heterózis és heterobeltiózis értékei a *bm* analógokhoz képest

REDUKÁLT LIGNINTARTALMÚ KUKORICÁK ÉS IZOGÉNJEIK JELLEMZÉSE

kedvezőbbek voltak, ami arra enged következtetni, hogy a *bm* hibrideknél az alternatív hasznosíthatóságból származó előnyöket érdemes elsősorban figyelembe venni.

5.a) táblázat Heterózishatás-vizsgálat a brown midrib kukoricahibridek csőhosszábanál (Debrecen, 2010)

Hibridek	Heterózis mértéke (csőhossz)			
	Átlagos heterózis		Heterobeltiózis	
	%-os	abszolút	%-os	abszolút
GK49 izogén x GK42 izogén	58,78	5,82	57,20	5,72
GK49 $bm_3$ x GK42 $bm_3$	40,55	4,42	40,55	3,82
GK42 izogén x GK43 izogén	34,27	3,90	17,90	2,32
GK42 $bm_3$ x GK43 $bm_3$	28,50	3,13	22,69	2,61
SzeTC 465	-24,76	-5,59	-4,76	-5,59
SzeTC 465 $bm_3$	24,90	3,23	22,26	2,95

5.b) táblázat Heterózishatás-vizsgálat a brown midrib kukoricahibridek csőtömegénél (Debrecen, 2010)

Hibridek	Heterózis mértéke (csőtömeg)			
	Átlagos heterózis		Heterobeltiózis	
	%-os	abszolút	%-os	abszolút
GK49 izogén x GK42 izogén	423,79	109,72	390,62	107,97
GK49 $bm_3$ x GK42 $bm_3$	92,56	34,74	71,58	30,15
GK42 izogén x GK43 izogén	194,21	70,89	119,79	58,53
GK42 $bm_3$ x GK43 $bm_3$	126,75	54,44	83,89	44,43
SzeTC 465	187,52	85,40	106,36	67,49
SzeTC 465 $bm_3$	105,61	54,54	103,95	54,12

### Irodalom

- Emerson, R. A. (1935): Cornell Univ. Agric. Exp. Sth. Memoir 180.
- Frenchick, G. E., Johnson, D. G., Murphy, J. M., Otterby, D. E. (1976): Brown midrib corn silage in dairy cattle rations. *J. Dairy Sci.* **59**:2126-2129.
- Gallais, A., Huguet, L., Berthet, H., Bertin, G., Broqua, B., Mourguet, A., Traineau, R. (1980): Preliminary evaluation of brown-midrib maize hybrids for their feeding and agronomic value in France. In "Improvement of Quality Traits of Maize for Grain and Silage Use" (W.G. Pollmer and R.H. Phipps, eds.), Nijhoff, The Hague. pp. 319-339.
- Gyulavári, O., Balassa, GY., Toldiné Tóth, É. (2006): Donorhatás vizsgálat back-cross-ok későbbi nemzedékeiben, XII. Növénynevelési Tudományos Napok, Összefoglalók. Poszter. Budapest. 2006. március 7-8. p.101.
- Keith, E. A., Colenbrander, V. F., Perry, T. W., Bauman, L. F. (1981): Performance of feedlot cattle fed brown-midrib three or normal corn silage with various levels of additional corn grain. *J. Animal Sci.* **(52)**:8-13.
- Lechtenberg, V. L., Müller, L. D., Bauman, L. F., Rhykerd, C. L., Barnes, R. F. (1972): Laboratory and in vitro valuation of inbred and F<sub>2</sub> populations of brown midrib mutants of *Zea mays* L. *Agron. J.* **(64)**:657-660.
- Miller, J. E., Geadelmann, J. L., Marten, G. C. (1983): Effect of the brown midrib-allele on maize silage quality and yield. *Crop Sci.* **(23)**:493-496.
- Weller, R. F., Phipps, R. H., Cooper, A. (1985): The effects of the brown midrib-3gene on the maturity and yield of forage maize. *Grass Forage Sci.* **40**:335-339.

## A HŐMÉRSÉKLETVÁLTOZÁS HATÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE ELTÉRŐ PAPRIKAVONALAK VIZSGÁLATÁBAN

<sup>1</sup>FÁBIÁN-NAGY SÁNDOR, <sup>2</sup>RÓZSÁS ATTILA, <sup>1</sup>LANTOS FERENC

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet  
<sup>2</sup>Szentesi Mag Kft.

Magyarországon a legnagyobb hajtási felületet mintegy 1550 ha-t az étkezési paprika (*Capsicum annuum* L.) fedi le, melyről évente 145 ezer tonna termést takarítanak be. Az elmúlt évtizedekben a világ egyre több országában tapasztalható az időjárási tényezők drasztikus változása. A Kárpát-medence Dél-alföldi régiójában az addig megszokott meleg, csapadékos nyári hónapokat, évről-évre forró, csapadék nélküliek váltják fel. A hajtás időtartama alatt számos olyan probléma (agrokémiai, meteorológiai, termesztéstechnológiai) jelentkezik, amely nagymértékben befolyásolja a termés minőségét és piaci értékét. Magyarország kontinentális éghajlata kiegyenlített, nagymértékű különbségek adódnak a napszakok hőmérséklete között. A nyári hajtási időszakban a nappali hőmérséklet akár a 40 °C-ot is elérheti, de ugyanakkor gyors lehűlés is bekövetkezhet. A növények szervezetében fokozott vízfogyasztás jelentkezik, mely szoros korrelációban van a megemelkedett nappali hőmérséklettel, valamint a növény párologtatásával, transzspirációjával.

**Kulcsszavak:** levélfelületi hőmérséklet, vízigény, *Capsicum annuum* L.

## EVALUATION OF EFFECT OF TEMPERATURE CHANGE IN STUDY OF SEVERAL SWEET PEPPER VARIETIES

<sup>1</sup>S. FÁBIÁN-NAGY, <sup>2</sup>A. RÓZSÁS, <sup>1</sup>F. LANTOS

<sup>1</sup>University of Szeged Faculty of Agriculture Department of Plant Sciences and  
Environmental Protection  
<sup>2</sup>Szentesi Mag Ltd.

In Hungary, the most important vegetable is the sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Its forcing area is approximately 1550 ha, from which 145 thousand tons of fruit is harvested. In the green house, during the vegetable forcing we must insure the optimal cultivation conditions for sweet pepper plants for high quality, healthy production. During the forcing period a number of problems can come forward (agrochemistry, meteorology, technology). The climate of South Hungary is unbalanced, the temperature fluctuation is significant. During the summer vegetables forcing period in the daytime, the air temperature can rise often above 40 °C however, we can experience rapid cooling. In our experimental setup, data collected from ten tested peppers representing various climatic conditions under the plastic tunnel greenhouse revealed that shading had a more significant impact on water usage and transpiration of the plants than ventilation.

**Key words:** canopy temperature, water claim, *Capsicum annuum* L.

## Bevezetés

A Kárpát-medence földrajzi elhelyezkedése egy ún. vízgyűjtő területet alakított ki, ennek ellenére fokozott kockázati tényező a térségre jellemző aszályhajlam (Szász, 1994). Magyarország három éghajlati terület határán helyezkedik el, időjárását a keleti nedves kontinentális, a nyugati óceáni, az északi sarkvidéki légtömegek és a déli-délnyugati mediterrán hatás alakítja. Az évi középhőmérséklet 8-11°C, melynek viszonylag magas, 20-25°C-os az ingadozása. A hőmérséklet átlagos értéke július és augusztusban a legmagasabb, 25-30 C. A napsütéses órák száma évente 1700-2100 óra között van, ez az Alföldön a legmagasabb (D. Gergely, 1981). A Dél-Alföldön mért napsütéses órák száma drasztikus mértékben növekszik. Angeli (1959) megállapítja, hogy a Szentés és környéke régióban a napsütéses órák száma évi 2200 óra. Ugyanez 2009-ben 2700 óra (OMSZ, 2009). Az Országos Meteorológiai Intézet Budapest (2009) adatai szerint legnagyobb besugárzást a Dél-alföldi régióban mértek, júliusi átlagban 4900 MJ/m<sup>2</sup>-t. A régió felhőborítottsága a májusi átlag 52%-ról augusztusra, nem lineárisan, de fokozatosan csökkent, átlag 42%-ra. A globális klímakutatások eredményei azt igazolták, hogy a jövőben várható klímaváltozás az Alföld éghajlatában +0,5 °C átlaghőmérséklet változást, valamint 10%-os csapadék csökkenést okoz. Ez mintegy 60%-al növeli meg az aszályos hónapok számát (Antal, 1991; Czelnai, 2005; Pálfai, 2007). Ennek hatását már napjainkban is érezhetjük, mely befolyást gyakorol a szabadföldi és a hajtattott paprika vízfogyasztására. A paprikatermesztés egyik megoldásra váró problémája a nyári időszakban jelentkező megemelkedett vízigény biztosítása (Wünsche et al., 2000; Lantos et al., 2010). Tanner (1963) megállapította, hogy a levélfelszín hőmérsékletben 1 °C eltérés 10%-os változást jelent a transzspirációban, mely változás hatékonyan befolyásolja a növény vízigényét.

Tanulmányunkban egy 2008-ban beállított kísérlet (Lantos et al., 2009) megismétlését végeztük el azzal a céllal, hogy újra megvizsgáljuk a különböző paprikatípusok és nemesítési vonalak hőszabályozásának aktivitását.

## Anyag és módszer

Kísérletünket a Dél-Alföldön Szentésen, a Szentési Mag Kft. kísérleti fóliasátrában állítottuk be 2008 nyári hajtási időszakában. A paprikát 100 m hosszú, 9 m széles, egységes légtérű, észak-déli fekvésű, fóliaborítású termesztő-berendezésben termesztettük. A kísérletben szabadelvirágzású szentesi paprikafajtákat, valamint azok hibridjeit vizsgáltuk a középső művelő út mellett, valamint a sátorborda alsó ívénel. A fóliasátor külső felületét július hónaptól felül zöldszínű rashel-hálóval fedtük, az alsó íveket pedig fehér színű Q4 WHITE árnyékoló festékkel kezeltük. A kísérlet ideje alatt folyamatosan mértük a nappali külső hőmérsékletet, a kijelölt növénycsoportok felett a légtér belső, illetve a gyökérszóna hőmérsékletét, valamint a nappali relatív páratartalmat. A gyökérszóna hőmérsékletét PKT-1 típusú digitális hőmérővel, a léghőmérsékletet és a páratartalmat ABAKO 105061, valamint SKYE DATAHOGE típusú hőmérővel mértük. A növénycsoportok levélfelszín hőmérsékletének értékét RAYNGER II.



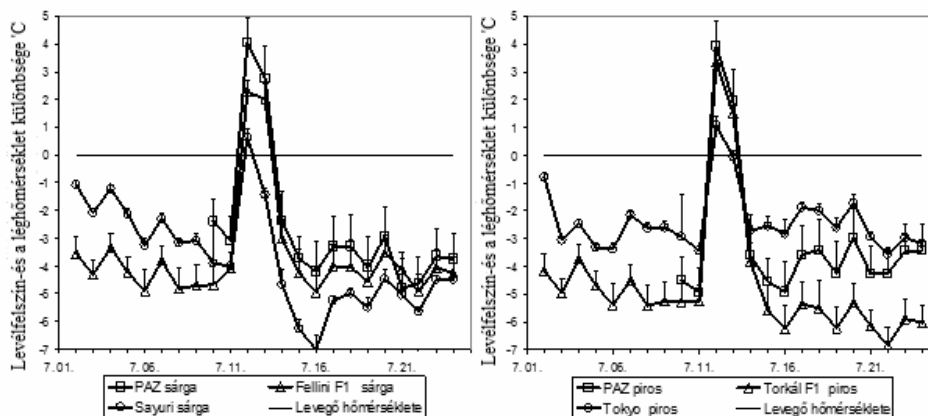
infravörös kézi távhőmérővel mértük a július-augusztus hónapokban, naponta 12<sup>30</sup> órakor. A felülethőmérséklet méréseket minden paprikánál a legfelső, látható terméskezdemény alatt lévő leveleken hajtottuk végre. 2013 nyári hajtatási időszakában hasonló feltételek mellett ismételtük meg a kísérletet. A kísérletben szentesi tájjellegű fajtákat, holland hibrideket, valamint ezek hibridjeit figyeltük meg.

### Eredmények és következtetések

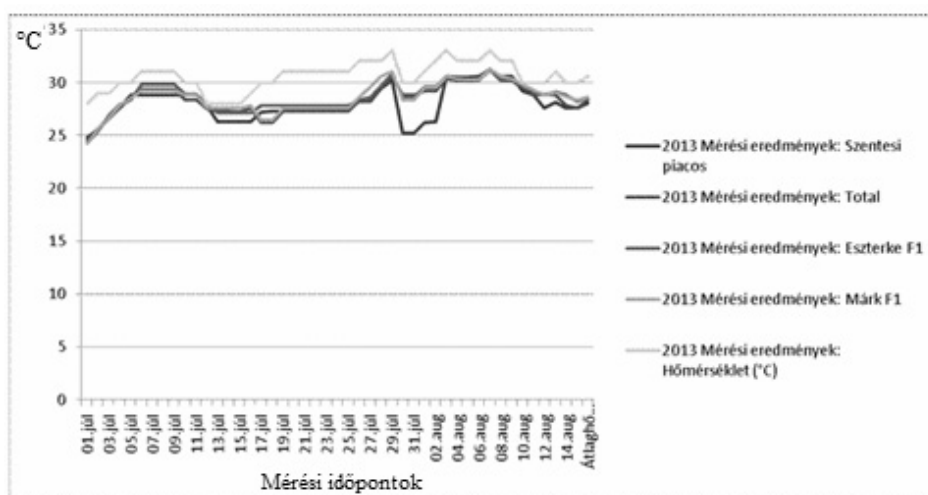
Eredményeink könnyebb tanulmányozása érdekében nem az abszolút hőmérsékletet, hanem a levélfelszín- és a levegőhőmérséklet különbségét tüntettük fel. Ez abban az esetben negatív érték, ha a levegő hőmérséklete magasabb, mint a levélfelszíné. A 2008-ban beállított kísérletünk során azt tapasztaltuk, hogy a nyári hőmérséklet július 1-11.-e, valamint 16-21.-e között magas, 35-40 °C belső hőmérsékletet mértünk, amely intenzív transzspirációra készítette a növényeket. Az 1.-2. ábra azt mutatja, hogy a magas hőmérsékletre szülői vonalak és a hibridek eltérő levélfelszín hőmérsékletváltozással reagáltak, ezáltal eltérő tendenciával párologtattak. A július 11.-16.-a közötti lehülés azonban pozitív tartományba emelte a levélfelszín- és a levegőhőmérséklet különbségét. A reakció ebben az esetben is hasonló volt a vizsgált vonalak között. A kapott adatokból megállapítottuk, hogy a vizsgált fajták közül a pollenadó Torkál F<sub>1</sub> paprika levélfelszín hőmérséklete mutatta a legnagyobb különbséget a levegőhőmérséklethez viszonyítva. Átlag 5,7 °C-al volt alacsonyabb.

A 2013 nyári hajtatási időszakában beállított kísérletünk lineáris regresszió alapján kapott eredményei ugyancsak azt igazolták, hogy a megemelkedett hőmérsékletre a szülői vonalak és a hibridjeik eltérő levélfelszín hőmérsékletváltozással reagáltak.

A 3. ábra értékei bizonyítják, hogy a két hibrid (Eszterke F<sub>1</sub>; Márk F<sub>1</sub>) hűtésének, párologtatásának intenzitása közel azonos mértékű, tendenciája nagyban megegyező volt. Szignifikáns mértékben eltérő különbség azonban nem volt mérhető közöttük. A szülői vonalak párologtatásának mértéke azonban egymástól eltérő volt. A Szentesi Totál fajta levélfelületi hőmérséklete a vizsgált időszakban alacsonyabb értéket mutatott a két hibridnél mért értékektől. A vizsgált vonalak közül a Szentesi Piacos fajta hűtésének, párologtatásának mértéke volt a legintenzívebb, de a két fajta közötti hőmérséklet eltérés nem volt szignifikáns.



1-2. ábra. A vizsgált paprikavonalak levélfelszín- és a levegőhőmérséklet különbségének alakulása a mérések ideje alatt a szignifikáns differenciák különbségvonalával.  $p=0,05$ ;  $N=4$ .



3. ábra. A vizsgált paprikavonalak levélfelületi hőmérsékleténél változásai a megemelkedett levegőhőmérséklet összefüggésében.

Eredményeinkből arra következtethetünk, hogy az egy adott termesztő terület körülményeihez adaptálódott paprikafajták intenzívebb párologtatással reagálnak a megemelkedett nappali hőmérséklet hatására. Ugyanakkor hibridjeikben csak kevésbé érvényesül a hűtés mechanizmusa. Tehát, a hibridvonalak vízhasznosítása és hőküszöb értéke jobb a fajtáénál. Következtetéseinket több, eltérő típusba tartozó paprikavonalak vizsgálata bizonyítja.

**Irodalom**

- Angeli L.(1959): Paprikatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 38-39.
- Antal E. (1991): Az éghajlatváltozás hatása a magyarországi aszályokra. *Acta Geographica Debrecina*, **28-29.**, 17-18.
- Czelnai R. (2005): Mi változik, ha a klíma változik? „*Agro-21*” *Füzetek*, **40**.
- D.Gergely Anikó (1981): Földünk országai. Kossuth Könyvkiadó, Budapest. ISBN 963-09-1666-5.
- Lantos F., Pék Z., Tanács L., Helyes L. (2009): Hőmérsékletváltozás hatása a növény levélfelületére a paprikahajtásban. *Agrár-és Vidékfejlesztési Szemle*. vol. 4. (2) 139-142 .
- Lantos F., Pék Z., Monostori T., Helyes L. (2010): Studies on the effects of growing substrates and physical factors in sweet pepper forcing in context with the generation of calcium deficiency symptoms. *IJHS*. **16** (2): 61-65. ISSN 1585-0404.
- Pálfai I. (2007): Éghajlatváltozás és aszály. „*Klíma- 21*” *Füzetek*,**49**, 59-65.
- Szász G. (1994): Magyarország éghajlata és annak változékonysága. In: Éghajlat, időjárás, aszály. I. Az időjárás változékonysága és hidrológiai tanulmányok. 492.
- Tanner, V. (1963): Plant temperature. *Agronomy Journal*. **55**, 201-211.
- Wüsche, J. N., Greer, D. H., Palmer, J. W., Lang, A., McGhie, T. (2000): Sunburn – the cost of a high light environment. Proceedings of the Seventh International Symposium on Orchard and Plantation Systems, *Acta Horticulturae*, **557**. 349-356. 24.
- www. omsz.idojarasi beszamolo 2009.

## BIOIPARI CÉLRA NEMESÍTETT ÉVELŐ BIOMASSZA NÖVÉNYEK KUTATÁSA DEBRECENBEN: PLANTBIOGEN PROGRAM

FÁRI MIKLÓS<sup>1</sup>, ANTAL GABRIELLA<sup>1</sup>, KURUCZ ERIKA<sup>1</sup>, KAPRINYÁK TÜNDE<sup>1</sup>,  
TAREK ALSHAAL<sup>1</sup>, NEVIEN ELHWAT<sup>1</sup>, NEAMA ABD ALLA<sup>1,3</sup>,  
HASSAN EL-RAMADY<sup>1,2</sup>, DOMOKOS-SZABOLCSY ÉVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mezőgazdasági Botanikai, Növényélettani és Növényi Biotechnológiai Tanszék, MÉK, Debreceni Egyetem, Debrecen; <sup>2</sup>Department of Soil Sciences, Kaferlsheik Univ., Egypt; <sup>3</sup>Department of Plant Biotechnology, National Research Center, Dokki, Giza, Egypt

A változékonyabb hazai és a közép-kelet európai klímán sikerrel termesztető, speciális évelő biomassza fajok és fajták száma kevés. E területen a biotechnológiával segített nemesítés alkalmazásba vétele és a marginális területek fokozatos bevonása sürgető követelmény. Ezt a célt szolgálja a Debreceni Egyetemen öt kutató csoport szervezésével 2013 nyarán megkezdett PLANTBIOGEN program. A Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kertben 2013 szeptemberében négy évelő biomassza növénycsoport tizenkét fajának (évelő rizómás energianád fajok, *Arundo donax*, *Miscanthus x giganteus*; évelő félcserje energiamályvák, *Althaea cannabina*, *Kitaibela vitifolia*, *Kitaibela x kovatsii*, *Sida hermaphrodita*; rövid vágásfordulójú fás energianövények, *Acer negundo*, *Ulmus pumila*, *Salix viminalis*, *Paulownia tomentosa* és évelő lágyszárú energianövények, *Helianthus tuberosus*, *Silphium perfoliatum*, *Fallopia multiflora*) összehasonlító morfológiai vizsgálatát végeztük el. Megállapítottuk a növények magasságát, a levelek számát, a szár, a levél friss tömegét és a levél-szár arányt. Produkciós biológiai vizsgálataink eredményeit a biotechnológiával segített nemesítés során hasznosítjuk.

**Kulcsszavak:** évelő rizómás energianád fajok, évelő félcserje energiamályvák, évelő lágyszárú energianövények, rövid vágásfordulójú fás energianövények, biotechnológia

## RESEARCH ON DEDICATED PERENNIAL BIOMASS CROPS IN DEBRECEN: THE PLANTBIOGEN PROGRAM

M. FÁRI<sup>1</sup>; G. ANTAL<sup>1</sup>; E. KURUCZ<sup>1</sup>, T. KAPRINYÁK<sup>1</sup>, T. ALSHAAL<sup>1</sup>,  
N. ELHWAT<sup>1</sup>, N. ABD ALLA<sup>1,3</sup>, H. EL-RAMADY<sup>1,2</sup>, É. DOMOKOS-SZABOLCSY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Botany, Plant Physiology and Plant Biotechnology, MÉK, University of Debrecen; <sup>2</sup>Department of Soil Sciences, Kaferlsheik University, Egypt; <sup>3</sup>Department of Plant Biotechnology, National Research Center, Dokki, Giza, Egypt;

By applying advanced plant breeding and biotechnology to dedicated energy crops, we should deliver sustainable energy solutions that (1) displace vast amounts of fossil fuels and provide greater energy security; (2) create new economic opportunities for farmers and rural communities; (3) protect the land, air and water; (4) meet our commitments to stakeholders. In order to prognosticate the effect of climate changes on growing techniques and elaborate new biological solutions as well as growing techniques, our five PLANTBIOGEN Working Groups are conducting R&D activities on natural habitats, biotechnologically and traditionally propagated experimental areas and growing fields of four dedicated perennial groups of bioenergy crops including twelve herbaceous

crops, subshrubs and short rotation woody species (*Arundo donax*, *Miscanthus x giganteus*, *Althaea cannabina*, *Kitaibela vitifolia*, *Kitaibela x kovatsii*, *Sida hermaphrodita*, *Acer negundo*, *Ulmus pumila*, *Salix viminalis*, *Paulownia tomentosa*, *Helianthus tuberosus*, *Silphium perfoliatum* and *Fallopia multiflora*). In addition, one of the aims of our *biotech-assisted breeding* program is to develop new methods for energy mallows propagation and industrial-scale nursery operations. There is substantial variation in *water use efficiency* (WUE) both within and across biomass crops. Therefore, we investigate the role of different watering regimes on growth dynamics and biomass production of the studied crops. We also investigate the ability of different ecotypes and/or cultivars for *tolerate and removal of heavy metals* under *in vitro* and hydroponic culture conditions. We believe in creating new opportunities for growers, sharing the value of our innovations, and collaborating broadly with scientists and industry groups in the Pannonian regions. In our present morphological research, we analysed the stem and leaf biomass ratio in order to better understand their basic physiological properties (i.e. photosynthetic efficiency of the stems and leaves, water use efficiency, etc.).

**Key words:** bioenergy crops, perennial subshrub energy mallows, rhizomatous perennial grasses, short rotation coppice species, perennial herbaceous crops, biotechnology

### Bevezetés

Az ökonómiailag megalapozott biomassza ellátó láncolatban az év minden napján kell biomasszát feldolgozni. Követelmény, hogy az új fajták szolgálják ki az ipari feldolgozás igényeit az élelmiszertermelésre nem alkalmas, ún. marginális területeken (Popp *et al.* 2014). A nyersanyag előállítása mellett legyenek évelők, szárazságtűrők, ne termeljenek allergén pollent, ne legyenek invazívok, ne kelljen öntözni, gyomirtó szert használni, betegségekkel és kártevőkkel szemben legyenek ellenállóak, a széndioxid megkötés mind a talajban, mind a föld feletti részekben legyen kiemelkedő, stb. Az új növénynevelési korszak módszereit (zinc finger nuclease technology; oligonucleotide directed mutagenesis, cisgenesis and intragenesis; RNA-dependent DNA methylation, oltás GM-alanyokra; reverse breeding methods; agro-infiltration) a genomika, a géntechnológia, a molekuláris nemesítés és szomatikus biotechnológia eszköztárának összekapcsolódása jellemzi (Lusser *et al.* 2012). Kijelenthető, hogy új *in vitro* szaporítási módszerek, és a molekuláris genetikai technikák, illetve a korábbi, és fenti új nemesítési módszerek integrált alkalmazásával új generációs bioenergia ipari fajok és fajták előállításának a korszaka érkezett el (Fári *et al.* 2013). A *bioipar számára termesztett növényfajokat* újabb szomatikus biotechnológiai módszerek alkalmazásával is előállíthatjuk (Antal *et al.* 2012). A 2013 nyarán Debrecenben útjára indított PLANTBIOGEN program kutató csoportjainak munkáját az alábbiak jellemzik. A „Marginális területek hasznosításának biológiai alapjai biomassza növényekkel” c. csoport tevékenysége: mikroba és növény közötti asszociációk mikro-, és molekuláris biológiája, az asszociatív biológiai nitrogénkötés lehetőségének feltérképezése, a talaj nitrifikáció gyökér-inhibitorai, a nitrogén felvétele és körforgalma, szikes, sós és szennyezett talajok remediációja (Alshaal *et al.* 2013a, Alshaal *et al.* 2013b), a fotoszintézis jellemzése, a biológiai produkciót kísérő speciális morfológiai és anatómiai folyamatok leírása. A „Marginális területek hasznosításának ökológiai és ökonómiai alapjai

*biomassza növényekkel*” c. csoport tevékenysége: sós, szikes, degradált és szennyezett területek bioenergetikai célú hasznosításra alkalmas új szaporítási és telepítési technológiák bevezetése eltérő ökológiai és társadalmi-szociális környezetben, génbank létesítése, szárazság-, és téltűrés, invazivitás vizsgálata. Az „Évelő félcserje mályvafélék bioenergetikai célú nemesítése és termesztése” c. csoport tevékenysége: az *in vitro* morfogenezis és a genetikai transzformálási módszerek kidolgozása, magbiológiai (Kurucz *et al.* 2013), szaporítási (Kurucz és Fári 2013) és növényvédelmi (Kurucz *et al.* 2014) kutatások, poliploidizálás (Szarvas *et al.* 2012), fotoszintézis jellemzése, a morfológiai és anatómiai folyamatok leírása. A „Zöld” urbanizáció alkalmazott biotechnikája” c. csoport tevékenysége: a közterületek alkalmazott ökológiája és biológiája (fotoszintézis, vízháztartás, gyökérzet és tápanyag forgalom, szaporítás, növényvédelem), a tetőkertek, növényfalak és belső terek biotechnikája, a szélsőségesebb klímához és belső terekhez alkalmazkodó új dísznövények honosítása, nemesítése (Kaprinnyák *et al.* 2012) és a klímátűrő városi közterületek, belső terek újszerű kialakítása. A Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kertben 2013. szeptemberében négy évelő biomassza növénycsoport tizenkét fajának összehasonlító produktív biológiai vizsgálatát végeztük el. Kutatásaink eredményeit a biotechnológiával segített nemesítés során hasznosítjuk.

### Anyag és módszer

A felhasznált növényfajok: (1) évelő rizómás energianád fajok (*Arundo donax*, *Miscanthus x giganteus*); (2) évelő félcserje energiamályvák (*Althaea cannabina*, *Kitaibela vitifolia*, *Kitaibela x kovatsii*, *Sida hermaphrodita*); (3) rövid vágásfordulójú fás energianövények (*Acer negundo*, *Ulmus pumila*, *Salix viminalis*, *Paulownia tomentosa*); (4) évelő dudvásszárú energianövények, *Helianthus tuberosus*, *Silphium perfoliatum*, *Fallopia multiflora*.

A terület előkészítése és a kísérletek elrendezése: az 1. és 2. csoport növényeit a Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kertben 2010. tavaszán telepítettük el, fajonként négy sorban, kettő-, illetve háromparcellás elrendezésben, parcellánként 40-80 db tővel. A többi fajt (3. és 4. csoport) a Botanikus Kert területéről gyűjtöttük be. A terület feltöltött, nem műtrágyázott és nem művelt réti talaj; öntözést nem alkalmaztunk.

Az elvégzett vizsgálatok: mintánként tíz db, a fajra és az évszámra jellemző tő egy éves növedékét használtuk fel. Megállapítottuk a növények / növedékek magasságát, a levelek számát, a szár és levél friss tömegét, továbbá a levél-szár tömeg arányokat. Arra kerestük a választ, hogy mely növényfajok jellemezhetők legnagyobb szár-levél tömeg aránnyal, illetve az egyes csoportokon belül milyen a fajok közötti sorrend a vizsgált szempontok szerint.

### Eredmények és következtetések

A 2013-ban megkezdett előzetes friss tömeg összehasonlító vizsgálatok eredményei (1. táblázat) azt mutatták, hogy az évelő rizómás fűfélék között az *Arundo donax*, az évelő félcserje energiamályvák között az *Althaea cannabina*, a rövid vágásfordulójú fás energianövények között az *Acer negundo*, és az évelő dudvásszárú energianövények között a *Helianthus tuberosus* rendelkezik a legnagyobb szár-levél aránnyal. Ebből az a következtetés vonható le, hogy ezen

a fajok friss biomassza produkciójának mérlegében a szár számottevően nagyobb gazdasági jelentőségű, mint a levélzet.

Érdekességként meg kell jegyezni, hogy a vegetatív úton is könnyen szaporítható *Acer negundo* egyéves szárnövedéke volt a legnagyobb friss tömegű, és a *Sida hermaphrodita* és az *Arundo donax* szár volt a legmagasabb.

1. táblázat Négy élő energiafajta csoport előzetes összehasonlító produkciós biológiai vizsgálata (Jövő Növényei Biomassza Bemutató Kert, Debrecen, 2013. szeptember)

Növényfaj	Magasság átlag (cm)	Levélszám átlag (db/ szár)	Szár+levél friss tömeg átlag (g)	Szár friss tömeg átlag (g)	Levél friss tömeg átlag (g)	Szártömeg / levéltömeg arány
<b>Élő rizómás energianád fajok (PRG-fajok)</b>						
<i>Arundo donax</i>	290	17	477,6	358,6	119	3,01
<i>Miscanthus x giganteus</i>	250	14	148	100,4	47,6	2,08
<b>Élő félcserje energiamályvák (PSSC-fajok)</b>						
<i>Althaea cannabina</i>	220	152	244	239	5	4,78
<i>Kitaibela vitifolia</i>	180	377	204	157	47	3,34
<i>Kitaibela x kovatsii</i>	210	360	347	260	87	2,98
<i>Sida hermaphrodita</i>	290	150	512,7	321,1	191,6	1,67
<b>Rövid vágásfordulóú fás energianövények (SRC-fajok)</b>						
<i>Acer negundo</i> 1 éves növedék	210	44	640	550	90	6,1
<i>Salix viminalis</i> 1 éves növedék	260	170	349,4	178,6	170,8	1,05
<i>Paulownia tomentosa</i> 1 éves növedék	270	226	534,5	257,6	276,9	0,93
<i>Ulmus pumila</i> 1 éves növedék	120	380	78,3	36,4	41,9	0,85
<b>Élő dudvásszerű energianövények (PHC-fajok)</b>						
<i>Helianthus tuberosus</i>	260	150	628,4	501,9	126,5	3,95
<i>Silphium perfoliatum</i>	250	16	421	321	100	3,21
<i>Fallopia multiflora</i>	270	198	620	241	379	0,63

A továbbiakban – többek között - részletesen tanulmányozzuk fenti csoportokban a levél és a szár szárazanyag akkumulációt, ezek összehasonlító fotoszintetikus teljesítményét, továbbá a növények vízhasznosítási hatékonyságát (WUE).

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg, továbbá a MOP Biotech Kft (Nyíregyháza) és az Ereky Foundation (Debrecen) támogatta. A szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket a Balassi Intézetnek (Budapest) ösztöndíjak biztosításáért (Tarek, A.; Elhwat, N.; El-Ramady, H. és Abd Alla, N.), továbbá Prof. Márton Lászlónak és Dr. Czákó Mihálynak (USC, South Carolina, USA) és Szarvas Pálnak a PLANTBIOGEN programot megelőző kutatásokban történő részvételért (2002-2013), valamint Prof. Popp Józsefnek (Debrecen) a folyamatos és kiemelkedő szakmai konzultációkért. Köszönjük Koroknai Judit, Bradács Zsuzsa, Szakadát Gyula és Tóth Csaba segítő munkáját.

### Irodalom

- Antal, G., Márton, L., Fári, M.G. (2012): The potential of artificial plant ovary (APO) concept in plant biotechnology. *Advances in plant breeding and plant biotechnology in Central Europe. PPBA Workshop, University of Debrecen*, June 4-6, 2012., pp. 31-32.
- Alshaal, T., Domokos-Szabolcsy, É., Márton, L., Czákó, M., Kátai, J., Balogh, P., Elhawat, N., El-Ramady, H., Fári, M.G. (2013a): Phytoremediation of bauxite-derived red mud by giant reed (*Arundo donax* L.). *Environmental Chemistry Letters*. **11**, 295-302. doi: 10.1007/s10311-013-0406-6. ISSN: 1610-3653.
- Alshaal, T., Domokos-Szabolcsy, É., Márton, L., Czákó, M., Kátai, J., Balogh, P., Elhawat, N., El-Ramady, H., Geröcs, A. and Fári, M. G. (2013b): Restoring soil ecosystems and biomass production of *Arundo donax* L. under microbial communities-depleted soil. *Bioenergy Research*. **Online ISSN** 1939-1242.
- Fári, M.G., Czákó, M., Balogh, E., Antal, G., Márton, L., Pákozdi, S. (2013): Manifestation and inheritance of a broad range of environmental adaptations in *Arundo donax*. *21st European Biomass Conference and Exhibition Setting the Course for a Biobased Economy*. Copenhagen, Denmark, 3-7 June 2013. Book of Abstract, <http://programme.conference-biomass.com/search.php?idses=14>
- Kaprinnyák, T., Koroknai, J., Zsiláné André, A., Szakadát, Gy., Kovács, Z., Lévai, P., Fári, M.G. (2012): Új ligeti zsály ( *Salvia nemorosa* L.) színváltozatok kiemelése és jellemzése. *Agrártudományi Közlemények*, **46**, 41-44.
- Kurucz, E., Szarvas, P., Fári, M. G. (2013): Relation between the germination and infection ratio on *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby seeds under hot water treatment. *International Journal of Horticultural Science* **19(1-2)**, 117-121.
- Kurucz E., Fári, M.G. (2013): Improvement of germination capacity of *Sida hermaphrodita* (L) Rusby by seed priming techniques in: *Int. Rev. Appl. Sci.*, **2**, 137-142.
- Kurucz, E., El-Ramady, H. R., Fári, M.G. (2014): Industrial-scale plantlet production by seed priming and nursery tray seeding method in *Sida hermaphrodita* (L) Rusby. *International Journal of Horticultural Science* (in press).
- Lusser, M., Parisi, C., Plan, D., Rodríguez-Cerezo, E. (2012): Deployment of new biotechnologies in plant breeding. *Nature Biotechnology*, **30**, 231–239.
- Popp, J., Lakner, Z., Harangi-Rákos, M. and M.G. Fári (2014): The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **32**, 559–578.
- Szarvas, P., Márton, L. and Fári, M.G. (2012): Neodomestication of ornamental and energy mallows: Polyploidization of *Alyogyne huegelii*. *Advances in Plant Breeding and Plant Biotechnology in Central Europe. PPBA Workshop, University of Debrecen*, June 4-6, 2012. pp.59-60.



## FOLYADÉK ALAPÚ REGENERÁCIÓS ÉS *IN VITRO* SZELEKCIÓS MÓDSZER 'RICHTER 110' SZŐLŐFAJTÁN

FORGÁCS ISTVÁN<sup>1</sup>, SULLER BARNABÁS<sup>1</sup>, ZOK ANIKÓ<sup>1</sup>, DEÁK TAMÁS<sup>2</sup>,  
SZEGEDI ERNŐ<sup>3</sup>, OLÁH RÓBERT<sup>1</sup>, PEDRYC ANDRZEJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BCE Genetika és növénynevelés Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>BCE-SZBI Szőlészeti Tanszék, Budapest

<sup>3</sup>BCE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Kecskeméti Kutató Állomás, Kecskemét

Az *in vitro* szelekciós munka alapja egy nagy hatékonysággal működő regenerációs rendszer, mely lehetőséget biztosít a szelektált sejtekből történő növényregenerációra. A meglévő regenerációs módszer hatékonyságát meghaladó folyadék alapú rendszer kidolgozásához, a tenyészetek létesítéséhez 6 különböző fenntartási mód összehasonlítását követően az ötödik hét végére a sejt kultúrákban 47-szeres friss tömeg gyarapodást értünk el (MSM1 táptalaj, 5mg/ml sejt sűrűség). Igazoltuk, hogy a kultúra sűrűsége (mg sejt aggregátum/ml táptalaj) közvetlenül befolyásolja az embriók differenciálódásának mértékét. 'Richter 110' fajta esetében sikerült a regenerációs módszer optimalizációjával 1g embriogén sejt szuszpenzióból kb. 2 000 000 embriót regenerálnunk 6 hét alatt. *In vitro* szelekciós kísérleteinket szárazságstresszre PEG-6000 ozmotikum táptalajhoz adagolásával végeztük 6 különböző koncentrációban (1-30 %). Sikeresen indukáltuk szomatikus embriók fejlődését 5 hetes 30 %-os szelekciót követően is. Ebben az esetben a tenyészetek regenerálódó képessége mindössze 0,01%-a volt a kontroll tenyészetekének. 115 növényt akklimatizáltunk sikeresen melyek összehasonlító vizsgálata még folyamatban van.

**Kulcsszavak:** szomatikus embriogenezis, *in vitro* szelekció, PEG-6000, szőlő

## PLANT REGENERATION AND *IN VITRO* SELECTION IN SUSPENSION CULTURE OF GRAPEVINE CULTIVAR 'RICHTER 110'

I. FORGÁCS<sup>1</sup>, B. SULLER<sup>1</sup>, A. ZOK<sup>1</sup>, T. DEÁK<sup>2</sup>, E. SZEGEDI<sup>3</sup>, R. OLÁH<sup>1</sup>,  
A. PEDRYC<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Corvinus University of Budapest, Department of Genetics and Plant Breeding, Budapest

<sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Institute of Viticulture and Oenology Department of  
Viticulture, Budapest

<sup>3</sup>Corvinus University of Budapest, Institute of Viticulture and Oenology, Kecskemét

*In vitro* selection techniques are based on a highly efficient regeneration system, which enables to regenerate plants from selected cells. In this study, a simplified establishment and maintenance procedure for grapevine embryogenic cell culture is described allowing the fast multiplication of embryogenic culture. Six different maintenance methods were examined and a 47-fold fresh weight increase was achieved in the cell suspension cultures (MSM1 medium, with 5mg/ml cell density) in 5 weeks. Our results confirm that culture density has a direct effect on embryo differentiation. In case of 'Richter 110' – with the optimization of the regeneration method – approximately 2 000 000 embryos were regenerated from 1 g embryogenic cell suspension in 6 weeks. The *in vitro* selection experiments for drought stress were performed by adding PEG-6000 to the

medium in six different concentrations (1-30%). The development of somatic embryos was successfully induced even after the five-week long 30% selection. In the latter case, the regenerative ability of cultures was only 0.01% compared to the control cultures. Plants (115) were successfully acclimatized and transferred to the greenhouse for further examinations.

**Key words:** somatic embryogenesis, *in vitro* selection, PEG-6000, grapevine

## Bevezetés

A szőlő (*Vitis spp.*) egyike a legnagyobb területen termelt és legfontosabb gyümölcs fajainknak. A hagyományos nemesítést a szőlő esetében több tényező is jelentősen korlátozza. A konzervatív fajtahasználat az egyik legnagyobb gátja az új fajták elterjedésének, melyek előállítására más fászfajta növényfajokhoz hasonlóan évtizedeket vesz igénybe. A növényi biotechnológia azonban több olyan módszerrel is rendelkezik, mely a meglévő fajták 1-1 tulajdonságának a módosítását, javítását teszi lehetővé. Ezen módszerek alkalmazására (genetikai transzformáció, *in vitro* szelekció és mutáció) azonban csak akkor van lehetőség, ha rendelkezünk egy hatékony regenerációs rendszerrel.

A szőlőhöz hasonlóan fászfajta növényfajok esetében a szomatikus sejtszuszpenziók létesítése és fenntartása mind a mai napig nehéz feladat (Jayasankar et al. 1999; Amar et al. 2007). A szomatikus embriogenezis hatékonysága még jelentősen eltér a különböző genotípusok esetén, valamint napjainkra még nem vált rutinná a legtöbb laboratóriumban.

Egy a jelenlegi regenerációs rendszereknél hatékonyabb, kevésbé genotípus függő, jól szinkronizált regenerációs rendszer lehetőséget teremthet a kultúrákban meglévő szomaklonális variabilitás felhasználására, mutánsizolálásra, *in vitro* mutagenézisére (Mba et al. 2009), valamint biotikus és abiotikus (szárazság, só) stresszekkel szemben rezisztens genotípusok szelekciójára (Rai et al. 2011).

## Anyag és módszer

MSM1 (Murashige and Skoog, 1962.) táptalajon (1 mg/l NOA, 18 g/l maltóz, 4,4 ml/l glicerin, pH 5,8) 6 különböző fenntartási módot vizsgáltunk. A táptalaj cseréjét hetente eltérő módon végeztük. I-III. fenntartási módok esetében különböző kezdeti sejtsűrűségeket alkalmaztunk (I: 10; II: 5; III: 20 mg/ml). A táptalaj hetenkénti cseréje során a használt táptalaj 1/3-ad részét eltávolítottuk majd friss táptalajjal a kezdeti sűrűséget újra beállítottuk, melynek eredményeként a kultúrák térfogata hétről-hétre folyamatosan nőtt. A IV. esetben csak friss táptalaj hozzáadásával hetenként beállítottuk a kezdeti sűrűséget (10 mg/ml). Az V. esetben a tenyészetek térfogatát hetenként megdupláztuk (60, 120, 240, 480, 960 ml). A VI. esetben állandó térfogat mellett (30ml) a táptalaj felét (15ml) cseréltük hétről-hétre friss táptalajra. Minden esetben 5-5 ismétlést végeztünk.

A szomatikus embriogenezis indukciójához különböző hormonmentes táptalajokat alkalmaztunk: MSM1, 1/2MSM1, 1/3MSM1 táptalaj 0,5 g/l 2-(*N*-morfolino) etánszulfonsavval (MES) kiegészítve (tenyészetek térfogata 50 ml, sejtsűrűség 1 mg/ml). A 3. hét után a kultúrákat újból hígítottuk (2. hígítás) 1, 2, 4 és 10 mg/ml denzitásra. Hormonmentes MSM1 táptalajon továbbá vizsgáltuk a 2. hígítást követően az aktív szén hatását (1 g/l). A tenyészetek fenntartása során táptalaj teljes térfogatát hétről-hétre friss táptalajra cseréltük. A 6. héten a kultúrákat MSEM

## 'RICHTER 110' *in vitro* SZELEKCIÓ

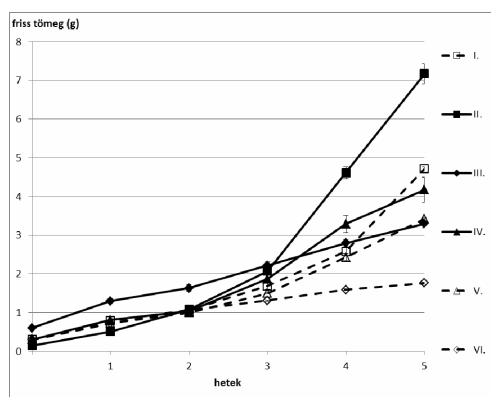
szilárd hormonmentes táptalajra helyeztük ( $\frac{1}{2}$ MS, 10 g/l szacharóz, 2 g/l aktív szén, pH 5,8). Kísérleteink során 3-3 ismétlést végeztünk.

Az *in vitro* szárazság stresszre történő szelekciós kísérletekhez 1-30 %-ban (m/m) az MSM1 táptalajhoz adagolt PEG-6000 (1, 3, 5, 10, 20 és 30%) alkalmazásával a 'Richter 110' embriogén sejtszuszpenziók (II. fenntartási mód, 50 ml kezdeti térfogat) 5 hetes *in vitro* szelekcióját követően kezdtük el a regenerációt a tenyészetekből. A tenyészetek regenerálódó képességét a tenyészetek szelekciót követő friss tömeg gyarodásából valamint a 2 hígítás arányaiból számítottuk.

### Eredmények és következtetések

A vizsgált 5 hét során a legkisebb mértékű friss tömeg gyarodást abban az esetben mértünk, amikor hetenként a tenyészet térfogatának a felét cseréltük friss táptalajra és a kultúrák térfogata állandó 30 ml volt (VI.). A 3. héttől kezdve a másik öt fenntartási mód eredményei jóval meghaladták ezen módszer értékeit. A kezdeti 10 mg/ml sűrűségről az 5. hétre megközelítették a 60 mg/ml sűrűséget. Ezzel szemben az V. módszer esetén a denzitástól függetlenül hétről-hétre megdupláztuk a tenyészetek térfogatát friss táptalajjal. Ebben az esetben kaptuk a 2. legalacsonyabb értékeket. A kezdeti 10 mg/ml-ről a 3. hétre a kultúrák 5mg/ml-re, az 5. hétre pedig 3 mg/ml-re hígultak.

Az eredmények alapján feltételezzük, hogy a sikeres sejtszuszpenziók fenntartásának egyik kulcsa a közel állandó denzitáshoz igazodó úgynevezett „dinamikus” fenntartási mód, melyet az első négy esetben alkalmaztunk. A 3. héttől kezdve ezek közül kiugró eredményt kaptunk a II. módszernél ahol a legalacsonyabb (5 mg/ml) denzitást állítottunk be hétről-hétre (1. ábra). Ebben az esetben az 5. hét végére a kultúrák több mint 47-szeres friss tömeg gyarodást mutattak.



1. ábra Különböző fenntartási módok hatása 'Richter 110' embriogén tenyészetek friss tömeg gyarodására (átlagok a standard hibával (n=5)). (I: 10; II: 5; III: 20 mg/ml sejtsűrűség a táptalaj 1/3-ad részének eltávolítása és a kezdeti sűrűség hetenkénti újbóli beállítása; IV: 10 mg/ml kezdeti sejtsűrűség hetenkénti beállítása friss táptalajjal; V: 10 mg/ml kezdeti sejtsűrűség, tenyészetek térfogatának hetenkénti duplázása; VI: táptalaj felének hetenkénti cseréje)

A szomatikus embriogenezis indukciója és az embriogén folyadékkultúrák létesítése és fenntartása eltérő környezeti feltételeket igényel. A szomatikus embriogenezis indukcióját hormonmentes táptalajon végeztük. MSM1 hormonmentes táptalajon a tenyészetekben mindössze néhány gömbstádiumú embrió differenciálódott. Hormonmentes  $\frac{1}{2}$ MSM1 táptalajon 0,5 g/l MES kiegészítés mellett a kultúrákat több ezer gömb-szív-torpedó stádiumú embrió alkotta. A 2. hígítást követően a szilárd MSEM táptalajra helyezett embriók szik alatti szára a tenyésztés során erősen megnyúlt és az embriók csökkent regenerálódóképességűnek bizonyultak. Hormonmentes  $\frac{1}{2}$ MSM1 táptalajon a 3. hétre a kultúrákat jól szinkronizált gömbstádiumú embriók alkották. A kultúrák újabb hígítása nélkül azonban a további differenciálódás reverzibilisen gátolt. Ez a gátló hatás a kultúrák 2. hígításával azonban feloldható. A hígítás mértékének növelésével nőtt a szikleveles embriók aránya. 10 mg/ml hígítás esetén a tenyészeteket szív-torpedó fejlettségű embriók, 1 mg/ml esetén pedig már fejletlen sziklevelű embriók alkották (2/a. ábra). Ha a második hígítás során hormonmentes MSM1 táptalajt alkalmaztunk 1 g/l aktív szén kiegészítéssel a 6. hetet követően a tenyészeteket szinkronizált, jól fejlett sziklevelű embriók alkották melyek száma 1 g sejt kolóniára számítva megközelítette a 2 milliót (2/c. ábra) és melyek további egységes csírázása volt megfigyelhető szilárd MSEM táptalajon (2/c. ábra).

Feltételezhető, hogy hormonmentes táptalajon a differenciálódás korai szakaszában az embriogén sejtaggregátumok/gömbstádiumú embriók olyan komponenseket juttatnak a táptalajba, mely a későbbiekben gátolja a további differenciálódást. A táptalaj hetenkénti teljes cseréjével valamint a tenyészetek 2. hígításával ez a gátló hatás feloldható és jól fejlett embriók differenciálódása lehetséges (aktív szén kiegészítés mellett).

Az *in vitro* szelekció öt hetét követően a tenyészetek friss tömege a szelekciós ágens koncentrációjának emelésével drasztikusan csökkent. PEG 1% kezelés esetén kevesebb, mint a kontroll fele, 30% esetén pedig csak 5%-a volt. A kultúrákból differenciálódott embriók számában is jelentős csökkenést tapasztaltunk (1. táblázat), de így is sikeresen regeneráltunk, akklimatizáltunk és ültettünk ki üvegházba növényeket, minden kezelés esetén. 115 növény felnevelését követően ezek további vizsgálatait tervezzük.



2. ábra  $\frac{1}{2}$  MSM1 hormonmentes táptalajon második hígítást (1 mg/ml) követő 3. hétre differenciálódott szikleveles embriók MSEM szilárd táptalajon (a.), második hígítást követő 3. hétre (aktív szén kiegészítéssel) differenciálódott jól fejlett sziklevelű embriók MSEM táptalajon 1. héten (b.), 4. héten (c.)

## 'RICHTER 110' *in vitro* SZELEKCIÓ

1. táblázat 'Richter 110' embriogén kalluszról indított sejtszuszpenziók friss tömeg gyarapodása az *in vitro* szelekció 5 hetét követően a regenerálódó képesség feltüntetésével.

Kezelés	Friss tömeg gyarapodás az 5. héten*	Tenyészetek regenerálódó képessége**
kontroll	8,68±0,28	100,00%
1% PEG	3,89±0,15	16,49%
3% PEG	3,67±0,12	9,75%
5% PEG	3,3±0,12	3,77%
10% PEG	3,1±0,13	2,44%
20% PEG	2±0,03	0,74%
30% PEG	0,43±0,03	0,01%

\* (n= 3) ± standard hiba; \*\* A tenyészetekből regenerálható embrió számot a tenyészetek friss tömeg gyarapodása és a tenyészetek regenerálása során alkalmazott 2 hígítás arányaiból határoztuk meg.

### Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a TÁMOP 4.2.1./B-09/01/KMR/2010-0005, valamint az OTKA 83121/2011 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Amar, A. B., Cobanov, P., Boonrod, K., Krczal, G., Bourid, S., Chorbel, A., Reustle, G. M. 2007. Efficient procedure for grapevine embryogenic suspension establishment and plant regeneration: role of conditioned medium for cell proliferation. *Plant Cell Rep.* **26**:1439-1447.
- Jayasankar, S., Gray, D. J., Litz, R. E. 1999. High-efficiency somatic embryogenesis and plant regeneration from suspension cultures of grapevine. *Plant Cell Rep.* **18**:533-537.
- Mba, C., Afza, R., Jankowicz-Cieslak, J., Bado, S., Matijevic, M., Huynh, O., Till, B. J. 2009. Rome. 262-266. In: Shu, Q. Y. (ed.) *Induced plant mutations in the genomics era*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant.* **15**:473-497.
- Rai, M. K., Kalia, R. K., Singh, R., Gangol, M. P., Dhawan, A. K. 2011. Developing stress tolerant plants through *in vitro* selection – an overview of the recent progress. *En. Exp. Bot.* **71**:89-98.

## METILEZETTSÉGI VIZSGÁLATOK *IN VITRO* ÉS *IN VIVO* FENNTARTOTT ALMAFAJTÁKBAN

GULYÁS ANDREA<sup>1</sup>, HIDVÉGI NORBERT<sup>1</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>1</sup>, DOBRÁNSZKI JUDIT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutató Intézet, Nyíregyháza

A növényi szövetenyészetekben létrejövő mutációk sok esetben öröklődő epigenetikai változások következtében jönnek létre. Kimutatásukhoz nélkülözhetetlenek a DNS marker technikák, hogy értékelni tudjuk a mikroszaporított vagy *in vitro* hajtásenyészetekben fenntartott növényeknél a genetikai stabilitást. Az epigenetikai változások egyik mechanizmusa a DNS metiláció, amely fontos szerepet játszik a szomaklonális variabilitásban. A citozin metilációja módosítja a gén expresszióját és felerősítheti a mennyiségi jellegek variációját is. Kísérleteink során a 'Húsvéti rozsmaring' és 'McIntosh' almafajták *in vivo* és több mint 10 éve *in vitro* fenntartott egyedeinek metilezettségi mintázatait vizsgáltuk.

**Kulcsszavak:** metiláció, citozin, M-SAP, epigenetika, szomaklonális variabilitás

## METHYLATION PATTERN OF *IN VIVO* AND *IN VITRO* APPLES

A. GULYÁS<sup>1</sup>, N. HIDVÉGI<sup>1</sup>, E. KISS<sup>1</sup>, J. DOBRÁNSZKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Gödöllő

<sup>2</sup>University of Debrecen, Research Institute of Nyíregyháza, Nyíregyháza

*In vitro* propagation techniques and *in vitro* gene bank procedures should ensure genetic stability, true-to-typeness of the progenies. For the detection of somatic mutations (somaclonal variation), DNA marker techniques are needed. Frequently, epigenetic changes are the cause of somaclonal variation. One of the possible mechanisms of epigenetic alterations is the DNA methylation. The methylation of cytosine influences gene expression causing variations even in quantitative traits. In our experiments, methylation patterns of *in vivo* 'Húsvéti rozsmaring' and 'McIntosh' apples were compared with long-term-maintained *in vitro* individuals of the same varieties.

**Key words:** metilation, citozin, M-SAP, epigenetic, somaclonal variation

### Bevezetés

Az *in vitro* mikroszaporítás lényege, hogy a különböző szövetekből vagy szervekből ellenőrzött, mesterséges körülmények között nagyszámú utódot hozzunk létre viszonylag rövid idő alatt. Alapvető követelmény ebben a folyamatban, hogy a növények a kiinduló anyaggal is és egymással is azonosak tehát genetikailag homogének, stabilak legyenek (Georghe 2008; Dobránszki és Teixeira da Silva, 2010).

Merisztémából, hónaljrügyekből hajtástenyészetek hozhatóak létre, amelyek mikroszaporítási vagy génbanki célokat szolgálnak. Mindkét esetben fontos annak meghatározása, hogy az *in vitro* fenntartás és mikroszaporítás során nem történik-e genetikai változás. Irodalmi adatok támasztják alá, hogy például a számoça, gerbera, vanília tenyészetek (Pierik 1991; Wang és Charles 1991; McMeans et al. 1998; Mohamed 2007; Sreedhar et al. 2007; Bhatia et al. 2009) genetikai stabilitást mutattak. Az utódok és az anyanövény közötti genetikai és fenotípusos eltérésnek, azaz a szomaklonális variabilitásnak nagyobb a valószínűsége akkor, ha a regeneráció indirekt módon kallusz fázison keresztül történik (Larkin és Scrowcroft 1981; Hammerschlag 1996; Jain 2001).

Larkin és Scrowcroft (1981) azt feltételezte, hogy az *in vitro* körülmények folyamatos stresszt jelentenek a növényeknek és a stressz fenotípusos és genetikai eltéréseket okozhat. A genetikai változások függnek a genotípustól és a tenyésztés időtartamától, az *in vitro* paramétereiktől. Elméletileg bármelyik hónaljrügyből történő vagy közvetett regeneráció befolyásolja az utódok genetikai azonosságát.

A szövettanban létrejövő mutációk kimutatására elengedhetetlenek a DNS marker technikák, hogy értékelni tudjuk a mikroszaporított növényeknél a genetikai stabilitást. A szomaklonális variabilitásnak a kromoszóma átrendeződés, DNS pontmutáció, transzpozonok és retrotranszpozonok kópiaszámának változása (Jain 2001) mellett epigenetikai okai is lehetnek.

A nem DNS szekvencia különbségekkel magyarázható epigenetikai változások egyik mechanizmusa a DNS metilációs mintázatának módosulása, mely fontos szerepet játszhat a szomaklonális variabilitás előfordulásában (Duncan 1997; Saze 2008). A citozin metilációja módosítja a gén expresszióját és felerősítheti a mennyiségi jellegek variációit is (Phillips et al. 1994).

Kutatásaink során két almafajta ('Húsvéti rozsmaring', 'McIntosh') *in vitro* hajtáskultúrák és *in vivo* levélminták kerültek metilezettségi vizsgálatra. Mindkét faj esetében több mint 10 éve *in vitro* hajtáskultúrákat hoztak létre Dobránszki Judit és munkatársai, akik azóta is fenntartják őket a Nyíregyházi Kutató Intézetben. Kutatásunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk, kialakulnak-e metilezettségi mintázat-különbségek az *in vitro* és *in vivo* egyedek között.

### Anyag és módszer

Kutatásainkhoz a két almafajta *in vitro* és *in vivo* mintáit a Nyíregyházi Kutató Intézettől kaptuk. Az *in vitro* tenyészeteket 12 évvel ezelőtt Dobránszki Judit és munkatársai hozták létre. Intézetünkben laboratóriumi körülmények között mi is fenntartjuk őket. A növényeket Murashige-Skoog táptalajon szaporítjuk fel 3 (benziladenin, indolvajsav és gibberellinsav) hormonok hozzáadásával. Az almafajtákat fényszobában neveltük 16 órás, 8000 lux megvilágítás és 22 °C hőmérséklet mellett. A növényeket 4 hetente új táptalajra helyeztük át. Az *in vivo* mintákat fagyasztott állapotban kaptuk a Kutató Intézetből.

A DNS izolálást Nucleon Phytopure kittel végeztük el. A gDNS minőségellenőrzését NanoDrop fotospektrométeren végeztük el. A methylation-sensitive amplification polymorphism (MSAP) elemzésekhez 500 ng gDNS-t használtunk fel mintánként. Az elemzés során a gDNS-eket *EcoRI*+*HpaII* és *EcoRI*+*MspI* restrikciós enzimpárokkal hasítottuk el. *MspI* és *HpaII* enzimek ugyanazon a tetranukleotid felismerőhelyen hasítanak (5'-CCGG-3'), de különbözik a DNS

## ALMAFAJTÁK METILEZETTSÉGI VIZSGÁLATA

metilációs érzékenységük. A *HpaII* restrikciós enzim inaktív, hogy ha mindkét citozin metilezett, de aktív, ha csak fél-metilezett. *MspI* akkor hasít, ha a belső citozin metilezett (5'-C<sup>5m</sup>CCGG-3'), de inaktív, amikor a külső citozin metileződik (5'-<sup>5m</sup>CCGG-3'). A gDNS feldarabolása után az AFLP módszernél alkalmazott adaptereket (1. táblázat) ligáljuk hozzá a DNS darabokhoz. A ligátumokat ezek után a előamplifikáció (pre-amplification) PCR során az *EcoRI* + 'A' és *HpaII/MspI* primerpárokkal felszaporítottuk. A pre-amplification PCR eredményét minden esetben 2%-os agaróz gélen ellenőriztük. Azokat a termékeket, melyek sikeresen felszaporodtak szelektív PCR során 24 primerkombinációval (1. táblázat) teszteltük le. Az így kapott PCR termékeket poliakrilamid (PAGE) gélen választottuk el a Sequi-gen<sup>®</sup> GT (BioRad, USA) készülék használatával. A fragmentumokat ezüstfestéssel detektáltuk (*Panaud et al. 1996*), majd szkenneléssel dokumentáltuk az eredményeket.

1. táblázat MSAP elemzéseink során használt adapterek és primerek

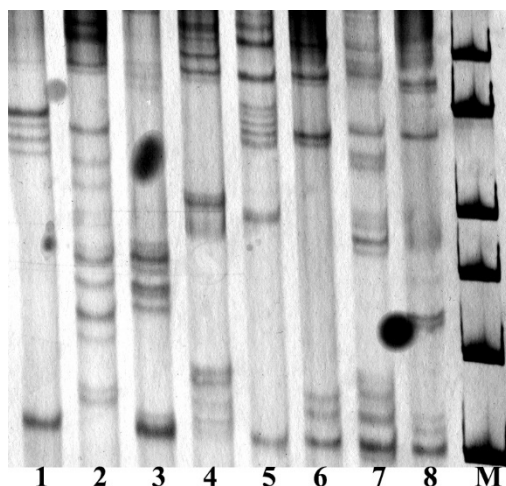
	Primer neve	Szekvencia (5'-3')
<b>Adapter</b>	<i>EcoRI</i> -adapter-I	ctcgtagactgcgtacc
	<i>EcoRI</i> -adapter-II	aattggtacgcagtc
	<i>HpaII/MspI</i> -adapter-I	gatcatgagtcctgct
	<i>HpaII/MspI</i> -adapter-II	cgagcaggactcatga
<b>Pre-selective PCR</b>	<i>EcoRI</i> + A	gactgcgtaccaattca
	<i>HpaII/MspI</i> + 0	atcatgagtcctgctcgg
<b>Szelektív PCR</b>	<i>EcoRI</i> + AAC	gactgcgtaccaattcaac
	<i>EcoRI</i> + ACA	gactgcgtaccaattcaca
	<i>EcoRI</i> + ACG	gactgcgtaccaattcaag
	<i>EcoRI</i> + AGC	gactgcgtaccaattcagc
	<i>HpaII/MspI</i> + TCAC	atcatgagtcctgctcgggtcac
	<i>HpaII/MspI</i> + TCAA	atcatgagtcctgctcgggtcaa
	<i>HpaII/MspI</i> + ACG	atcatgagtcctgctcgggac
	<i>HpaII/MspI</i> + GGC	atcatgagtcctgctcggggc
	<i>HpaII/MspI</i> + CAC	atcatgagtcctgctcggcac
	<i>HpaII/MspI</i> + TAG	atcatgagtcctgctcggtag

### Eredmények és következtetések

Az MSAP módszerrel kapott eredmények egy részletét a 1. ábrán mutatjuk be, amelyen a 600-1200 bp közötti DNS tartomány látható. Ha összehasonlítjuk a 'McIntosh' és a 'Húsvéti rozmaring' *in vivo* és *in vitro* mintáit, akkor jelentős különbségeket tapasztalunk a fragmentumok számában és méretében. Az 1. ábrán az is megfigyelhető, hogy az alkalmazott emésztési körülmények befolyásolják a mintázatot. Akár az *EcoRI+MspI*, akár az *EcoRI+HpaII* enzimpárossal emésztettük a DNS-eket az *in vivo* és *in vitro* növények között polimorfizmus figyelhető meg. Polimorfizmus jelentkezett a 'McIntosh' és a 'Húsvéti rozmaring' *in vivo* mintái között is, ami a két genotípus között létező metilezettségi eltérést és azt bizonyítja, hogy az MSAP módszerrel a két fajtát is meg tudjuk egymástól különböztetni.



A kísérleteinket a polimorf fragmentumok további vizsgálatával folytatjuk, hogy meghatározzuk, vajon az MSAP módszerrel az *in vivo* és *in vitro* növények között detektálható különbségek milyen genomi régiókat, milyen géneket érintenek.



1. ábra *EcoRI + MspI* és *EcoRI + HpaII* enzimmel hasított 'McIntosh' és 'Húsvéti rozmaring' *in vitro* valamint *in vivo* almafajták

1. 'McIntosh' *in vivo* (*EcoRI+MspI*)
2. 'McIntosh' *in vitro* (*EcoRI+MspI*)
3. 'Húsvéti rozmaring' *in vivo* (*EcoRI+MspI*)
4. 'Húsvéti rozmaring' *in vitro* (*EcoRI+MspI*)
5. 'McIntosh' *in vivo* (*EcoRI+HpaII*)
6. 'McIntosh' *in vitro* (*EcoRI+HpaII*)
7. 'Húsvéti rozmaring' *in vivo* (*EcoRI+HpaII*)
8. 'Húsvéti rozmaring' *in vitro* (*EcoRI+HpaII*)
- M. DNS molekulatömeg marker (Fermentas 100 bp plus DNA Ladder)

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a KTIA-AIK-12-1-2012-0012, a Kutató Kari Kiválósági Támogatás- Research Centre of Excellence- 17586-4/2013/TUDPOL pályázat támogatásával valósult meg.

### Irodalom

- Bhatia, R., Singha, K.P., Jhang, T., Sharma, T.R. (2009): Assessment of clonal fidelity of micropropagated gerbera plants by ISSR markers. *Sci. Hort.* **119**, 208-211.
- Dobránszki, J., Teixeira da Silva, JA. (2010): Micropropagation of apple — A review. *Biotechn. Adv.* **28**(4), 462-488.
- Duncan, RR. (1997): Tissue Culture-Induced Variation and Crop Improvement. *Adv. Agron.* **58**, 201-240.

- George, EF., Debergh, PC. (2008): Plant Propagation by Tissue Culture. *Springer*, Dordrecht, Netherlands, **32**, 29-64.
- Hammerschlag, FA. Biotechnology of Perennial Fruit Crops. *CAB International*, Wallingford, **34**, 277-301.
- Jain, SM. (2001): Tissue culture-derived variation in crop improvement. *Euphytica*, **118**, 153-166.
- Larkin, PJ., Scrowcroft, W. (1981): Somaclonal variation: a novel source of variability from cell cultures for plant improvement. *Theor. Appl. Genet.*, **60**, 197-214.
- McMeans, O., Skirvin, RM., Otterbacher, A. (1998): Assessment of tissue culture-derived 'Gala' and 'Royal Gala' apples (*Malus x domestica* Borkh.) for somaclonal variation. *Mitiku GEuphytica*, **103**, 251-257.
- Mohamed, AE-S. (2007): Somaclonal variation in micro-propagated strawberry detected at the molecular level. *Int. J. Agric. Biol.*, **9**, 721-725.
- Panaud, O., Chen, X., McCouch, SR. (1996): Development of microsatellite markers and characterization of simple sequence length polymorphism (SSLP) in rice (*Oryza sativa* L.). *Molecular General Genetics*, **252**, 597-607.
- Phillips, RL., Kaeppler, SM., Olhoft, P. (1994): Genetic instability of plant tissue cultures: Breakdown of normal controls. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **91**, 5222-5226.
- Pierik, RLM. (1991): Horticulture – Commercial aspects of micropropagation. *New Technologies and Applications*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, **43**, 141-153.
- Saze, H. (2008): Epigenetic memory transmission through mitosis and meiosis in plants. *Semin Cell Dev Biol.*, **19**, 527-536.
- Sreedhar, RV., Venkatachalam, L., Bhagyalakshmi, N. (2007): Genetic fidelity of long-term micropropagated shoot cultures of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) as assessed by molecular markers. *Biotech. J.*, **2**, 1007-1013.
- Wang, PJ., Charles, A. (1991): High Tech and Micropropagation I. (Y.P.S Bajaj, Ed.). *Biotechnology Agricult. Forestry*, *Springer*, **17**, 32-53.

KÖZÉP-EURÓPAI *Rhodiola rosea* L. POPULÁCIÓK  
DIVERZITÁSÁNAK FELMÉRÉSE SSR MARKEREKKEL

GYÖRGY ZSUZSANNA, WILHELM JÚLIA, PEDRYC ANDRZEJ

Budapesti Corvinus Egyetem, Genetika és Növénynevelés Tanszék,

A rózsagyökér vagy rózsás varjúháj (*Rhodiola rosea*) évszázadok óta ismert gyógynövény. Célunk Európa magashegységeiben található rózsagyökér populációk összehasonlítása volt molekuláris markerek segítségével. A Kárpátokból 5, az Alpokból szintén 5 és a Pireneusokból 2 populációt vontunk be a vizsgálatba. Tizenhárom rózsagyökér-specifikus mikroszatellit markert választottunk ki. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált 13 marker közül, csak 6 adott értékelhető eredményt, a többi vagy nem amplifikált megbízhatóan terméket, vagy nem volt variabilis. A vizsgált lókuszek nagy genetikai variabilitást mutattak. Megállapítottuk, hogy a populációkon belüli és a populációk közötti diverzitás hasonló nagyságrendű. Az azonos hegységekből származó populációk nem csoportosulnak származási helyüknek megfelelően.

**Kulcsszavak:** *Rhodiola rosea*, SSR, genetikai diverzitás

DIVERSITY SURVEY OF CENTRAL EUROPEAN *Rhodiola rosea*  
POPULATIONS WITH SSR MARKERS

Z. GYÖRGY, J. WILHELM, A. PEDRYC

Corvinus University of Budapest, Department of Genetics and Plant Breeding

*Rhodiola rosea* L. (*Crassulaceae*), commonly known as golden root or roseroot is a traditional adaptogen plant of the cool climates in the Northern hemisphere. This species is highly variable both in morphological and phytochemical traits. The genetic diversity of populations located in the high mountains of Europe was studied with 13 SSR markers. Altogether 172 individuals from twelve populations located in the Pyrenees, Alps and Carpathians were studied. Out of the 13 markers only 6 turned out to be informative in this study. The primer pairs for these six SSR loci produced 61 fragments. The number of alleles per locus ranged from 6 to 18. The mean values of the observed and expected heterozygosity in the different populations were between 0.60-0.91, and 0.53-0.76, respectively. The genetic diversity fell into the same range in all five populations. A dendrogram of the genetic relationships revealed that populations from different mountains did not cluster together. Principal co-ordinate analysis showed that all individuals are scattered together, which confirmed that diversity within and among the populations were almost equivalent.

**Key words:** *Rhodiola rosea*, SSR, genetic diversity

## Bevezetés

A *Rhodiola rosea*, más néven illatos rózsás varjúháj régóta ismert és használt gyógynövény Ázsiában, Skandináviában és Kelet-Európában (MELL, 1938 és DARBINYAN et al. 2000). Tradicionális népi gyógyszerként tartják számon, amely növeli a fizikai erőnlétet, a munkavégző képességet, ellenállóbbá teszi az immunrendszert a betegségekkel szemben és csökkenti a fáradtságérzetet (BROWN et al. 2002). A *R. rosea* egy adaptogén hatású gyógynövény, főbb hatóanyagai, melyek a rizómájában halmozódnak fel a rozin, rozavin, rozarin, szalidroزيد és a tirozol.

A *Rhodiola* nemzetség Délnyugat-Kína hegyvidékeiről származik (DARBINYAN et al. 2000). A növény az északi féltekén cirkumpoláris elterjedésű, így Ázsiában és Európában egyaránt megtalálható. Délebbre is előfordul, ahol a környezeti viszonyok hasonlóak a sarkvidékihez (FURMANOWA et al., 1995, BROWN et al. 2002). Közép-Európában jellemzően 1800-2000 méter tengerszint feletti magasságon él.

Jótekonny hatásainak köszönhetően, a *Rhodiola rosea* napjainkban egyre nagyobb népszerűségnek örvend és emiatt nagy volumenű a kitermelése. A gyógynövény értékes hatóanyagait csak 5-6 éves egyedek rizómájából éri meg kivonni. Termesztésbe vonása meg van oldva, de a piaci igényekhez képest csak kis területen termesztik. A mai napig főként a természetes élőhelyről való gyűjtésből származik a feldolgozóipar alapanyaga (GALAMBOSI et al. 1999). A drog iránt megnőtt kereslet kielégítése sok populáció veszélyeztetetté válásához vezetett, számos országban védetté nyilvánították a fajt. A termesztés sikerének egyik záloga a megfelelő szaporítóanyag. Néhány helyen foglalkoznak a *Rhodiola rosea* nemesítésével, ami többségében a vad populációkból történő nagy hatóanyag tartalmú egyedek szelekcióján alapul. Ehhez nyújthat segítséget az egyes populációk genetikai diverzitáson alapuló vizsgálata.

A *Rhodiola rosea* faj esetében az első genetikai variabilitást célzó tanulmány 2008-ban készült el. ELAMEEN et al. (2008) a norvégiai rózsagyökér génbank genetikai diverzitását vizsgálták AFLP technikával 5 primer kombináció felhasználásával. KOZYRENKO és mtsai. 2011-ben Oroszország különböző helyszíneiről 11 *Rhodiola rosea* populációt vizsgáltak ISSR módszerrel.

2009-ben ZINI és mtsai. kifejlesztettek 8 *Rhodiola rosea* specifikus mikroszatellit markert. Két olaszországi populáció összesen 48 egyedet vizsgáltak. Mind a nyolc lókus polimorfizmust mutatott, 2-5 allélt detektáltak lókuszonként. KYLIN (2010) a fent említett 8 primer párból négyet használt fel vizsgálataiban során. Tanulmányában a Nordic Gene Bank (NordGen) *Rhodiola rosea* gyűjteményét vizsgálta.

GYÖRGY és mtsai. számos genetikai variabilitás vizsgálatot végeztek *Rhodiola rosea* populációkon SSR és ISSR módszerekkel. 2009-ben finnországi populációkat vizsgáltak nyolc SSR és öt ISSR markerrel. 2012-ben hét molekuláris markert használtak Ázsia különböző pontjairól származó *R. rosea* populációk összehasonlítására. 2013-ban észak norvégiai populációk vizsgálatát végezték el nyolc ISSR markerrel.

2013-ban YOU és mtsai. 17 *Rhodiola* nemzetség-specifikus mikroszatellit markertettek közzé. A primerekkel Kínában élő *Rhodiola* fajokat (*R. bupleuroides*, *R. crenulata*, *R. fastigiata*, *R. sacra*) hasonlítottak össze.

### Anyag és módszer

A vizsgált *Rhodiola rosea* minták Európa 3 nagy hegységéből származnak: az Alpokból, a Kárpátokból és a Pireneusokból. Összesen 172 egyed vizsgáltunk, amelyek 12 populációból származtak. A begyűjtött leveleket lefagyasztottuk és -20°C-on tároltuk.

A DNS-t a fagyasztott levelekből vontuk ki az E.Z.N.A. SP Plant Mini Kittel (Omega, VWR International Kft) és a hozzá rendelt protokollt követtük. A kivont DNS mennyiségét NanoDrop (Bioscience, Budapest) készülékkel minőségét 1%-os TBE agaróz gélen ellenőriztük.

A mikroszatellit régiók felszaporítása Swift™ MaxPro (Esco Micro Pte. Csertex, Budapest) típusú PCR készülékben történt. A PCR mix végtérfogata 20 µl volt, amely 10X PCR reakció puffert, 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,02 mM dNTP mixet, 2,5 mmol forward és reverz primert, 0,3 U DreamTaq DNS-polimerázt (Fermentas, Biocenter) tartalmazott. A vizsgálat során 13 SSR primer párt alkalmaztunk. Mindegyik primer pár „forward” tagja az 5' végen FAM fluoreszcens jelölést tartalmazott.

A felszaporított fragmentumokat etidium-bromiddal megfestett 1%-os TBE agaróz gélben választottuk szét (1h, 60V), 50 cm<sup>3</sup>-es kádakban. UV-fénnyel megvilágítva tettük láthatóvá a fragmentumokat (Bio-Rad, Budapest). Mindegyik primerrel legalább egyszer megismételtük a PCR-t. Amennyiben sikeres volt a PCR, elküldtük fragmenshossz-analízisre a mintákat a Biomi Kft-hez (Gödöllő), ahol a kapott PCR fragmentumok pontos méretének meghatározása ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer 50 (Applied Biosystems, Foster City, Kalifornia, USA) elnevezésű automata DNS szekvenátorral történt.

A fragmentumhossz analízissel kapott kromatogramok elemzéséhez a Peak Scanner 1.0 (Applied Biosystems 2006) programot használtuk. Az adatokat Ms Excel táblázatban összesítettük és a Popgene 1.32 verziójának segítségével. Kiszámoltuk a várható ( $H_e$ ) – és a megfigyelt ( $H_o$ ) heterozigotizást, valamint a Shannon indexet, a genetikai diverzitás mérőszámát ( $I$ ). A vizsgált populációk közötti rokonsági viszonyokat a Nei-féle ( $h$ ) koefficiens ( $NEI$ , 1972) szerinti genetikai távolság kiszámítása alapján UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic averages) módszerrel készült dendrogramon ábráztuk. Az elkészült dendrogramot a PhyloDraw (*CHOI et al.*, 2000) programmal formáztuk meg, majd a Paint (Paintbrush for Windows) program segítségével tettük színesebbé. A PAST (*HAMMER et al.*, 2001) program segítségével principális koordináta elemzést is készítettünk.

### Eredmények és következtetések

A 13 mikroszatellit primerpárból az RRE4, RRF4, Rs3, Rs4, és Rs10 a minták nagy részénél nem működött az előkísérelt során. Ezeket a primereket kihagytuk a további vizsgálatokból. Az RRE9 primerpár teljesen monomorf mintázatot adott, minden minta esetén 146 és 158 bázispár méreteket detektáltunk vele. Az RRE3 primerrel ugyan sikeres az amplifikáció, de nehéz volt kiértékelni a kapott kromatogramokat. Az eredmények megbízhatósága érdekében végül ezt a lókuszt is kihagytuk az eredmények értékelésekor.

Polimorf mintázatot az RRC10, RRD6, RRE2, RRF3, Rs8 és Rs11 primer párok adtak. A hat primer párral amplifikált fragmentumok mérete 125 és 307 bp közé esett. A Popgene program segítségével számolt genetikai paramétereket az 1. táblázatban közöljük. Ezek az értékek nagy genetikai variabilitásra, a heterozigóta egyedek nagy arányára utalnak.

1. táblázat Az összes vizsgált *Rhodiola rosea* egyed SSR vizsgálata alapján kapott genetikai paraméterek.  $H_o$  (megfigyelt heterozigótaság),  $H_e$  (várható heterozigótaság),  $h$  (Nei-féle koefficiens), átl. Het. (átlagos heterozigótaság),  $I$  (Shannon index).

Lókuszt	Allélszám	Allélméret	$H_o$	$H_e$	$h$	átl. Het.	$I$
RRC10	9	150-166	0,7325	0,6851	0,6829	0,6116	1,5194
RRD6	11	170-190	0,8902	0,6946	0,6925	0,6232	1,4502
RRE2	16	153-245	0,7202	0,8423	0,8398	0,6405	2,1725
RRF3	6	125-153	0,7826	0,6026	0,6007	0,5453	1,2666
Rs8	8	178-202	0,6538	0,7852	0,7826	0,5642	1,6717
Rs11	9	283-307	0,6962	0,6747	0,6725	0,6205	1,4507
Átlag	-	-	0,7459	0,7141	0,7118	0,6009	1,5885
St. dev.	-	-	0,0824	0,0857	0,0854	0,0374	0,3145

A nevezett genetikai paramétereket kiszámoltuk az egyes populációkra is. A megfigyelt heterozigótaságok átlagának ( $H_o$ ) legkisebb értéke 0,60 volt a Mengusovska dolina (Szlovákia) populáció esetében, míg a legnagyobb értéke 0,91 volt a Szebeni-havasok (Románia) populációnál. A várt heterozigótaság ( $H_e$ ) átlagának legkisebb értéke 0,53 a Val Fredda (Olaszország) populáció esetén, a legnagyobb értéke pedig 0,76 a Kelemen-havasok (Románia) populációban volt. A Nei-féle genetikai diverzitás ( $h$ ) átlagának legkisebb értéke 0,26 a Mengusovska dolina (Szlovákia) populációban, míg a legnagyobb értéke 0,42 a Juclar (Andorra) populációban. A Shannon-Index ( $I$ ) átlagának legkisebb értéke 1,15 volt a Juclar (Andorra) populációban, a legnagyobb értéke pedig 1,39 a Szebeni-havasok (Románia) populációban. Ezek az értékek lényegesen nagyobbak, mint amilyenekről ZINI és mtsai. (2009) valamint YOU és mtsai. (2013) beszámoltak. A Shannon-index ( $I$ ) értékek alapján a legnagyobb genetikai diverzitást a Szebeni-havasok (Románia) populáció esetén találtuk 1,39, míg a legkisebbet a Juclar (Andorra) populáció esetében 0,79. Fajsztinon vizsgálva a Shannon-index ( $I$ ) értéke 1,59 volt. A legnagyobb polimorfizmust az RRE2 (2,17) és az Rs8 (1,67) lókusztok mutatták.

Mind a Nei-féle koefficiens ( $h$ ) alapján UPGMA módszerrel készített törzsfán, mind a főkoordináta elemzésen jól látszik, hogy az Alpok és a Kárpátok populációi nem különülnek el egymástól és a két pireneusi populáció is betagozódik közéjük, bár ezek az egyedek viszonylagos egységet képeznek.

Összefoglalva, a közelmúltban kifejlesztett *Rhodiola sp.* specifikus SSR markerek között hat alkalmasat (RRC10, RRD6, RRE2, RRE9, RRF3, Rs8, Rs11) találtunk a különböző földrajzi elhelyezkedésű *Rhodiola rosea* populációk genetikai sokszínűségének vizsgálatára. A vizsgált lókusztok nagy genetikai variabilitást mutattak. Megállapítottuk, hogy a populációkon belüli és a populációk közötti diverzitás hasonló nagyságrendű. Az azonos hegységekből származó populációk nem csoportosulnak származási helyüknek megfelelően, a három hegységben fellelhető *Rhodiola rosea* populációk genetikai mintázatuk alapján nem válnak el egymástól.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat, az OTKA Iroda (PD83728.), a TÁMOP- 4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0005 valamint a TÁMOP -4.2.2/B-10/1-2010-0023 támogatta.

### Irodalom

- Brown, R. P., Gerbang, P. L., Ramazanov, Z. (2002): *Rhodiola rosea*: A Phytomedicinal Overview. *HerbalGram*, 2002. (56): 40–52.
- Choi, J. H., Jung, H. Y., Kim, H. S., Cho, H. G. (2000): PhyloDraw: a phylogenetic tree drawing system. *Bioinformatics*, **16** (11), 1056–8.
- Darbinyan, V., Kteyan, A., Panossian, A., Gabrielian, E., Wikman, G., Wagner, H. (2000): *Rhodiola rosea* in stress induced fatigue – A double blind cross-over study of a standardized extract SHR-5 with a repeated low-dose regimen on the mental performance of healthy physicians during night duty. *Phytomedicine*, **7**, (5): 365–371.
- Elameen, A., Klemsdal, S. S., Dragland, S., Fjellheim, S., Rognli, O. A. (2008): Genetic diversity in a germplasm collection of roseroot (*Rhodiola rosea*) in Norway studied by AFLP. *Biochemical Systematics and Ecology*, **36**, (9): 706–715.
- Furmanowa, M., Oledzka, H., Michalska, M., Sokolnicka, I., Radomska, D. (1995): *Rhodiola rosea* L. (Roseroot): *In vitro* regeneration and the biological activity of roots. *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Medicinal and Aromatic Plants*, **33**, (8): 412–426.
- Galambosi, B., Galambosi, S. Z., Varga, E., Hajdu, Z., Telek, E. (1999): Cultivation methods, root yield and flavonol content of roseroot (*Rhodiola rosea*) grown in Finland. In: Book of Abstracts (Cultivation, harvesting and processing of medicinal herbs). Júnus 8-11, Szlovákia, 39.
- György, Z., Derzsó, E., Galambosi, B. (2009): Finnországi *Rhodiola rosea* populációk diverzitásának vizsgálata ISSR markerekkel. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Október 28-30., Budapest.
- György, Z., Fjellidal, E., Ladányi, M., Aspholm, P. E. (2013): Genetic diversity of roseroot (*Rhodiola rosea*) in North-Norway. *Biochemical Systematics and Ecology*, **50**, (2013): 361–367.
- György, Z., Szabó, M., Bacharov, D., Pedric, A. (2012): Genetic Diversity Within and Among Populations of Roseroot (*Rhodiola rosea* L.) Based on Molecular Markers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotaniki*, **40**, (2): 266–273.
- Hammer, Ř., Harper, D. A. T., Ryan, P. D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**, (1): 9.
- Kozyrenko, M. M., Gontcharova, S. B., Gontcharov, A. A. (2011): Analysis of the genetic structure of *Rhodiola rosea* (*Crassulaceae*) using inter-simple sequence repeat (ISSR) polymorphisms. *Flora*, **206**, (8): 691–696.
- Kylin, M. (2010): Genetic diversity of Roseroot (*Rhodiola rosea* L.) from Sweden, Greenland and Faroe Islands. Diplomamunka, Alnarp, Svédország.
- Mell, D. (1938): Dyes, tannins, perfumes and medicines from *Rhodiola rosea*. *Textile Colorist*, **60**, (715): 483–48.
- Nei, M. (1972): Genetic distance between populations. *American Naturalist*, (106): 283–292.
- You, J., Liu, W., Zhao, Y., Zhu, Y., Zhang, W., Wang, Y., Lu, F., Song, Z. (2013) Microsatellite markers in *Rhodiola* (*Crassulaceae*), a medicinal herb genus widely used in traditional chinese medicine. *Application in Plant Sciences*, **1**, (3): 1200219.
- Zini, E., Clamer, M., Passerotti, S., Vender, C., Vendramin, G. G., Komjanc, M. (2009): Eight novel microsatellite DNA markers in *Rhodiola rosea* L.. *Conservation Genetics*, **10**: 1397–1399.

## AZ ÖNTÖZÉS HATÁSA KÜLÖNBÖZŐ BURGONYA FAJTÁK TERMÉSJELLEMZŐIRE NYÍRSÉGI SAVANYÚ HOMOKTALAJON

GYÖRGYI GYULÁNÉ<sup>1</sup>, HENZSEL ISTVÁN<sup>1</sup>, SZABÓ LAJOS<sup>2</sup>, ZSOMBIK LÁSZLÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ NYKI, Nyíregyháza

<sup>2</sup>Bács Gazda-Coop Kft, Kiskunhalas

Hazánk burgonyatermesztésében a külföldi nemesítésű fajták vetésterülete nagy részarányú. A fajtákat célszerű hazai körülmények között vizsgálni, a termésmennyiség, de elsősorban a termésbiztonság tekintetében. E célból állítottunk be a Debreceni Egyetem ATK Nyíregyházi Kutató Intézetében saját és a Bács Gazda-Coop Kft. által rendelkezésünkre bocsátott külföldi fajtákkal fajtaösszehasonlító öntözéses kísérletet. A kísérlet talaja homoktalaj,  $pH_{(KCl)}$  értéke 7,14; humusztartalma 1,6 %, az Arany-féle kötöttség értéke 29. A vizsgálat során meghatároztuk a termésmennyiséget, a frakciónkénti gumótömeget (g/db, frakciónkénti súly aránya), illetve ezek változását öntözés hatására. Az adatokat Excel és SPSS programcsomaggal értékeltük. Az terméseredmények között szignifikáns különbség mutatható ki. Legnagyobb termést adó fajták öntözött körülmények között az Elektra, Shannon és a Bigrossa, öntözetlen körülmények között a Bigrossa, Shannon és a Sissi fajták.

**Kulcsszavak:** burgonya, öntözés, termés, frakció

## EFFECT OF IRRIGATION ON THE CROP CHARACTERISTICS OF DIFFERENT POTATO VARIETIES ON ACID SANDY SOIL IN NYÍRSÉG REGION

A. GYÖRGYINÉ KOVÁCS<sup>1</sup>, I. HENZSEL<sup>1</sup>, L. SZABÓ<sup>2</sup>, L. ZSOMBIK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Nyíregyháza CAS University of Debrecen, Nyíregyháza,

<sup>2</sup> Bács Gazda-Coop Ltd, Kiskunhalas

The rate of the foreign potato bred varieties in Hungarian potato growing area is high. It is advisable to examine the varieties for the yield, but primarily for the stability of yield, in domestic conditions. Therefore we set an irrigated variety comparison experiment of own and foreign varieties that were given by Bács Gazda-Coop Ltd. The soil used in the experiment was sandy with a humus content of 1.6% and  $pH_{(KCl)}$  value of 7.14. We determined the yield and tuber weight per size fractions (g pcs<sup>-1</sup> and rate of weight fractions) and change of these measured parameters under irrigation. Excel and SPSS software packages were used to evaluate the data. In the results some significant differences were found, too. *Elektra*, *Shannon* and *Bigrossa* had the highest yield in irrigated conditions. In non-irrigated conditions the *Bigrossa*, *Shannon* and *Sissi* varieties had the highest yield.

**Key words:** potato, irrigation, crop, fraction

### Bevezetés

Hazánk burgonyatermesztésében a külföldi nemesítésű fajták vetésterülete nagy részarányú. 2008-ban a Nemzeti Fajtalistán szereplő 61 fajta közül 44% holland, 23% magyar és 21% német származású fajta szerepelt. 5 év elteltével 57 fajta közül a magyar fajták aránya 33%-ra nőtt. Az államilag elismert fajták jelentős része B-típusú, azaz főzésre kiváló (*NEBIH 2008, 2013*).



A termésmennyiséget 60%-ban genetikai jellemzők határozzák meg, de kérdés, hogy adott ökológiai körülmények között a növény ebből mennyit tud realizálni (*Polgár 2001*). Köztermesztésbe vonásuk előtt célszerű a fajtákat hazai körülmények között vizsgálni a termésmennyiség, illetve a termésbiztonság tekintetében.

### **Anyag és módszer**

A kísérlet beállítására 2013-ban a Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutató Intézetében került sor. A kísérlet talaja homoktalaj,  $pH_{(KCl)}$  értéke 7,14; humusztartalma 1,6 %, az Arany-féle kötöttség értéke 29. A burgonya ültetése április 29-én bakhátas technológiával történt, 0,75x0,3 m sor- és tőtávolságra. Egy parcella mérete 3x20 m. 18 fajta megfigyelését végeztük öntözéses kísérletben, háromszori, 30, 30 illetve 35 mm-es adaggal. A kísérletbe külföldi fajták mellett Intézetünk saját nemesítésű fajtáit (Boglárka, Rachel, Rebeka) is elhelyeztük.

A kísérlet során azt vizsgáltuk, hogy különböző burgonyafajták termésmennyisége miként alakul, öntözési reakciójuk manifesztálódása, illetve hogyan változik a méretfrakciókon belül a gumótömeg és annak aránya.

A mintavétel szeptember elején, a szárazzás előtti napon történt, fajtánként 3 ismétlésben 4-4 tő felszedésével. A felszedett termést gumóméret alapján 4 frakcióba válogattuk: 5 cm feletti, 5-3,5 cm; 3,5-2,8 cm és 2,8 cm alatti frakcióméret. Az adatok kiértékelést Excel és SPSS programcsomaggal végeztük el.

### **Eredmények és következtetések**

A burgonyának 50-130% közötti az öntözési reakciója (*Csajbók 2004*), amely a vizsgálataink során is bebizonyosodott. T-próba elvégzésével az öntözött és öntözetlen kezelések terméseredményei között szignifikáns különbséget ( $SZD_{5\%}=1,487$ ) tapasztaltunk.

Öntözetlen termesztésben a legjobb termést (22 tonna/ha) a Bigrossa fajta érte el, de hasonlóan jó terméseredménnyel jellemezhetőek a Barna és a Shannon fajták is (*1. táblázat*).

Öntözött körülmények között 30 tonna/ha feletti terméseredményt mutattak az Elektra és a Barna fajták. 25-30 tonna közötti termést regisztráltunk a Desirée, Shannon, Bigrossa, Boglárka, Torino és Linzer fajták esetében.

Az öntözés termésmenővelő hatása legnagyobbnak (180%) az Elektra fajtánál bizonyult. Erőteljes öntözési reakció figyelhető meg az öntözetlen körülmények között kis termést adó Linzer és Capri, valamint a közepes termést elérő Desirée, Red Sun és Barna fajták terméseredményében.

A méretfrakciónkénti gumótömeg mindkét kezelés alkalmával a Sissi fajtánál bizonyult a legnagyobbknak az 1 gumó átlagos tömege (öntözött 147 g, öntözetlen 129 g), illetve a Linzer fajtánál öntözött körülmények között (149 g/gumó).

Az 5 cm feletti és 5-3,5cm-es frakciókban öntözés hatására legnagyobb gumó tömeggyarapodás (149%, illetve 143%) a Boglárka fajtánál figyelhető meg. 20% körüli gumónkénti súlygyarapodással jellemezhetőek az 5 cm feletti frakcióban a Louisiana és Shannon fajták (*2. táblázat*).

AZ ÖNTÖZÉS HATÁSA A BURGONYAFAJTÁK TERMÉSJELLEMZŐIRE

1. táblázat: Az öntözés hatása a vizsgált burgonya fajták termésére (Nyíregyháza, 2013)

Fajta	Öntözött	Öntözetlen	%-os változás (öntözetlen=100%)
Barna	32,87	21,98	150
Bigrossa	27,70	22,02	126
Boglárka	26,07	19,69	132
Burran	19,53	14,63	133
Capri	24,42	15,16	161
Desirée	29,71	18,49	161
Elektra	36,08	19,40	186
Frislander	18,25	15,37	119
Montecarlo	17,77	17,03	104
Linzer	25,21	13,96	181
Louisana	18,52	13,03	142
Rachel	19,26	15,43	125
Rebeka	20,96	17,97	117
Red Sun	24,57	16,22	152
Romeo	13,29	13,45	99
Shannon	28,98	21,51	135
Sissi	20,13	20,39	99
Torino	25,60	19,95	128
<b>Átlag</b>	<b>23,83</b>	<b>17,54</b>	
<b>SZD<sub>5%</sub></b>	<b>5,70</b>	<b>4,75</b>	

2. táblázat: Az öntözés hatása a vizsgált burgonya fajták méretfrakciónkénti gumótömegének alakulására (Nyíregyháza, 2013)

Fajta	Öntözött (g/db)				Öntözetlen (g/db)				%, ha öntözetlen=100%			
	5cm<	5-3,5	3,5-2,8	2,8>	5cm<	5-3,5	3,5-2,8	2,8>	5cm<	5-3,5	3,5-2,8	2,8>
Barna	98	52*	21	5	92	55*	25	6	107	94	85	86
Bigrossa	127*	61	23	6	125*	59*	23	7	102	102	97	84
Boglárka	128	65*	24	6	86	45*	24	9	149*	143*	103	62
Burran	107*	58*	21	5	116	51*	20	5	92	113	106	101
Capri	103	58*	22	5	99	52*	25	7	105	113	91	72
Desirée	105*	51*	21	7	109	53*	24	9	97	97	89	79
Elektra	101*	51	21	3	93	51*	21	5	109	102	103	72
Frislander	107	50*	21	9	103	48*	23	8	104	104	92	108
Montecarlo	96*	52*	22	6	97	54*	23	6	99	95	99	102
Linzer	149	51*	27	9		45	27*	9		114	102	99
Louisana	109	54*	25	7	91	50*	25	5	120*	109	100	139*
Rachel	101	45*	19	6	92	49*	23	10	109	92	85	57
Rebeka	86	43*	23	9		43*	25	10		100	94	87
Red Sun	106	54*	22	4		48*	22	6		114	101	68
Romeo	95	44*	21	7	99	49*	21	6	97	89	102	113
Shannon	126*	45	21	4	102*	53*	22	5	124*	86	92	69
Sissi	147*	59*	27	7	129*	59*	25	8	114	100	108	95
Torino	117*	59*	22	6	113	50*	23	7	104	118*	98	85
<b>SZD<sub>5%</sub></b>	<b>18,77</b>	<b>8,04</b>			<b>23,7</b>	<b>6,92</b>						

\* A legnagyobb súly%-ban előforduló frakció gumótömege.

Öntözött körülmények között a fajták többségénél az 5 cm-nél nagyobb méretfrakcióban nagyobb a gumó tömege, mint öntözetlen természetben.

A méretfrakciók súlyának százalékos megoszlását tekintve a legtöbb fajta esetében öntözetlen és öntözött körülmények között egyaránt, az össztermés legnagyobb százalékát az 5-3,5 cm-es frakció adta (3.táblázat).

Öntözött körülmények között ebben a méretfrakcióban a Boglárka fajta gumósúlya a legnagyobb (65 g/db). Legnagyobb arányban az 5 cm feletti frakcióban termő fajták gumótömegét tekintve legnagyobb értékkel (64%-ban 127 g/db) a Bigrossa, Elektra (66%-ban 101 g/db) és Shannon (68%-ban 126 g/db) fajták jellemezhetők.

Öntözetlen körülmények között 3 fajtánál (Bigrossa (125g/db), Shannon (102 g/db) és Sissi (129 g/db)) 50%-hoz közeli arányban 5 cm feletti termést mértünk. A többi fajta gumó súlya 5-3,5 cm-es frakcióban 50-59 g között alakult (2.táblázat).

3. táblázat: Az öntözés hatása a vizsgált burgonya fajták frakcióinak eloszlására (%) (Nyíregyháza, 2013)

Fajta	Öntözött				Öntözetlen			
	5cm<	5-3,5cm	3,5-2,8cm	2,8cm>	5cm<	5-3,5cm	3,5-2,8cm	2,8cm>
Barna	31	61	5	3	24	64	8	4
Bigrossa	64	33	2	1	47	47	4	2
Boglárka	28	64	7	1	8	63	17	11
Burran	40	54	3	3	35	56	6	3
Capri	34	57	5	5	8	64	19	9
Desirée	43	49	5	3	19	62	12	7
Elektra	66	31	2	1	34	55	5	6
Frislander	26	61	9	5	10	67	17	6
Montecarlo	40	51	7	2	24	59	13	4
Linzer	21	47	22	11	0	20	49	31
Louisana	4	62	24	10	4	76	16	4
Rachel	33	57	7	4	23	64	8	5
Rebeka	1	65	25	9	0	38	31	31
Red Sun	38	54	7	2	0	74	20	6
Romeo	25	58	10	7	13	64	13	9
Shannon	68	28	2	2	48	44	5	4
Sissi	52	40	6	2	54	38	4	3
Torino	56	39	5	1	13	67	13	6

Öntözés hatására a nagyobb frakciók aránynövekedése figyelhető meg a vizsgált fajták esetében. 5 cm feletti gumókat neveltek a Linzer (21%), Rebeka (1%) és a Red Sun (38%) fajták, ilyen paraméterrel jellemezhető gumókat az említett fajták öntözetlen körülmények között nem tudtak produkálni, ez jelzi a felsorolt fajták öntözési igényét is (3. táblázat). Az 5 cm feletti frakció súlyának aránya legalább négyszeresére nőtt a Capri és Torino fajtáknál. Az eredmények alátámasztják Arends et al. (1999) megállapítását, miszerint az öntözés hatása a gumók növekedésében nyilvánul meg, a méreten aluli termésmennyiség pedig csökken.

*Islam et al. (1990)* kísérletük során kimutatták, hogy öntözetlen körülmények között nagyobb a 2,8 cm alatti gumók aránya. Ez az eredmény kísérletünkben is megmutatkozott, öntözetlen körülmények között több fajtánál (Boglárka, Linzer és Rebeka) jelentős volt a 2,8 cm-nél kisebb frakció aránya.

Az a fajta termesztető sikerrel adott körülmények között, amelyik a legnagyobb hektáronkénti termést adja a nagy arányban jelenlévő étkezési méretfrakció mellett (4. táblázat). A vizsgált fajták közül legjobb terméseredményt száraz és öntözött körülmények között egyaránt a Bigrossa és Shannon, valamint az öntözésre legjobban reagáló Elektra fajták adták. Kísérletünkbe beállított hazai nemesítésű fajták közül legjobb a Boglárka, mely öntözés nélkül is megbízhatóan terem, nagyon jó az öntözési reakciója, hasonló termésre képes, mint a vizsgált külföldi fajták. A fajta kiválasztását természetesen befolyásolják a feldolgozási és fogyasztási igények is.

4. táblázat: Burgonya fajták összehasonlító értékelése öntözött és öntözetlen körülmények között (Nyíregyháza, 2013)

Öntözött			
Fajta	Termés (t/ha)	5 cm feletti frakció súlyaránya	
Elektra	36,08	66	
Shannon	28,98	68	
Bigrossa	27,70	64	
Öntözetlen		5 cm feletti	5-3,5 cm
Bigrossa	22,02	47	47
Shannon	21,51	48	44
Sissi	20,39	54	38

### Irodalom

- Árendás, A., Kruppa, J., Szőke, L., Iszállyné Tóth, J., Vincze, J., Sallai, P., Nagy, L-né, Lelkes, J. (1999): A burgonya és termesztése III.rész. 118-127.
- Csajbók, J. (2004) A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Egyetemi jegyzet. 161. In: Ábrahám, É. B. (2009): Fajta és öntözés hatása a burgonya termésmennyiségének és minőségének alakulására mezősgéi talajon. 16-20. *Doktori disszertáció*
- [http://www.nebih.gov.hu/szakterulet/szakterulet/novterm\\_ig/szakterulet/fajta\\_szap/jegyzek\\_ek/nemzeti.html](http://www.nebih.gov.hu/szakterulet/szakterulet/novterm_ig/szakterulet/fajta_szap/jegyzek_ek/nemzeti.html)
- Islam, T., Sarker, H., Alam, J., Harun-Úr-Rashid (1990): Water use and yield relationships of irrigated potato. *Agricultural Water Management* 18, 2.sz. 173-179  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037837749090029X>
- Polgár, Zs. (2001): A fajtamegválasztás szempontjai. *Burgonyatermesztés*, 2001. március, 11-14.

## KÉTLAKI NÖVÉNYEK MAGMORFOMETRIAI ELEMZÉSE

GYULAI GÁBOR<sup>1</sup>, KERTI BALÁZS<sup>1</sup>, VINOGRADOV SZERGEY<sup>2</sup>, EMÓDI ANDREA<sup>3</sup>,  
MRAVCSIK ZOLTÁN<sup>3</sup>, GYULAI FERENC<sup>3</sup>, IRWIN ROVNER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, MKK GBI, Gödöllő

<sup>2</sup>Szent István Egyetem, GTK KJMI, Gödöllő

<sup>3</sup>Szent István Egyetem, MKK KTI, Gödöllő

<sup>4</sup>1902 Alexander Road, Railegh, NC, USA

Kétlaki növények magjainak digitális magmorfometriai elemzését végeztük el *Fovea Pro 4.0* programmal. Négy növény magmintáit vizsgáltuk (200 mag növényenként): nyitvatermők: tiszafa - *Taxus baccata*; zárvatermő egyszikűek: spárga - *Asparagus officinalis*; zárvatermő kétszikűek: amerikai kakiszilva - *Diospyros virginiana*, homoktövis - *Hippophae rhamnoides*. Főkomponens analízissel (PCA) vizsgáltuk, hogy a porzós (♂) és a termős (♀) növényt hordozó magok elkülöníthetők-e digitális alakelemzéssel. A PCA elemzés egyik növény estében sem különített el két karakteres csoportot (porzós? és termős?), amely eredmény azt jelzi, hogy a genetikailag kódolt növényi kétlakiság a magok digitális morfológiai tulajdonságaiban nem jelenik meg a vizsgált négy növény esetében. Hisztogramelemzéssel azt vizsgáltuk, hogy hogyan mérhető a 'szelekciós nyomás' (Y-tengely) és a 'mutációs nyomás' (X-tengely) a növények környezeti adaptivitására. Igazoltuk, hogy a négy kétlaki növényfaj közül a tiszafa a legsérülékenyebb a környezeti változások kitettségére (pl. globális felmelegedés).

**Kulcsszavak:** digitális magmorfometria, kétlaki növények

## MORPHOMETRIC VARIATION OF SEED POPULATIONS OF DIOECIOUS PLANTS

G. GYULAI<sup>1</sup>, B. KERTI<sup>1</sup>, S. VINOGRADOV<sup>2</sup>, A. EMÓDI<sup>3</sup>, Z. MRAVCSIK<sup>3</sup>,  
F. GYULAI<sup>3</sup>, I. ROVNER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Genetics and Biotechnology, St. István University, Gödöllő

<sup>2</sup>Institute of Economics, Law and Methodology, St. István University, Gödöllő

<sup>3</sup>Institute of Environment and Landscape Management, St. István University, Gödöllő

<sup>4</sup>1902 Alexander Road, Railegh, NC, USA

Seed populations (200 seeds each) of four dioecious plants were studied by means of digital image analysis (*Fovea Pro 4.0*) to find tool to discriminate seeds carrying pistillate (♂) vs. staminate (♀) plants. Four species were studied: gymnosperm - *Taxus baccata* (European yew); angiosperm monocot - *Asparagus officinalis*, and angiosperm dicots *Diospyros virginiana* (Persimmon), and *Hippophae rhamnoides* (Sea-buckthorn). Analyses of FA (*Factor Analysis*), PCA (*Principal Component Analysis*), DA (*Discriminant Analysis*) and BoxPlot of SPSS program package were used. PCA (*Principal Component Analysis*) analysis did not reveal two subgroups of seed populations, which result indicates that genes encoding dioeciousness do not manifest in seed morphometry of these four dioecious species. Histogram analysis revealed the scales of 'force of mutation' (X-axis) and the 'force of selection' (Y-axis) and indicated that from among the four species, *Taxus* is the most endangered by environmental changes (e.g. global warming).

**Key words:** digital seed morphometry, dioecious plants

## Bevezetés

A kétlaki növényeknél a porzós (♂) és a termős (♀) ivarú virágok külön növényen fejlődnek. Ez a tulajdonság az állatvilágban lineáris evolúció és fejlődés eredménye, míg a növényeknél a kétlakiság ősbibb tulajdonság (minden nyitvatermő, köztük a Tiszafa, csak egyivarú virágokkal rendelkezik, egy-illetve kétlaki formában). A homoktövis (*Hippophae rhamnoides*), egy tövises bokor, korunk újra felfedezett kétlaki növénye, melynek jelentősége nemcsak termése, hanem a gyökérgümőképző nitrogénfixáló *Frankia* talajbaktériummal történő szimbiózisa miatt. Hét *Hippophae* faj ismert, a *H. rhamnoides* L., jelentős alfajaival (subsp.) *carpatica*, *caucasica*, *fluviatilis*, *mongolica*, *rhamnoides*, *sinensis*, *turkestanica*, *wolongensis*, *yunnanensis*). A rokon *Elaeagnaceae* (Ezüstfafélék) fajok, a két ezüsthűz (*Elaeagnus* ssp.), valamint az É-amerikai *Shepherdia* fajok (amelyek még nem kerültek be a hazai flórába) szintén *Frankia* szimbioták. A zárvatermő kétszikűek közül a *Diospyros virginiana*-t, a zárvatermő egyszikűek közül a spárgát (*Asparagus officinalis*) vizsgáltuk.

A digitális magmorfometria egy új tudományterület, amely pixel-alapú felbontással elemzi a vizsgált objektumokat. A módszer ezzel átlépi a binokuláris mikroszkóp felbontását egészen a transzmissziós fénymikroszkóp érzékenységi szintjéig (Russ 2005). A módszer alkalmazásával meghatározták a búzafélék domesztikációjának mértékét (Rovner és Gyulai 2007), kidolgozták a *Myosotis* fajok digitális magmorfometriai rendszertanát (Brinkkemper et al. 2011), és lehetővé tették régészeti magleletek fajtaazonosítását (Rovner 2011). Jelen munkában a kétlaki növények magmorfometriai tulajdonságait vizsgáltuk.

## Anyag és módszer

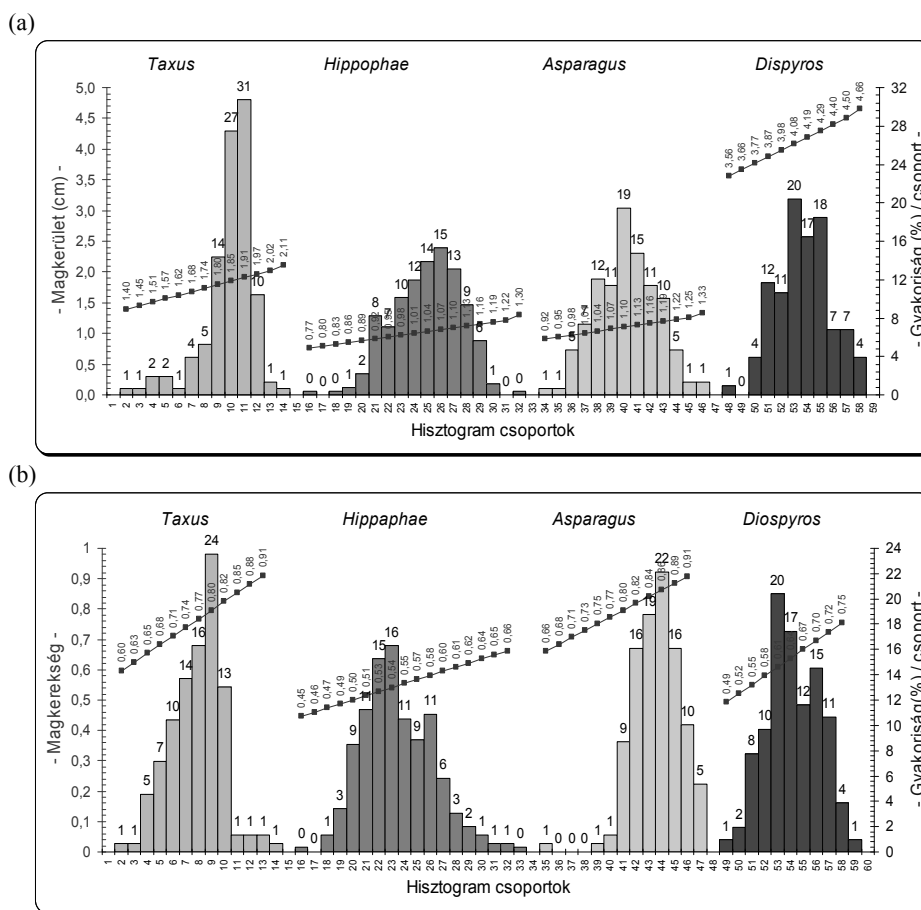
A magmintákat nagyfelbontású szkennelrel digitalizáltuk (pdf), majd a *Fovea Pro 4.0* programmal (Russ 2005) elemeztük 33 magtulajdonságra. Az FA (*Factor Analysis*), PCA (*Principal Component Analysis*), DA (*Discriminant Analysis*) és BoxPlot elemzést az SPSS programcsomaggal végeztük (Brinkkemper et al. 2011). A tiszafa és a homoktövis magjait gödöllői példányokról gyűjtöttük, a spárga (*Asparagus officinalis*) magbolti minta volt, a *Dispyrost* az első magyarországi (Gödöllő) példányairól gyűjtöttük. A DNS szekvencia-, és kladogram elemzéseket az NCBI adatbank adataiból, a BioEdit és MEGA4 programokkal szerkesztettük az ITS1-5.8SrRNS-ITS2 lokuszon (NCBI# FN687764;738 bp).

## Eredmények és következtetések

A digitális magmorfometriai vizsgálatokban a hisztogramelemzéssel a 'mutációs nyomás' (X-tengely; gyakoriság, oszlop diagramm) és a 'szelekciós nyomás' (Y-tengely; cm, vonal diagramm) mértékét (Rovner et al. 2013) becsültük meg két paraméter vizsgálatával (*I. ábra*). A nyitvatermő tiszafa (*Taxus baccata*) szelekciós nyomás mintázata (Y-tengely) beszűkült értéket mutatott (kiugró Y-tengely adatok) a magkerületi értékekben (*Ia. ábra*), amely

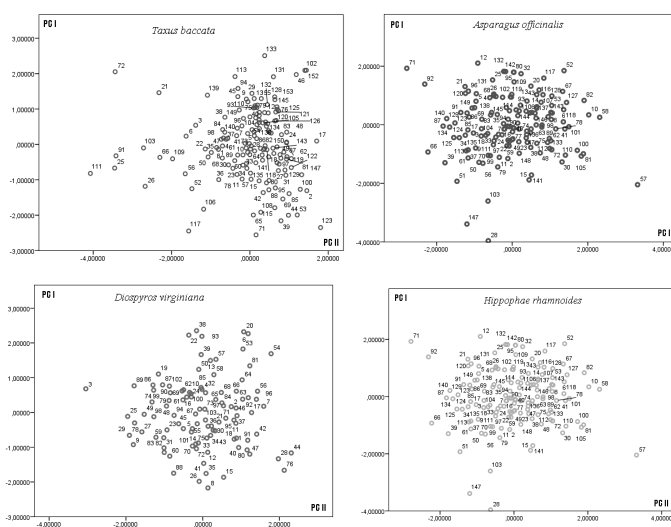
## KÉTLAKI NÖVÉNYEK MAGMORFOMETRIAI ELEMZÉSE

eredmény alapján feltételezhető a tiszafa 'túlspecializáltsága', amely gyenge adaptációs képességet eredményez ökológiai stresszel szemben (pl. globális felmelegedés). Ezt az eredményt napjainkban jelezték vissza a mediterráneumból, ahonnan a tiszafa areája drasztikusan szorul ki és húzódik északra. A magkerület variabilitásában (X-tengely) (1a. ábra) a *Diospyros* mutatta a legszélesebb mérettartományt (1.1), a *Taxus* (0.71), *Hippophae* (0.53), *Asparagus* (0.41) mellett, amely eredmény egy zárvatermő, kétlaki faj, a *Diospyros*, széles genetikai potenciálját jelzi. A magkerékség (1b. ábra) variabilitásában (X-tengely) a *Taxus* (0.31), mutatta a legszélesebb mérettartományt ('variációs nyomást'), a *Diospyros* (0.26), *Asparagus* (0.25), *Hippophae* (0.21) mellett.

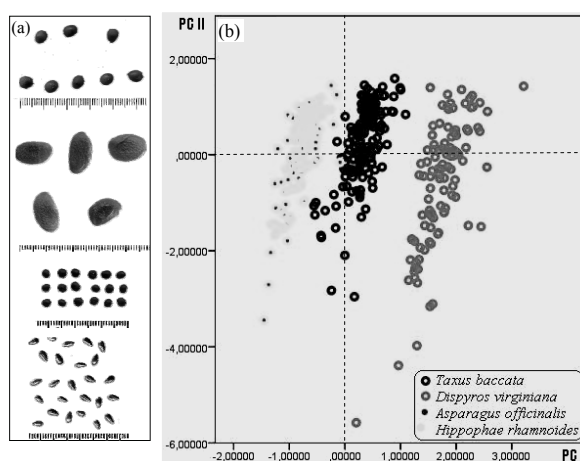


1. ábra A négy vizsgált kétlaki (♂ és ♀) növényfaj magmorfometriai histogramja a magkerület (a) és magkerékség (b) digitális adatai szerint.

Azért, hogy ne csak egyenként (1a,b. ábra) lehessen elemezni a 33 mért digitális magmorfometriai tulajdonágot, főkomponens elemzést végeztünk, mely során az első két főkomponensbe 7 tulajdonság csoportosult (a magok *hossz*, *szélesség*, *kerület*, *kerekség*, *szoliditás*, *konvexitás*, és *szimmetria* értékei), melyek alapján nem volt elkülöníthető két (a feltételezett porzós és termős növényt hordozó) magcsoport (2. ábra). Az összehasonlító főkomponens analízis a spárgát (egyszikűek) és a homoktöviset (kétszikűek) egy csoportba sorolta (3. ábra).



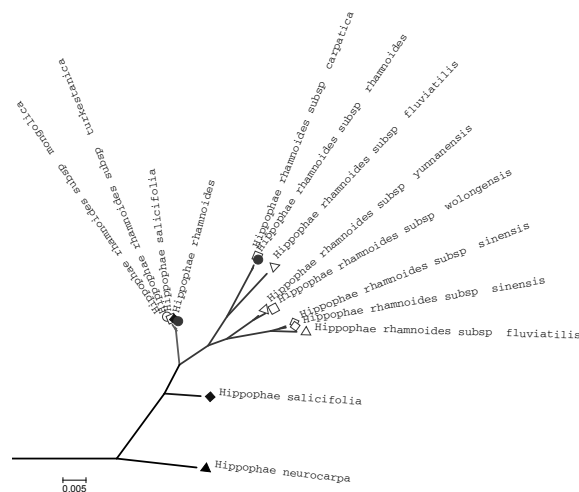
2. ábra A vizsgált négy kétlaki (♂ és ♀) növényfaj magmorfometriai főkomponens analízise



3. ábra. A négy kétlaki növény magmintái (a) és összehasonlító főkomponens analízise (b).



Az *in silico* szekvencia elemzés célja a homoktövis fajok rokonsági kapcsolatainak feltárása volt egy későbbi honosítási lehetőség kidolgozására. Ezért, a Hippophae fajok (*H. rhamnoides*, *H. salicifolia*, *H. neurocarpa*) és alfajok molekuláris taxonómiai elemzését az ITS1-5.8sRNS-ITS2 lokuszon vizsgáltuk, mely szerint a *H. rh. mongolica* és *H. rh. turkestanica* alfajok mutatták a legtávolabbi genetikai rokonságot a homoktövis ismert alfajaitól (4. ábra).



4. ábra. A homoktövis al- és rokon fajainak ITS1-5.8SrNS-ITS2 alapú dendrogramja

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar kiválósági támogatásának (Kutató Kari Kiválósági Támogatás (Research Centre of Excellence, 17586-4/2013/TUDPOL) támogatásával készült.

### Irodalom

- Brinkkemper, O., der Maaten, L., Boon, P. (2011): Identification of *Myosotis* seeds by means of digital image analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* **20**, 435-445.
- Rovner, I. (2011): Computer-assisted seed morphometry – A tool for Archaeogenetics. In: *Plant Archaeogenetics. Ed. G Gyulai. Chapter 12. pp. 135-141. Nova Sci Publisher Inc., New York, USA. ISBN 978-1-61122-644-7.*
- Rovner I., Gyulai F. (2007): Computer-Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. *Economic Botany* **61**, 154-172.
- Rovner, I., Gyulai, G., Mravcsik, Z., Emödi, A., Kerti, B., Vinogradov, S., Gyulai, F. (2013): Variametric Analysis: A New Method in the Study of Diversity and Unpredictability in the Biological World. *CBB2 Book of Abstract. 2nd Conference of Cereal Biotechnology and Breeding. Nov. 5-7, Budapest, p. 67-68.*
- Russ, J. (2005): Fovea Pro 4.0 Computer software. Reinder Graphics.

## MONOPLOID KUKORICA NÖVÉNYEK KIZÁRÓLAGOSAN MARKER TULAJDONSÁGOK ALAPJÁN TÖRTÉNŐ KIVÁLOGATÁSÁNAK LEHETŐSÉGE ÉS MEGBÍZHATÓSÁGA

GYULAVÁRI OSZKÁR, SZŰCS PÉTER, BALASSA GYÖRGY

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged (Táplánszentkereszt)

A hibridkukorica nemesítők részére, a múlt század közepén a Chase (1947) által javasolt monoploid módszer a gyakorlatban nem tudott elterjedni, mert a monoploid rátája nagyon alacsony volt. Coe (1959) ugyan leírt egy a gyakorlat részére elfogadható 2-3 %-os monoploid rátát indukáló vonalat, amelyet Stock 6-nak nevezett el, de ez nem rendelkezett a monoploid egyedek kiválasztására alkalmas marker tulajdonságokkal. Ma már a nagy világcégek a monoploid nemesítő módszerrel dolgoznak, mert sikerült olyan marker vonalakat előállítani a Stock 6 felhasználásával, amelyek markertulajdonságok mellett magas monoploidrátát indukálnak. Ezek a vonalak azonban szabadalmaztatottak és belőlük nem lehet vetőmagot kapni. Ezért van közlésre való jogosultsága és gyakorlati nemesítés szempontjából jelentősége a Gyulavári és munkatársai (2013) által végzett kísérleteknek, mert olyan Stock 6 származású vonalakon alapszik, amelyeket kérésre minden nemesítő megkaphat az USA-ból. Olyan markervonalakkal rendelkezünk, amelyekkel kellő biztonsággal tudjuk a monoploid növényeket kiválogatni.

**Kulcsszavak:** kukorica, marker, monoploid szelekció

## POTENTIAL AND RELIABILITY OF SELECTING MONOPLOID MAIZE PLANTS BASED EXCLUSIVELY ON MARKER PROPERTIES

O. GYULAVÁRI, P. SZŰCS, GY. BALASSA

Cereal Research Non-profit Ltd., Szeged (Táplánszentkereszt)

In the middle of the last century, Chase (1947) proposed a monoploid breeding method for the hybrid maize breeders. However, this method could not spread in the field-work world-wide because its monoploid rate was rather low. Coe (1959) described an inbred line named Stock 6 with 2-3% monoploid rate, which could have been acceptable for the functional breeding but unfortunately, this line did not have the marker properties to select monoploid plants. Nowadays, the leading breeding companies have already the chance to work with monoploid method due to the fact that marker lines both with marker properties and high monoploid rate could be created by means of Stock 6. However, these marker lines are patented and not available publicly. For the above mentioned reason, the experiments of Gyulavári and his team (2013) are of crucial importance for functional breeders. The work is based on publicly available US inbred lines derived from Stock 6. These marker lines enable to select monoploid plants in a reliable way.

**Key words:** maize, marker, monoploid selection

## Bevezetés

A kukorica egyik legfontosabb gazdasági növényünk. A legnagyobb szemtermés mennyiségeket adja az összes gabonafélék közül, bár termesztési területe nem a legnagyobb. Magas termésátlagaihoz hozzájárul, hogy hibridkukoricákat termesztünk. Előállítására beltenyésztett törzsek keresztezése által történik. Ezek kellő genetikai kiegyenlítettségéhez több év beltenyésztésére van szükség. A kukorica monoploid nemesítési módszerével (az irodalomban in vivo haploid indukciós módszernek is hívják) egy év alatt teljesen homozigóta inbredek lehet előállítani. A módszer már régen ismert. Monoploid kukorica növények előállítását Chase már 1952-ben javasolta. A monoploid előállítási módszer a gyakorlatban azonban nem terjedt el, mert nagyon munkaigényes volt. Tízezer növényből lehetett egy monoploid növényt előállítani. Az utóbbi évtizedekben azonban nagy fordulat történt a módszer alkalmazása terén. Egyes kísérleti intézeteknek ugyanis sikerült olyan markervonalakat előállítani, amelyek keresztezésénél a monoploidok előfordulása az 1%-ot is felülmúlja. Egyes világcégek milliókért megvásárolták marker (a nagy monoploidrátát) indukáló vonalakat és most már főleg monoploid (dihaploid) módszerrel végzik hibridkukorica nemesítő munkájukat. A módszer lényege, hogy azoknak a kiindulási alapanyagoknak növényeit, amelyekből homozigóta vonalakat kívánunk nyerni, a jó indukáló képességű markervonalakkal keresztezzük. Azok a növények, amelyek nem mutatják a markertulajdonságokat, feltehetően nem a markerek keresztezéséből származnak, hanem az embriósejt megtermékenyítés nélküli osztódásából. A száraz szem vagy csíra állapotban a markertulajdonságokat nem mutató egyedek azonban sohasem mind monoploid növények, ezért ezt kromoszómaszámlálással, vagy újabban flo-cytométeres vizsgálattal szokták ellenőrizni.

A monoploidráta emelésén kívül a monoploid növények minél egyszerűbb, kisebb költséggel járó, és megbízható megtalálásának is nagy jelentősége van a módszer gyakorlati alkalmazásánál.

## Anyag és módszer

A bevezetőben már említettük, hogy a kukorica monoploid nemesítési módszerének gyakorlati alkalmazásánál a költségtényezők nagyon fontos szerepet játszanak. Ilyen költségtényezőként szerepel a kromoszómaszámlálás és újabban a flo-cytométerrel történő vizsgálat is.

Előre bocsátjuk, hogy ezek alkalmazásának feltétlen szükségességének kérdését kizárólagosan a gyakorlati nemesítési munka szempontjából vizsgáljuk. Tudományos szakirodalmi közléseknél ezek minden bizonnyal feltétlen szükségesek.

Régebben, amikor erre anyagi lehetőségünk volt, a kromoszómaszámlálást alkalmaztuk. Gyakorlatból tudjuk, hogy a folyamatos, a markertulajdonságok felhasználás révén végzett szelekcióval párhuzamosan végzett kromoszómaszámlálás egy személyt teljesen leköt.

Mivel nekünk sem a kromoszómaszámlálásra, sem a flo-cytométer használatára nem volt módunk, a monoploid növények kiválasztására kizárólagosan a markertulajdonságokra kellett támaszkodnunk. Ezért szigorúan magunkat is kontroláltuk, hogy a monoploid növényeket biztosan felismerjük.

## MONOPLOID KUKORICA NÖVÉNYEK KIVÁLOGATÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Alapanyagokként olyan szintetikus fajtákat használtunk, amelyektől remélni lehetett, hogy belőlük kombinálódó képességű vonalak származnak. Keresztezésükre inkább csak összehasonlításként használtuk a következő két markervonalat.

N marker. Ez nagyon jó piros gyökérszín marker, de csak azoknál az alapanyagoknál, amelyeknek növényeiben meg van az „A” színgén, mert csak ezeknél ad vörös gyökérszín.

PEM marker. Nagyon jó embriómarker. Kései alapanyagok csak szakaszos vetéssel virágoztathatók vele egyidejűleg. Levele, címere zöld, portokja sárga. Keresztezéseinkben zömmel a Stock 6 származású markervonalainkat használtuk. Néhány évvel ezelőtt kaptunk az USA-ból Stock 6 elnevezéssel vonalat. Ez azonban nem az eredeti Stock 6 volt, mert az nem tartalmazott marker géneket, hanem annak javított változata. Azért mi Stock 6J-nek neveztük el.

A Stock 6J vörös növény színű, címerű és portokú. Embrió markerszint nem mutat, de nagyon jó gyökérmarker. Első évben nem tudtuk fenntartani, mert öntermékenyítve nem termékenyült meg. Később jól termékenyült növényét sikerült megtalálni és ezek utódai is jól termékenyülnek. Félünk, hogy a jó termékenyülés érdekében végzett szelekció a monoploidráta szempontjából negatív értékű lesz.

Ez év tavaszán ismételtén kaptunk az USA-ból egy törzset, szintén Stock 6 elnevezéssel. Ezt az előző mintájára Stock 6J2-nek neveztük el.

Stock 6J2. (BI.PIIRI-nj) Növény és címer színe vörös, portok színe sárga. Poradása jó. Sok keresztezést is igyekeztünk vele készíteni, osztott virággal is, mert csak kis növény számmal rendelkezünk. Öntermékenyíteni, vagy szibkereszteni azonban nem lehetett, mert a bibeszálak csak a címerek elvirágzása után több nappal jöttek ki.

M29 marker. Saját keresztezésből előállított markervonal, amely egyesíti magában az embriómarker és gyökérmarker tulajdonságokat. A vonal növényei, levelük, címerük és portokjuk a PEM markerhez hasonlóan zöld, illetve a portok sárgás. A vörös gyökérszín azonban dominánsan örökíti.

M30 marker. Az M29 marker, ig. ig. marker, és a Stock 6J markerek keresztezéséből származik. Bár nem régi keresztezés, vörös növény, vörös címer és portok színre nem mutat hasadást, viszont a színes embriószint nem örökölte.

M31 marker. Az M30 marker visszakeresztezés az M29 marker színes embriószint mutató növényeire. Az F1 generációban meglepő heterózis hatást mutatott, igen bő pollentermeléssel.

Munkánk során vizsgáltuk a felsorolt markereknek az alapanyagokra gyakorolt örökítő hatását. Elsősorban a xéniát, az embriószint és a vörös gyökérszín. Ezenkívül az F1-ben minden olyan tulajdonságot, amely a monoploid egyedek biztos felismerése szempontjából fontos.

### Eredmények

Alapanyagaink markervonalakkal végzett keresztezéseinél elsősorban a xéniára kell figyelemmel lennünk. A xénia biztosan jelzi, hogy a szem a markervonal keresztezésből származik-e. A legvigyázatosabb keresztezésnél is előfordul ugyanis, hogy más, a levegőben lebegő pollentől termékenyült meg a szem. Ilyen sárga szemet láthatunk az első képen, és ezeket gondosan el kell távolítanunk.

Nagyobb gondot okoz azonban, ha a cső nagyobb részén, vagy azon egyáltalán nem jelennek meg xéniás szemek. Ilyen csöveket ki kell selejtezni. Még abban az esetben is, ha a teljesen sárga szemek csírázta vörös gyökérszínűek, tehát ez azt mutatja, hogy markerkeresztezésből származnak.

Az irodalomból és előadásokból tudjuk, hogy az egyes világcégek az embriószíntre alapozzák monoploid módszerrel végzett munkájukat. Amennyiben az embriószín lehetőséget ad arra, hogy csak néhány %-ban

forduljon elő feltételezett monoploid markerkeresztezéseikben, ez már maga oly nagy előnyt jelent, hogy a gyakorlati munkát erre lehet alapozni. Ha ezt még a magasabb monoploidráta mellett tudják elérni, nem lehet csodálkozni, ha azt mondják, hogy a jövőben csak ezzel a módszerrel szándékoznak dolgozni.

A szakirodalomban viszont olvashatunk az inhibitor gének jelenlétéről, amelyek megakadályozzák az embriósín megjelenését. Mi sajnos újabb alapanyagainkban éppen ilyen inhibitor génekkel találkoztunk. Ezért részünkre egyáltalán nem lehetséges az embriósín, mint markertulajdonság használata. Ez annak ellenére is áll, hogy a PEM és M29 vonalak öntermékenyített csövein nagyon szépen láthatók a színes embriók. Természetesen vannak olyan alapanyagaink is, amelyeken jól öröklődik az embrió színe. Ezekkel a markerekkel keresztezve, egyes alapanyagnál egyáltalán nem látszik, másoknál pedig jól látható a színes embrió.

A vörös gyökérszín viszont a PEM markeren kívül minden markervonalunk jól örökíti. Monoploid nemesítési munkákat erre kell építeni. Ez természetesen nagyon sok csíráztatással jár együtt.

A gyökérszín markereink mindegyike jól örökíti a vörös gyökérszín. Amikor mindnek a két színárnyalatú növényeket palántáztuk ki, megállapíthattuk, hogy az erőteljes gyökérszínű növényekből vörös növényeszínű, még a halvány gyökérszínűekből zöld növények fejlődtek, csak a portok színűk volt vörös. Ez arra utal, hogy az alapanyagok növényei közti genetikai különbség okozza a színárnyalati eltérést.

A gyökérszín markereinek mindegyike olyan jól örökíti markertulajdonságát, hogy alig van a csíranövények közt olyan egyed, amelyik fehér gyökerű, pedig nem monoploid.

Ezek az utóbbi években mind kivalántázásra kerültek és colhicines kezelésben részesültek. Ez lényegesen kevésbé volt munkaigényes, mint a kromoszómaszámolás. A kivalántázott növényeknek kb. 25%-a volt monoploid, amelyek élesen elkülöníthetők voltak a keresztezésből származóktól. Az utóbbiakon ugyanis színbeli eltérés volt. Nagy figyelmet fordítottunk olyan markervonalak F1 utódaira, amelyek markervonalainak a növényei nem mutattak semmiféle markertulajdonságot, csak a gyökérszínűk. Érdekes volt részünkre, hogy ezek mind vörös portok színűk alapján felismerhetők voltak. A markerkeresztezésből származó növények csövei pedig mind xeniásak voltak. Mivel csak xeniás szemeket használunk vizsgálatainkra, érthető, hogy az ezt eredményező színgének hatása az F1-ben megnyilvánul.

A monoploid növények biztonságos kiválasztásának lehetőségét támasztja alá az is, hogy az előző évben kombinálódó képességre átadott vonalakon sem volt látható a markertulajdonságok legkisebb megnyilvánulása sem.

### **Következtetés**

A monoploid növények biztonságos felismerése embriószin alapján nem mindig lehetséges, mert egyes alapanyagoknál inhibitor gének akadályozzák megnyilvánulását. A mi markervonalaink, a PEM kivételével mind rendelkeznek vörös gyökérszínű génekkel is. Így az embrió színe kiegészítőként szerepelhet vizsgálatainknál. A gyökérszín markereink mindegyike nagyon jól használhatók, minden kiegészítő vizsgálat nélkül is a monoploid növények felkutatására, az F1 generációban történő megfigyelések felhasználásával. A gyökérszín alapján végzett szelekció nagyon sok csiráztatással jár.

### **Irodalom**

- Chase S. S. (1947) Techniques for isolating monoploid maize plants. *Amer. Jour. Bot.* 30:532.
- Coe E. R. J. R. (1959) A line of maize with haploid frequency. *Am. Bot.* 93:331-382.
- Gyulavári Oszkár (1967) Értékes kukorica beltenyésztett vonalak gyorsabb kinemesítésének módszerei. Kandidátusi értekezés.
- Gyulavári Oszkár, Balassa György, Szűcs Péter (2013) Alapanyagok és markervonalak vizsgálata kukorica dihaploidok előállításával kapcsolatban. XIX. Növénynevelési Tudományos Nap. Összefoglalók, 92.

## AMERIKAI KAJSZIFAJTÁK TERMŐHELYI ALKALMASSÁGÁNAK VIZSGÁLATA A FAGYÁLLÓSÁG ÉS A MIKROSPOROGENÉZIS ALAPJÁN

HAJNAL VERONIKA<sup>1</sup>, PUSKÁS NOÉMI<sup>1</sup>, LADÁNYI MÁRTA<sup>2</sup>, SZALAY LÁSZLÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermő Növények Tanszék, Budapest; <sup>2</sup>Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Biometria és Agrárinformatika Tanszék, Budapest

A külföldön nemesített kajszifajták nagyobb arányú hazai termesztésbe vonása előtt termőhelyi alkalmasságukról meg kell győződni. Mivel hazánk a kajszitermesztés északi határvidékén fekszik, a fajták természetességét a fagy- és télállóságuk alapvetően befolyásolja. Három egymás utáni évben a friss piacon keresett, észak-amerikai nemesítésű kajszifajtákat vizsgáltunk a BCE Gyümölcsstermő Növények Tanszék Soroksári Génbanki Fajtagyűjteményében. Kontrollként a 'Gönci magyar kajszis' fajtát használtuk. A fajták között jelentős különbségeket mutattunk ki a fagy- és télállóságuk tekintetében. A vizsgált években az 'Aurora' fajta volt a legfagyérzékenyebb és a 'Harlayne' a legfagyűrőbb. Az 'Aurora' fajta virágrügyeinek mélynyugalma már január 10 és 25 közötti időszakban véget ért, míg a 'Harlayne' fajtáé csak február 5 és 10 között. A vizsgált fajták közül az 'Aurora' és az 'Orange Red' fagy- és téltűrő képessége gyenge, a 'Harcot' fajtáé közepes, a 'Harogem' és a 'Harlayne' fajtáé pedig jó. Ezeket a jellemzőket figyelembe kell venni a termőhelyük kiválasztásánál.

**Kulcsszavak:** fagyűrési középérték, virágrügyfejlődés, mélynyugalom

## EVALUATION OF SUITABILITY FOR HUNGARIAN CONDITIONS OF AMERICAN APRICOT CULTIVARS BASED ON FROST HARDINESS AND MICROSPOROGENESIS

V. HAJNAL<sup>1</sup>, N. PUSKÁS<sup>1</sup>, M. LADÁNYI<sup>2</sup>, L. SZALAY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences, Department of Pomology, Budapest; <sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences, Department of Biometrics and Agrarinformatics, Budapest

Hungary is situated at the Northern board of apricot production area thus, the frost hardiness and winter tolerance are very important traits of cultivars. Five North-American cultivars were studied from these aspects in the investigated years in the experimental orchard of Corvinus University of Budapest. Frost hardiness of 'Aurora' and 'Orange Red' were weak, 'Harcot' had middle tolerance, while 'Harogem' and 'Harlayne' had strong frost hardiness and good winter tolerance. The rate of microsporogenesis was close correlation with length of endodormancy. We have to take these traits into consideration in the site selection of the studied cultivars.

**Key words:** LT<sub>50</sub> values, flower bud development, dormancy

## Bevezetés

Hazánk a kajszitermesztés északi határvidékén fekszik, ezért a fajták természetességét a fagy- és télállóságuk alapvetően meghatározza. Az ültetvényekben egyre több külföldi fajta is megjelenik. Nagyobb arányú termesztésbe vonásuk előtt azonban meg kell győződnünk termőhelyi alkalmasságukról. A fák fagy- és téltűrő képességét az áttelelő szervek fagyállóságán kívül a fejlődési ütemük és a mélynyugalomból való kilépésük időpontja is meghatározza. Ma már korszerű vizsgálati módszerek állnak rendelkezésre a fagy- és téltűrést befolyásoló tulajdonságok meghatározására. Az áttelelő szervek fagyállóságának változását mesterséges fagyasztással tudjuk vizsgálni. A téli nyugalmi időszak során a kajszii genotípusok virágrügyfejlődésének üteme jól tanulmányozható a portokokon belül zajló fejlődési folyamat, a mikrosporogenezis vizsgálatával. A fagy- és téltűrést meghatározó tulajdonságok genetikailag meghatározottak, fenotípusos kifejeződésüket azonban a környezeti tényezők, ezek közül is elsősorban a hőmérséklet nagymértékben befolyásolják. A genotípusra jellemző értékek meghatározásához ezért több éves vizsgálatokra van szükség. Több külföldi (Hewett 1976; Proebsting 1970; Julian et al. 2009; Andreini et al. 2012) és hazai (Nyujtó és Banainé 1975; Szalay et al. 2006; Szalay and Németh 2010) kutatás is folyt a témakörben, és mindegyik nagy változatosságot talált a kajszifajták között fagy- és télállóságuk tekintetében.

Kísérleti munkánk során három egymás utáni évben a friss piacon keresett amerikai nemesítésű kajszifajták fagy- és téltűrését meghatározó tulajdonságait vizsgáltunk laboratóriumi módszerekkel, a BCE Gyümölcsstermő Növények Tanszéken. Kontrollként a 'Gönci magyar kajszii' fajtát használtuk.

## Anyag és módszer

A vizsgálatokat a BCE Gyümölcsstermő Növények Tanszéken végeztük, 2010/11, 2011/12 és 2012/13 telén. A növényi minták a soroksári génbanki fajtagyűjteményből származtak. Öt Észak-Amerikából származó fajtát vizsgáltunk: 'Aurora', 'Harcot', 'Harlayne', 'Harogem', 'Orange Red'. Kontrollként a 'Gönci magyar kajszii' fajtát használtuk. A virágrügyek fagyűrését mesterséges fagyasztással határoztuk meg, Rumed 3301 típusú klímakamra segítségével. Minden évjáratban két időpontban végeztük a vizsgálatot, decemberben és januárban. A klímakamrában fokozatos volt a hőmérséklet változása, a külső hőmérséklet változását modellezve. Minden vizsgálati időpontban három, szükség esetén több fagyasztási hőmérsékletet alkalmaztunk. A fagykárosodás mértékét a szövetek elszíneződése alapján határoztuk meg. A kísérleti eredmények alapján meghatároztuk a fagyűrés középértékeit (LT<sub>50</sub>, 50%-os fagykárt okozó hőmérséklet). A mikrosporogenezis vizsgálatához hetente gyűjtöttünk termőgallyakat, és a nyársak oldalán lévő virágrügyeket vizsgáltuk mikroszkóp alatt. Hat fejlődési stádiumot különböztettünk meg: (1) archesporium állapotot, (2) füzér állapotot, (3) pollen anyasejt állapotot, (4) tetrád állapotot, (5) mikrospora állapotot, és (6) pollen állapotot. A mikrosporogenezis folyamatát grafikonon ábrázolva szigmoid görbéket kaptunk. A statisztikai értékeléshez a 50%-os értékhez tartozó kvantiliseket vettük figyelembe. A statisztikai vizsgálatához az IBM SPSS 20 programcsomagot használtuk.



**Eredmények és következtetések***Fagytűrés*

A mesterséges fagyasztásos kísérletek eredményeit az 1. táblázatban tüntettük föl. Mindegyik vizsgálati időpontban az 'Aurora' fajta volt a legfagyérzékenyebb, és a 'Harlayne' fajta virágrügyei bizonyultak a legfagyűrőbbnek. A 'Gönci magyar kajszi'-ről, mint összehasonlító fajtáról korábbi vizsgálatok alapján hosszú adatsor áll rendelkezésünkre (Szalay et al. 2006). Ennek megfelelően a most vizsgált fajták közül az 'Aurora' és az 'Orange Red' fajta virágrügyeinek fagytűrő képessége gyenge, a 'Harcot' fajtáé közepes, a 'Harogem' és a 'Harlayne' fajtáé pedig jó.

1. táblázat Kajszi fajták virágrügyeinek fagytűrési középértékei (LT<sub>50</sub>)

2010/11						
fajta	dec. 14.			jan. 27.		
	LT <sub>50</sub>	R <sup>2</sup>	F	LT <sub>50</sub>	R <sup>2</sup>	F
Aurora	-20	0,85	123,6*	-17	0,95	455,8*
Orange Red	-20,1	0,87	156,8*	-17,1	0,96	491,4*
Harcot	-20,4	0,85	125,3*	-17,2	0,96	501,7*
Gönci m.k.	-21,1	0,94	344,6*	-17,5	0,96	538,8*
Harogem	-21,1	0,95	475,3*	-17,8	0,97	721,3*
Harlayne	-22,2	0,94	343,6*	-18,5	0,97	719,8*
2011/12						
fajta	dec. 9.			jan. 30.		
	LT <sub>50</sub>	R <sup>2</sup>	F	LT <sub>50</sub>	R <sup>2</sup>	F
Aurora	-20,1	0,88	169,5*	-18,3	0,96	541,4*
Orange Red	-20,3	0,93	291,7*	-18,7	0,97	863,4*
Harcot	-20,5	0,95	416,9*	-19,6	0,99	1853,2*
Gönci m.k.	-20,5	0,97	660,8*	-20,2	0,99	1829,2*
Harogem	-21,2	0,99	1654*	-20,5	0,98	1337,2*
Harlayne	-22,6	0,8	88,9*	-22,5	0,92	260,7*
2012/13						
fajta	dec. 12.			jan. 22.		
	LT <sub>50</sub>	R <sup>2</sup>	F	LT <sub>50</sub>	R <sup>2</sup>	F
Aurora	-20,7	0,96	547,3*	-16,7	0,97	811,2*
Orange Red	-20,9	0,97	798,4*	-17	0,97	765,2*
Harcot	-21,2	0,95	416,5*	-17,6	0,98	1272,3*
Gönci m.k.	-21,5	0,99	1569,8*	-17,9	0,98	1009,8*
Harogem	-21,7	0,99	1521,2*	-18,2	0,97	838,3*
Harlayne	-22,5	0,95	429,9*	-19,1	0,96	515,1*

\*p&lt;0,00001

*Mikrosporozenézis*

A vizsgált fajták között nagy különbségeket találtunk a mikrosporozenézis ütemében, és nagy különbségek voltak az évjáratok között is. A 2. táblázatban a fenológiai stádiumok kezdetének időpontjait tüntettük föl. A statisztikai elemzéshez a stádiumok átmenetét jellemző szigmoid görbék 50%-os kvantilisét

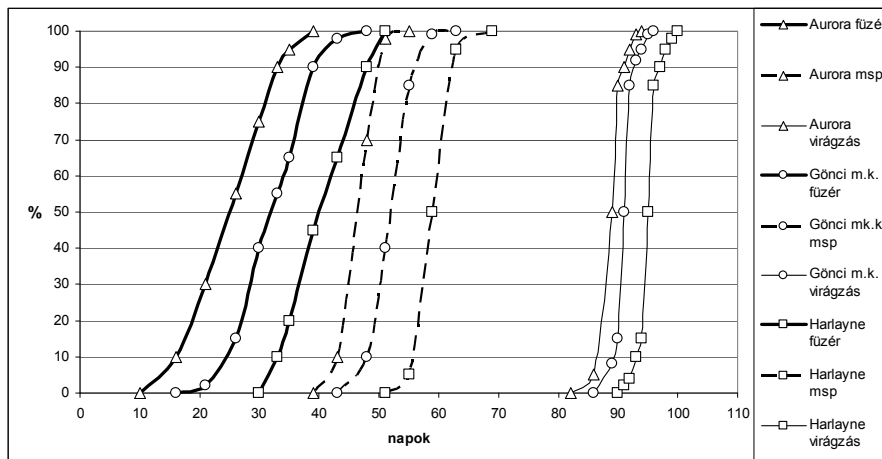
vettük figyelembe, kivéve a virágzáskezdetet, ahol az 5%-os kvantilis a mértékadó. A táblázatban az időpontok Julian day-ben szerepelnek (január 1-től eltelt napok). Mindhárom évben az ‘Aurora’ fajta virágrügyfejlődése volt a leggyorsabb, és a ‘Harlayne’ fajtáé a leglassúbb. Az 1. ábrán három fajta 2011 évi vizsgálati eredményeit mutatjuk be, három kiemelt stádium (füzér, mikrospora, virágzáskezdet) alapján. A mikrosporogenezis kezdetén hosszabb időt vett igénybe a fenológiai stádiumok kialakulása, mint később. Az archesporium és füzér állapot közti átmenet 20-24 napot vett igénybe. A tetrad állapotból a mikrospora állapotba való átmenet 10-14 nap alatt, a kivirágzás 3-5 nap alatt zajlott le. A két szélsőértéket képviselő fajta, a ‘Aurora’ és a ‘Harlayne’ között a füzér állapot kialakulásakor 15 nap különbség volt, a mikrospora állapot kezdetén 13 nap, a virágzás kezdetén pedig 6 nap. A többi évjáratban is hasonló tendenciákat figyeltünk meg (2. táblázat).

2. táblázat A mikrosporogenezis stádiumainak kezdeti időpontjai kajszifajtákban, 3 egymást követő évben (a január 1-től eltelt napok száma)

fajta/év	füzér	p.anyasejt	tetrad	msp	pollen	virágzás
2011	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m* (s)
Aurora	25 (0,25)	34 (0,37)	38 (0,45)	46 (0,66)	76 (0,54)	86 (1,30)
Orange Red	27 (0,29)	35 (0,35)	39 (0,50)	47 (0,60)	78 (0,61)	87 (1,58)
Harcot	30 (0,29)	37 (0,38)	41 (0,47)	49 (0,50)	78 (0,72)	87 (1,58)
Gönci m.k.	32 (0,28)	40 (0,37)	43 (0,45)	52 (0,56)	79 (0,57)	88 (1,55)
Harogem	36 (0,30)	43 (0,38)	48 (0,50)	56 (0,51)	81 (0,52)	90 (1,45)
Harlayne	40 (0,29)	46 (0,32)	51 (0,47)	59 (0,74)	84 (0,56)	92 (1,45)
2012	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m* (s)
Aurora	10 (0,37)	24 (0,37)	38 (0,45)	52 (0,57)	72 (0,69)	82 (1,19)
Orange Red	15 (0,31)	27 (0,36)	39 (0,46)	53 (0,51)	73 (0,52)	82 (1,09)
Harcot	18 (0,35)	32 (0,39)	46 (0,45)	58 (0,33)	75 (0,75)	82 (0,92)
Gönci m.k.	20 (0,31)	37 (0,36)	51 (0,47)	63 (0,60)	76 (0,77)	85 (1,95)
Harogem	28 (0,31)	45 (0,35)	57 (0,40)	69 (0,57)	79 (0,75)	86 (1,73)
Harlayne	36 (0,33)	54 (0,39)	65 (0,54)	74 (0,57)	82 (0,89)	89 (2,19)
2013	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m (s)	m* (s)
Aurora	25 (0,25)	32 (0,35)	37 (0,45)	49 (0,57)	79 (0,55)	100 (0,98)
Orange Red	28 (0,27)	34 (0,37)	38 (0,35)	50 (0,64)	79 (0,55)	101 (0,85)
Harcot	31 (0,26)	38 (0,44)	42 (0,59)	52 (0,54)	80 (0,59)	102 (0,74)
Gönci m.k.	33 (0,24)	39 (0,34)	44 (0,61)	53 (0,54)	81 (0,57)	103 (0,88)
Harogem	36 (0,28)	42 (0,37)	46 (0,41)	55 (0,45)	82 (0,56)	104 (0,77)
Harlayne	41 (0,31)	49 (0,39)	53 (0,45)	61 (0,56)	84 (0,54)	104 (0,65)

\*5 %-os kvantilis

## KAJSZI FAGYTŰRÉS ÉS MIKROSPOROGENÉZIS



1. ábra Három kajszifajta mikrosporogenezisének kezdete és vége, valamint a mikrospóra állapot kialakulása 2011-ben

A vizsgált öt amerikai fajta közül leginkább a 'Harogem' és a 'Harlayne' felel meg a hazai ökológiai feltételeknek. A 'Harcot' fagy- és télállósága közepes, a 'Gönci magyar kajszí'-hoz hasonló. Az 'Aurora' és az 'Orange Red' fajták fagy- és téltűrő képessége gyenge. Ezeket a jellemzőket feltétlenül figyelembe kell venni a termőhelyük kiválasztásánál.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a következő pályázatok támogatták: GOP-1.1.1-09/1-2009-0042, TÁMOP 4.1.2/A/2-10/1-2010-0003; TÁMOP 4.2.1/B-09/01/KMR/2010-0005, "Növényi genetikai erőforrások megőrzése" 263/1301/1/5/2011 EU; "Állami génmegőrzési feladatok" É-45343 (2011), SF/503/2012 (2012)

### Irodalom

- Andreini, L., Viti, R., Bartolini, S, Ruiz, D., Egea, J., Campoy, J.A. (2012): The relationship between xilem differentiation and dormancy evolution in apricot flower buds (*Prunus armeniaca* L.). *Trees*, **26**, 919-928.
- Hewett, E.W. (1976): Seasonal variation of cold hardiness in apricots. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **19**, 355-358.
- Julian, C., Herrero, M., Rodrigo. (2009): Pollen development and chilling requirements in apricot cultivars. *Acta Hort.*, **814**, 417-419.
- Nyujtó, F., Banainé, B. (1975): Előzetes közlemény a kajszibarack fajták termőrügyei téli morfogenezisének vizsgálatáról. *Gyümölcstermesztés*, **2**, 15-20.
- Proebsting, E.L.Jr. (1970): Relation of fall and winter temperatures to flower bud behavior and wood hardiness of deciduous fruit trees. *HortScience*, **5**, 422-424.
- Szalay L., Papp J., Pedryc A., Szabó Z. (2006): Diversity of apricot varieties based on traits determining winter hardiness and early spring frost tolerance of floral buds. *Acta Hort.* **701**, 131-134
- Szalay L., Németh S. (2010): Phenological process of dormancy in apricot genotypes in the central part of the Carpatian Basin. *Acta Hort.* **862**, 251-255.

## PPV REZISZTENCIA BEVEZETÉSÉT CÉLZÓ NEMESÍTÉSI PROGRAMBÓL SZÁRMAZÓ KAJSZIHIBRIDEK ELŐZETES ÉRTÉKELÉSE

HERMÁN RITA, BALOGH ESZTER, REICHHARDT BORBÁLA,  
BALÁZS BARNABÁS DÁVID, PEDRYC ANDRZEJ

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Genetika és Növénynemesítés Tanszék, Budapest

Az eddig vizsgált családokban a kajszihibridek érési ideje a rezisztens és fogékony szülőfajták közötti időszakon belül rendeződött el. A rezisztencia donoraira általában jellemző az alacsony vízben oldható szárazanyagtartalom. Ennek ellenére, családtól függően a hibridek 84-96%-ának gyümölcsei nagyobb B-értéket mutattak, mint a rezisztencia donor szülőpartnerek B<sup>o</sup>-értékei. Az egyes rezisztens fajták (pl. 'Aurora') gyümölcstömege nagyon kicsi (30-35g) lehet, de vannak közöttük kifejezetten nagyméretű fajták is. Az amerikai 'Goldrich' fajta átlagos gyümölcstömege elérheti 70-90 g-ot is. Családtól függően a hibridek 60-70%-ának gyümölcstömege nagyobb volt a kisebbik szülőpartnerénél függetlenül attól, hogy a nagyobb tömegű partner PPV rezisztens, vagy fogékony volt. A hibridek csontártömege és a csontártömeg aránya kedvezőtlenül alakult és a nagyobb értékek felé tendált.

**Kulcsszavak:** kajszi, *Prunus armeniaca* L., PPV rezisztencia, minőségi tulajdonságok értékelése

## PRELIMINARY STUDY OF HYBRIDS FROM THE BREEDING PROGRAM AIMED AT DEVELOPING PPV RESISTANT APRICOT CULTIVARS

R. HERMÁN, E. BALOGH, B. REICHHARDT, B. D. BALÁZS, A. PEDRYC

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences,  
Department of Genetics and Plant Breeding, Budapest

In case of the families evaluated till now, the ripening time of hybrids characteristically fell into the period between the PPV resistant and sensitive parents. The dry matter content of the PPV resistance donors is usually small. It often causes the lack of sweetness in taste of the fruits of PPV resistant cultivars. Depending on the family, 84-96% of the hybrids showed higher B<sup>o</sup> values comparing to the resistant parents. Fruits of some resistant cultivars – e.g. 'Aurora' – are very small sized (30-35 g) however, the mass of fruits in case of cultivars like 'Goldrich' could be more than 70-80 g. In families evaluated 60-70% of the hybrids bear fruits bigger than the mass of fruit characteristic for the small sized partner independently on the PPV resistance.

**Key words:** apricot, *Prunus armeniaca* L., PPV resistance, valuation of quality characteristics

## Bevezetés

A kajszi termesztését limitáló tényezők közül jelenleg kiemelkednek a PPV és az ESFY fitoplazma okozta károk. Ezek alapvetően néhány csonthéjas fajra – szilva, őszibarack, kajsziabarack - jellemzőek. A fentiek közül egy faj esetében sincs mód vegyszeres védelemre. Többek között emiatt lett nagy jelentősége a rezisztens fajták előállításának. Kajszi esetében az utóbbi tizenöt év során bizonyítást nyert, hogy az amerikai eredetű fajták között található a nemesítésben felhasználható rezisztens genotípusok. *Karayiannis és Mainou* (1994) elsőként állapították meg, hogy a 'Harlayne', 'Henderson', 'NJA2', 'Stark Early Orange', 'Goldrich', 'Orange Red', 'Sunglo' és 'Avilana' fajták PPV rezisztensek. A fenti eredményekhez hasonlóan *Martínez-Gómez és Dicenta* (2000) és *Martínez-Gómez et al.* (2000) a PPV rezisztencia természetes forrásaként jelölték ki néhány amerikai fajtát és hibridet: 'SEO', 'Goldrich', 'Harlayne'. A fentiek értelmében a rezisztencia donorai kajszinál ismertek. *Syrgiannidis és Mainou* (1993) azt is megállapították, hogy a rezisztencia öröklődik az utódokba. *Karayiannis et al.* (2008) megállapították, hogy egy lókuszt egy domináns allélje felelős a rezisztenciáért. Mivel rezisztens és fogékony fajták keresztezéséből származó hibridek 1:1 arányú hasadást mutattak a rezisztens és fogékony fenotípusra, *Karayiannis et al.* (2008) feltételezik, hogy a rezisztens fajták heterozigóták.

A rezisztens kajszi fajták előállítását célzó nemesítési programot először – 1982-ben - Görögországban, indították el (*Syrgiannidis és Mainou* 1993). Ezt követte a francia (*Dosba et al.* 1991, 1992 és *Audergon et al.* 1995), az olasz (*Bassi et al.* 1995), később pedig két spanyol program (*Egea et al.* 1999 és *Badenes et al.* 2002). Jelentős és a gyakorlatban is felhasználható eredményeket ért el a cseh program (*Krska et al.* 2005). A nemesítési programok eredményeit bemutató publikációk főleg a rezisztencia öröklődésére és genetikai hátterére vonatkoznak. Csak elvétve találunk olyan publikációkat, amelyek összekapcsolják a rezisztenciára való szelekciót a gyümölcs minőségében bekövetkező változásokkal (*Karayiannis és Mainou* 1999, *Karayiannis et al.* 2006). Nem került el a kutatók figyelmét az a tény sem, hogy az európai fajtakörben nagyon ritka önmeddőség (*Halász et al.*, 2005) jelentősen gyakoribbá vált az amerikai eredetű fajták termesztésbe vonásával (*Vilanova et al.* 2003, *Karayiannis* 2003).

Magyarországon 2008-ban BCE, Genetika és Növény-nemesítés Tanszéken indították el a rezisztens kajszi fajták előállítását célzó nemesítési programot. Jelenleg kb. 2000, rezisztens és fogékony fajták keresztezéséből származó hibrid áll vizsgálat alatt. A termőre fordult hibridek pomológiai értékelésének első eredményeit a jelen munka mutatja be. A szabadföldi kísérletekkel párhuzamosan zajlik a szelekcióban potenciálisan felhasználható molekuláris markereknek a tesztelése (*Balázs et al.* 2013).

## Anyag és módszer

*Növényanyag.* A munka növényanyagát a termőre fordult PPV rezisztens és fogékony fajták keresztezéséből származó hibridpopulációk képezték.

*Vizsgált tulajdonságok.* Bemutatjuk a hibridpopulációk eloszlását az érési idő, a vízben oldható szárazanyagtartalom és a gyümölcstömeg szerint. Külön foglalkozunk a csontártömeg és a csontarány különböző kategóriáinak eloszlásával.

Ebben a munkában olyan családokat mutatunk be, amelyek esetében a legtöbb termőre fordult utód állt a rendelkezésünkre 2013-ban (1. táblázat).

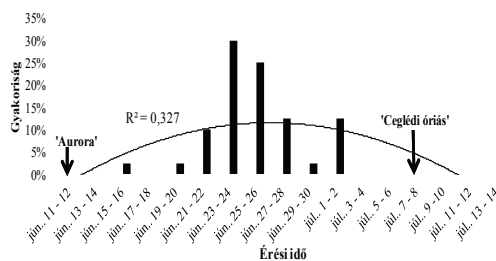
1. táblázat A kísérletek növényanyaga (Soroksár 2013)

Kis arányban termőre fordult családok	Utódok száma	2013-ban vizsgált családok	Utódok száma
'Morden 604' × 'Harcot'	27 db	'Goldrich' × 'Kecs-psar'	38 db
'Aurora' × 'Hibrid 4/60'	20 db	'Goldrich' × 'Morden 604'	52 db
'Aurora' szabadmegporzása	14 db	'Aurora' × 'Ceglédi óriás'	40 db

## Eredmények és következtetések

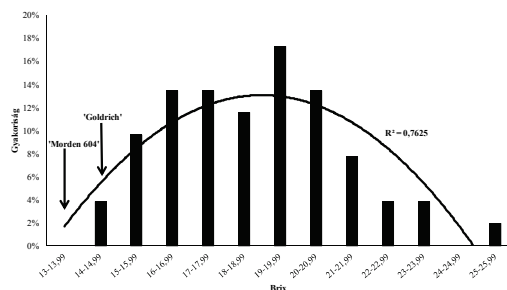
### a) Érési idő

1. ábra 'Aurora' × 'Ceglédi óriás' keresztezéséből származó hibridek eloszlása érési idejük függvényében (Soroksár 2013)



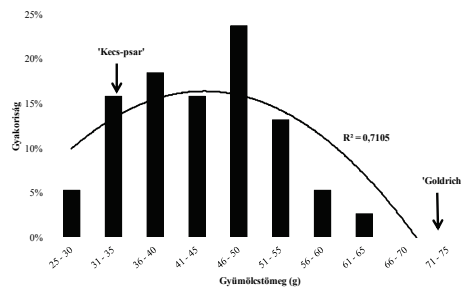
### b) Szárazanyagtartalom (Brix)

2. ábra 'Goldrich' × 'Morden 604' hibridek eloszlása a vízben oldható szárazanyag tartalom függvényében (Soroksár 2013)



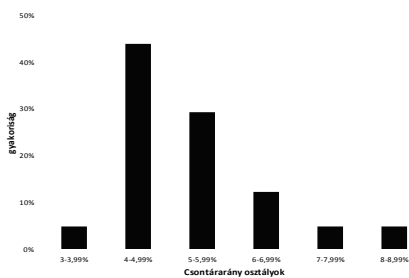
## c) Gyümölcstömeg (g)

3. ábra 'Goldrich' × 'Kecs-pсар' hibridek eloszlása a gyümölcstömeg függvényében (Soroksár 2013)

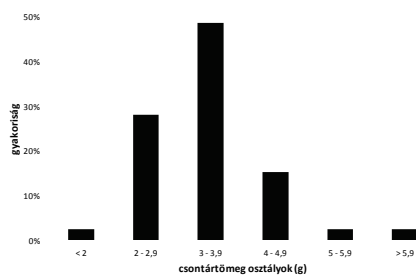


## d) Csontár paraméterei

4. ábra Az 'Aurora' × 'Ceglédi óriás' hibridjeinek eloszlása csontártömeg szerint. ('Aurora': 2,2 g; 'C. óriás': 3,4 g)



5. ábra Az 'Aurora' × 'Ceglédi óriás' hibridjeinek eloszlása csontárarány szerint. Csontár arány=csontártömeg/gyümölcstömeg. ('Aurora': 4,54; 'C. óriás': 5,08)



**Éréségi idő.** Az eddig vizsgált 6 családban a hibridek érési ideje a rezisztens és fogékony szülőfajták között rendeződött el (1. ábra).

**Vízben oldható szárazanyagtartalom.** A rezisztencia donoraira általában alacsony vízben oldható szárazanyagtartalom jellemző. A családtól függően a hibridek 84-96%-ában a mért B<sup>o</sup>-érték nagyobb volt, mint a donorok B<sup>o</sup>-értékei (2. ábra).

**Gyümölcstömeg.** A családtól függően a hibridek 60-70%-ának gyümölcstömege nagyobb volt a kisebbik szülőpartnerénél függetlenül attól, hogy a nagyobbik partner rezisztens, vagy fogékony volt (3. ábra).

**Csontárparaméterek.** A magoncok 70%-ának csontártömege nagyobb volt, a kisebb szülőpartnerénél (4. ábra). A csontár aránya a hibridek 50%-ában kedvezőbb (kisebb) értékű szülő felé tendál. Ugyanakkor 22%-os gyakorisággal megjelennek kedvezőtlen, 6-9%-os csontárarányú hibridek is (5. ábra).

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a TÁMOP 4.2.1/B-09/01/KMR/2010-0005, a TÁMOP -4.2.2/B-10/1-2010-0023, a TÉT\_12\_CN-1-2012-0037 és a Növényi genetikai erőforrások ex-situ megőrzése projektek támogatásával készült.

### Irodalom

- Audergon, J.M., Morvan G., Dicenta F., Chas-telliere M.G., Karayiannis, I. (1995): A method to determine the susceptibility of apricot cultivars to Plum Pox Virus. *Acta Hort.*, **384**, 575–579.
- Badenes, M.L., Martínez-Calvo, J., Llácer, G. (2002): Estado actual del programa de mejora genética del albaricoquero en la Comunidad Valenciana. *Actas de Horticultura*, **29**, 637–643.
- Balázs, D., György, Zs., Gutermuth, Á., Pedryc, A. (2013): PPV resistant hybrids identification in splitting populations with SSR markers. 2nd International Symposium on Plum Pox Virus, Book of abstracts, 52.
- Bassi, D., Bellini, D., Guerriero, R., Monastra, F., Pennone F. (1995): Apricot breeding in Italy. *Acta Hort.*, **384**, 47-54.
- Dosba, F., Denise, F., Audergon, J.M., Maison, P., Massonie, G. (1991): Plum pox virus resistance of apricot. *Acta Horticulturae*, **293**, 569–579.
- Dosba, F., Orliac, S., Dutrannoy, F., Maison, P., Massonie, G., Audergon, J.M. (1992): Evaluation of resistance to plum pox virus in apricot trees. *Acta Horticulturae*, **309**, 211–220.
- Egea, J., Burgos, L., Martínez-Gómez, P., Dicenta, F. (1999): Apricot breeding for sharka resistance at CEBAS–CSIC, Murcia (Spain). *Acta Hort.*, **488**, 153–157.
- Halász, J., Hegedűs, A., Hermán, R., Stefanovits-Bányai, É., Pedryc, A. (2005): New self-incompatibility alleles in apricot (*Prunus armeniaca* L.) revealed by stylar ribonuclease assay and S-PCR analysis. *Euphytica*, **145** (1-2), 57-66.
- Karayiannis, I., Mainou, A. (1994): Resistance to Plum pox potyvirus in apricots. *Bulletin OEPP*, **24** (3), 761–765.
- Karayiannis, I., Mainou, A. (1999): Apricot breeding in Greece for fruit quality and resistance to plum pox virus. *Acta Horticulturae*, **488**:111–117
- Karayiannis, I. (2003): Study of the inheritance of resistance to Plum pox virus and of incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca* L.) for the selection of new cultivars. *Ph.D. thesis, Aristoteles University of Thessaloniki, Greece*, 136.
- Karayiannis, I., Mainou, A., Stylianidis, D., Thomidis, T., Karayiannis, N., Tsaftaris, A. (2006): Resistant to Sharka disease (PPV) apricot hybrids of high quality selected in Greece. *Acta Horticulturae*, **701**, 337–340.
- Karayiannis, I., Thomidis, T., Tsaftaris, A. (2008): Inheritance of resistance to Plum pox virus in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Tree Genetics & Genomes*, **4**, 143–148.
- Krška, B., Vachůn, Z., Nečas, T. (2005): The apricot breeding programme focused for sharka resistance. Cercetari in Pomicultura, Realizari, Probleme si Perspective, conf. 27. 10. 2005 - 28. 10. 2005, Chisinau (MD). In Cercetari in Pomicultura, Realizari, Probleme si Perspective. Min.Agriculturii si Industriei Alimentare al Rep.Moldova. Acad. de St. a Moldovei. Inst. de Cercet. pentru Pomicultura, ISBN: 9975-62-146-5, 329-335.
- Martínez-Gómez, P., Dicenta, F. (2000): Evaluation of resistance of apricot cultivars to a Spanish isolate of plum pox potyvirus (PPV). *Plant Breeding*, **119**, 179–181.
- Martínez-Gómez, P., Dicenta, F., Audergon, J.M. (2000): Behaviour of apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars in the presence of sharka (plum pox potyvirus): *Agronomie*, **20**, 407–422.
- Syrgiannidis, G., Mainou, A. (1993): Two new apricot varieties resistant to Sharka (Plum pox virus) disease created by crossing. Deuxieme rencontre sur l'abricotier. *Agriculture, Rapport EUR*, **1500**, 136.
- Vilanova, S., Romero, C., Abbott, A.G., Llacer, G., Badenes, M.L. (2003): An apricot (*Prunus armeniaca* L.) F2 progeny linkage map based on SSR and AFLP markers, mapping Plum pox virus resistance and self-incompatibility traits. *Theor Appl Genet*, **107** (2), 239–247.



EGY 90 MILLIÓ ÉVES ÉLŐ KÖVÜLET, A *Wollemia nobilis*  
(SÁRKÁNYFENYŐ), AZ *Araucaria* ÉS *Cedrus* SPECIESEK  
ILLÓANYAGÁNAK SPME-GC/MS VIZSGÁLATA

HÉTHELYI B. ÉVA<sup>1</sup>, BERTÓTI REGINA<sup>1</sup>, BÖSZÖRMÉNYI ANDREA<sup>1</sup>, SZÓKE ÉVA<sup>1</sup>,  
LEMBERKOVICS ÉVA<sup>1</sup>, TÓTH JAROSLAV<sup>2</sup>, CZIGLE SZILVIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Semmelweis Egyetem, Gyógyszerésztudományi Kar, Farmakognózia Intézet, Budapest, Magyarország; <sup>2</sup>Comenius Egyetem, Gyógyszerésztudományi Kar, Farmakognóziai és Botanikai Tanszék, Bratislava, Szlovákia

A XX. sz. nagy botanikai felfedezése, a 90 millió éves földtörténeti másodkorból (kréta) származó kövület alapján, a sárkányfenyő (*Wollemia nobilis*, Araucariaceae) azonosítása volt. Felfedezője David Noble természetvédelmi főfelügyelő, aki Ausztráliában a Wollemi Nemzeti Parkban közel 100 db egyedre lelt 1994-ben. A Comenius Egyetem Botanikus kertjéből származó (2013) örökzöld fenyőfélék SPME-GC/MS vizsgálatával meghatároztuk azok illóolaj-összetevőit. A sárkányfenyő (*Wollemia nobilis*, Araucariaceae) októberi levele 17%  $\alpha$ -pinén, 8,2% germakran-D, és 62% kauren komponenset tartalmazott. Az *Araucaria* fajok (*A. araucana*, *A. bidwillii*, *A. cunninghamii*, Araucariaceae) 50-70% sztachen, az *A. heterophylla* 17,9% sztachen, és 62% verticillol komponenset tartalmaz. A *Cedrus* speciesek (*C. atlantica*, *C. brevifolia*, Pinaceae) 43-53%  $\alpha$ - $\beta$ -pinén, 1-24% kamfen és 1,2-21,1%  $\beta$ -mircen monoterpén-szénhidrogént, a *C. atlantica* illóanyagából 27,7%  $\beta$ -kariofillént, míg a *C. libani* illóolajából 68% germakran-D szeszkviterpén-szénhidrogént azonosítottunk.

**Kulcsszavak:** *Wollemia nobilis*, *Araucaria* fajok, *Cedrus* fajok, SPME-GC/MS módszer

IDENTIFICATION OF VOLATILE COMPOUNDS OF 90 MILLION  
YEARS OLD LIVING FOSSILS *Wollemia nobilis*, *Araucaria* AND  
*Cedrus* spp. BY SPME-GC/MS

É. HÉTHELYI B.<sup>1</sup>, R. BERTÓTI<sup>1</sup>, A. BÖSZÖRMÉNYI<sup>1</sup>, É. SZÓKE<sup>1</sup>,  
É. LEMBERKOVICS<sup>1</sup>, J. TÓTH<sup>2</sup>, SZ. CZIGLE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Semmelweis University, Faculty of Pharmacy, Institute of Pharmacognosy, Budapest, Hungary; <sup>2</sup>Comenius University in Bratislava, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy and Botany, Bratislava, Slovakia

A major discovery of the 20<sup>th</sup> century was the 90-million-years-old cretaceous living fossil *Wollemia nobilis*, Araucariaceae. About 100 trees were discovered by David Noble, a field officer of the Wollemi National Park in Australia in 1994. The aim of our work was the analysis of volatile constituents of leaves of living fossils growing in the Botanical Garden in Bratislava. The leaves were collected in October 2013. The volatile constituents were evaluated using SPME GC-MS. The following constituents were identified in *Wollemia nobilis*, Araucariaceae: 17 %  $\alpha$ -pinene, 8,2 % germacran-D, and 62 % kaurene. In three species of the genus *Araucaria* (*A. araucana*, *Araucaria bidwillii*, *Araucaria cunninghamii*, Araucariaceae) 50-70 % stachen were identified, and in the genus *A. heterophylla* 17.9% stachen and 62% verticillol. In two species of the genus *Cedrus* (*C. atlantica*, *C. brevifolia*, Pinaceae) 43-53 %  $\alpha$ - $\beta$ -pinene, 1-24 % camphene and 1,2-21,1 %  $\beta$ -myrcene were identified, and in the species *C. atlantica* 27,7 %  $\beta$ -caryophyllene, and in *C. libani* 68 % germacrene-D was quantified.

**Key words:** *Wollemia nobilis*, *Araucaria*, *Cedrus*, SPME-GC/MS

## Bevezetés

Intézetünkben évek óta végzünk értékes fitokémiai vizsgálatokat. Ezek körét egészítettük ki 2013-ban, a Comenius Egyetem Botanikus kertjében lévő „Örökzöldek” illóanyag-tartalmának SPME-GC/MS vizsgálatával. Mint az a címben is látható a fő hangsúly a *Wollemia nobilis* (sárkányfenyő) analitikai vizsgálata, az illóanyag-tartalom összetételének meghatározása volt.

A XX. század nagy botanikai felfedezése Ausztráliában a 90 millió éves, kréta időszi kövület alapján azonosított *Wollemia nobilis* volt. Ausztrália, a hatalmas szigetkontinens flórávilága rendkívül gazdag, 16.000 faja ismert, melynek 85%-a endemikus. Sydney-től 200 km-re található a Wollemi Nemzeti Park, ahol rendszeres túrát vezetett Davis Noble a Park természetvédelmi főfelügyelője, aki 1994. szeptemberében egy ilyen túra alkalmával a Kék-hegységben (Blue Mountains) egy addig soha nem látott fafaj néhány példányát fedezte fel. A mintaként begyűjtött ágak alapján a paleobotanika segítségével, őslénytani leletek, kövületekkel végzett összehasonlító elemzéssel derült ki, hogy a most talált faj az Araucariaceae család, eddig csak kövület formájában ismert fajával azonos. Az új növényfaj tudományos neve *Wollemia nobilis* (sárkányfenyő). Magyar neve arra utal, hogy a földtörténeti másodkor jura és kréta idősziakban a dinoszauruszokkal élt együtt. A legidősebb fa törzsét 350 évre becsülik, de maga a tő 1000 éves is lehet. A fák 40 m magasra is megnőnek, törzsük átmérője eléri az 1 métert. Nyitvatermő a faj, és kétivarú. Az egyivarú virágok az oldalág csúcsán helyezkednek el, a tobozos virágok 1,5 cm átmérőjű gömbök, 2 év alatt érnek be és gyermekfej nagyságúra nőnek. Az évmilliók óta elszigetelten élő populáció genetikailag azonos egyedekből áll, azonos DNS-tartalmú, teljes állománya egyetlen klónként tekinthető. Az Araucaria félék, a ma ismert fenyőfélék ősei a karbon időben 300 millió évvel ezelőtt jelentek meg a földön, illetve a fosszilis leletek alapján 200-65 millió évvel ezelőtt terjedtek el az egész földön (Dettmann *et al.* 2005).

Vizsgálatainkat kiterjesztettük az *Araucaria* fajok (*A. araucaria*, *A. bidwillii*, *A. cunninghamii*, és az *A. heterophylla*) illóanyag-tartalmának meghatározására. Az ausztráliai araukáriát parkokban, díszkertekben ültetik, eredetileg Queenslandban őshonos.

A *Cedrus* speciesek (*C. atlantica*, *C. brevifolia*, *C. libani*) örökzöldek illóanyag-tartalmát is megvizsgáltuk, és jelentős összetételbeli különbséget mutattunk ki a három fajon belül.

A *Wollemia nobilis* egy példánya a Pozsonyi Comenius Egyetem Botanikus kertjébe 2006-ban került, e növényből származnak e munkában analizált minták. E faj 64. számú példánya adományként került Ausztráliából a hazai Fűvészkertbe is 2006-ban. Ma már a 2 m magasra megnőtt, fává cseperedő növény a Pálmaház mellett tekinthető meg. 2014-ben tervezzük a hazai sárkányfenyő levélzetének SPME analízisét.

## Anyag és módszer

Az analizált növények a Pozsonyi Comenius Egyetem Botanikus kertjéből származtak, 2013 őszén (szeptember és október) gyűjtött leveleket frissen analizáltuk. A *Wollemia nobilis* a téli hónapokban üvegházban telel át, egyébként a szabad ég alatt fejlődött kb. 2 méteres példánnyá.

A Botanikus kert gazdag örökzöld fajaiból még számos *Araucaria* faj illóanyagát vizsgáltuk, így az *A. araucaria*, *A. bidwillii*, *A. cunninghamii* (Araucariaceae). Továbbá számos *Cedrus* faj (*C. atlantica*, *C. brevifolia*, *C. libani* (Pinaceae) és illatanyagának meghatározása volt a cél. E fák kora 50-60 év.

Gázkromatográfiás-Tömegspektrometriás módszer (GC/MS):

AGILENT 6890 GC/ AGILENT 5973 Network Mass Selective Detector típusú tömegspektrométer műszerrel végeztük az analitikai vizsgálatokat.

Az alkalmazott paraméterek a következők voltak: kapillár kolonna (30 m × 0,25 mm ID., filmvastagság: 0,25 µm), HP5-MS állófázis. Hőmérsékletprogram: [60 °C (3 min), 60 - 200 °C, 8 °C/perc felfűtési sebességgel (2 min), 200 - 230 °C, 10 °C/perc felfűtési sebességgel (5 min) és végül 230 - 250 °C, 10 °C/perc felfűtési sebességgel (1 min). Nagytisztaságú hélium vivógáz 1 ml/perc konstans áramlási sebességgel. A TIC-kromatográfiás %-os arányokat a belső-normalizációs módszerrel határoztuk meg. A komponenseket, tömegspektrális adatuk alapján azonosítottuk.

SPME-GC/MS módszer: Az illóolaj-tartalmú növény illóanyagának meghatározására a SPME (Solid Phase Micro Extraction), azaz Szilárd Fázisú Mikro Extrakciós módszer alkalmas, amivel a növényi anyagból (pl. levél) közvetlenül határozhatjuk meg annak kémiai karakterét, az illóanyag minőségi és mennyiségi összetételét. 2009-től összehasonlító méréseket végeztünk számos gyógy-fűszer és aromanövény illóolajának GC/MS, illetve a herba SPME-GC/MS illóanyagának összetételének kontroll vizsgálatával, és lényegtelen különbséget állapítottunk meg (Héthelyi et al. 2012).

## Eredmények és következtetések

A *Wollemia nobilis* friss zöld levélzetéből két alkalommal szeptemberben és októberben végeztünk analízist. 0,5 g zöld herba illóanyag összetételét SPME-GC/MS módszerrel határoztuk meg. A sárkányfenyő összetételére a 17,3-31,3% α-pinén, 2,8-5,8% kamfen, 1,8-2,3% limonén, 1,1-6,7% germakran-D, 1,5-2,1% sztachen, és a 48,4-61,9% kaurén komponens jelenléte a jellemző. A sárkányfenyő (*Wollemia nobilis*, Araucariaceae) októberben vizsgált friss zöld levele 17% α-pinén és 62% kaurén főkomponenst tartalmazott.

Szakirodalmi adatok alapján a *Wollemia nobilis* levele 0,9% illóolajat tartalmaz, melynek fő komponense 38,2-61,8% 16-kaurén volt. Azonosították még a germakran-D komponenst 9,9-22%-ban (Staniek et al. 2010).

Más esetben a *Wollemia nobilis* illóolajából 9% α-pinén, 8% germakran-D mellett, 60% 16-kaurént mutattak ki.

Az *Araucaria araucana* species két mintájából közel azonos összetételt határoztunk meg. Azaz 3,9-4,1% α-kopaén, 1,6-1,7% β-bizabolén, 7,3-8,1% δ-kadinén, 0,5-0,6% germakran-B, 2,8-2,9% rimuen, 69,2-70,9% sztahén, 4,6-4,7% kaurén-16, és 4,1-4,2% kaurén komponenst azonosítottunk.

*Araucaria bidwillii* illóanyagából 1,2%  $\alpha$ -pinén, 2,6%  $\alpha$ -kopaén, 1,4% tujopsén, 26,6% germakran-D, 2,8%  $\delta$ -kadinén, 56,8% sztachén, 1,3% verticillol komponenst határoztunk meg.

*A. cunninghamii* 2,1%  $\alpha$ -pinén, 7,1%  $\delta$ -3-karén, 15,3% limonén, 3,1%  $\alpha$ -kopaén, 1,3%  $\delta$ -kadinén, 50,6% sztachén, 7,7% trahiloban, 1,3% verticillol komponensét mutattuk ki friss levélzetéből.

*A. heterophylla* illóanyaga 3,1-3,1% rimuen-1 és rimuen-2, 17,9% sztachen, 4,4% manol, 62,2% verticillol komponenst tartalmaz.

Az *Araucariaceae* családba tartozó fajok illóanyag összetételére a 272 molekulatömegű diterpén-szénhidrogének jelenléte a jellemző MF ( $C_{20}H_{32}$ ), ide tartoznak a rimuen, sztachen, manol, trahiloban, kauren-16, és kauren, általunk azonosított molekulák. Ettől eltér, de hasonló jellegű a verticillol és ehimanoil oxid melyek molekulatömege 290; MF ( $C_{20}H_{34}O$ ).

Az *Araucaria* speciesek illóolajának összetételét is meghatározták GC/MS módszerrel és ezen adatok hasonlóak az általunk mért értékekhez (*Brophy et al.* 2000).

*Araucaria heterophylla* illóolajából 35,2%  $\beta$ -pinén, és 33,57% rimuent mutattak ki. Az *A. bidwillii* olajából 77,9% hibaen komponenst határoztak meg (*Huang et al.* 2008).

Mivel a hibaen szinonimája a sztachen, mi is hasonló nagyságrendben mutattuk ki a diterpén-szénhidrogén főkomponenst (*Adams*, 2001).

Az irodalmi adatokat összehasonlítva hasonló összetételt találtak, csak a komponensek nevezése eltérő.

A *Cedrus* speciesek (*C. atlantica*, *C. brevifolia*, Pinaceae)  $\alpha$ - és  $\beta$ -pinén (43,3-55,3%), kamfen (1-24,9%) és  $\beta$ -mircen (1,2-21,2%) monoterpénekben gazdagok, míg a *C. libani* illóolajából 68% germakran-D szeszkviterpént azonosítottunk.

A cédrus mintákban 272 molekulatömegű diterpéneket mi sem mutattunk ki.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a VEGA Project № 1/0059/11, 1/0646/14 támogatásával készült.

### Irodalom

- Adams, R., P. (2001): Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation 362 S. Schmale Road Carol Stream IL 60 188-2787.
- Brophy, J., J.; Goldsack, R. J; Wu, M., Z.; Fookes, C. R.; Forster, Paul I. (2000): The chemistry of the Australian gymnosperms.2. The steam volatile oil of *Wollemia nobilis* and its comparison with other members of the Araucariaceae (*Agathis* and *Araucaria*). *Biochemical Systematics and Ecology*. **28**, 563-578.

- Dettmann, M. E., Clifford, H. T. (2005): Biogeography of Araucariaceae. In Dargavel, J. Australia and New Zealand Forest Histories. *Araucaria* Forests. Occasional Publication 2. Australian Forest History Society 1–9.
- Héthelyi B., É., Galambosi, B., Szarka, Sz., Lemberkovics, É., Szöke, É. (2012): Phytochemical Investigation of Medicinal and Culinary Herbs. *Acta Agronomica Hungarica*, **60**, 201-207.
- Huang, R., Tan, D., Zhang, J., Huang, L. (2008): Chemical constituents of leaf volatile oil from three Araucariaceae. *Linye Kexue*, **44**, 99-104.
- Staniek, A., Muntendam, R., Woerdenbag, H., J.; Kayser, O., (2010): Essential oil constituents derived from different organs of a relictual conifer *Wollemia nobilis*. *Biochemical Systematics and Ecology*, **38**, 131-135.

## KOMPLEMENTÁCIÓS TESZTTTEL VIZSGÁLT SZAMÓCA SPATULA (FASPT) GÉN FUNKCIONÁLIS JELLEMZÉSE

HIDVÉGI NORBERT, GULYÁS ANDREA, KERTI BALÁZS, KISS ERZSÉBET

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Genetika- és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

A SPATULA gén a basic-helix-loop-helix (bHLH) transzkripciós faktort kódolja, melynek az Arabidopsisban fontos szerepe van a termőlevél, bibeszár, termés fejlődésében és érésében, valamint a virág organogenezisében, a mag nyugalmi állapotának szabályozásában. Az utóbbi években, több fajban is azonosítottak az AtSPATULA-val homológ szekvenciákat. Kísérleteink során a *Fragaria vesca* SPATULA (FaSPT) génjét és promóterét szaporítottuk fel, melyet a pGWB401 bináris vektorba építettünk majd spt mutáns *Arabidopsis thaliana* növényt transzformáltunk a konstrukcióval. Eredményeink azt igazolták, hogy a FaSPT-vel helyreállíthatja az *Arabidopsis* spt mutációját.

**Kulcsszavak:** SPATULA, komplementáció, szamóca

## FUNCTIONAL ANALYSIS OF STRAWBERRY'S SPATULA GENE WITH COMPLEMENTATION TEST

N. HIDVÉGI, A. GULYÁS, B. KERTI, E. KISS

Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Institute of  
Genetics and Biotechnology, 2100. Gödöllő

The SPATULA gene encodes a basic-helix-loop-helix (bHLH) transcription factor, which has an important function in development and maturation of carpel, style and fruit in *Arabidopsis thaliana*. In the last years, researchers identified homologous sequences with the AtSPATULA in a few species. In our experiments, we amplified a SPATULA (FaSPT) gene and promoter of *Fragaria vesca*, which we built into pGWB401 binary vector. We transformed spt mutant *Arabidopsis thaliana* plant with this vector construction. Our results confirmed that spt mutation of *Arabidopsis* can be complemented with FaSPT.

**Key words:** SPATULA, komplementation, strawberry

### Bevezetés

A gyümölcsök az érés mechanizmusának szempontjából két külön csoportba sorolhatók: klimaktérikus (utóérő) és nem klimaktérikus (nem utóérő). A klimaktérikus csoportba tartozik például a paradicsom, alma, banán, míg a nem klimaktérikusba sorolható a szamóca, szőlő és a narancs. Az utóérő gyümölcsök esetében az etilén bioszintézis fokozott növekedése figyelhető meg az érés ideje alatt, míg a nem utóérő gyümölcsöknél ez nem tapasztalható. Ez a besorolás

azonban pontatlan. Egyre több tanulmány számol be az etilén részvételéről a génexpresszió szabályozásában a nem klimaktérikus érésben. A szamóca érésében szerepet játszó gének tanulmányozása és megismerése hozzájárulhat a nem klimaktérikus érés mechanizmusának megértéséhez. A *FaSPT* (*FaSPATULA*) egyike azoknak a géneknek, amelyek a szamóca érése során változó expresszióval voltak jellemezhetőek (Balogh et al. 2005, Tisza et al. 2010).

A *SPATULA* gén recesszív mutációi *Arabidopsis*-ban degeneratív fejlődést, szakadásokat okoznak a pollen szövetekben, beleértve a transzmissziós traktust, bibeszárat és a bibét is (Alvarez és Smyth 1999). Ezeknek a jelenségeknek növekedésgátlás, természsökkenés a következménye. A szakadások által okozott úgynevezett anatómiai hasadékok legtöbbször a termőlevél csúcsában és a bibe szövetben figyelhetőek meg. A *SPATULA* mutáns szövetek esetében a szeptumon belüli transzmissziós traktus és a bibeszár együttesen úgynevezett extracelluláris mátrixot hoznak létre. Az anatómiai deformációk ellenére is megtörténik a megtermékenyülés, de ritkábban. A *SPATULA* mutáns termések rövidebbek, kisebbek és szélesebbek a centrális és csúcsi irányban, mint a vadtypus. Alakjuk spatula-formájú (Alvarez és Smyth 1998). A *SPATULA* a basic-helix-loop-helix (bHLH) transzkripciós faktort kódolja, amely folyamatosan expresszálódik a fejlődő termőlevelek széleiben, ahol valószínűleg azok további növekedéséért felelős (Bowman és Smyth 1999). Heisler és munkatársai (2001) a *SPATULA* expresszióját befolyásoló tényezőket vizsgálták és kimutatták, hogy a termőlevél fejlődésében bizonyítottan szerepet játszó *CRABS CLAW* és az *AGAMOUS* gének nincsenek hatással a *SPATULA* expressziójára, illetve igazolták, hogy a *SPATULA* fontos szerepet játszik a virág organogenezisében. Josse és munkatársai (2011) bizonyították, hogy a *SPATULA* a phytochrome-interacting faktor (PIF) homológja, így szerepet játszik a mag nyugalmi állapotának szabályozásában. Groszmann és munkatársai (2011) felfedezték, hogy a virág és termés fejlődésében fontos szerepet játszó *SPATULA* és *ALCATRAZ* (*ALC*) gének nagyon hasonlóak. Az *ALC* mutáns *Arabidopsis* növényeket 35S::SPT vektorkonstrukciókkal sikerült komplementálniuk, azaz a mutációt helyreállítaniuk. Makkena és Lamb (2013) azt vizsgálták, hogy a *SPATULA* milyen szerepet tölt be a gyökér merisztémájának szabályozásában. A *FaSPT* gén funkciójának további jellemzése céljából *spt* mutáns *Arabidopsis* komplementációs analízisét végeztük el. 35S::FaSPT vektort építettünk, amellyel recesszív Columbia *spt* mutáns *Arabidopsis*-t transzformáltunk.

### Anyag és módszer

A komplementációs teszthez a *Fragaria vesca*-ban cDNS-AFLP módszerrel azonosított *FaSPT* gént és promóterét alkalmaztuk. A *SPATULA* gén és promóter szekvenciát (6600 bp) GoTaq Long PCR Master Mix-el (Promega) szaporítottuk fel, majd a visszaizolált fragmentumot összeépítettük a pDONR221 entry vektorral (Life Technologies). A növények transzformációjához a pGWB401 vektort használtuk, hogy a 35S::*FaSPT* konstrukciót létrehozzuk. Az *Arabidopsis thaliana* növényeket (Columbia Col, spatula mutáns) klímakamrában (Binder KBWF 240), kontrollált körülmények között neveltük. A magokat elvetettük és 4 napig 4°C-on inkubáltuk, majd áthelyeztük őket 22°C, 60% páratartalomra, 9 órás megvilágításba (Osram Biolux) és 15 óra sötét környezetbe. Az első virágzat megjelenésekor a virágzatot eltávolítottuk, majd, 16:8 óra fotoperiódus mellett tovább neveltük a növényeket. A másodlagos virágzat megjelenésekor végeztük el a transzformációt az *Arabidopsis spatula* mutánsokon. A transzformációhoz az *Agrobacterium tumefaciens* GV3101 törzset használtuk floral dip módszerrel (Clough és Bent, 1998). A transzformációt követően a növények visszakerültek a klímakamrába. Egy-két hét múlva, amikor megjelentek a harmadlagos virágzatok, megismételtük a floral dip módszerrel a növények transzformációját. Körülbelül hat hét után leszűreteltük a magokat, és szelekciós talajra helyeztük át őket. A növények szelekcióját palánta földben végeztük, kanamicines permetezéssel (Xiang et al. 1999). Az *Arabidopsis* növényeket két leveles állapotban, 100 mg/mL, 3 nap elteltével 200 mg/mL, majd 1 hét múlva 400 mg/mL koncentrációjú kanamicin oldattal permeteztük le. A legutolsó permetezést is túlélő növényeket molekulárisan elemeztük. Leveleikből a Phire Plant Direct PCR Kit-el (Thermo Scientific) ellenőrző PCR-t indítottunk. Azokat az egyedeket, melyek a specifikus fragmentumot adták, klímakamrában tovább neveltük és habitusukat, becőiket a Columbia vad típus kontroll növényével összehasonlítottuk.

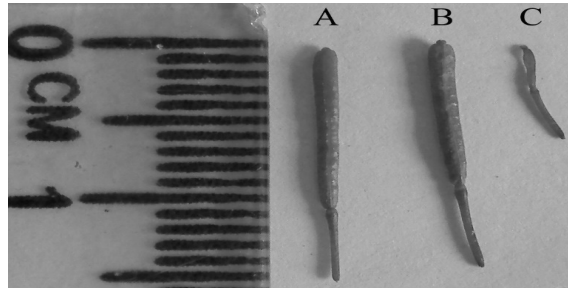
A transzkripció bizonyítása céljából totál RNS-t izoláltunk a *Fragaria vesca* és a transzformáns *Arabidopsis* növényekből. A totál RNS-ekre RT-PCR-t végeztünk a *FaSPT* gén exon-intron határára, valamint a *GAPDH* 'housekeeping' génre tervezett kontroll primerekkel.

### Eredmények és értékelésük

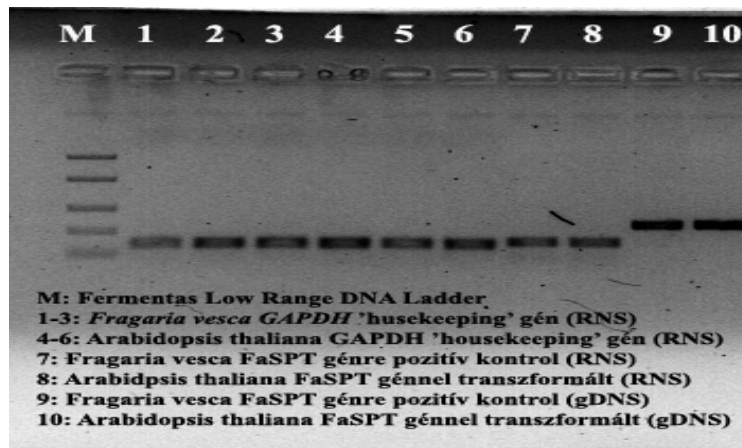
*In silico* elemzéssel megállapítottuk, hogy a cDNS-AFLP módszerrel izolált *FaSPT* gén és promóter részleges hasonlóságot mutat az *AtSPT* génnel és promóterrel. A *FaSPT* 6600 bp nagyságú szekvenciáját felszaporítottuk és a 35S::*FaSPT* vektorkonstrukciót létrehozva transzformáltuk a *spt* mutáns *Arabidopsis thaliana* modellnövényt. A begyűjtött magvak csírázás után PCR módszerrel sikeresen igazoltuk azt, hogy néhány egyedben a *FaSPT* gén kimutatható. A növények felnevelése után fenotípusosan is összehasonlítottuk a Columbia vad típus (I/B. ábra) kontroll és az *spt* mutáns (I/A. ábra), valamint a 35S::*FaSPT* komplementált (I/C. ábra) növényeket. Szemmel látható volt a különbség. Az *spt* mutáns növény kisebb, csúcsi és centrális irányban szélesebb becőt hozott, a növény termete is sokkal kisebb volt, mint a kontroll Columbia vad típusé. A sikeresen komplementált 35S::*FaSPT* egyed nagyobb habitusú volt, mint a *spt* mutáns, becője a vad típushoz hasonló hosszú, keskeny deformálatlan volt, ami bizonyítja, hogy a *FaSPT* gén képes volt a diszfunkcionális *Atspt*-t komplementálni. A komplementált *Arabidopsis* növények esetében a transzkripció bizonyítására totál RNS-t izoláltunk



és RT-PCR-el bizonyítottuk, hogy működik a *35S::FaSPT* konstrukció a transzformáns növényekben. Ehhez olyan primereket terveztünk a *FaSPT* génre, melyek exon-intron határon helyezkednek el így RNS-ből egy 146 bp nagyságú fragmentumot szaporít fel, valamint gDNS esetében pedig 265 bp-t. Az RT-PCR során kontrollként az *Arabidopsis GAPDH* génjét használtuk, melyre egy olyan primerpárt terveztünk, amely 130 bp nagyságú fragmentumot szaporít fel. Az RT-PCR eredményeink (2. ábra) azt bizonyították, hogy a komplementált *AtSPT* mutáns *Arabidopsis* növényben megtörténik a transzkripció és a *35S::FaSPT* konstrukció működik.



1. ábra A: Columbia vad típus B: Columbia *FaSPT* komplementált C: Columbia *SPATULA* mutáns növények becője



2. ábra RT-PCR a komplementált *FaSPT* *Arabidopsis* növényvel

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a KTIA-AIK-12-1-2012-0012, a Kutató Kari Kiválósági Támogatás- Research Centre of Excellence- 17586-4/2013/TUDPOL, valamint a „Szamóca gyümölcsfejlődése során azonosított gének és promóterek funkcionális jellemzése” K101195. számú OTKA pályázatok támogatásával valósult meg.

### Irodalomjegyzék

- Alvarez, J., Smyth, D. R. (1998): Genetic pathways controlling carpel development in *Arabidopsis thaliana*. *J. Plant Res.* **111**, 295-298.
- Alvarez, J., Smyth, D. R. (1999): *CRABS CLAW* and *SPATULA*, two *Arabidopsis* genes that control carpel development in parallel with *AGAMOUS*. *Development* **126**, 2377-2386.
- Balogh, A., Koncz, T., Tisza, V., Kiss, E., Heszky, L. (2005): Identification of ripening-related genes in strawberry fruit by cDNA-AFLP. *International Journal of Horticultural Science*. **11** (4): 33-41.
- Bowman, J. L., Smyth, D. R. (1999): *CRABS CLAW*, a gene that regulates carpel and nectary development in *Arabidopsis*, encodes a novel protein with zinc finger and helix-loop-helix domains. *Development* **126**, 2387-2396.
- Clough, S.J., Bent, A.F. (1998): Floral Dip: a simplified method for *Agrobacterium*-mediated transformation of *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*. **16** (6): 735-743.
- Heisler, M. G. B., Atkinson, A., Bylstra, Y. H., Walsh, R., Smyth, D. R. (2001): *SPATULA*, a gene that controls development of carpel margin tissues in *Arabidopsis*, encodes a bHLH protein. *Development* **128**, 1089-1098.
- Josse, E., Gan, Y., Torrent, J., Stewart, K., Gilday, A. D., Jeffree, E. C., Vaistij, F., García, J. F., Nagy, F., Graham, I. A. (2011): A *DELLA* in Disguise: *SPATULA* Restrains the Growth of the Developing *Arabidopsis* Seedling. *The Plant Cell*, Vol.: **23**: 1337-1351.
- Makkena, S., Lamb, R.S. (2013): The bHLH transcription factor *SPATULA* is a key regulator of organ size in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Plant Biol.*, **13**:1.
- Grossmann, M., Paicu, T., Alvarez, J.P., Swain, S.M., Smyth, D.R. (2011): *SPATULA* and *ALCATRAZ*, are partially redundant, functionally diverging bHLH genes required for *Arabidopsis* gynoecium and fruit development. *The Plant Journal*. **68**, 816-829.
- Tanaka, Y., Nakamura, S., Kawamukai, M., Koizumi, N., Nakagawa, T. (2011): Development of a Series of Gateway Binary Vectors Possessing a Tunicamycin Resistance Gene as a Marker for the Transformation of *Arabidopsis thaliana*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **75** (4). 804-807.
- Tisza, V., Kovács, L., Balogh, A., Heszky, L., Kiss, E. (2010): Characterization of *FaSPT*, a *SPATULA* gene encoding a bHLH transcriptional factor from the non-chimeric strawberry fruit. *Plant Physiol. And Biochemistry*. **48** (10-11): 822-826.
- Xiang, C., Han, P., Oliver, D.J. (1999): In *Solium* sel. selection for *Arabidopsis* transformants resistant to kanamycin. *Plant Mol. Biol.* **17**: 59-65.

## A NITROGÉN HASZNOSÍTÓ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA BURGONYA (*Solanum tuberosum* L.) FAJTÁKON

HOFFMANN BORBÁLA<sup>1</sup>, POLGÁR ZSOLT<sup>2</sup>, SIMON SZANDRA<sup>3</sup>,  
KOLLARICSNÉ HORVÁTH MARGIT<sup>1</sup>, HOFFMANN SÁNDOR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytudományi és Biotechnológia Tanszék

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, AC, Burgonyakutatói Központ, Keszthely

<sup>3</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növénytermesztéstani és Talajtani Tanszék

A burgonya termesztése során nagy mennyiségű nitrogén műtrágyát használunk fel. A kijuttatott N-műtrágyának azonban egy jelentős hányada nem hasznosul a növény számára, ezért a N-szennyezés komoly gondot okoz az intenzív mezőgazdasági művelés alatt álló területeken. A környezet N-terhelése csökkenthető agrotechnikai eljárásokkal, de emellett szükség van a nitrogént jobb hatásfokkal hasznosító fajták előállítására. A nitrogén hasznosító képesség (NUE) alatt a növény által megtermelt szerves anyag és a növény számára rendelkezésre álló összes felvehető nitrogén hányadosát értjük. Kísérletünkben a Burgonyakutatói Központ fajtáit vizsgáltuk szántóföldi körülmények között, osztott parcellás, komplett blokk elrendezésben. Az alkalmazott N-kezelések: 0-, 50- és 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Mértük a gumó és a hajtás mennyiségét és N-tartalmát, a talaj N-tartalmát, számítottuk a nitrogén hasznosító képességet. A vizsgált fajták között a mért értékekben igazolt különbségeket találtunk.

**Kulcsszavak:** *Solanum tuberosum* L., gumótermés, N-tartalom, NUE

## SCREENING FOR NITROGEN USE EFFICIENCY (NUE) IN HUNGARIAN POTATO (*Solanum tuberosum* L.) CULTIVARS

B. HOFFMANN<sup>1</sup>, ZS. POLGÁR<sup>2</sup>, M. H. KOLLARICSNÉ<sup>1</sup>, SZ. SIMON<sup>3</sup>,  
S. HOFFMANN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dep. of Plant Sciences and Biotechnology, Georgikon Faculty, U.P.

<sup>2</sup>University of Pannonia, CAS, Potato Research Centre, Keszthely

<sup>3</sup>Dep. of Crop Production and Soil Sciences, Georgikon Faculty, U.P.

Potato production is highly dependent on the supply of exogenous nitrogen (N) fertilizers. With increased fertilizer application rate, the risks of N loss increase rapidly. Although it may be reduced through improved N fertilizer management practices, N-losses are still excessive under commercial production regions. Another approach is the development of new cultivars that utilize N more efficiently. In this study, variation in Nitrogen Use Efficiency (NUE) of potato cultivars and breeding lines developed by the Potato Research Centre, Keszthely were evaluated. Cultivars were grown with (50-, or 100 kg N ha<sup>-1</sup>) or without application of N fertilizer. The experiment was set up as a split block design with fertilizer rates as main plots and the cultivars as sub-plots. Tuber and canopy yield and N-content were measured and NUE was calculated. Significant differences among genotypes and N-treatments were found.

**Key words:** *Solanum tuberosum* L., tuber yield, N-content, NUE

## Bevezetés

Napjainkban a növénytermesztés jelentős mennyiségű külső forrást, így N műtrágyát használ fel. A N-műtrágya előállítás rendkívül energiaigényes folyamat, melynek során jelentős mennyiségű üvegházhatásért felelős gáz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) kerül a légkörbe (Galloway, 2006., Doney, 2010.). Kevésbé ismert, hogy a  $\text{N}_2\text{O}$  üvegház-hatása 296-szorosa a  $\text{CO}_2$ -énak (O'Brien és Mullins, 2008.).

A talajba kijuttatott nitrogén műtrágyának azonban egy jelentős hányada nem hasznosul a növény számára, hanem a felszíni-, vagy a talajvizekbe kerül (Németh, 2003), illetve a talaj mikroorganizmusok denitrifikálják és részben ( $\text{N}_2\text{O}$ , vagy  $\text{NH}_3$  formában) a légkörbe kerül. Az intenzív mezőgazdasági művelés alatt álló területeken ezért komoly gondot okoz a N-szennyezés. Agrotechnikai eljárásokkal, a növény igényéhez igazodó N-szolgáltatással ez bizonyos mértékig csökkenthető, emellett azonban szükség van a tápanyagot jobb hatásfokkal hasznosító fajták előállítására, melyek a környezetkímélő növénytermesztés biológiai alapjait adják.

Számos faj estében, így a burgonyánál is bizonyított (Sattelmacher et al., 1990., Zebarth et al., 2004), hogy a genotípusok között jelentős különbség van a tekintetben, hogy a rendelkezésre álló nitrogénből mennyit képesek felvenni és a növény szervezetébe jutott nitrogénből mennyi szerves anyagot képesek előállítani, vagyis milyen a nitrogén hasznosító képességük. A környezet mezőgazdasági termelésből adódó terhelésének csökkentése, valamint a termelés gazdaságosságának javítása egyaránt szükségessé teszi annak ismeretét, hogy természetett burgonya fajtáink milyen hatékonysággal hasznosítják a talajban rendelkezésre álló N-forrást.

A nitrogén hasznosító képesség (NUE: Nitrogen Use Efficiency) alatt a növény által megtermelt szerves anyag és a növény számára rendelkezésre álló összes felvehető nitrogén hányadosát értjük. értjük (Moll et al., 1982). A nitrogén hasznosító képesség két komponensre bontható: a nitrogén felvételének hatékonyságára (NUpE: Nitrogen Uptake Efficiency), valamint a felvett nitrogén hasznosulásának hatékonyságára (NUtE: Nitrogen Utilization Efficiency). A két tényező szorzata adja a fajtára jellemző nitrogén hasznosító képesség értékét.

Kísérletünk célja, hogy néhány hazai nemesítésű burgonya fajta, illetve fajtajelölt nitrogén hasznosító képességéről adatokat kapjunk.

## Anyag és módszer

Kísérletünket a Pannon Egyetem, AC, Burgonyakutatási Központ, Keszthely agrotechnikai tenyészkertjében állítottunk be, háromismétléses, osztott parcellás, komplett blokk elrendezésben.

Tíz genotípust vizsgáltunk, keszthelyi nemesítésű öt fajtát (Lorett, Katica, Balatoni rózsza, White Lady, Hópehely) és három feldolgozóipari minőségű fajtajelöltet (00.35, 00.326, 01.536), valamint a Desiree és a Pannonia fajtákat.

A kísérleti tér talaja a II. sz. termőhelyi kategóriába tartozik [Ramman-féle barna erdőtalaj, kötöttsége 37 KA, vízben mért pH értéke 7,5, ásványi-N tartalma 10,6 mg/kg,  $\text{P}_2\text{O}_5$  (AL) 74 mg/kg,  $\text{K}_2\text{O}$  (AL) 159 mg/kg]. Az alkalmazott N-kezelések: 0-, 50- és 100 kg N ha<sup>-1</sup>, ammónium nitrát formában (továbbiakban N0, N $\frac{1}{2}$  N1). A legnagyobb N-adag (100 kg N ha<sup>-1</sup>) felel meg a

## BURGONYAFAJTÁK NITROGÉN HASZNOSÍTÓ KÉPESSÉGE

---

termesztési gyakorlatban alkalmazott N-mennyiségnek. Az elővetemény őszi búza volt. Az egyéb növényápolási munkák a szokásos gyakorlat szerint történtek. A sortávolság 0,75m, a parcellák mérete 30 m<sup>2</sup> volt. Az ültetést és a betakarítást is kézzel végeztük. Az állományt nem öntöztük. A talaj ásványi nitrogén tartalmát a tavaszi gumóültetést megelőzően és közvetlenül a betakarítást követően vett talajminták elemzésével állapítottuk meg. A kezelésként négy leszúrásból származó átlagmintát 0-30 és 30-60 cm mélységben vettük. A kísérletet két évben, 2009-ben és 2010-ben végeztük el, a 2010-es év eredményei azonban a rendkívüli időjárási viszonyok miatt kevésbé reprezentatívak, ezért csak a 2009-es adatok értékelésével foglalkozunk.

A tenyészidőszak során egy alkalommal – a lombelhalás kezdete előtt - meghatároztuk a lomb tömegét és nyersfehérje tartalmát, valamint betakarításkor a gumótermés tömegét és a tövenkénti gumószámot, valamint a gumó nyersfehérje tartalmát és számítottuk a nitrogén hasznosító képességet. Az eredmények minden esetben 18 növényen (ismétlésként 6 növény) mért adatokból származnak.

A statisztikai elemzést az SPSS 20.0 for Windows statisztikai programcsomag segítségével végeztük UNIANOVA és DUNCAN post hoc teszt segítségével, 5 %-os szignifikancia szinten.

### Eredmények és következtetések

A nitrogén kezelés **gumótermésre** gyakorolt hatása meglepő eredményt adott. A termesztési gyakorlatban szokásos teljes adagú N utánpótlás (100 kg N ha<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub><sup>+</sup>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) a vizsgált 10 genotípus közül csak három esetben eredményezett nem szignifikáns többlet-termést a féladagú N kezeléshez képest (White Lady 13%-, 00.35 11%-, Desirée 5%-os növekedés). Ugyanakkor öt fajta esetében az N1 kezelésnek termés-csökkentő hatása volt, mely a Loretta esetében bizonyult szignifikánsnak (-13%). A legnagyobb termőképességet a Loretta fajta mutatta mindhárom N kezelésben, mely bizonyítottan meghaladta a többi vizsgált fajta eredményét (*I. táblázat*). A **gumószám** tekintetében is a fél adagú N kezelés bizonyult a legkedvezőbbnek. A 00.35 kivételével minden fajta esetében nőtt a tövenkénti gumószám a teljes adagú N kezeléshez képest, ez azonban csak a Katica esetében bizonyult szignifikánsnak.

A teljes adagú N ellátás termésmenvelő hatásának elmaradása, illetve a féladagú N-kezelés kiugró terméseredményeiben szerepet játszhat a 2009 évre jellemző kedvező csapadékellátás, mely a szokásosnál nagyobb mértékű N-mineralizációt, és ennek következményeként fokozott talaj-nitrogén szolgáltató képességet eredményezhetett. A kísérlet eredményei felhívják a figyelmet arra, hogy a termesztési gyakorlatnak megfelelő, teljes adagú N ellátás (100 kg N ha<sup>-1</sup>) negatívan befolyásolhatja a burgonya gumókötését, különösen a fejlődő gumók számát. Egy év adatai természetesen nem elégségesek, további vizsgálatokra van szükség a megalapozott következtetések levonásához. Ki kell azonban emelnünk, hogy a **vetőgumó-termesztés** szempontjából a tövenkénti gumószám maximalizálásának nagyobb jelentősége van, mint az elérhető legnagyobb termésmennyiségnek. A növekvő N-műtrágya adagok hatására valamennyi vizsgált fajta **gumójának nyersfehérje tartalma** nőtt (*I. táblázat*). A legalacsonyabb értéket a White Lady N0 kezelésben (4,79%), a legmagasabbat a 00.326 N1 kezelésben (7,76%) mértük.

1. táblázat A gumó tömeg, darabszám és nyersfehérje tartalom, valamint a lomb tömege és nyersfehérje tartalma, és a NUtE% alakulása

Genotípus és kezelés	Gumó tömeg (kg)	Gumószám (db)	Lomb friss tömeg (g)	Lomb nyersfehérje (%)	NUtE (%)	Gumó nyersfehérje (%)	
Katica	nulla	0,86 abc	9,61 defghi	300,0 bcdef	22,29	73,70	5,87
	fél	1,12 de	14,29 k	317,5 def	17,95	75,63	6,79
	egész	0,99 cd	10,06 efghij	297,5 bcdef	23,26	67,61	6,98
B.Rózsa	nulla	0,85 abc	5,78 a	232,5 abcdef	21,04	82,97	5,24
	fél	0,78 abc	7,78 abcde	155,0 ab	17,50	83,11	6,4
	egész	0,83 abc	5,78 a	202,5 abcdef	20,00	67,43	7,67
Hópehely	nulla	0,83 abc	7,33 abcd	247,5 abcdef	22,85	77,87	5,74
	fél	0,82 abc	9,50 defghi	202,5 abcdef	20,01	83,32	5,95
	egész	0,76 ab	7,56 abcd	195,0 abcde	21,64	66,65	6,96
Desiree	nulla	0,77 ab	11,06 ij	247,5 abcdef	19,83	75,08	5,03
	fél	0,79 abc	8,56 bcdefgh	235,0 abcdef	21,03	73,01	6,56
	egész	0,82 abc	8,50 bcdefgh	285,0 bcdef	21,62	63,50	7,62
Lorett	nulla	1,19 ef	8,06 abcdef	345,0 f	18,28	87,28	5,03
	fél	1,34 f	10,56 ghij	270,0 abcdef	17,33	82,28	6,4
	egész	1,17 ef	8,94 bcdefghi	287,5 bcdef	21,39	68,38	7,21
White Lady	nulla	0,67 a	6,50 ab	230,0 abcdef	17,90	84,72	4,79
	fél	0,78 abc	9,22 cdefghi	125,0 a	18,63	85,55	6,13
	egész	0,87 abc	8,56 bcdefgh	262,5 abcdef	24,43	63,74	7,07
OO326	nulla	0,70 ab	7,00 abc	187,5 abcde	17,67	84,03	5,75
	fél	0,82 abc	10,44 fghij	172,5 abcd	19,40	85,20	5,81
	egész	0,81 abc	7,89 abcde	250,0 abcdef	21,27	63,28	7,76
O1536	nulla	0,79 abc	9,11 cdefghi	227,5 abcdef	18,81	81,87	5,44
	fél	0,90 ab	10,22 efghij	305,0 cdef	17,23	82,13	5,45
	egész	0,79 abc	8,17 abcdefg	312,5 cdef	17,39	70,17	6,72
OO35	nulla	0,87 abc	10,72 hij	185,0 abcd	19,38	82,34	5,99
	fél	0,85 abc	12,39 jk	182,5 abcd	19,90	81,95	6,22
	egész	0,91 bc	12,39 jk	335,0 ef	24,46	64,84	6,64
Pannónia	nulla	0,76 ab	6,61 ab	167,5 abc	20,00	76,87	6,44
	fél	0,78 abc	6,89 abc	125,0 a	18,84	87,31	6,03
	egész	0,71 ab	5,94 a	167,5 abc	24,36	68,20	7,07

A különböző betűk a genotípusok és kezelések közötti szignifikáns különbséget jelzik.  $P < 0,05$  szinten, Duncan teszt alapján

A **lomb tömege** genotípustól és N-kezeléstől függően 125g (White Lady és Pannónia N $\frac{1}{2}$ ) és 345g (Lorett N0) között változott, ezek a kezeléskombinációk adtak szignifikáns eltérést a többi kombinációhoz képest. A növekvő N-műtrágya adagok hatására a **lomb nyersfehérje tartalma** is nőtt, valamennyi vizsgált genotípusban (*1. táblázat*). A legalacsonyabb értéket a 01.536 N $\frac{1}{2}$  esetében mértük (17,23%), a legmagasabbat a 00.35 N1 kezelésben (24,46%).

Jelen munkában a felvett **nitrogén hasznosulásának hatékonyságát** (NUtE) értékeljük, melyet a növény által szintetizált összes szárazanyag és a növény által felvett összes nitrogén hányadosaként számítunk.

A leggyengébb nitrogén hasznosulást az N1 kezeléseknél kaptuk, a 00.326 vonal, a Desirée és a White Lady NUtE értéke 63,5 körül alakult. **A legkedvezőbb értékeket minden vizsgált fajta esetében a féladagú N-kezelések adták**, a Pannónia és a Lorett esetében kaptunk 87% fölötti értéket. Ezek az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy felül kell vizsgálni a szokáson alapuló N-műtrágya alkalmazását, a N $\frac{1}{2}$  kezeléséhez képest a többletköltség nem térül meg terméstöbbletben.

Összegzésként megállapíthatjuk, hogy a vizsgált burgonya genotípusok N-kezelésre adott eltérő reakciója mind a tövenkénti gumószámban, mind a termés mennyiségében és a gumók nyersfehérje tartalmában megmutatkozott. Ez lehetőséget ad arra, hogy kiválasszuk a legjobb N hasznosító képességgel rendelkezők fajtákat, illetve a jövőben nemesítési programot indítsunk javított N-hasznosító képességű fajták előállítására érdekében.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a GOP-1.1.1.-07/1-2008-0084 pályázat támogatásával készült.

### Irodalom

- Doney, S. C. (2010.): The Growing Human Footprint on Coastal and Open Ocean Biogeochemistry. Review, *Science* **328**, 1512.
- Galloway, J. N.: 2006. The Global Nitrogen Cycle: Changes and Consequences. AMS Environmental Science Seminar Series, p.35. <http://www.ametsoc.org/atmospolicy>
- Németh T. (2003.): A nitrogéntrágyázás és környezetvédelmi megítélése az EU-ban. Gyakorlati AGROFÓRUM. 14. évf., 3. szám.
- O'Brien, M. - Mullins, E. (2008.): Relevance of genetically modified crops in light of future environmental and legislative challenges to the agri-environment. *Annals of Applied Biology*, ISSN 0003-4746. p.3.
- Sattelmacher, B., F. Klotz, and H. Marschner. 1990: Influence of the nitrogen level on root growth and morphology of two potato varieties differing in nitrogen acquisition. *Plant and Soil* **123**: 131–137.
- Zebbarth, B. J., Tai, G., Tarn, R., de Jong, H. and Milburn, P. H. 2004. Nitrogen use efficiency characteristics of commercial potato cultivars. *Can. J. Plant Sci.* **84**: 589–598.

## BÚZA/ÁRPA INTROGRESSZIÓS VONALAK ELŐÁLLÍTÁSA A 2C GAMETOCID RENDSZER FELHASZNÁLÁSÁVAL

ICSÓ DIÁNA, LINC GABRIELLA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Kísérleteinkben az 'Asakaze komugi'/'Manasz' búza/árpa 4H diszómás addíciós vonalakat a 'Chinese Spring'/*Aegilops cylindrica* 2C addíciós vonallal kereszteztük és fluoreszcens *in situ* hibridizációval (GISH, FISH) vizsgáltuk az utódokban a kromoszóma átrendeződések előfordulását.

A búza genomban az árpa kromoszómák jelenlétét genomikus *in situ* hibridizációval (GISH) mutattuk ki, melyhez teljes árpa genomi DNS-t jelöltünk. Az *Aegilops cylindrica* Host ( $2n = 4x = 28$ , D<sup>c</sup>D<sup>c</sup>C<sup>c</sup>C<sup>c</sup>) kromoszómák kimutatásához a C<sup>c</sup> genom donor *Aegilops caudata* L. ( $2n = 2x = 14$ , CC) teljes genomi DNS-ét jelöltük. Fluoreszcens *in situ* (FISH) hibridizáció segítségével 4HS-4AL és 4HS-4BL centrikus fúziókat azonosítottunk repetitív DNS próbák alkalmazásával (pSc119.2, Afa family, pTa71).

**Kulcsszavak:** búza/árpa transzlokáció, gametocid kromoszóma, kromoszóma átrendeződés

## PRODUCTION OF WHEAT/BARLEY INTROGRESSION LINES BY USING THE 2C GAMETOCID SYSTEM

D. ICSÓ, G. LINC, M. MOLNÁR-LÁNG

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The 'Asakaze komugi'/'Manas' wheat/barley 4H disomic addition line has been crossed with the 'Chinese Spring'/*Aegilops cylindrica* 2C addition line and the progenies were examined with fluorescence *in situ* hybridization (GISH, FISH) in order to identify chromosome rearrangements.

The barley chromosomes were detected by genomic *in situ* hybridization (GISH) using labelled total genomic barley DNA. In order to visualize the 2C chromosome of the *Aegilops cylindrica* Host ( $2n = 4x = 28$ , D<sup>c</sup>D<sup>c</sup>C<sup>c</sup>C<sup>c</sup>), C<sup>c</sup> genome donor *Aegilops caudata* L. ( $2n = 2x = 14$ , CC) genomic DNA was used as labelled probe. The 4HS-4AL and 4HS-4BL centric fusions were detected by means of fluorescence *in situ* hybridization (FISH) using repetitive DNA probes (Afa family, pSc119.2, pTa71).

**Key words:** wheat/barley translocation, gametocid chromosome, chromosome rearrangement



## Bevezetés

A búza rokonsági köréhez tartozó termesztett és vad fajok számos, agronómiailag hasznos tulajdonsággal rendelkeznek, kiváló alapul szolgálva a nemesítés számára. Faj- és nemzetségkeresztezésekkel létrehozott hibridekből további kromoszóma manipulációval a kedvező tulajdonságokért felelős kromoszóma szegmentumokat beépíthetjük a hexaploid búza genomjába (Lángné Molnár, 2006).

A kromoszómák törése és újraegyesülése természetes jelenség a sejtosztódás során. Mesterségesen, különböző fizikai illetve kémiai mutagének alkalmazásával indukált kromoszómatörések hozhatók létre. Idegen fajú transzlokációkat genetikai módszerekkel is kiválthatunk: a homeológ kromoszómák párosodását gátló, 5B kromoszóma hosszú karján lokalizált Ph1 gén működésének elnyomásával, illetve kiiktatásával (Riley and Law, 1965). Endo (1988) leírta, hogy az *Aegilops cylindrica* kromoszómák átrendeződéseket és deléciókat hoznak létre a búza genomban. Később bizonyította, hogy az *Ae. cylindrica* 2C kromoszómáján helyezkedik el a gametocid (Gc) gén, mely a szerkezeti változásokért felelős (Endo, 1996). Három *Aegilops* genomból (C, S, M) származó különböző Gc géneket sikerült eddig azonosítani, melyek hatékony kromoszóma manipulációs eszköznek bizonyulnak a búzában (Endo, 2007). A különböző Gc kromoszómákat tartalmazó addíciós vonalakat idegen fajú addíciós vonalakkal keresztezve új búza/rozs, búza/árpa transzlokációkat sikerült létrehozni (Friebe et al., 2000, Shi et al., 1999).

A Martonvásáron előállított 'Asakaze komugi'/'Manasz' búza/árpa diszómás addíciós vonalakkal a gametocid gén felhasználásával, a búza/*Aegilops cylindrica* 2C diszómás addíciós vonallal végzett keresztezésekkel búza-árpa transzlokációkat kívánunk előállítani. A korábbi vizsgálatoktól eltérően egy agronómiai szempontból kedvező tulajdonságokat hordozó, a közép-európai viszonyokhoz jól alkalmazkodott 'Manasz' őszi árpa fajtával előállított addíciós vonalakat használjuk fel a keresztezésekhez. Várható a 'Manasz' árpából kedvező tulajdonságokat hordozó kromoszóma szegmentumok beépítése a búza genomjába.

## Anyag és módszer

Kísérleteinkben 'Asakaze komugi'/'Manasz' búza/árpa 4H diszómás addíciós vonalakat (Molnár-Láng et al., 2012) kereszteztük a 'Chinese Spring'/*Aegilops cylindrica* 2C addíciós vonallal és *in situ* hibridizációval (GISH, FISH) vizsgáltuk az utódokban a kromoszóma átrendeződések előfordulását.

A kromoszóma preparátumok készítése gyökércsúcsból és a genomikus *in situ* hibridizáció (GISH) a Linc et al. (1999) által leírt módon történt. A próbaként használt teljes árpa genomi DNS-t digoxigenin-11-dUTP-vel, az *Aegilops caudata* L. ( $2n = 2x = 14$ , CC) genomi DNS-t biotin-16-dUTP-vel jelöltük Nick translációval. Blokkoló DNS-ként jelöletlen búza genomi DNS-t alkalmaztunk 1:50 arányban. A hibridizációs jeleket anti-digoxigenin-Rhodamine (Roche) és streptavidin-FITC (Roche) felhasználásával tettük láthatóvá. A kontrasztfestés 1 $\mu$ g/ml DAPI-

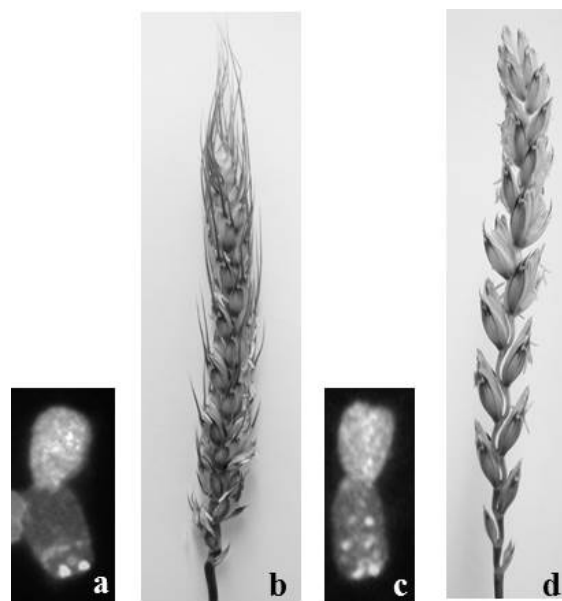
## BÚZA/ÁRPA TRANSZLOKÁCIÓK ELŐÁLLÍTÁSA

val (4',6-diamidino-2-phenylindole) történt. A genomspecifikus hibridizációs jelek rögzítése (Zeiss Axioskop-2 fluoreszcens mikroszkóp, Spot CCD camera) majd lemosása után a preparátumokhoz repetitív próbákat hibridizáltunk (Afa family, pSc119.2, pTa71). A pSc119.2 próbát biotinnal, az Afa-family próbát digoxigeninnel, a pTa71 próbát 50-50% biotinnal és digoxigeninnel jelöltük. A FISH egyes lépései megegyeztek a GISH során alkalmazottakkal.

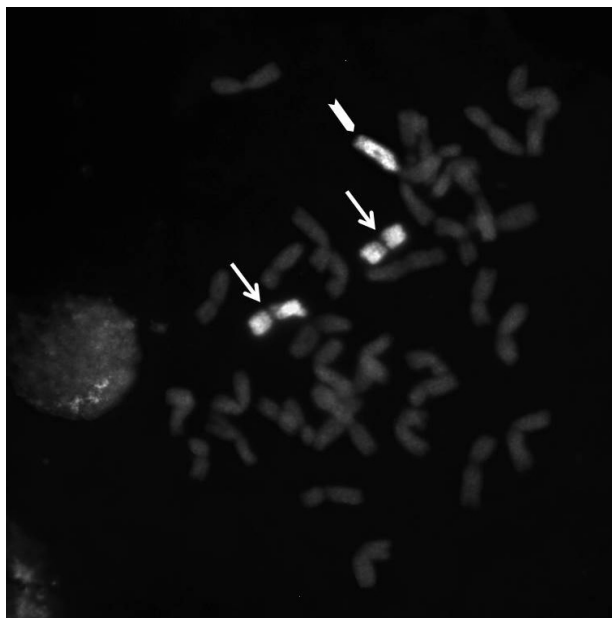
### Eredmények és következtetések

Az 'Asakaze komugi'/'Manasz' 4H diszómás addíciós vonalat 'Chinese Spring'/'*Aegilops cylindrica* 2C addíciós vonallal keresztezve az 50 vizsgált utód közül 19 növényben a várt 21 búza<sup>II</sup> + 1 árpa<sup>I</sup> + 1 *Ae. cylindrica*<sup>I</sup> genomösszetételt azonosítottuk és 6 növényben búza/árpa transzlokációkat figyeltünk meg az *Ae. cylindrica* 2C kromoszóma mellett. Ezekbe a vonalakba a 'Manasz' árpafajta 4H kromoszómájának szegmentumai épültek be a búzába. Fluoreszcens *in situ* (FISH) hibridizáció segítségével 4HS-4AL és 4HS-4BL centrikus fúziós kromoszómákat azonosítottuk (1. ábra).

A 21 búza<sup>II</sup> + 1 árpa<sup>I</sup> + 1 *Ae. cylindrica*<sup>I</sup> genomösszetételű növényeket a búza/árpa 4H addíciós vonallal visszakeresztettük. A visszakeresztésekből származó 98 növény között 7-ben mutattunk ki 42 búza + 2 árpa + 1 *Ae. cylindrica* kromoszómát. (2. ábra).



1. ábra Búza-árpa transzlokációs kromoszómák (a, c) és a növények kalászai (b,d). A 4HS-4AL (a) és 4HS-4BL (c) centrikus fúziós vonalak szomatikus kromoszómái. A pSc119.2 próbát sötétebb, míg az Afa family próbát világosabb sávok jelölik.



2. ábra Árpa és *Aegilops cylindrica* kromoszómák kimutatása GISH-el.  
Az árpa kromoszómapárt nyilak jelölik, az *Ae. cylindrica* kromoszómát sávníll jelöli. A búza kromoszómák jelöletlenek maradtak.

A továbbiakban ezeket a növényeket öntermékenyítjük és búza/árpa transzlokációk előfordulását vizsgáljuk. Azon növények utódaiban várható kromoszóma átrendeződések, ahol a 2C kromoszóma eliminálódik.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a EU-FP7 W032 – The EU WHEALBI Project: Wheat and Barley Legacy for Breeding Improvement pályázat támogatta.

### Irodalom

- Endo, T.R. (1988) Induction of chromosomal structural changes by a chromosome *Aegilops cylindrica* L. in common wheat. *J. Heredity*, **79**, 366-370.
- Endo, T.R. (2007): The gametocidal chromosome as a tool for chromosome manipulation in wheat. *Chromosome Res.*, **15**, 67-75.
- Endo, T.R., Gill, B.S. (1996): The deletion stocks of common wheat. *J. Heredity*, **87**, 295-307.
- Friebe, B., Kynast, R.G., Gill, B.S. (2000): Gametocidal factor-induced structural rearrangements in rye chromosomes added to common wheat. *Chromosome Res.*, **8**, 501-511.
- Linc, G., Friebe, G.B., Kynast, R.G., Molnar-Lang, M., Köszegi, B., Sutka, J., Gill, B.S. (1999): Molecular cytogenetic analysis of *Aegilops cylindrica* Host. *Genome*, **42** (3): 497-503.

## BÚZA/ÁRPA TRANSZLOKÁCIÓK ELŐÁLLÍTÁSA

---

- Lángné Molnár Márta: Idegen fajú addíciók, szubsztitúciók és transzlokációk létrehozása a búzában (2006) Szerk.: Dudits Dénes *A búza nemesítésének tudománya - A funkcionális genomikától a vetőmagig*, Szeged: Winter Fair Kft., 2006. pp. 33-43. (ISBN:963-87189-2-7)
- Molnár-Láng, M., Kruppa, K., Cseh, A., Bucsi, J., Linc, G. (2012): Identification and phenotypic description of new wheat – six-rowed winter barley disomic additions. *Genome*, **55** (4): 302-311.
- Riley, R, Law, C.N. (1965): Genetic variation in chromosome pairing. - *Adv. Genet.*, **13**, 57-114.
- Shi, F., Endo, T.R. (1999): Genetic induction of structural changes in barley chromosomes added to common wheat by a gametocidal chromosome derived from *Aegilops cylindrica*. *Genes Genet. System*, **74**, 49-54.

## CIROK VONALAK ÉRTÉKELÉSE

JÓVÉR JÁNOS, CZIBALMOS ÁGNES, PUSKÁS ÁRPÁD, GYŐRI ZOLTÁN

Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutató Intézet, Karcag

A cirok a világ szántóföldi vetésterületén az 5. helyet foglalja el. Hazánkban vetésterülete 3 500-7 500 ha között változott az utóbbi évtizedekben. Termésátlaga csak 2-2,2 t/ha, ami indokolja a terméspotenciál növelésére irányuló nemesítési tevékenységet. Annak érdekében, hogy a termőképesség növekedését elérjük, mindenképp indokolt a különféle nemesítési alapanyagok tulajdonságainak ismerete, ugyanis ezen ismeretek tükrében a nemesítő képes kiválogatni azokat az ígéretes vonalakat, amelyek egy-egy kedvező keresztezési kombinációval kecsegtetnek. Munkánkban a Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutató Intézetében lévő szemescirok nemesítési alapanyagok közül 150 cirok vonal terméspotenciáljának értékelését végeztük el. A vizsgált vonalak esetében meghatároztuk az átlagos bugatömeget, a bugákban lévő átlagos magtömeget, a kicséplési százalékot, az ezermagtömeget valamint a bugákban lévő szemek átlagos számát. Méréseink alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált vonalak esetében 27,25 g az átlagos bugatömeg, amelyben 19,41 g ezermagtömeg mellett átlagosan 917 szem található.

**Kulcsszavak:** szemescirok, hozam, cirok vonalak, ciroknemesítés

## ASSESSMENT OF SORGHUM LINES

J. JÓVÉR, Á. CZIBALMOS, Á. PUSKÁS, Z. GYŐRI

University of Debrecen CAS Research Institute of Karcag, Karcag

Sorghum is the fifth major cereal in terms of the world's production areas. In the past decades, the production area of sorghum was 3500-7500 ha in Hungary. The average yield is 2-2,2 t/ha, which necessitates plant breeding aiming the increase of the yields. Investigations focusing on the increase of yields can be fundamental in sorghum breeding. In order to reach this goal, it is indispensable to know the main characteristics of the breeding stocks. By this knowledge the plant breeder can select those kinds of lines which are prospective to make favourable crossings. In our experiment the yield potential of 150 sorghum lines of the Karcag Research Institute of University of Debrecen have been evaluated. Within the evaluation, the weight of the panicles, the weight of seeds in a panicle, the trashing percent, the thousand kernel weight and the average number of seeds in a panicle were determined. According to the results, in the case of the studied lines, the average panicle weight was 27.25 g and thousand kernel weight was 19.41 g, while the average number of seeds was 27.25 g.

**Key words:** grain sorghum, yield, sorghum lines, sorghum breeding

### Bevezetés

A cirok egy C4-es növény, amelynek géncentruma feltehetően Észak-Afrika. Vetésterülete meghatározó, hiszen a világon az ötödik legnagyobb vetésterülettel bíró gabonaféle. Széleskörű felhasználása ismert, élelmiszer, takarmány és ipari alapanyag formájában egyaránt elterjedt.

A FAO adatai alapján a szemescirok termésátlaga a világon 1,3 t/ha körül alakult az elmúlt években, míg ez az érték Európában 3,9 t/ha-ra tehető. Hazai termésátlagaink 2,1 t/ha értékkel jellemezhetőek, így - bár termésátlagaink meghaladják a világátlagot – az európai hozamok tekintetében lemaradásaink vannak. Az ilyen fejlesztések egyik eszköze az agrotechnikai korszerűsítéseken túl, a növénynemesítés.

A ciroknemesítés egyik alapvető eszköze a heterózis nemesítés. Ilyenkor nem fajtákat, hanem beltenyésztett törzseket keresztezünk, annak érdekében, hogy a hibrid vigor által a szülők teljesítményét meghaladó egyedeket állítsunk elő (*Bálint* 1966). Beltenyésztett vonalak rákeresztelési kísérletében egyes törzsek az átlagot 70 %-kal meghaladó, míg más törzsek 70 % alatti heterózishatást mutattak (*Barabás* 1961). A heterózishatást cirokban először *Corner és Karper* (1927) írta le, amelyet követően *Argikar és Chavan* (1957) 26-201 %-os növekedést állapítottak meg a szemtermés mennyiségében és az ezermagtömegben a heterózishatás eredményeként.

Bányai (1967) hibridek terméspotenciáljának értékelését végezte el, ahol meghatározta a bugatömeget, a bugában lévő szemek tömegét, a kicséplési százalékot és az ezermagtömeget. Eredményeiben a buga tömegek 19 és 111,8 g között, a kicséplési % értéke 14,7 és 33,5 % között változtak 24,4 átlagos ezermagtömeg mellett.

Annak érdekében, hogy a hozamok növelésére irányuló nemesítés eredményességét elősegítsük, elengedhetetlen a nemesítési anyagok pontos ismerete. Munkánkban 150, a beltenyésztési minimumot elért cirokvonal terméspotenciáljának értékelését végeztük el. Az egyes vonalakra jellemző átlagos, termőképességet leíró paraméterek meghatározása által értékeltük a 150 vonal jellemzőit.

### Anyag és módszer

Munkánkhoz az alapanyagot a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Karcagi Kutató Intézetének Növénynemesítési Osztályának cirok tenyészkertje adta, amelyet 2012-ben réti csernozjom talajon vetettünk el. A vizsgálati év tenyészidőszakában 233,8 mm csapadék esett, az éves átlaghőmérséklet pedig meghaladta az 50 év átlagában számított 10°C-os éves átlaghőmérsékletet, így az adott év aszályosnak tekintendő. A tárgyévben 150 beltenyésztett cirokvonal vizsgálatát végeztük el terméspotenciáljuk értékelésére. A 150 cirok vonal bugái – az összevirágzás elkerülése végett – szigetelő zacskók alatt teremtek, ami a termésképződést negatív befolyásolja (pl. hiányosabb termékenyülés). A vizsgálatok során minden egyes vonalból a statisztikai megbízhatóság érdekében három bugát takarítottunk be a mérések elvégzésére. A mérések során meghatároztuk az adott vonalakra jellemző átlagos bugatömeget, a bugában lévő szemek tömegét, valamint az ezermagtömeget. A mérések alapján kiszámoltuk az átlagos bugánkénti szemszámot, valamint meghatároztuk a kicséplési %-ot. A mutató kiszámítása Bányai (1967) nyomán az alábbi képlet segítségével történt:

$$K = \frac{(B-sz) \times 100}{B}$$

## CIROK VONALAK ÉRTÉKELÉSE

ahol:

K = kicséplési %

B = átlagos bugatömeg

sz = a szemek átlagos tömege a bugában

A méréseket követően meghatároztuk a mért paraméterek legfontosabb statisztikai mutatóit, valamint a mérési és számítási eredmények gyakorisági eloszlását. Az adatfeldolgozást és a számításokat MS Office Excel, illetve R szoftver segítségével végeztük el (R Core Team, 2012).

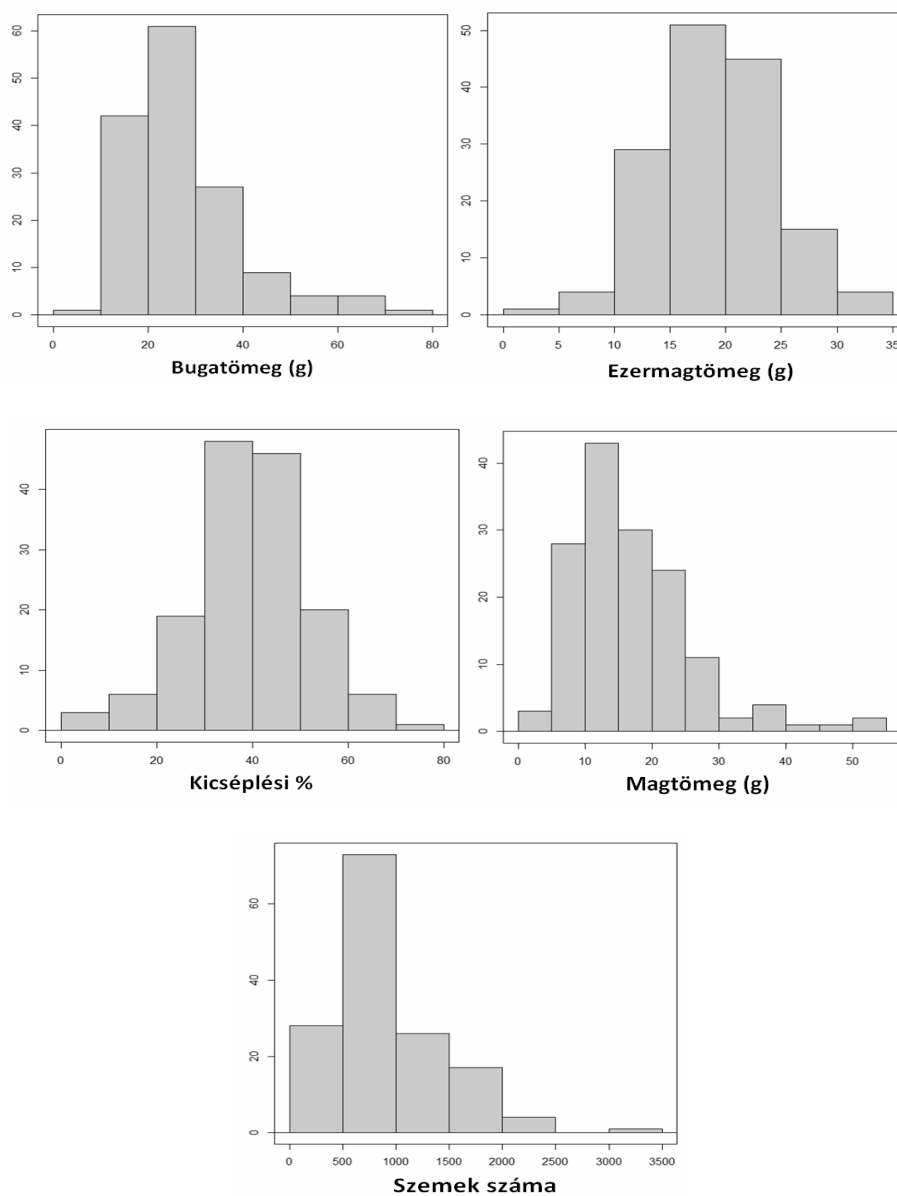
### Eredmények és következtetések

A mérési és a számítási eredmények alapján elmondható, hogy a vizsgált 150 beltenyészett szemescirok vonal átlagos bugatömege 27,25 g, amelyből 39,52 %-os átlagos kicséplési-százalék mellett 16,85 g szemtermés nyerhető ki. Az ezermagtömeg átlagos értéke 19,41 volt, 917 átlagos bugánkénti szemszám mellett. A vizsgált cirokvonalak esetében megállapítható, hogy minden vizsgált tulajdonság esetében igen széles határok között változtak az értékek, ami a vonalak közötti genetikai variabilitásnak köszönhető. Erről tanúskodik az igen magas terjedelem, valamint a szórás és variancia értékek is, amelyek az átlagtól való eltérést jellemzik.

1. táblázat A mérési és számítási eredmények fontosabb statisztikai mutatói

	Bugatömeg (g)	Magtömeg (g)	Kicséplési %	Ezermagtömeg (g)	Szemszám
Minimum	8,40	3,00	5,86	4,00	142,86
Maximum	71,40	51,20	72,93	33,00	3413,33
Terjedelem	63,00	48,20	67,07	29,00	3270,48
Medián	24,26	15,10	39,78	19,00	822,73
Átlag	27,25	16,85	39,52	19,41	917,66
Szórás	12,03	8,91	12,06	5,40	509,55
Variancia	144,81	79,32	145,38	29,12	259646,11

A nagy szóródás mutatók ellenére az átlagok nem mutattak hamis képet a vizsgálati sokaságról, hiszen minden vizsgálati kategóriában a nagyság szerint sorrendbe tett elemek középső értéke az átlaghoz közeli érték volt. Ebből adódóan az értékek a számtani átlag felé konvergáltak, amit az egyes paraméterek esetében mért értékek gyakorisági eloszlása is alátámaszt (1-5. ábra). Tekintettel arra, hogy minden vizsgálati paraméter esetében a számtani átlag a medián és a módusz is egymáshoz közeli értéket vettek fel, elmondható, hogy az értékek normál eloszlásúak, vagy ahhoz közeli torz eloszlásúak. Az ezermagtömeg és a kicséplési % hisztogramjain jól látható a normáleloszlásra jellemző haranggörbe jelleg, míg a bugatömeg, a magtömeg és szemek számát illetően a hisztogram baloldali aszimmetriát mutat.



1-5. ábra A vizsgált paraméterek eredményeinek gyakorisági eloszlása

Mind az öt vizsgálati paraméter esetén talákoztunk az átlagnál lényegesen kedvezőbb értékekkel bíró vonalakkal, amelyek adott esetben, egy-egy sikeres keresztezési kombináció lehetőségét is magukban hordozzák. Bár a vizsgált



egyedek izoláló zacskó alatt teremtek, így eredményeik elmaradtak nagyüzemi szinten, egymástól izoláltan vetett egyedekétől, gyakran tapasztaltuk, hogy egy-egy vonal, amelyik valamely tulajdonságban kiemelkedő (pl: ezermagtömeg), az egy másik tulajdonságban (pl: a szemek átlagos mennyisége a bugában) gyengébben teljesít. Ebből adódóan egy adott egyed termőképességét számos tulajdonság határozza meg illetve befolyásolja.

A bugában található szemek száma, és tömege közötti regresszió  $R^2=0,655$  alátámasztotta az egyértelműen szoros kapcsolatot a két paraméter között, mégis a viszonylag alacsony  $R^2$  érték arra enged következtetni, hogy az adott egyed ezermagtömege is nagymértékben hozzájárul a hozamok alakulásához. Akadtak természetesen olyan vonalak is, amelyek eredményei minden vizsgálati paraméterben meghaladták az átlagot. Ezek a vonalak alapját képezik a jövőbeni nemesítési tevékenységnek, annak érdekében, hogy az adott szempontok alapján kiemelkedő kombinációkat állíthassunk elő.

### Irodalom

- Argikar, G.P., Chavan, V.M. (1957): A study of heterosis in sorghum. *Indian Journal of Genetics*, **17**, 63-72.
- Bálint A. (1966): Mezőgazdasági növények nemesítése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Bányai L. (1967): Cirok fajtagyűjteményben végzett morfológiai és fenológiai vizsgálatok eredményei. *Agrobotanika IX*, 155-170.
- Barabás Z. (1961): A magyarországi hímsteril-hybrid takarmánycirok-nemesítés jelenlegi állása. MTA Kut. Int. Tudományos Konferencia Martonvásár. MTA Budapest p. 333-334.
- Corner A.B., Karper R.E. (1927): Hybrid vigour in sorghum. *Texas Agricultural Experimental Station. Bull.*, p.359.
- R Core Team (2012): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

## A BÚZA 5A KROMOSZÓMÁJA ÁLTAL BEFOLYÁSOLT METABOLIT VÁLTOZÁSOK A HIDEGHEZ VALÓ ALKALMAZKODÁS ÉS A VEGETATÍV/GENERATÍV ÁTMENET IDEJÉN

JUHÁSZ ZSÓFIA<sup>1</sup>, BOLDIZSÁR ÁKOS<sup>2</sup>, KOCSY GÁBOR<sup>2</sup>, MARINCS FERENC<sup>1,2</sup>,  
GALIBA GÁBOR<sup>2</sup>, BÁNFALVI ZSÓFIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NAIK Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet, Gödöllő

<sup>2</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A metabolomika, azaz nagyszámú metabolit egyidejű meghatározása, a növények fenotipizálásának és diagnosztizálásának egyre fontosabb eszköze. Ezt az eszközt használtuk fel arra, hogy megtudjuk, milyen metabolikus változások jellemzik a búzát a hideghez való alkalmazkodás és a vegetatív/generatív átmenet idején illetve, hogy mennyire köthetők ezek a változások az 5A kromoszómához. A vizsgálatokat GC-MS készülékkel végeztük, amivel 47 metabolit változását tudtuk követni a *Triticum monococcum* és vernalizációs mutánsa valamint három eltérő fagyállóságú *Triticum aestivum* genotípus hajtásaiban és bokrosodási csomóiban. A kapott adatokat MANOVA statisztikai programmal elemeztük. A hideg kezelés általánosságban emelte, míg a vegetatív/generatív átmenet csökkentette a metabolitok mennyiségét, amire az 5A kromoszóma komplex hatással volt.

**Kulcsszavak:** búza, fagyállóság, metabolomika, vernalizáció

## CHROMOSOME 5A-DEPENDENT CHANGES IN METABOLITE PROFILE DURING COLD ACCLIMATION AND THE VEGETATIVE/GENERATIVE TRANSITION IN WHEAT

Z. JUHÁSZ<sup>1</sup>, Á. BOLDIZSÁR<sup>2</sup>, G. KOCSY<sup>2</sup>, F. MARINCS<sup>1</sup>, G. GALIBA<sup>2</sup>,  
Z. BÁNFALVI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NARIC Agricultural Biotechnology Institute, Gödöllő

<sup>2</sup>Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research of HAS, Martonvásár

Metabolomics approaches enable the parallel assessment of the levels of a broad range of metabolites and have been documented to have great value in both phenotyping and diagnostic analyses in plants. The tool of metabolomics was used to characterise wheat at metabolite level upon cold acclimation and transition from vegetative to generative phase. Relation of changes to chromosome 5A was investigated. The analysis was carried out by GC-MS resulting in detection of 47 metabolites in shoots and crowns of *Triticum monococcum* and its vernalization mutant as well as in three *Triticum aestivum* genotypes differing in frost tolerance. Data were analysed by the statistic program MANOVA. Broadly, the cold treatment elevated, while the vegetative/generative transition decreased the amounts of metabolites. A complex influence of chromosome 5A on metabolism was demonstrated.

**Key words:** wheat, frost tolerance, metabolomics, vernalization

## Bevezetés

A pázsitfűfélékhez tartozó gabonafélék a trópusoktól a sarkkörökig, a tengerparti területektől a magas hegységekig mindenütt megtalálhatók. A mérsékelt égövi gabonafélék - növekedési típusuk alapján - lehetnek tavasziak, illetve ősziak. Ahhoz, hogy az őszi jellegű gabonák virágozzanak nélkülözhetetlen egy hosszan tartó hideg periódus (vernalizáció), míg a tavasziak vernalizáció nélkül is virágoznak. Régóta ismert, hogy az őszi gabonák fagyűrőbbek a tavasziaknál. Az őszi jelleg a téli fagyok túlélésének a záloga, ugyanis az ilyen növények vegetatív állapotban maradnak a tél folyamán. Több hetes hidegkezelés után, mikor a hajtáscsúcs elkezd differenciálódni (generatív átmenet) a vernalizációs igényt meghatározó gén (*VRNI*) expressziója megnő, ugyanakkor a hideg által indukált gének (*COR* gének) expressziója csökken (Fowler *et al.* 1996). Fagytesztekkel igazolták, hogy ezzel egyidőben a növények elvesztik a fagyállóságukat. Ez alapján feltételezték, majd igazolták is, hogy a két rendszer között kölcsönös regulációs kapcsolat van (Fowler és Limin 2004, Dhillon *et al.* 2010).

A diploid kromoszóma készlettel rendelkező *Triticum monococcum* (alakor) az egyik legősibb termesztett búzafajta. A *VRNI* gént is érintő, ionsugárzással létrehozott deléciós mutánsa (mvp) homozigóta formában nem virágzik (Shitsukawa *et al.* 2007). A *T. monococcum* és a nagy gazdasági jelentőségű allohexaploid (AA BB DD) kenyérbúza (*T. aestivum*) „A” kromoszómaszerelvénye ugyanattól a diploid őstől származik (Peterson *et al.* 2006). Az 5A kromoszómán számos olyan fontos gén található, melyek jelentősen befolyásolják a vernalizációs igényt és a fagyállóságot (Galiba *et al.* 1995). A Chinese Spring (CS) fagyérzékeny kenyérbúza fajta 5A kromoszómájának a Cheyenne őszi búzafajta 5A kromoszómájával történt helyettesítése [CS(Ch5A)] növelte, míg a fagyérzékeny *T. spelta*-ból [CS(Tsp5A)] történt helyettesítése csökkentette a CS genotípus fagyállóságát (Veisz és Sutka 1989).

Munkánk célja annak felderítése volt, hogy milyen metabolikus változások jellemzik a búzát a hideghez való alkalmazkodás és a vegetatív/generatív átmenet idején illetve, hogy mennyire köthetők ezek a változások az 5A kromoszómához és a *VRNI* gént is érintő mutációhoz.

## Anyag és módszer

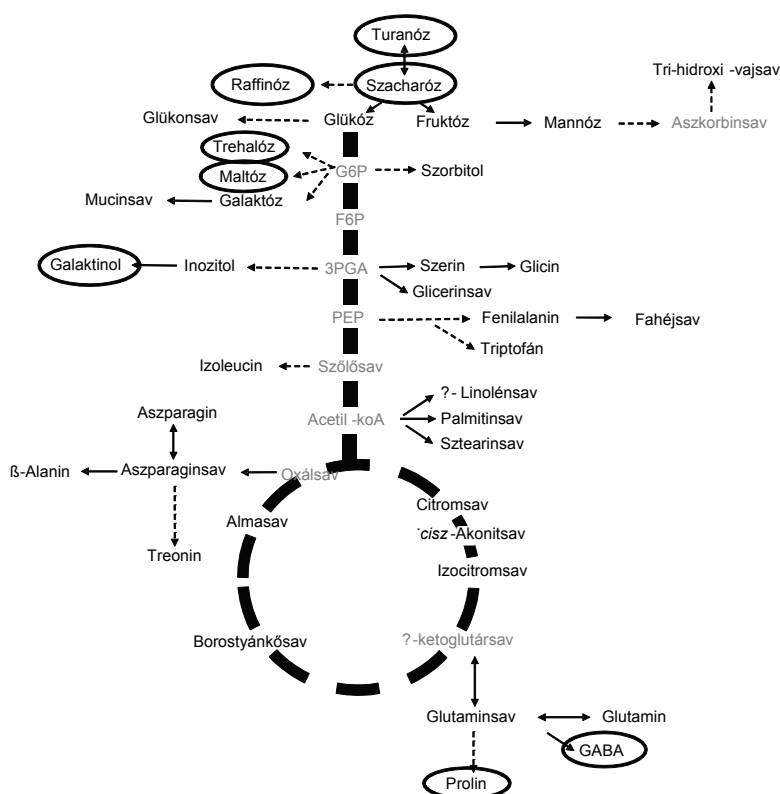
A *T. monococcum*-ot (Tm) és mvp mutánsát, valamint a *T. aestivum* CS fajtát és a belőle származó 5A kromoszóma szubsztitúciós CS(Ch5A) és CS(Tsp5A) vonalakat a martonvásári fitotrónban neveltük. Csírázás után a növénykéket faládákba, földbe ültettük és 20/17°C nappali/éjszakai hőmérsékleten 16 h 260  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  megvilágítás mellett 28 napig neveltük, majd a hőmérsékletet 3°C-ra csökkentettük. A hajtásból és bokrosodási csomóból 14 nap (hidegkezelt vegetatív fázis), 23 nap (kettős befűződés stádiuma) és 35 nap (kalászka kezdemény megjelenése) elteltével mintát vettünk. Kísérletenként 3 párhuzamos mintát gyűjtöttünk, minden minta 8-8 növény hajtását illetve bokrosodási csomóját tartalmazta.

## WHEAT METABOLOMICS

A mintákat folyékony nitrogénben lefagyasztottuk és dörzsmozsárban porítottuk. A kivonatokat *Schauer et al.* (2005) szerint készítettük 100 mg mintából. Az így kivont poláros, kis molekulású vegyületekből N-metil-N-(tri-metil-szilil)-tri-fluoro-acetammal (MSTFA-val) származékot képeztünk, melyet gázkromatográffal összekötött tömegspektrométerrel (GC-MS-sel) analizáltunk. Belső sztenderdként ribitolt adtunk a mintákhoz. A kromatogramon az egyes vegyületeket a NIST 11 tömegspektrum adatbázis segítségével, illetve egyes esetekben autentikus sztenderdekkel azonosítottuk. A kapott adatok elemzésére az SPSS szoftver egy-utas MANOVA programját használtuk.

### Eredmények és következtetések

GC-MS analízissal 47 metabolitot tudtunk detektálni az 5 búza genotípus hajtásaiban és bokrosodási csomóiban, melyek közül 38-at azonosítottunk is (*1. ábra*).



*1. ábra* Búzában detektált metabolitok (fekete betűvel) vázlatos szintézis útja és a hideg hatására akkumulálódó vegyületek (bekarikázva)

Három független növényi tesztet indítottunk. Statisztikai módszerrel megállapítottuk, hogy az egyes fejlődési stádiumokban milyen metabolitok mennyisége változik meg szignifikánsan mindhárom független kísérletben. Hideg kezelés hatására, bár nem minden vonalban és nem egyformán a hajtásban és a bokrosodási csomóban, de általánosságban - akárcsak más növényfajokban (Guy *et al.* 2008) - nőtt a szacharóz, raffinóz, trehalóz, maltóz, galaktinol, GABA és prolin koncentráció (1. ábra). Emellett megemelkedett a turanóz szint is. A turanóz a szacharóz izomerje, melynek - bár jelenlétét több növényfajban is kimutatták GC-MS-sel - szintézise nem bizonyított a növényekben (Roitsch *et al.* 2003). A másik érdekes eredmény a prolinhoz volt köthető. A prolin szint ugyanis, egy kísérlet kivételével, minden vonal hajtásában és bokrosodási csomójában 10-30-szorosára emelkedett 14 nap hidegkezelés után, de a növekedés mértéke nem mutatott korrelációt az egyes vonalak fagyállóságával. Ez látszólag ellentétben áll azzal az általánosan elfogadott nézettel, hogy a prolin mennyisége összefüggésben van a stressztűrő képességgel (Hayat *et al.* 2012). Mi azonban csak egy pillanatnyi állapotot mértünk, miközben a metabolitok mennyisége dinamikusan változik az időben (Vágújfalvi *et al.* 1999). Kamata és Uemura (2004) is azt tapasztalta, hogy nincs minden mérési időpontban korreláció a prolin tartalom és a búzafajták fagyűrése között. Ezzel szemben a galaktinol és szacharóz koncentráció korrelált a fagyűréssel - szintjük nem, vagy csak kis mértékben emelkedett hidegkezelés hatására a legfagyérzékenyebb vonalban, a CS(Tsp5A)-ban.

1. táblázat Jellegzetes metabolitszint változások a vegetatív/generatív átmenet idején

2.

Vonal	Stádium <sup>a</sup>	Szerv <sup>b</sup>	Növekedés	Csökkenés
Tm	H-KB	Hajtás		tri-hidroxi-vajsav, galaktóz, raffinóz
	KB-KK		galaktinol	aszparagin, treonin
mvp	H-KB	Hajtás	galaktinol, szorbitol	
	KB-KK	B. csomó		citrom/izocitromsav, GABA, glicin, tri-hidroxi-vajsav, treonin
CS	H-KB	B. csomó	GABA, tri-hidroxi-vajsav	
CS(Ch5A)	H-KB	Hajtás		almasav, galaktóz, glükóz, izoleucin, inozitol, raffinóz, szacharóz, trehalóz, turanóz
	KB-KK		aszparagin, galaktóz, glükóz, glutamin, izoleucin, prolin, treonin	
CS(Tsp5A)	H-KB	Hajtás	cisz-akonitsav, galaktinol	
		B. csomó		prolin, raffinóz

<sup>a</sup>kettős befűződés idején (H-KB) és a kalászka kezdemény (KB-KK) megjelenésekor; <sup>b</sup>B. csomó = bokrosodási csomó

A kettős befűződésre, azaz a vegetatív/generatív átmenetre, és a kalászka kezdemény megjelenésére legjellemzőbb változásokat az 1. táblázatban tüntettük fel. Sem a hajtásban sem a bokrosodási csomóban nem találtunk olyan vegyületet(eket), amelyik mindegyik vonalban az adott fejlődési stádiumra jellemző módon változott volna. Ezzel szemben számos különbséget detektáltunk a Tm és vernalizációs mutánsa, valamint a CS és 5A kromoszóma szubsztitúciós vonalai között. Mindez arra utal, hogy az 5A kromoszóma komplex módon befolyásolja az anyagcserét és ebben az ezen elhelyezkedő *VRN1* génnek vagy a közelében lévő géneknek is fontos szerepe van.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a CNK-80936 sz. OTKA pályázat támogatásával készült.

### Irodalom

- Dhillon, T., Pearce, S.P., Stockinger, E.J., Distelfeld, A., Li, C., Knox, A.K., Vashegyi, I., Vágújfalvi, A., Galiba, G., Dubcovsky, J. (2010): Regulation of freezing tolerance and flowering in temperate cereals: the *VRN-1* connection. *Plant Physiology*, **153**, 1846-1858.
- Fowler, D.B., Chauvin, L.P., Limin, A.E., Sarhan, F. (1996): The regulatory role of vernalization in the expression of low-temperature-induced genes in wheat and rye. *Theoretical and Applied Genetics*, **93**, 554-559.
- Fowler, D.B., Limin, A.E. (2004): Interactions among factors regulating phenological development and acclimation rate determine low-temperature tolerance in wheat. *Annals of Botany*, **94**, 717-724.
- Galiba, G., Quarrie, S.A., Sutka, J., Morgounov, A., Snape, J.W. (1995): RFLP mapping of the vernalization (*Vrn1*) and frost resistance (*Fr1*) genes on chromosome 5A of wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, **90**, 1174-1179.
- Guy, C., Kaplan, F., Kopka, J., Selbig, J., Hinch, D.K. (2008): Metabolomics of temperature stress. *Physiologia Plantarum*, **132**, 220-235.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M.N., Wani, A.S., Pichtel, J., Ahmad, A. (2012): Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signal Behaviour*, **7**, 1456-1466.
- Kamata, T., Uemura, M. (2004): Solute accumulation in wheat seedlings during cold acclimation: contribution to increased freezing tolerance. *Cryo Letters*, **25**, 311-322.
- Petersen, G., Seberg, O., Yde, M., Berthelsen, K. (2006): Phylogenetic relationships of *Triticum* and *Aegilops* and evidence for the origin of the A, B, and D genomes of common wheat (*Triticum aestivum*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **39**, 70-82.
- Roitsch, T., Balibrea, M.E., Hofmann, M., Proels, R., Sinha, A.K. (2003): Extracellular invertase: key metabolic enzyme and PR protein. *Journal of Experimental Botany*, **54**, 513-524.
- Schauer, N., Zamir, D., Fernie, A.R. (2005): Metabolic profiling of leaves and fruit of wild species tomato: a survey of the *Solanum lycopersicum* complex. *Journal of Experimental Botany*, **56**, 297-307.
- Shitsukawa, N., Ikari, C., Shimada, S., Kitagawa, S., Sakamoto, K., Saito, H., Ryuto, H., Fukunishi, N., Abe, T., Takumi, S., Nasuda, S., Murai, K. (2007): The einkorn wheat (*Triticum monococcum*) mutant, maintained vegetative phase, is caused by a deletion in the *VRN1* gene. *Genes and Genetic Systems*, **82**, 167-170.
- Vágújfalvi, A., Kerepesi, I., Galiba, G., Tischner, T., Sutka, J. (1999): Frost hardiness depending on carbohydrate changes during cold acclimation in wheat. *Plant Science*, **144**, 85-92.
- Veisz, O., Sutka, J. (1989): The relationships of hardening period and the expression of frost resistance in chromosome substitution lines of wheat. *Euphytica*, **43**, 41-45.

## ÁRPAFAJTÁK GENETIKAI DIVERZITÁSA DArT MARKEREK ÉS EGYEDFEJŐDÉSI GÉNALLÉLOK ALAPJÁN

KARSAI ILDIKÓ, KISS TIBOR, VEISZ OTTÓ

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár

168 különböző eredetű és életformájú árpafajta genetikai diverzitását és populáció-szerkezetét elemeztük egyrészt 121 DArT markerre, másrészt az egyedfejlődés meghatározásában szerepet játszó 15 gén szekvencia specifikus markereire (36) alapozva. A fajtakör határozott populáció-szerkezettel rendelkezett. A DArT markerekkel 3 csoportot azonosítottunk, amelyek a kalásztípussal ( $r=-0,73$ ) és az életformával ( $r=-0,27$ ) álltak szoros összefüggésben. A génspecifikus markerek alapján négy elkülönülő csoportra oszlott a fajtakör, ami az életformával ( $r=0,84$ ) és a földrajzi eredettel ( $r=0,27$ ) állt szoros összefüggésben. A Q mátrixok összehasonlításával szoros szignifikáns korreláció volt kimutatható a két módszerrel kapott csoportok között alátámasztva, hogy a fajtakör genetikai diverzitása nagyrészt az egyedfejlődési gének meghatározott allél csoportosulásaira vezethető vissza

**Kulcsszavak:** genetikai diverzitás, populáció-szerkezet, DArT, árpa

## GENETIC DIVERSITY OF BARLEY VARIETIES BASED ON DArT AND ON DEVELOPMENTAL GENE SPECIFIC MARKERS

I. KARSAI, T. KISS AND O. VEISZ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The genetic diversity and population structure of 168 barley cultivars of different geographic origin, growth habit and ear type were determined via the use of 121 DArT markers and 36 sequence specific markers of 15 plant developmental genes. The population proved to be strongly structured. There were 3 groups based on the DArT markers showing significant correlations with the ear type ( $r=-0.73$ ) and growth habit ( $r=-0.27$ ). With the gene specific markers, 4 groups were identified, showing significant correlations with growth habit ( $r=0.84$ ) and geographic origin ( $r=0.27$ ). Comparing the Q matrices, there were highly significant correlations between most of the groups identified by the two methods, underlining the fact that the genetic diversity among 168 barley genotypes was mostly due to the specific allele combinations of the plant developmental genes.

**Key words:** genetic diversity, population structure, DArT, barley

### Bevezetés

Az agronómiai fontos mennyiségi tulajdonságok genetikai meghatározottságának vizsgálatában a két-szülős térképező populációk mellett egyre nagyobb szerepet játszik a nagyszámú fajtát, vonalat tartalmazó gyűjtemények ki-

alakítása és felhasználása a növényfajok esetében is (Waugh *et al.* 2009, Comadran *et al.* 2009). Ezek a sok-fajtás populációk számos előnnyel rendelkeznek a két-fajtás populációkhoz képest. Az előnyök közé tartozik többek között az is, hogy a sok genotípusra visszavezethető széles genetikai diverzitás miatt egyszerre sokkal több lókuszt, és lókuszonként kettőnél több allél azonosítható, lehetővé téve ezek fenotípusos hatásainak egyidejű tanulmányozását a teljes genomra kiterjedő asszociációs vizsgálatokban (Neumann *et al.* 2011, Comadran *et al.* 2011). A genetikai elemzések során azonban alapvető a fajták közti rokonsági viszonyok, valamint a fajtakör szerkezetének meghatározása, mivel e tényezők figyelmen kívül hagyása jelentősen megnöveli a hamis fenotípus - genotípus összefüggések azonosításának gyakoriságát (Comadran *et al.* 2011).

A 168 árpafajta bevonásával indított kísérleteink fő célja az egyedfejlődés környezetfüggő genetikai szabályozásának részletesebb vizsgálata. Ennek részeként meghatároztuk az árpafajta kör környezeti hőmérséklettel szembeni reakciótípusait (Karsai *et al.* 2013). Következő lépésként az LD marker térképre alapozott teljes genomot lefedő asszociációs vizsgálatban meghatározzuk azokat a genetikai komponenseket, amelyek szignifikáns szerepet játszanak a hőmérsékletre adott válaszreakcióban. A genetikai elemzéseket azonban megelőzi a fajtakörünk populáció struktúrájának vizsgálata, amelyet egyrészt a nagyhatású DArT marker rendszerre, másrészt a főbb egyedfejlődési génekben kimutatható allélok gyakoriságaira alapozunk.

### Anyag és módszer

A kísérletbe 168, különböző földrajzi eredetű, eltérő kalász típusú és életformájú árpafajtát vontunk. A DNS minták DArT elemzését a Diversity Arrays Technology -Triticarte- Pty Ltd. CSIRO 1 Wilf Crane Crescent, Yarralumla, ACT 2600, Australia végezte el (Wenzl *et al.* 2006). A populáció-szerkezet vizsgálat céljaira 121 DArT markert választottunk ki oly módon, hogy egyenesen, 5 – 10 cM távolságban fedjék le a teljes árpa genomot és ne legyen köztük szoros kapcsoltság. A fajtákat jellemeztük egyedfejlődési génspecifikus markerekkel is, amelyek magukba foglalták a vernalizációs géneket (*VRN-H1*, *VRN-H2*, *VRN-H3*, *VRT2*), a nappalhossz érzékenység génjeit (*PPD-H1*, *PPD-H2*), a fotoreceptor géncsaládot (*PhyA*, *PhyB*, *PhyC*, *Cry1a*, *Cry1b*, *Cry2*), az FT géncsalád két tagját (*MFT1*, *TFL1*), valamint a *CBF6* transzkripciósfaktort is. Összesen 33 génspecifikus primer párt alkalmaztunk, amely 80 marker allélt eredményezett. A genetikai diverzitás vizsgálathoz a 80 gén marker allélból, 36 egymással szorosan nem kapcsolt marker allélt választottunk ki. A genetikai diverzitást a Statistica 6.0 program főkomponens elemzés moduljával vizsgáltuk. A populáció-szerkezetet (Q paraméterek) mindkét marker adatmátrixra a STRUCTURE (Pritchard *et al.* 2000) program segítségével határoztuk meg. A két marker rendszer alapján meghatározott Q paraméterek összefüggését korreláció analízissel és főkomponens analízissel elemeztük.

### Eredmények és következtetések

A 168 árpafajta genetikai diverzitásának és populáció-szerkezetének 121 DArT markerre alapozott elemzése alapján, a populáción belül három alcsoportot azonosítottunk a STRUCTURE programmal (Q\_DArTpoz). A DArT

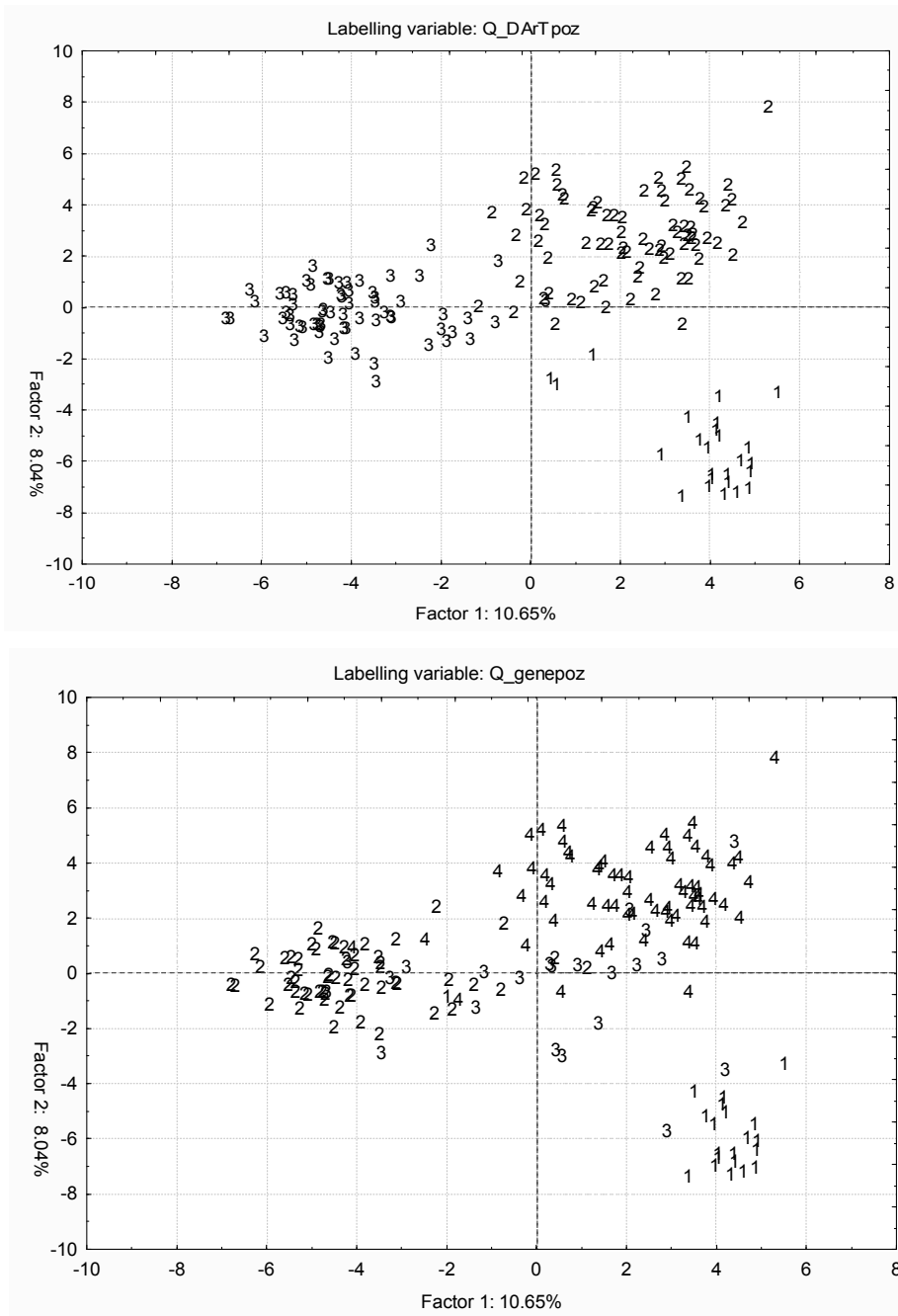


markerek adatmátrixán kivitelezett főkomponens elemzésben már az első két faktor (22,6 kumulált sajátértékkel és 18,7% kumulált variancia hányaddal) alapján e három alcsoport teljesen elkülönült egymástól (1a. ábra). Az alcsoportok a legerősebb korrelációt a kalásztípussal mutatták ( $r = -0,73^{****}$ ), ezt követte az életforma ( $r = -0,27^{***}$ ) és a földrajzi eredet ( $r = 0,17^*$ ). Az 1. csoport (Q1\_DArT) 25, az Egyesült Államokból származó, hat soros tavaszi árpat tartalmazott. A 2. csoportba (Q2\_DArT) 77 különböző eredetű és kalásztípusú fajta tartozott, amelynek jelentős része (72 genotípus) őszi vagy fakultatív életformájú. A 3. csoport (Q3\_DArT) 66 fajtája kevert a származás szerint, de döntő többségük két soros tavaszi árpa volt.

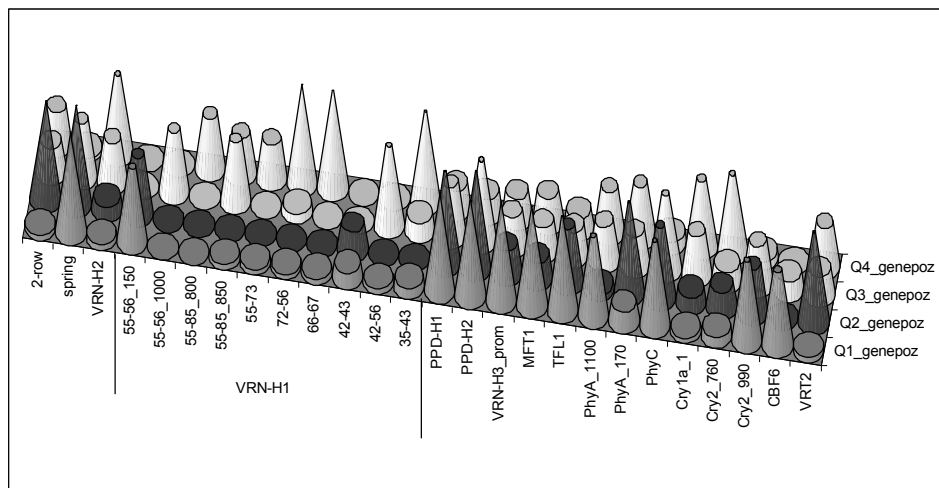
A génspecifikus markerekre alapozott populáció-szerkezet vizsgálat a 168 árpafajta körében 4 csoport jelenlétét mutatta ki (Q\_genepoz). Ebben az esetben a csoport szerkezet az életformával állt a legszorosabb összefüggésben ( $r = 0,84^{****}$ ), míg a csoportok a földrajzi eredettel közepesen ( $r = 0,27^{***}$ ), a kalász típussal csak gyenge szinten ( $r = 0,16^*$ ) korreláltak. A Q1\_gene és a Q2\_gene tartalmazta a tavaszi árpa döntő többségét, a Q4\_gene az őszi és fakultatív fajták gyűjtője volt. Ezzel szemben a Q3\_gene mind a három komponens szempontjából kevert csoportot képezett. A két tavaszi csoport közül a Q1\_gene tartalmazta a hatsoros, míg a Q2\_gene a kétsoros fajtákat (2. ábra). E két csoport jelentősen különbözött egymástól a *VRN-H3* promóter régiójában, valamint az *MFT1*, *PhyA*, *CBF6* és a *VRT2* génekben kimutatott allél gyakoriságaikban is, míg a főbb egyedfejlődési génekben – *VRN-H1*, *VRN-H2*, *PPD-H1*, *PPD-H2* – teljesen hasonlóak voltak. A kevert fajtakört tartalmazó Q3\_gene csoport átmenetinek bizonyult a gén allélgyakoriságaiban a két tavaszi és az őszi csoport között. A *VRN-H1* gén intron 1 szerkezetében azonban egyedi, sajátos mintázatot mutattak, amely teljesen megkülönböztette ezt a csoportot a többi három csoporttól. Az őszi és a fakultatív fajták csoportja (Q4\_gene) nemcsak a *VRN-H1*, *VRN-H2*, *PPD-H1* és *PPD-H2* génekben különbözött a többi csoporttól, hanem a fotoreceptor gének egy részében is (*PhyC*, *Cry1a*, *Cry2*).

A fajták DArT markerekre és a génspecifikus markerekre alapozott csoportba sorolásának rangsorai között összességében nem volt szignifikáns a kapcsolat ( $r = 0,05$ ). A két módszerrel kapott Q mátrixok összehasonlítása esetén azonban szoros szignifikáns korreláció volt kimutatható az egyes csoportok között, amely jól látszik a főkomponens elemzésben is (1. ábra). Q1\_gene szignifikánsan korrelált a Q1\_DArT csoporttal ( $r = 0,93^{****}$ ), a Q2\_gene a Q3\_DArT csoporttal ( $r = 0,90^{****}$ ), míg a Q4\_gene a Q2\_DArT csoporttal ( $r = 0,89^{****}$ ). A Q3\_gene csoportnak nem volt megfelelő DArT csoportja, az e csoportba tartozó fajták viszonylag egyenletesen eloszlottak a 3 DArT csoport között.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a 168 árpafajta gyűjteményünk határozott belső szerkezettel rendelkezik, amelynek jelentős részét az egyedfejlődési gének allél-összetétele már képes kimutatni, vagyis a gyűjteményben meglévő genetikai diverzitás nagyrészt az egyedfejlődési gének meghatározott allél csoportosulásaira vezethető vissza.



1. ábra A vizsgálatba vont árpa genotípusok genetikai diverzitása DArT markerek alapján (a) DArT markerekre, (b) génspecifikus markerekre alapozott csoport-szerkezet feltüntetésével



2. ábra A génspecifikus markerek alapján azonosított árpa csoportok allél összetételeinek gyakoriságai egyes egyedfejlődési génekben

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA NK72913 pályázat támogatta.

### Irodalom

- Comadran, J., Thomas, W.T.B., van Eeuwijk, F.A., et al. (2009): Patterns of genetic diversity and linkage disequilibrium in a highly structured *Hordeum vulgare* association-mapping population for the Mediterranean basin. *Theor Appl Genet*, **119**, 175–187.
- Comadran, J., Russell, J.R., Booth, A., et al. (2011): Mixed model association scans of multi-environmental trial data reveal major loci controlling yield and yield related traits in *Hordeum vulgare* in Mediterranean environments. *Theor Appl Genet*, **122**, 1363–1373.
- Karsai, I., Igartua, E., Casas, A.M., Kiss, T., Soós, V., Balla, K., Bedő, Z., Veisz, O. (2013): Developmental patterns of a large set of barley (*Hordeum vulgare*) cultivars in response to ambient temperature. *Annals of Applied Biol*, **162**, 309–323.
- Neumann, K., Kobiljski, B., Dencic, S., Varshney, R.K., Börner, A. (2011): Genome-wide association mapping: a case study in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Molecular Breeding*, **27**, 37–58.
- Pritchard, J.K., Stephens, M., Donnelly, P.J. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, **155**, 945–959.
- Waugh, R., Jannink, J.L., Muehlbauer, G.J., Ramsay, L. (2009): The emergence of whole genome association scans in barley. *Curr Opin in Plant Biol*, **12**, 218–222.
- Wenzl, P., Carling J, et al. (2004): Diversity arrays technology (DArT) for whole-genome profiling of barley. *PNAS* **101**, 9915–9920.

## SZŐLŐ HOMONÍMÁK DNS SZINTŰ AZONOSÍTÁSA

KEREKES ADRIENN<sup>1</sup>, SZÓKE ANTAL<sup>1</sup>, VERES ANIKÓ<sup>1</sup>,  
TÓTH-LENCSES A. KITTI<sup>1</sup>, KOZMA PÁL<sup>2</sup>, KOCSIS LÁSZLÓ<sup>3</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup>Pécsi Tudományegyetem, Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Pécs

<sup>3</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, Keszthely

A mutációk okozta termés- vagy gyümölcsszín variációkat a kertészeti fajokban, így a szőlőben is Zhukovsky *conculta*-nak nevezte el. A *conculta* olyan csoportot jelent, amelyen belül a fajták csak a bogyó és az őszi lomb színében különböznek egymástól, a többi ampelográfiai bélyegben azonosak. Huszonegy feltételezett *concultaban*, 55 szőlőfajta DNS szintű vizsgálatát végeztük el mikroszatellit és *Myb*-specifikus markerekkel. Az SSR eredmények alapján 11 *conculta*-t különítettünk el, míg 10 olyan csoportot találtunk, amelyben az azonos név homonímának bizonyult. A *conculta*-n belüli genotípusok elkülönítésére az antocián bioszintézisét szabályozó *Myb*-specifikus markereket alkalmaztuk, amelyekkel több *conculta* tagot sikerült megkülönböztetnünk.

**Kulcsszavak:** *conculta*, homonímia, mikroszatellit (SSR), *VvMyb*

## IDENTIFICATION OF GRAPE HOMONYMES WITH MOLECULAR MARKERS

A. KEREKES<sup>1</sup>, A. SZÓKE<sup>1</sup>, A. VERES<sup>1</sup>, A. K. TÓTH-LENCSES<sup>1</sup>, P. KOZMA<sup>2</sup>,  
L. KOCSIS<sup>2</sup>, E. KISS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István University, Institute of Genetics and Biotechnology, Gödöllő

<sup>2</sup>University of Pécs, Research Institute of Viticulture and Enology, Pécs

<sup>3</sup>University of Pannonia, Georgikon Faculty, Department of Horticulture, Keszthely

Regarding horticultural species including grape, fruit colour variations caused by mutation was named as *conculta* by Zhukovsky. The *conculta* consists of varieties that differ from each other only in the colour of autumn leaf and berry; the other ampelographic traits are the same. Out of 21 supposed *concultas*, 55 varieties' DNA analysis was carried out with SSR and *Myb*-specific marker. From the results, we separated 11 *conculta*; furthermore, we found that in the cases of 10 groups, the common names proved to be homonyms of each other. To distinguish the *conculta* members, *Myb*-specific markers were used that regulates the anthocyanin biosynthesis. With these markers we successfully differentiated several members of *conculta*.

**Key words:** *conculta*, homonymy, microsatellite (SSR), *VvMyb*

## Bevezetés

A több évezredek múlta visszatekintő szőlőkultúrát rendkívüli fajtagazdagság jellemzi. A szőlő génforrások megőrzésének és használatának, nemesítési alkalmazásának elengedhetetlen feltétele a genotípusok pontos jellemzése, a homonímák és szinonímák kiszűrése. Gyakran előfordul, hogy egy fajta új területen történő meghonosítása során új nevet kapott (szinoníma), vagy más fajtát ugyanolyan névvel kezdtek termesztani (homoníma). A természetes fajtákban vannak olyan morfológiailag hasonló, csak a bogyó színében eltérő változatok, amelyeknek hasonló az elnevezése. A magyarországi fajtákat Németh Márton csoportokba, ún. *conculták*ba sorolta. Egy fajtacsoporton belül kék, szürke, fekete, piros, rózsaszín és fehér bogyójú fajták találhatók, amelyek rügymutációval alakultak ki a kék alapfajtából. Sokszor azonban egy-egy fajtacsoportba olyan, morfológiailag hasonló genotípusokat is besorolnak, amelyek nem rügymutáció eredményeként alakultak ki, hanem spontán vagy tudatos keresztezéssel, sőt olyanokat is, amelyek közt nincs rokon kapcsolat. Ehhez a kérdéskörhöz kapcsolódva kezdtük meg a PTE Szőlészeti és Borászati Intézetének gyűjteményében megtalálható 21 feltételezett *concul*ta fajtáinak genetikai vizsgálatát. Első lépésben a GrapeGene06 által javasolt 9 lokuszban meghatároztuk az egyes fajtacsoportokba tartozó fajták mikroszatellit ujjlenyomatát, majd az egy fajtacsoportba tartozó genotípusokat különítettük el az antocián bioszintézisben működő *Myb* transzkripciós faktor gének szekvenciáira tervezett, illetve a *Gret1* retrotranszpozon alapú markerekkel (Szőke et al. 2012). A kék→fehér rügymutáció egyik oka ugyanis a *Gret1* retrotranszpozon inszerciója a *VvMybA1* transzkripciós faktort kódoló gén promóterébe (Kobayashi et al. 2004).

## Anyag és módszer

A vizsgálatban szereplő 55 szőlőfajtát a Pécsi Egyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetéből gyűjtöttük és a fajtákat a bogyóhéj színével együtt az 1. táblázatban soroljuk fel. A mikroszatellit elemzéseket a GrapeGene06 projekt által javasolt 9 lokuszban végeztük el (Katuláné Debreceni et al. 2010). Az antocián bioszintézis szabályozásában résztvevő *Myb* transzkripciós faktorokat kódoló, illetve a *Gret-1* retrotranszpozon specifikus markerek szekvenciáit Kobayashi et al. (2004) alapján alkalmaztuk.

## Eredmények és következtetések

A 21 fajtacsoportba sorolt, összesen 55 szőlőfajta mikroszatellit ujjlenyomatát a GrapeGene06 EU projekt által ajánlott 9 lokuszban (VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VVS2, VrZag62, VrZag79) határoztuk meg. A vizsgált szőlőfajtákat az 1. táblázatban tüntettük fel.

A 9 SSR lokuszban kapott eredmények alapján a következő fajták sorolhatók egy fajtacsoportba: Barátság: kék és szürke, Chardonnay: blanc és rosé, Oportó: fehér, kék és szürke, Piquepoul: blanc, noir, gris, Rozaki: piros és sárga, Sauvignon: blanc, noir és rosé, Szilváni: fűszeres, kék, piros és zöld.

## SZŐLŐ HOMONÍMÁK AZONOSÍTÁSA

Nem tartoznak egy fajtacsoportba és a 9 mikroszatellit allélméret alapján nincs közvetlen rokoni kapcsolat a következő fajták között: Bermestia: bianca és violacea, Caccio di fermo: bianca és nero, Gamay: blanc, gris és noir, Monica: bianca és nera, Pascal: blanc és noir, Trollinger: blau és rot. Az Afúz Ali fehér és rózsaszín változata genetikailag különbözött, a köztük lévő rokoni kapcsolatot azonban bizonyítottuk. Az Aramon fajtakörben a blanc és a noir concultának tekinthető, míg a Bouschet nem, de rokoni viszonyban áll velük.

### 1. táblázat A vizsgált 55 szőlőfajta neve és bogyószíne.

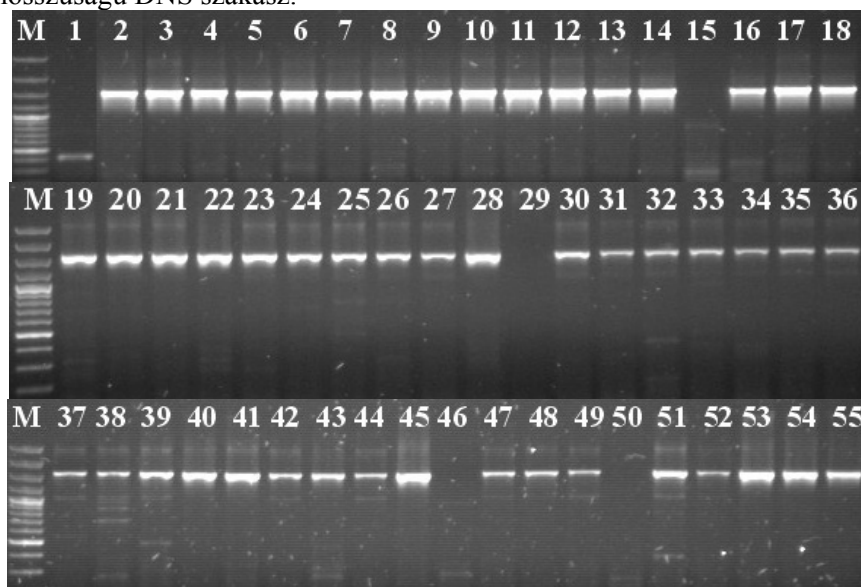
N: noir-fekete, B: Blanc-fehér, Rs: Rose-piros, Rg: Rouge-rózsaszín, G: Gris-szürke.

1.	Barbera As/1S (N)	20.	Gamay gris (G)	39.	Piquepoul gris (N)
2.	Pinot noir (N)	21.	Gamay noir (N)	40.	Rozaki piros (Rg)
3.	Chardonnay (B)	22.	Génuai fehér (B)	41.	Rozaki sárga (B)
4.	Chardonnay rosé (Rs)	23.	Génuai kék (N)	42.	Sauvignon blanc (B)
5.	Afúz Ali fehér (B)	24.	Génuai piros (Rg)	43.	Sauvignon noir (N)
6.	Afúz Ali rosé (Rs)	25.	Korinthusi fehér (B)	44.	Sauvignon rosé (Rs)
7.	Aramon blanc (B)	26.	Korinthusi fekete (N)	45.	Szilváni fűszeres (B)
8.	Aramon Bouschet (N)	27.	Korinthusi piros (Rs)	46.	Szilváni kék (N)
9.	Aramon noir (N)	28.	Monica bianca (B)	47.	Szilváni piros (Rg)
10.	Kék barátcsuha (N)	29.	Monica nera (N)	48.	Szilváni zöld (B)
11.	Szürke barátcsuha (G)	30.	Olivette blanch (B)	49.	Szultán fehér (B)
12.	Bermestia bianca (B)	31.	Olivette noir (N)	50.	Szultán fekete (N)
13.	Bermestia violacea (N)	32.	Oportó fehér (B)	51.	Trollinger blau (N)
14.	Caccio di fermo bianca (B)	33.	Oportó kék (N)	52.	Trollinger rot (Rg)
15.	Caccio di fermo nero (N)	34.	Oportó szürke (G)	53.	Veltelini piros (Rg)
16.	Elbling blau (N)	35.	Pascal blanc (B)	54.	Veltelini szürke (G)
17.	Elbling rot (Rg)	36.	Pascal noir (N)	55.	Veltelini zöld (B)
18.	Elbling weiss (B)	37.	Piquepoul blanc (B)		
19.	Gamay blanc (B)	38.	Piquepoul noir (G)		

Az Elbling csoportban a rot (piros) és a weiss (fehér) concultát alkot, a blau (kék) nem. *Bényei és Lőrinc* (2005) szerint a Génuai fehér, kék és piros egy fajtacsoportba tartozik, mikroszatellit ujjlenyomatuk azonban ezt megcáfolta, de rokonságuk bizonyítható volt. A Korinthusi fajtakörbe csak a piros és a fekete bogyójú genotípusok tartoznak, a rokon fehér bogyójú nem. Az Olivette blanche és noir fajták esetén csak a rokoni kapcsolatot sikerült bizonyítanunk, csakúgy, mint a Szultán fehér és fekete között. A Veltelini fajtacsoportba csak a szürke és a zöld változat tartozik, a velük rokon piros nem.

DNS vizsgálatokkal állapították meg, hogy a termesztett szőlőfajták őse színes bogyójú volt. A fehér bogyószín kialakulásának egyik oka, hogy az antocián bioszintézisét szabályozó *VvmybA1* transzkripció faktor gén promóterébe a *Gret-1* retrotranszpozon integrálódott, gátolva a pigment szintézisét. A *Gret-1* retroelem jelenléte, illetve hiánya alapján a *VvmybA1* génnek két allélváltozatát különböztetik meg: a *VvmybA1a* (*Gret-1* inszerció, „fehér allél”) és a *VvmybA1b* (*Gret-1* hiányzik, „piros allél”). A genetikai analízist e két allél vizsgálatával folytattuk. Referenciaként 3 fajtát használtunk fel; a Barberát (nincs *Gret-1*), a Chardonnayt (homozigóta *Gret-1*) és a Pinot noirt (heterozigóta *Gret-1*).

A *Gret-1* inszerciót tartalmazó *VvMybA1a* allélra (fehér allél) tervezett primerekkel végzett PCR-ben a referenciaként használt Barbera mellett a Caccio fermo di nero, a Monica nera, a Szultán fekete és a Szilváni kék fajtákban sem amplifikálódott a *Gret-1* retrotranszpozon inszerciót jelző 1560 bp hosszúságú DNS szakasz.



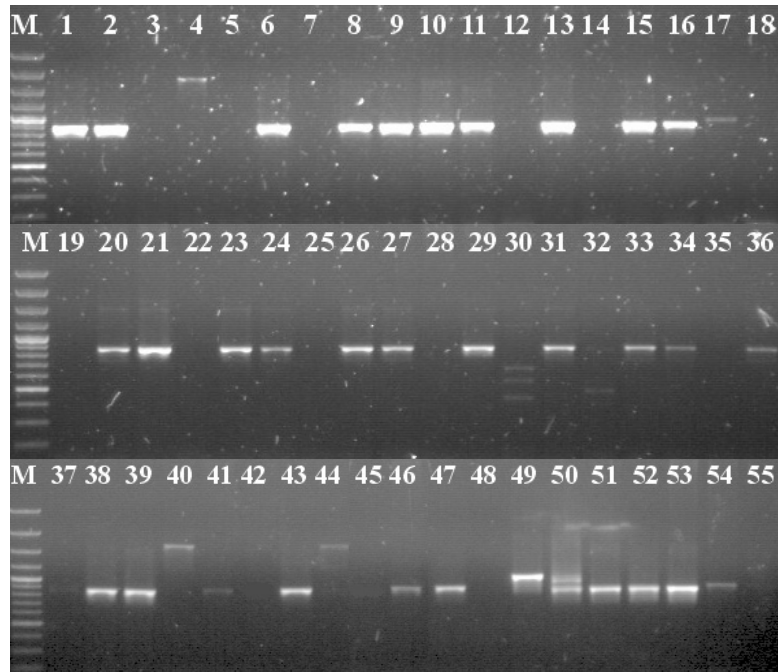
1. ábra A *VvMybA1a* (*Gret-1* inszerció – fehér allél) allélváltozatra kapott PCR eredménye. M: molekulatömeg marker (Fermentas GeneRuler 100 bp ladder / 3000, 2000, 1500, 1200, 1031, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, bp); 1-55 minták jelölése az 1. táblázat alapján.

A négy fajta mikroszatellit elemzésekor csak a Szilváni kék bizonyult *conculta* tagnak, így a *VvMybA1a* allél hiánya megkülönböztető markernek bizonyult a többi Szilváni fajtához képest, továbbá bizonyítja, hogy ez volt az alapfajta és a többi Szilváni belőle alakult ki rügymutációval (1. ábra).

A *Gret-1* inszerciót nem tartalmazó *VvMybA1b* (piros allél) kódoló régiójára tervezett PCR primerekkel egy 851 bp hosszúságú DNS szakasz utalt a piros allél, a *VvMybA1b* meglétére (2. ábra).

Ezzel a primerpárral az egyes fajtacsoportokon belül több azonos mikroszatellit ujjlenyomattal rendelkező fajtát is sikerült elkülönítenünk: az Elbling fajtacsoportban a rot (piros) és a weiss (fehér) színváltozatokat, az Aramon *conculta* két tagját a blanc-t (fehér) és a noir-t (fekete), az Oportó és a Piquepoul fajtacsoportokban a fehér (blanc) színváltozatot a színes bogójú fajtáktól. A *VvMybA1a* (fehér) és a *VvMybA1b* (piros) allélra tervezett primerekkel a Barátcsuha kék és szürke, az Oportó kék és szürke, a Piquepoul noir (fekete) és gris (szürke), valamint a Korinthusi piros és fekete változatát kivéve valamennyi *conculta* tagot sikerült megkülönböztetnünk. A Chardonnay rosé, a Rozaki piros és a Sauvignon rosé esetében bizonyítottuk, hogy ezek a színváltozatok a fehérből alakultak ki a *Gret-1* retrotranszpozon *VvMybA1* transzkripciós faktorból történő deléciójával.

## SZŐLŐ HOMONÍMÁK AZONOSÍTÁSA



2. ábra A *VvMybA1b* (piros allél) allélváltozatra kapott PCR eredménye. M: molekulatömeg marker (Fermentas GeneRuler 100 bp ladder / 3000, 2000, 1500, 1200, 1031, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, bp); 1-55 minták jelölése az 1. táblázat alapján.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a SZIE MKK KTIA\_AIK\_ 12-1-2012-0012, Kutató Kari Kiválóság és a COST FA 1003 programok támogatták.

### Irodalom

- Bényei F, Lőrincz A. (2005): Borszőlőfajták, csemege-szőlő-fajták és alanyok. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Katuláné Debreceni D., A. Szőke, A. Veres, L. Heszky, E. Kiss. (2010): Management and conservation of grapevine genetic resources and the GrapeGen06 project. *Hungarian Agricultural Research*, **19** (3):9-12.
- Kobayashi S., Goto-Yamamoto N., Hirochika H. (2004): Retrotransposon-induced mutations in grape skin color. *Science*, 304: 982.
- Szőke, A., Tóth-Lencsés, K., Heszky, L., Kiss, E. (2012): Red or white? Genetic basis of grape berry colour. *Hungarian Agricultural Research* **21**(4): 4-6.



## A HOMOKTÖVIS (*Hippophae rhamnoides*) PORZÓS ÉS TERMŐS EGYEDEINEK GENOTÍPUS AZONOSÍTÁSA

KERTI BALÁZS GÁBOR, HIDVÉGI NORBERT TIBOR, GULYÁS ANDREA SAROLTA,  
KISS ERZSÉBET

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Genetika- és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) ültetvényeken a termős és a porzós egyedek aránya 9:1. A szaporítás dugványozással, vagy a gyökérsarj leválasztásával történik. Nemesítési célokra magvetést alkalmaznak. A magról nevelt hím- és nőivarú egyedek 3-4 éves korukig nem mutatnak morfológiai különbséget, így a gazdaságilag nem fontos porzós egyedek is évekig erőforrásokat foglalnak le. Ezért fontos, hogy olyan markert fejlesszünk ki, amivel egyértelműen meg lehet határozni a 2-3 lomblevelés állapotban lévő növény ivarát. Az alábbiakban az eddig publikált molekuláris markerek alkalmazhatóságát vizsgáltuk meg két magyarországi homoktövis populáció porzós és termős egyedein.

**Kulcsszavak:** RAPD, homoktövis, genotípus, ivar determináció

## GENOTYPE IDENTIFICATION OF SEA BUCKTHORN (*Hippophae rhamnoides*) MALE AND FEMALE INDIVIDUALS

B. G. KERTI, N. T. HIDVÉGI<sup>1</sup>, A. S. GULYÁS, E. KISS

Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,  
Institute of Genetics and Biotechnology, Gödöllő

In sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) plantations, female and male ratio is 9:1. The propagation is carried out by cuttings or separation of root sprouting. For breeding purposes seeds are sown. Before the age of 3-4, female and male seedlings show no morphological differences, thus the economically not important male plants take away resources for many years. Therefore, it is important to develop markers for sex identification at the seedling stage. In this study, we investigated the applicability of molecular markers published so far in two populations of sea buckthorn.

**Key words:** RAPD, sea buckthorn, genotype, sex determination

### Bevezetés

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) ültetvényeken a termős és a porzós egyedek aránya 9:1. A szaporítás dugványozással, vagy a gyökérsarj leválasztásával történik. Nemesítési célokra magvetést alkalmaznak. A magról nevelt egyedek 3-4 éves korukig nem mutatnak morfológiai különbséget, így a gazdaságilag nem fontos porzós egyedek is évekig erőforrásokat foglalnak le. Dugványozás vagy gyökérsarj leválasztás esetén 2 éves korig a csemetéket

előnevelik a megfelelő gyökérzet kialakulása végett, és csak utána értékesítik. Bár a fajta és az ivar adottnak tekinthető a dugványozás és a gyökérsarj esetében, de a nem megfelelő jelölés miatt a fajták és az ivarok keveredhetnek.

Hazánkban a *Hippophae rhamnoides* ssp. *carpatica* alfaja őshonos. Az alfaj a Szigetközben, a Szentendrei-szigeten, Békás- és Káposztásmegyeren, valamint Örkény közelében fordul elő és valószínűsíthető, hogy ezek sem egységesek genetikai szempontból, mert pl. a dunakeszi temetőt szegélyező homoktövis populáció egyedei 2-3 m magas fás megjelenésűek, míg a nem egészen 1,4 km távolságban lévő Homoktövis tanösvény homoktövis populáció egyedei 1-2 m magasak, és elterülők. A két populáció közötti morfológiai különbségeket egyrészt környezethatások, másrészt a genetikai összetétel határozza meg. A molekuláris markerek objektív genotipizálási lehetőséget biztosítanak, emellett a kapcsolt markerek az ivar azonosítására is alkalmazhatóak. Vizsgálataink céljai olyan markerek azonosítása és alkalmazása, amellyel a porzós- és termős homoktövis egyedek már 2-3 lomblevelés korban egyértelműen kiválogathatóak.

Mindaddig RAPD markereket alkalmaztak erre a célra:

- Az OPD-15 RAPD primer a természetben univerzális porzós Pollmix fajta mintázatában egy 600 bp hosszú ivarspecifikus fragmentumot detektáltak (*Person et al.* 1998). Ezt Intézetünkben kísérletesen is igazoltuk, ám további kutatások kimutatták, hogy ez nem univerzális marker.
- Az OPD-20 primerrel a homoktövis indiai alfajában egy 911 bázispár nagyságú fragmentumot mutattak ki a porzós egyedek RAPD mintázatában, és csak a termős egyedekre jellemző peroxidáz aktivitást mértek (*Sharma et al.* 2010).
- *Korekar et al.* (2012) 60 RAPD primerrel vizsgálták *Hippophae rhamnoides* ssp. *turkestanica* alfajt és az OPA-04 mintázatban egy 1164 bp, az OPT-06 RAPD mintázatban pedig egy 868 bp termős specifikus fragmentumot detektáltak. A fragmentumokból SCAR markereket (HrX1 – 470 bp, HrX2 – 368 bp) fejlesztettek.

### Anyag és módszer

Az elemzésekhez a dunakeszi és a Homoktövis tanösvény egyedeiről gyűjtöttünk 10-15 cm hosszú vesszőket február és március között. Nyugalmi időszakban a porzós- és a termős egyedeket a rügyek nagysága alapján jól el lehet különíteni, mert a porzós rügyek jóval nagyobbak, illetve csak olyan termős növényről gyűjtöttünk vesszőt, amelyen még megtalálható volt pár bogyó is. A vesszőket 13-14 napig vízben hajtattuk, majd 60 – 100 mg friss levelekből Nucleon Phytopure (GE Healthcare) kittel DNS-t izoláltunk. A minták DNS koncentrációját és a tisztaságát NanoDrop 1000 (Thermo Fisher Scientific) kapilláris spektrofotométerrel határoztuk meg. A DNS töredezettség- és RNS mentességét gélelektroforézissel (500 ng nukleinsav/minta, 1.2%, 1.0x TAE) igazoltuk  $\lambda$ HindIII marker (SM0103, Thermo Fisher Scientific) mellett.

## HOMOKTÖVIS EGYEDEINEK AZONOSÍTÁSA

A RAPD PCR-t 20 µl végtérfogatban végeztük: 0.8 U DNA polimeráz (GoTaq® DNA Polymerase, 5 U/µl, Promega), 4 µl PCR puffer (5x Colorless GoTaq® Reaction Buffer 7.5 mM MgCl<sub>2</sub>, Promega), 0.4 µl dNTP mix (10 mM, Promega), 1.5 µl RAPD primer (10 µM), 3 µl DNS (15 ng/µl), 11.1 µl ddDV (AccuGENE™ Molecular Biology Water, Lonza). A tesztelt primerek szekvenciáit az 1. táblázatban tüntettük fel.

RAPD PCR protokoll a 95°C – 5 perc aktiváció, 40 x [95°C – 1 perc denaturáció, 36°C – 1 perc primer kötődés, 72°C – 1.5 perc lánchosszabbítás] és 72°C – 10 perc végső lánchosszabbítás.

Génspecifikus PCR protokoll: 95°C – 5 perc aktiváció, 30 x [95°C – 30 mp denaturáció, 60°C – 30 mp primer kötődés, 72°C – 30 mp lánchosszabbítás] és 72°C – 5 perc végső lánchosszabbítás.

A PCR termékeket (10 µl/minta) 2%-os, 1.0X TAE gélen, 2.3 V/cm paraméterekkel választottuk szét 90 perc hosszan.

1. táblázat A vizsgálatokban szereplő primerek

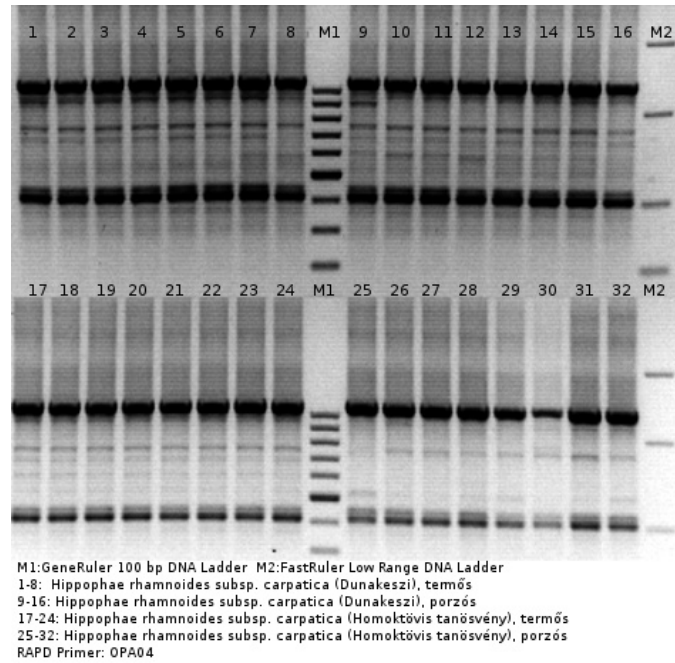
Primer név	Szekvencia	Publikált fragmentum hossz.	Ivar	Szerző
OPD-20	TTGGTACCCC	911 bp.	♂	Sharma et al. (2010)
OPA-04	AATCGGGCTG	1164 bp	♀	Korekar et al. (2012)
OPT-06	CAAGGGCAGA	868 bp	♀	Korekar et al. (2012)
HrX1F	TATGAGCTCTCGACTGACAGCCA	470 bp	♀	Korekar et al. (2012)
HrX1R	CTGTTGTCCGAGATGACGCGT			
HrX2F	AAGTGTGGCCACCGTCGTAAGA	368 bp	♀	Korekar et al. (2012)
HrX2R	ACCGTGTGCATGCACTGTGTATAG			
OPC-20	ACTTCGCCAC	-	-	-

### Eredmények és következtetések

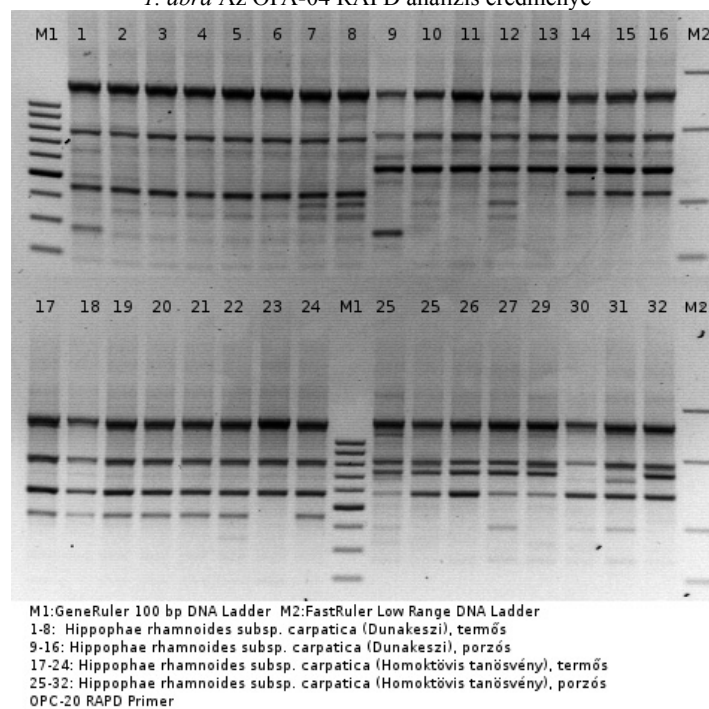
Az OPA-04 primerrel kapott RAPD mintázatot az 1. ábra, egy találomra kiválasztott (nem ivarspecifikus) OPC-20 eredményét a 2. ábra szemlélteti. Megfigyelhető, hogy a dunakeszi és a Homoktövis tanösvény populáció egyedei jól elkülönülnek egymástól.

Ha viszont egyenként nézzük a különböző növényeket, mindig találunk olyan fragmentumokat, amelyek csak az egyik ivarban fordulnak elő. Ezek azonban nem tekinthetők ivarspecifikusnak, mivel az adott fragmentum a másik populáció azonos ivarából hiányzik, vagy nem minden esetben jelenik meg.

A SCAR markereket is teszteltük a két hazai populáción, és ahogy az várható volt az OPT-06 és az OPA-04 eredményekből, nem tapasztaltunk sem ivari, se méretbeli különbséget a hazai homoktövis mintákban



1. ábra Az OPA-04 RAPD analízis eredménye



2. ábra Az OPC-20 RAPD analízis eredménye

Chawla et al. (2013) a HrX1 SCAR primert a *Hippophae salicifolia* (HsX1) és a *Hippophae tibetana* (HtX1) fajon is tesztelte és az NCBI adatbázisban publikálta a szekvenciákat. Ezek a szekvenciák nem voltak alkalmasak se ivari, se a populációk közötti különbségek detektálására.

Vizsgálataink alapján az irodalomban ivarspecifikusként leírt RAPD és SCAR markerek nem alkalmazhatóak a kétlaki egyedek nemének egyértelmű előrejelzésére. A kiválasztott cikkekben található ábrákhoz olyan kevés mintával, illetve egy termőhelyről begyűjtött növényanyaggal dolgoztak, ami miatt feltételezhető, hogy nem ivarhoz kötött egyedi genotípusos különbségeket ítélték ivarspecifikusnak. Ennek oka lehet az is, hogy a homoktövis gyökérsarjon keresztül terjed, így egy adott populáció azonos nemű egyedei genetikailag azonosak

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a KTIA-AIK-12-1-2012-0012, a Kutató Kari Kiválósági Támogatás- Research Centre of Excellence- 17586-4/2013/TUDPOL támogatásával valósult meg.

### Irodalomjegyzék

- Helena A. Person and Hilde Nybom (1998) Genetic sex determination and RAPD marker segregation in the dioecious species sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) *Hereditas* **129**: 45-51.
- Korekar G., Sharma K. R., Kumar R., Bisht M. N. C., Srivastava R. B., Ahuja P. S. , Stobdan T. (2012) Identification and validation of sex-linked SCAR markers in dioecious *Hippophae rhamnoides* L. (Elaeagnaceae). *Biotechnol Lett* **34**:973–978.
- Sharma A., Zinta G., Rana S., Shirko P. (2010) Molecular identification of sex in *Hippophae rhamnoides* L. using isozyme and RAPD markers. *Forestry Studies in China*, Vol.**12**, No.2

## MOLEKULÁRIS MARKEREK ALKALMAZÁSA SZÁNTÓFÖLDI ÉS KERTÉSZETI NÖVÉNYEK NEMESÍTÉSÉBEN

KISS ERZSÉBET, GYULAI GÁBOR, VERES ANIKÓ, SZŐKE ANTAL,  
TÓTH-LENCSES KITTI, KEREKES ADRIENN, HESZKY LÁSZLÓ

Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

A DNS polimorfizmusok az evolúció során különböző molekuláris mechanizmusokkal (pl. nukleotid szubsztitúcióval, inszercióval, deléciónal) jöttek létre. Az így kialakult szekvencia különbségek kimutatására a szekvenálás adhat közvetlen módszert, de a növénynemesítésben nem mindig van arra szükség, hogy a genomok minden polimorfizmusát egyszerre lássuk. Gyorsabb, költségtakarékosabb közvetett módszerekkel, csak bizonyos régiókra fókuszálva a célorientált polimorfizmusok kimutatása is lehetséges molekuláris markerekkel. A Genetika és Biotechnológiai Intézetben (SZIE, MKK) több mint másfél évtizede alkalmazunk molekuláris markereket szántóföldi és kertészeti növények genotipizálására, fajta- és hibridazonosításra, taxonómiai vizsgálatokra, pedigré elemzésekre, szelekcióra. A különböző fajok DNS vizsgálataival eltérő céllal foglalkoztunk. Az előadásban azt szeretnénk bemutatni, milyen kérdések megválaszolását tették lehetővé a molekuláris markerek szőlő, alma, paradicsom, dinnye, szamóca, cseresznye, meggy, karfiol, repce, kender, akác, fűz, nyár fajokban.

**Kulcsszavak:** Azonosítás, diverzitás, pedigré-elemzés, ploiditás, hímsterilitással, színnel, ivarral, rezisztencia-génekkal kapcsolt marker, MAS (marker assisted selection)

## APPLICATION OF MOLECULAR MARKERS IN BREEDING FIELD AND HORTICULTURAL CROPS

E. KISS, G. GYULAI, A. VERES, A. SZŐKE, K. TÓTH-LENCSES,  
A. KEREKES, L. HESZKY

Szent István University, Institute of Genetics and Bioetchnology, Gödöllő

DNA polymorphisms were generated during evolution by various molecular mechanisms: nucleotide substitutions, insertions and deletions. Sequencing is the best, direct method for detecting the arisen sequence variations, but in plant breeding, it is not always necessary to see together all polymorphisms of the genome at the same time. There are less expensive, more rapid methods that are suitable to map only certain, selected regions of the genomes with molecular markers. Institute of Genetics and Biotechnology (Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental sciences) has been applying molecular markers for genotyping field and horticultural crops, variety and hybrid identification, taxonomy problems, pedigree analysis, selection. We employed DNA analyses for different purposes in various plant species. In our presentation, we would like to show what kind of questions were possible to be answered with the assistance of molecular markers in grape, apple, tomato, melon, strawberry, cherry, sour cherry, cauliflower, rapeseed, hemp, black locust, willow, and poplar.

**Key words:** Identification, diversity, pedigree analysis, ploidy, marker linked to male sterility, colour, sex, resistance genes, MAS (marker assisted selection)

## Bevezetés

A molekuláris/DNS markerek rutinszerű növénynemesítési alkalmazását a PCR technika tette lehetővé. A PCR alapú markereket egyrészt az alkalmazott primertípusok alapján lehet osztályozni (RAPD, SSR, ISSR, STS, gén/intron/ITS/transzpozon/retrotranszpozon-specifikus) másrészt aszerint, hogy a PCR előtt vagy után végzünk-e valamilyen módosítást a templát DNS-en vagy a PCR termékén (CAPS/PCR-RFLP, AFLP). Megfelelő szintű polimorfizmus esetén bármelyik markertípus alkalmazható mind genotípus- vagy fajtaazonosításra, mind pedig markerekre alapozott szelekcióra (MAS).

A PCR kifejlesztése idején (1986) az eukarióta genom szekvenálási programok még nem kezdődtek el, a genetikai modellnövény, *Arabidopsis thaliana* szekvenciáját másfél évtizeddel később publikálták, óriási jelentőségű volt mégis, hogy random primerekkel DNS szintű genotípus-összehasonlítást lehetett végezni növényfajokban (is): rizsben, szójában, kukoricában (*Welsh és McClelland 1990, Williams et al. 1990*). A növénynemesítés egyik alapkritériuma a fajtaelőállításához felhasznált növényanyag azonosítása, illetve megkülönböztethetősége (a diverzitás bizonyítása). Ugyanez, tehát az objektív genotipizálás nélkülözhetetlen a fajtaelismerésben, -fenntartásban, -védelemben is. A növénynemesítési alkalmazás szempontjából óriási előrelépést jelentett a mikroszatellit (SSR) markerek kifejlesztése, amelyhez azonban legalább részleges szekvenciaismeret szükséges. Növényekben *Condit és Hubell (1991)* azonosított először mikroszatelliteket. A mikroszatellit marker multiallélikus rendszer lévén, kiváló genotipizálási tulajdonsága mellett még kodomináns is, tehát hibridazonosítást, pedigre-elemzést is lehetővé tesz. Műszerigénye jóval meghaladja a RAPD-ét, de nemcsak szekvenátorokkal, hanem gélelektroforézisen alapuló fragmentumanalizátorokkal is kivitelezhető az elemzés, emiatt várhatóan még van jövője az SNP és az új-generációs szekvenálás mellett az alkalmazott kutatásokban és a növénynemesítési célok megvalósításában.

A növényi rezisztenciagének, a rügymutánsok markerezésében még ma is nagy jelentősége van a CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequences) vagy PCR-RFLP módszernek és a transzpozon/retrotranszpozon jelenlétét vagy hiányát kimutató szekvencia-specifikus PCR módszereknek (pl. RBIP: retrotransposon based insertion polymorphism; *Tam et al. 2007*). A Szent István Egyetem Genetika és Biotechnológiai Intézete már több mint 15 éve alkalmaz molekuláris markereket genotipizálásra, genomelemzésre, taxonómiai vizsgálatokra, markerekre alapozott szelekcióra.

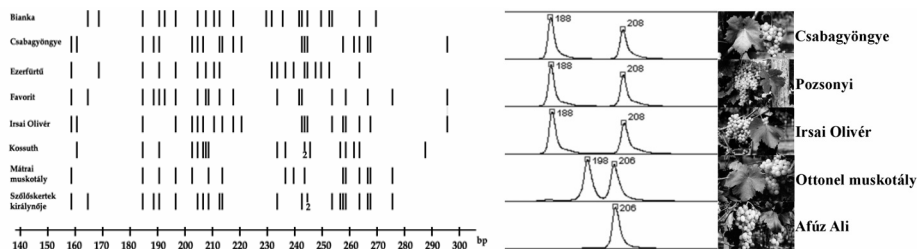
A mikroszatellitekkel végzett genotipizálási és a kapcsolt markerekkel elért, eredményekből mutatunk be néhányat ebben a tanulmányban.

**Anyag és módszer**

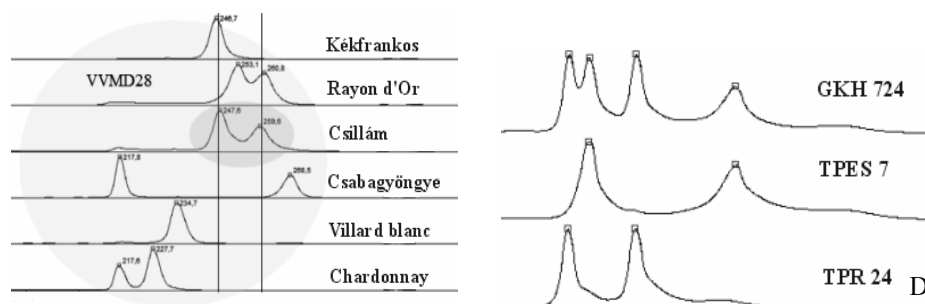
A molekuláris elemzésekben felhasznált módszereket és a vizsgált növényanyag leírását a Kiss et al. (1997, 2003), Gyulai et al. (1997), Törjék et al. (2001a,b), Halász et al. (2005), Galli et al. (2005, 2006), Szőke et al. (2005), Molnár et al. (2007), Galbács et al. (2009), Katula-Debreceni et al. (2010), Bedzsó et al. (2012), Bodor és Szőke et al. (2014) adtuk meg.

**Eredmények és következtetések**

A mikroszatellit alapú genotípzálás során a szántóföldi fajok (búza, repce, köles) mellett erdészeti növényekkel (nyár, akác, fűz) is foglalkozunk. A kertészeti fajok közül szőlő, alma, dinnye, szamóca, paradicsom, cseresznye, meggy SSR ujjlenyomatát határoztuk meg a 6-30 lokuszban. A mikrosatellit elemzés nemcsak objektív genotípus-meghatározást (1. ábra), hanem szülő-utód kapcsolatok meghatározását is lehetővé teszi, és allopoliploid fajok esetén a diploid szinttől való eltérést is bizonyíthatja (2. ábra).



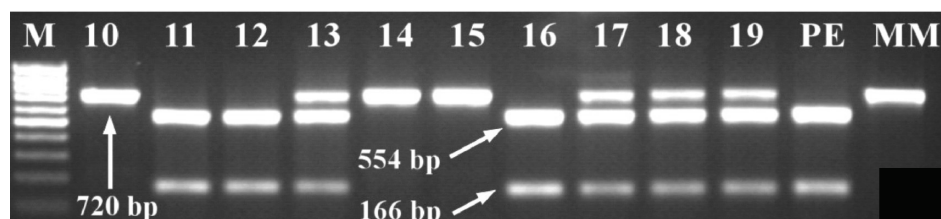
1. ábra Genotípzálás mikroszatellit markerrel. Jobbra: SSR-adatokon alapuló vonlakód (Galbács et al. 2009), balra: szőlőfajták mikroszatellit ujjlenyomata ALF kromatogramon.



2 ábra A mikrosatellit adatok szülő-utód kapcsolatok és ploiditás meghatározására is alkalmasak. Balra: szülő-utód kapcsolat igazolása a Csillám szőlőfajtában egy SSR lokuszban; Jobbra: Az allotetraploid repcében 4 SSR allél is megjelenhet.



A MAS feltétele: kapcsolt markerek azonosítása és szelekcióra való alkalmasságának bizonyítása. Kenderben ivar-specifitást (Törjék *et al.* 2001), paradicsomban nematóda- (Szőke *et al.* 2005), szőlőben lisztharmat- és peronoszpóra- (Molnár *et al.* 2007, Katula-Debreceni *et al.* 2010) rezisztenciagéneket, karfiolban rózsa-, szőlőben bogyószint (Bedzsó *et al.* 2012, Bodor-Szőke *et al.* 2014) markerezetünk RAPD-SCAR, SSR, CAPS és RBIP módszerrel (3. ábra). Repcében citoplazmás hímsterilási típusokat és a hímsterilitásért feloldásáért felelős sejtmagi géneket azonosítottunk.



3. ábra Paradicsom nematóda rezisztenciagén markerezése CAPS markerrel: az 1 fragmentumot tartalmazó mintákban nincsen rezisztenciagén, 2 fragmentum a rezisztenciagénre homozigóta, 3 fragmentum heterozigóta genotípusokat jelent.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a Grapegen06, a COST FA 1003, a Kutató Kari Kiválósági Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL, a KTIA-AIK-12-1-2012-0012 támogatta. az OTKA K 62535 és PD 72424 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Balogh, A., Kiss, E., Szőke, A., Dénes, F., Heszky, L. (2002): Molecular analysis of strawberry cultivars using RAPD, AP-PCR, and STS markers. *International Journal of Horticultural Science*, **8(2)**, 24-28.
- Bedzsó, G., Szőke, A., Katuláné Debreceni, D., Galli, Zs., Komjáthy, L., Kiss, E. (2012): Domináns és kodomináns molekuláris markerek fejlesztése és gyakorlati alkalmazása a lila mutációra karfiolban. *Kertgazdaság*, **44(4)**, 74-80.
- Bodor, P., Szőke, A., Tóth-Lencsés, K., Veres, A., Deák, T., Kozma, P., Bisztray, G.D., Kiss, E. (2014): Differentiation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) conculta members based on molecular tools. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* (*in press*)
- Condit, R., Hubell, S.P. (1991): Abundance and DNA sequence of two-based repeat regions in tropical tree genomes. *Genome*, **34**, 66-71.
- Galli, Zs., Halász, G., Kiss, E., Dobránszki, J., Heszky, L. (2005): Molecular identification of commercial apple cultivars with microsatellite markers. *HortScience* **40**, 1974-1977.
- Galli, Zs., Penksza, K., Kiss, E., Sági, L., Heszky, L. (2006): Low variability of internal transcribed spacer rDNA and *trnL* (UAA) intron sequences of several taxa in the *Festuca ovina* aggregate (*Poaceae*). *Acta Biologica Hungarica* **57(1)**, 57-69.
- Gyulai, G., Dweikat, I., Janovszky, J., Ohm, H., Kiss, E., Sharma, H., Heszky, L.E. (1997): Application of ISSR/SSR-PCR for genome analysis of *Agropyron*, *Bromus*, and

- Agropyron x Bromus*. In: Staszewski Z., Mlyniec W., Osinski R.(eds), *Ecological aspects of breeding fodder crops and amenity grasses*. PBAI, Radzikow, Poland, pp. 306-312.
- Halász, G., Veres, A., Kozma, P., Kiss, E., Balogh, A., Galli, Zs., Szőke, A., Hoffmann, S., Heszky, L. (2005): Microsatellite fingerprinting of grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties of the Carpathian Basin. *Vitis*, **44**, 173-180.
- Kiss, E., Balogh, A., Kozma, P., Koncz, T., Galli, Zs, Heszky, L. (2003): Molecular analysis of grapevine cultivars indigenous in the Carpathian Basin. Proc. 8th International Conference on Grape Genetics and Breeding. *ISHS Acta Horticulturae* **603**, 195-102.
- Kiss, E., Törjék, O., Gyulai, G., Kertész, Z., Pauk, J., Bottka, S., Heszky, L. (1997): Comparison of doubled haploid wheat lines by RAPD and SSR analysis. Application of Marker aided Selection in Cereal Breeding Programs. Book of abstracts, *EUCARPIA – Section Cereal Meeting*. Sept. 22-23. Buersimayer H., Ruckenbauer P. (eds.) Tulln, Austria. pp. 46-47.
- Molnár, S., Galbács, Zs., Halász, G., Hoffmann, S., Kiss, E., Kozma, P., Veres, A., Galli, Zs., Szőke, A., Heszky, L. (2007): Marker assisted selection (MAS) for powdery mildew resistance in a grapevine hybrid family. *Vitis*, **46**: 12-213.
- Szőke, A., Kiss, E., Milotay, P., Szabó-Hevér, Á., Heszky, L. 2005. Molekuláris markerek alkalmazása a paradicsom fonálféreg-rezisztencia nemesítésben. *Kertgazdaság*, **37(3)**, 14-22.
- Tam, S.M., Mhiri C, Grandbastien M A. (2007): Transposable elements and the analysis of plant biodiversity. In: Morot-Gaudry, J. F., LEA, P., Briat, J.F. (2007): Ed. *Functional Plant Genomics*. Science Publishers, Enfield, NH, USA. 530-558.
- Törjék, O., Bucherna, N., Kiss, E., Homoki, H., Finta-Korpelova, Z., Bócsa, I., Nagy, I., Heszky, L. (2001a): Novel male-specific molecular markers (MADCS5, MADCS6) for sex identification in hemp. *Euphytica* **127**, 209-218.
- Törjék O., Kiss E., Kiss J., Kondrák M., Gyulai G., Heszky L. (2001b): Evaluation of genetic diversity of poplar genotypes by RAPD and AP-PCR analysis. *Acta Biologica Hungarica* **52**, 345-354.
- Welsh J., McClelland M. (1990): Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acid Research* **18**: 7213-7218.
- Williams J.G.K., Kubelik A.R., Livak, Rafalski J.A., Tingey S.V. (1990): DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acid Research* **18**: 6531-6535.

GENETIKAI DIVERZITÁS VIZSGÁLAT BÚZA  
(*Triticum aestivum* L.) FAJTAKÖRBEN

KISS TIBOR, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN, VEISZ OTTÓ, KARSAI ILDIKÓ

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Kutatóintézet, Martonvásár

183 különböző származású és életformájú búzafajta genetikai diverzitását vizsgáltuk nagyhatékonyságú DArT (Diversity Arrays Technology) marker rendszer felhasználásával. A 4606 DArT marker közül 1642 bizonyult polimorfoknak. A genetikai diverzitást 970, ismert kromoszóma lokalizációjú marker alapján határoztuk meg, míg 249 marker alapján elemeztük a fajtakör populációstruktúráját. A populáción belül négy csoportot különítettünk el egymástól. A genetikai távolságok összehasonlítása alapján a vizsgálatba vont fajták származása és a populáció struktúra között szignifikáns, negatív korreláció állt fenn ( $r = -0,54$ ;  $P \leq 0,001$ ). Az első csoportra alapvetően az amerikai és ázsiai fajták, a másodikra csoportra a közép-európai fajták, a harmadikra a dél-európai és a magyar fajták, míg a negyedik csoportra a nyugat-európai fajták voltak a jellemzőek. A közép- és délkelet-európai nemesítési programok fajtái voltak a legváltozékonyabbak, mivel mind a négy csoportban előfordultak. Európa e régiójának búza genotípusai nagyobb genetikai változást mutatnak, mint a nyugat- és észak európai vonalak.

**Kulcsszavak:** genetikai diverzitás, DArT, hexaploid búza

ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY IN THE VARIOUS  
HEXAPLOID WHEAT (*Triticum aestivum* L.) VARIETIES

T. KISS, L. LÁNG, Z. BEDŐ, O. VEISZ, I. KARSAI

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The analyses of genetic diversity of 183 various hexaploid wheat varieties were performed by high-throughput DArT marker system. 1642 of the total 4606 DArT markers were proved to be polymorphs within this wheat collection. 970 markers with recognized chromosomal locations were used for assessing the genetic diversity and 249 were applied for determining the population structure. There were four clusters present in the wheat collection with a medium negative correlation ( $r = -0.54$ ;  $P \leq 0.001$ ) between the geographic origin of the analysed wheat germplasms and the population structure. The first cluster contained the majority of the American and the Asian genotypes, the second one the Central-European cultivars, the third cluster the South-European and the Hungarian cultivars while the fourth one contained the West-European cultivars. The genotypes from Central and Southeast Europe proved to be the most diverse being present in all the four clusters. This result underlines the greater genetic diversity present in the genotypes of Central and Southeast Europe compared to that of West and North Europe.

**Key words:** hexaploid wheat, population structure, DArT,

## Bevezetés

A nemesítési programok előfeltételei között szerepel a megfelelő genetikai változatosság biztosítása, amely elősegítheti a minél kedvezőbb tulajdonság megnyilvánulásának esélyét, így biztosítva a jobb alkalmazkodó képességű vonalak szelekcióját (Karsai *et al.* 2012). Elméletileg egy intenzív irányított szelekció lecsökkentheti a ritka allélok számát, amely következtében csökken a genetikai diverzitás. Így számos olyan tulajdonság tűnhet el, amely felhasználható lenne a különböző környezeti stressz faktorokhoz jobban adaptálódó genotípusok nemesítésében, úgymint a klímaváltozás során fellépő szélsőségek elviselése, vagy a kórokozókval szembeni ellenállóság (Smale 1997; Tester and Langridge 2010). Ezen okból kifolyólag is fontos információt adhat a nemesítőknek a genetikai diverzitás mértékének az ismerete a különböző nemesítési vonalak között.

A genetikai változatosság jellemezhető egyrészt közvetett módon, a genetikai távolság becslésével, vagy morfológiai és fenotípusos jellegek meghatározásával, másrészt pedig molekuláris markerek felhasználásával össze lehet hasonlítani a genotípusok DNS szekvenciájában mutatkozó különbségeket (Fufa *et al.* 2005). A közvetett módon szerzett információk megbízhatósága nem minden esetben kielégítő a genetikai jellemzéshez a pedigré adatok hiányossága, a természetes és mesterséges szelekció, illetve a mutációk figyelmen kívül hagyása, a fenotípusos jellegek környezet függő változékonysága következtében. Ezzel szemben a molekuláris marker-rendszerek kiküszöbölik ezeket a hiányosságokat (Fufa *et al.* 2005; Karsai *et al.* 2012). Az elmúlt évtized során nagymértékben megnőtt azon genetikai diverzitás vizsgálatok száma, amelyet valamilyen megbízható marker-rendszer (AFLP, SSR és DArT) alapján végeztek el különböző növényfajokban (Röder *et al.* 2002). A Diversity Arrays Technology (DArT) egy gyors és költséghatékony, a teljes genom elemzését lehetővé tevő nagyhatékonyságú marker-rendszer. Az első ilyen módszerrel készült genom asszociációs térképet Crossa *et al.* (2007) közölték

Kísérletünk fő célja az volt, hogy különböző származású búzafajtáknál megállapítsuk (1) a genetikai diverzitás mértékét és (2) a populáció szerkezetet. Az eredményekből levont tapasztalatok reményeink szerint felhasználhatóak a nemesítési programokban is.

## Anyag és módszer

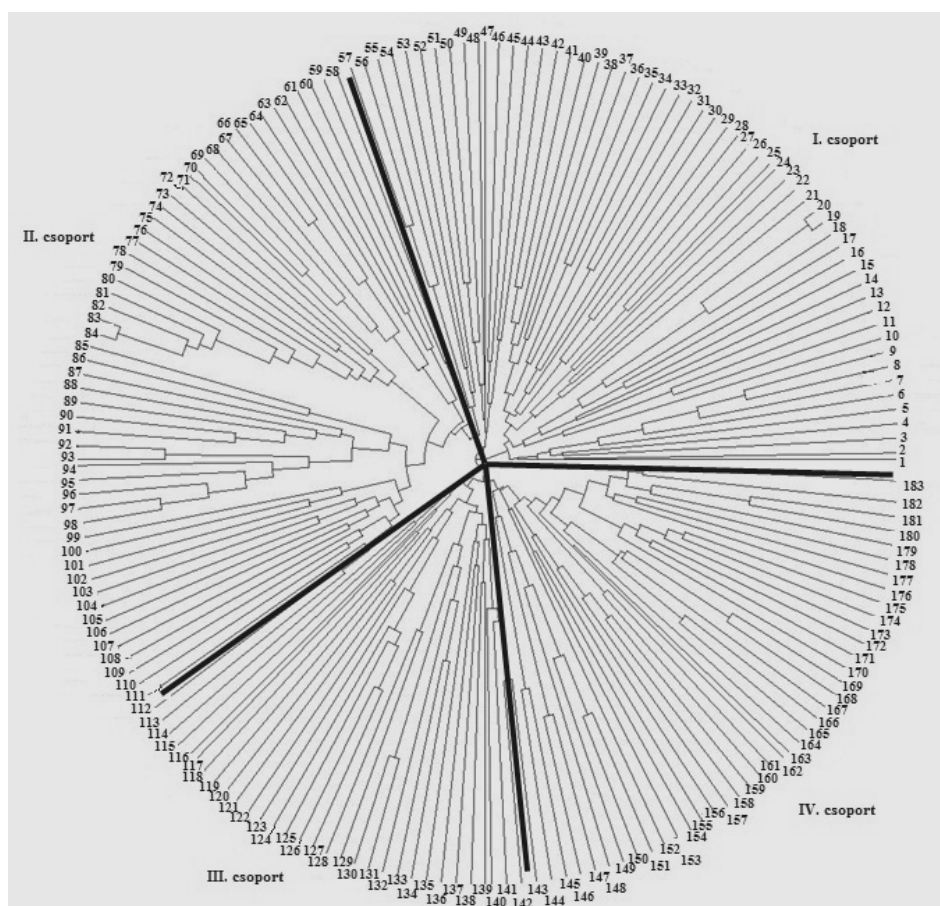
A kísérletbe vont 183 növényi minta az MTA-ATK Mezőgazdasági Intézet kalászos gabona génbankjából származott. A genomiális DNS kivonáshoz felhasznált friss hajtásrészeket (100 mg) folyékony nitrogénnel tártuk fel, melyhez Dneasy<sup>®</sup> Plant Mini Kit (Qiagen) puffereit és a gyártó által megadott módszert alkalmaztuk. A DNS minták DArT elemzését a Diversity Arrays Technology - Triticarte- Pty Ltd. CSIRO 1 Wilf Crane Crescent, Yarralumla, ACT 2600, Ausztrália végezte el. A TASSEL 3.0 (Trait Analysis by Association, Evolution and Linkage) UPGMA (unweighted pairgroup method using the arithmetic mean) módszerével határoztuk meg a rokonsági mátrixot (SPSS 16.0 szoftver csomag), amire alapozva megszerkesztettük a dendrogramokat. A Structure (Pritchard *et al.* 2000) program segítségével pedig a populáció szerkezetet állapítottuk meg.

### Eredmények és következtetések

A hexaploid búza genom elemzésére összesen 4606 DArT marker áll rendelkezésre. A búza haploid genomját alkotó 21 kromoszómájának markerek általi lefedettsége azonban nem egyenletes. A három genom (A, B, D) közül az A és a B genomon található a legtöbb marker (1561 és 2194), amelyek megközelítőleg egyenletesen oszlanak meg a hét kromoszóma között. A D genom markerek általi lefedettsége alacsonyabb (851), és van olyan kromoszóma is, amelyen csupán 12 marker található (4. kromoszóma). A DArT markerek által kevésbé érintett kromoszóma régiókat további genom-elemzésekbe kívánjuk bevinni génspecifikus-, illetve SSR markerek felhasználásával.

Az általunk vizsgált 183 búzafajta körében a 4606 DArT marker közül 1642 bizonyult polimorfnak, melyből 970, ismert kromoszóma lokalizációjú markert használtunk fel a genetikai diverzitás vizsgálatához és 249-et pedig a fajtakör struktúra elemzéséhez,

A fajtakörben négy csoportot különítettünk el egymástól (1. ábra). Az első csoportban 22 amerikai, 18 európai, 13 ázsiai, 2 ausztráliai és 2 afrikai fajta, míg a másodikban 50 európai és 4 ázsiai genotípus található. A harmadik csoportban 23 európai mellett 4 ázsiai és 4 amerikai, illetve a negyedik csoportban 39 európai, 2 ázsiai és egy amerikai fajtát mutattunk ki. Mind a négy csoport mintái között megtalálhatóak a közép- és délkelet-európai nemesítési programok fajtái, ami alátámasztja más szerzők által leírt megállapításokat, miszerint Európa ezen régiójának búza genotípusai bizonyítottan nagyobb genetikai változatossággal rendelkeznek, mint a nyugat- és az észak európai vonalak (Roussel *et al.* 2005). Ez a jelenség megmagyarázható az eltérő környezeti körülményekkel, a különböző talajtani adottságokkal, illetve az eltérő nemesítési gyakorlatokkal is (Roussel *et al.* 2005). A negyedik csoportban főként nyugat-európai (angol, francia), illetve Közép-Európa nyugati országainak (Németország, Ausztria, Svájc) fajtáit mutattuk ki. Az európai genotípusok rokonsági kapcsolataikban mutatkozó nyugati és délkeleti irányú elkülönülésben fontos szerepet töltött be az Alpok és a Kárpátok hegyei által meghatározott izolációs vonal kialakulása is (Roussel *et al.* 2005). A magyar nemesítési vonalak megoszlása a második és a harmadik csoportban mutatott magasabb értéket (59% és 32%), míg az elsőben és a negyedikben ez a megoszlás 10,5%, illetve 14,6%. A második és a harmadik csoportban a kelet- és délkelet-európai fajták is nagyobb előfordulási gyakoriságot mutattak (18,5% és 38,7%), amely összefüggésbe hozható azzal, hogy ezen régiók genotípusai keresztezési alapanyagként szolgálnak egymás nemesítési programjaiban. A genetikai távolságok összehasonlítása alapján a vizsgálatba vont fajták származása és a populáció struktúra között közepes, negatív szignifikáns, korrelációt igazoltunk ( $r = -0,54$ ;  $P \leq 0,001$ ).



1. ábra A vizsgálatba vont búza genotípusok rokonsági kapcsolatai és populáció struktúrája

1:SARÓZ; 2:KLEIN-CASTOR; 3:INIA-TORCAZA; 4:KLEIN-CAPRICORNIO; 5:APSIP-ADE; 6:KLEIN-ESCUDO; 7:BUCK-75ANIVERSARIO; 8:BUCK-PANADERO; 9:BUCK-SURENO; 10:BLASCO; 11:MV-HOMBAR; 12:FLEMING; 13:MADSEN; 14:PBV2; 15:993-11-SGP1; 16:ALTAY-2000; 17:MAESTRA; 18:YILDIZ; 19:SULTAN95; 20:ESER; 21:SPADA; 22:BAYRAKTAR; 23:KLEIN-CHAJA; 24:BIGGAR; 25:LONA; 26:RED-RIVER-68; 27:MVSW33-05; 28:CHARA; 29:SUNSTAR; 30:NORDIC; 31:P306; 32:BAI-HUO; 33:NUO-MAIZI; 34:KUKRI; 35:GLENLEA; 36:WILDCAT; 37:BONCAP; 38:KLEIN-FLECHA; 39: ND495; 40:MARQUIS; 41:KATEPWA; 42:LAURA-CAN; 43:HALLAM;44:NUDAKOTA; 45:FLEISCHMANN-481; 46:SIRBAN-PROLIFIK; 47:PAN2001-27; 48:AGENT; 49:JIAN155; 50: LANGFANG-3; 51:ZHONG-MAI-175; 52:VIATOR; 53:MVEEMMA; 54:ABONY; 55:KINA9204; 56:UKRAINKA; 57:MV-KARIZMA; 58:YUMA-10; 59:YUMAI-21; 60:SIMONIDA; 61:BRUTUS; 62:KG-KUNHALOM; 63:BALETKA; 64:ARIDA; 65:HP-PUSZTASZEL; 66:BALADA; 67:VLASTA; 68:BREA; 69:HUNOR; 70:MV27-07; 71:NOBEOKABOZU-KOMUGI; 72:MV-BERES; 73:LUDWIG; 74:MV213-10; 75:MV-TOLDI; 76:MV-TOBORZO; 77:MV-WALZER; 78:MV-MAZURKA; 79:MV-KODMON; 80:MV-SUVEGES; 81:MV-MENUETT; 82:MV-CSARDAS; 83:MV-VERBUNKOS; 84:RONA; 85:BRIANA; 86:MV15-06; 87:MV09-09; 88:MV17-09; 89:MV-VILMA; 90:MV-AMANDA; 91:MV-MARTINA; 92:MV23-09; 93:MV-MARSALL; 94:DUMBRAVA; 95:MV-TALTOS; 96:MV-PRIZMA; 97:MV-KIKELET; 98:SANPASTORE; 99:KRASOTA; 100: GERONIMO; 101:MV-MAGMA; 102:MV-GORSIUM; 103:MV-BODRI; 104:PERVITSA; 105:MV-PALOTAS; 106:JUBILEJNAJA-50; 107:AURA; 108:KRASNODARSKAYA-99; 109:MV-LUCILLA; 110:SKOPJANKA; 111:TURKMEN; 112:DIVANA; 113:ARMCIM; 114:BEI-JING-0045; 115:MCNAIR-701; 116:ROANE; 117:MV-TALLER;

## GENETIKAI DIVERZITÁS VIZSGÁLAT HEXAPLOID BÚZÁBAN

118: MV-SUMMA; 119: MV-MATYO; 120: GK-GONCOL; 121: GK-HEJA; 122: GK-FENY; 123: GK-BERENY; 124: GK-CSILLAG; 125: GK-BEKES; 126: GK-HAJNAL; 127: BABUNA; 128: NS-RANA-1; 129: GOLUBICA; 130: RUZICA; 131: SAGITTARIO; 132: BILANCIA; 133: RAVENNA; 134: NW98S097; 135: SALAMOUNI; 136: LIBELLULA; 137: FENG-YOU-3; 138: YUMAI-34; 139: ADRIANA; 140: DEMETRA; 141: ZLATNA-DOLINA; 142: SANA; 143: GK-SZALA; 144: COURTOT; 145: NOMADE; 146: SOISSONS; 147: KORELI; 148: MV-KOLOMPOS; 149: MV-VEKNI; 150: RENAN; 151: ALAMOOT; 152: ORH010918; 153: NZ4321-114; 154: SPARTACUS; 155: CADENZA; 156: KWS-SCIROCCO; 157: VANEK; 158: AMOR; 159: ORNICAR; 160: RECITAL; 161: DISPONENT; 162: ASPEN; 163: BURATINO; 164: LUPUS; 165: ESTEVAN; 166: CUTTER; 167: PANNONIKUS; 168: WENZEL; 169: HERWARD; 170: BALANCE; 171: SOLSTICE; 172: VALORIS; 173: BASTIDE; 174: ORDEAL; 175: RIGI; 176: FERIA; 177: TOMMI; 178: CUBUS; 179: HAJDUSAG; 180: ELLVIS; 181: TIGER; 182: GKHATTYU; 183: KG-BENDEGUZ

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA NK72913, az OTKA 80781, az EU-FP7 ADAPTAWHEAT és az EU\_BONUS\_12-1-2012-0024 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Crossa, J., Burgueno, J., Dreisigacker, S., Vargas, M., Herrera-Foessel S.A., Lillemo, M., Singh, R.P., Trethovan, R., Warburton, M., Franco, J., Reynolds, M., Crouch, J.H., Ortiz, R. (2007): Association analysis of historical bread wheat germplasm using additive genetic covariance of relatives and population structure. *Genetics*, **177**, 1889-1913.
- Fufa, H., Baenzinger, P.S., Beecher, B.S., Dweikat, I., Graybosch, R.A., Eskridge, K.M. (2005): Comparison of phenotypic and molecular marker-based classifications of hard red winter wheat cultivars. *Euphytica*, **145**, 133-146.
- Karsai, I., Vida, Gy., Petrovics, S., Petcu, E., Kobiljski, B., Ivanovska, S., Bedő, Z., Veisz, O. (2012): Assessment of the spatial genotypic and phenotypic diversity present in the various winter wheat breeding programs in Southeast Europe. *Euphytica*, **186**, 139-151.
- Pritchard, J.K., Stephens, M., Donnelly, P.J. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, **155**, 945-959.
- Roussel, V., Leisova, L., Exbrayat, F., Stehno, Z., Balfourier, F. (2005): SSR allelic diversity changes in 480 European bread wheat varieties released from 1840 to 2000. *Theor. Appl. Genet.*, **111**, 162-170.
- Röder, M.S., Wendehake, K., Korzun, V., Bredemeijer, G., Laborie, D., Bertrand, L., Isaac, P., Rendell, S., Jackson, J., Cooke, R.J., Vosman, B., Ganal M.W. (2002): Construction and analysis of a microsatellite-based database of European wheat varieties. *Theor. Appl. Genet.*, **106**, 67-73.
- Smale, M. (1997): The green revolution and wheat genetic diversity: some unfounded assumptions. *World Dev.*, **25**, 1257-1269.
- Tester, M., Langridge, P. (2010): Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, **327**, 818-822.

*Vitis riparia*, *V. rupestris* és *V. berlandieri* FAJOK  
MAGONCPOPULÁCIÓINAK SZELEKTÁLÁSA SZŐLŐALANY  
NEMESÍTÉS CÉLJÁBÓL

KOCSIS LÁSZLÓ<sup>1</sup>, LÖNHÁRD TAMÁS<sup>1</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>2</sup>, VRŠIČ STANKO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, Keszthely

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Genetika és Biotecnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>3</sup> Faculty of Agriculture and Life Sciences, Hoče, Slovenia

Szőlőültetvényeink talajban található részét szőlőalanyaink képezik, így a gyökérzet élettani funkciói által jelentősen befolyásolják a növény teljesítményét. A szőlőalany nemesítésben a 19. század végén a *Vitis riparia*-t, a *V. rupestris*-t és a *V. berlandieri*-t használták. Arra vonatkozóan, hogy miként választották ki a keresztezési partnereket, információval nem rendelkezünk. Az akkor előállított alanyokat használjuk a legnagyobb felületen ültetvényeinkben, melyek kiváló tulajdonságaik mellett, természetesen rendelkeznek még tovább javíthatókkal is. A korábban említett fajokból származó magokat vetettünk el azzal a céllal, hogy a felnevelt magoncokból keresztezési partnereket válasszunk úgy, hogy a természetben lévő alanyaink kedvező tulajdonságait ne veszítsük el.

**Kulcsszavak:** szőlő, alany, szelekció, *Vitis berlandieri*, *Vitis rupestris*, *Vitis riparia*

GENOTYPE SELECTION OF *Vitis riparia*, *V. rupestris* and *V. berlandieri*  
SEEDLING POPULATION FOR GRAPE ROOTSTOCK BREEDING

L. KOCSIS<sup>1</sup>, T. LÖNHÁRD<sup>1</sup>, E. KISS<sup>2</sup>, S. VRŠIČ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, Keszthely

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Genetika és Biotecnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>3</sup> Faculty of Agriculture and Life Sciences, Hoče, Slovenia

In the vineyards, grape rootstocks compose the plants' parts in the soil; therefore grape rootstocks are extremely important since the plant production capacity is significantly influenced by the plant physiology processes of the root system. In general, at the end of the 19<sup>th</sup> century, three grape species were used in grape rootstock breeding: *Vitis berlandieri*, *Vitis rupestris* and *Vitis riparia*. There is no available information how genotypes were selected for breeding purposes that time. These rootstocks are still in use nowadays which proves that they have very valuable characteristics in viticulture. Despite their values, however, they do not fulfil all the requirements in every viticulture region and aspect; therefore breeding of new rootstocks for the future is important. Seedling populations were established from the above mentioned three species aiming to choose genotypes for parents to increase drought and lime tolerance while maintaining the resistance to soil borne pests also at high level.

**Key words:** grape, rootstock, selection, *Vitis berlandieri*, *Vitis rupestris*, *Vitis riparia*



## Bevezetés

Az amerikai *Vitis* fajok gyökerének az ellenállóságát felfedezve, azoknak különböző kombinációkban előállított hibridjeivel egy tartós biológiai védekezést sikerült kialakítani a szőlőgyökértetű kártételének a megakadályozására. A ma is használt rezisztens alanyokat a 19. század végén és a 20. század elején állították elő, kevés kivételtől eltérően (Kocsis és Györffy Jahnke, 2010). Kezdetben tiszta amerikai fajok szelekciójából származó alanyokat használtak, *Vitis riparia* Michaux 'Riparia Gloire de Montpellier', *Vitis rupestris* Scheele 'Rupestris du Lot'. Azonban néhány éves tapasztalat után rájöttek-e fajták hiányosságaira, amit a fajok közötti keresztezéses nemesítéssel kívántak megszüntetni. A 19. század végétől *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. berlandieri* egyedek keresztezési partnerként való használata általánossá vált (Galet, 1988). Kísérletek sorát állították be, hogy kiválasszák a helyi igényeket legjobban kielégítő alanyokat (Wolpert et al. 1992). Célunk a három észak-amerikai szőlőfaj (*Vitis riparia* Michaux, *Vitis rupestris* Scheele, *Vitis berlandieri* Planchon) magoncaiból álló populációk egyedeinek vizsgálata szülői kombinációkhoz történő genotípus kiválasztására. A kiválasztott egyedek keresztezési kombinációkban való felhasználásával szárazságtűrő és magas aktív mésztartalmú talajokra alkalmas genotípust kívánunk előállítani.

## Anyag és módszer

Három szőlőfaj magoncpopulációinak értékelését és jellemzését végeztük az elmúlt években szőlőalany nemesítéshez szülő partnerek kiválasztása szempontjából. Az egyes szőlőfajok magjait a kaliforniai egyetem Davis-i kampuszának Szőlőtermesztési és Borászati Tanszékéről kaptuk. A magokat 2008-ban vetettük el és a növényeket egy évig üvegházban neveltük majd 2010 tavaszán kiültettük azokat. Felmértük 2011-ben a növekedési erélyüket, 2012-ben a vesszőhozamukat, értékeltük, majd az oltványeredést állapítottuk meg 2013-ban. A szabadföldi kiültetést követő évben 1-5 fokozatú skálát alkalmazva értékeltük a magoncok növekedési erélyét (1=20 cm vagy alatta; 5=100 cm vagy felette). Egy évvel később begyűjtöttük az oltásra alkalmas vesszőket tövenként, ezt db/tő értékben fejeztük ki. 2013 tavaszán Olasz rizling fajtát oltottunk az oltásra alkalmas vesszőkre és az oltványeredési százalékot rögzítettük a vegetáció végén. A növekedési erély, a vesszőhozam és az oltványeredési érték szorzatából egy használati indexet számítottunk.

## Eredmények és következtetések

A Pannon Egyetem Georgikon Kar cserszegtomaji kísérleti szőlőtelepén folyó szőlő alanynemesítési programhoz kapcsolódóan magoncok felnevelésére került sor *V. riparia*, *V. rupestris* és *V. berlandieri* fajokból. Az egyes magoncpopulációkat értékeltük növekedési erélyük alapján. A cserszegtomaji talajadottságok, valamint a 2011. évjárat különösen megfelelőnek ígérkezett, hogy a fiatal növények között a gyökereződőképesség és szárazságtűrőképesség tulajdonságokban adódó különbség megítélésre kerüljön. Az 1. táblázat az egyes magoncpopulációk kategóriánkénti megoszlása mutatja a növekedési erélyt tekintve.

MAGONCPOPULÁCIÓK SZELEKTÁLÁSA ALANYNEMESÍTÉSRE

1. táblázat Az egyes magoncpopulációk növekedési erély szerinti bonitálása 1-5 fokozatú skálán 2011-ben Cserszegtomajon

Magonc populáció	Növekedési erély alapján egyes kategóriákba kapott db szám				
	1	2	3	4	5
<i>V. riparia</i> (n=111)	22	27	30	14	18
<i>V. rupestris</i> (n=87)	33	33	13	7	1
<i>V. berlandieri</i> (n=56)	35	16	4	0	1

A *V. riparia* magoncokból 118 db került kiültetésre, melyből 7 db pusztult ki. A legtöbb magonc középerős növekedést mutatott a nagyon aszályos 2011. évben (vegetációs időben lehullott csapadék mennyisége= 83,2 mm). Mindössze 18 egyed volt képes több mint 1000 mm hosszú hajtások nevelésére. A *V. rupestris* magoncpopuláció összességében kisebb növekedési eréllyel volt jellemezhető az első évben. A hajtások száma több, de azok rövid íz közűek. A *V. berlandieri* az egyik legnehezebben meggyökerezethető szőlőfaj (Swanepoel és Southey, 1989). Ezt tapasztaltuk a magról való felneveléskor is. A kiültetést követően 17 magoncunk pusztult el, a három populáció közül ez volt a legtöbb. Nagyon gyengén növekedtek, fejlődésükben erősen visszamaradtak, így a legtöbb egyed 200 mm-nél kisebb hajtást fejlesztett a nyár végére.

2012-ben a lombhullást követő 4. héten gyűjtöttük be a vesszőket egyedenként. Ez az évjárat is rendkívül aszályos és különösen forró volt. Májusban a késő tavaszi fagyok károsították az alacsony fekvésben található magonctáblát. Az oltásra felhasználható (420 mm hosszú, az apikális végén 6mm átmérőt meghaladó, jól beérett vessző) vesszők számát tüntettük fel a 2. táblázatban.

2. táblázat Az egyes magoncpopulációk vesszőhozama hozamszintek szerint csoportosítva

	Oltásra alkalmas vesszőhozam db		
	1-5 db	6-20 db	20< db
<i>V. riparia</i> (n=82)	16	54	12
<i>V. rupestris</i> (n=8)	2	4	2
<i>V. berlandieri</i> (n=12)	8	4	0

A *V. riparia* esetében 82 magoncról tudtunk oltásra felhasználható vesszőt gyűjteni. A legtöbb egyed esetében 6-20 db vesszőt tudtunk megszédni. Ez természetesen elmarad a termő alanyültetvények vesszőhozamától, de itt magról nevelt tőkéről van szó, melyek fejlődése lassúbb (Kozma, 2000). A *V. rupestris* magoncok esetében nagyon kevés töről tudtunk oltásra alkalmas vesszőt begyűjteni. Sok vesszőt érleltek be tőkénként, de mivel hajtásválogatást nem végeztünk, ezért ezek legtöbbször vékony, oltásra alkalmatlan volt. A *V. berlandieri* nagyon lassú növekedésű faj (Galet, 1988), ezt magonc egyedei is bizonyítják, hisz 12 egyedről sikerült csak oltásra alkalmas vesszőt begyűjteni.

3. táblázat Az egyes magoncpopulációk oltványkihozatali százaléka

	Oltványkihozatali %		
	10-40%	41-60%	61 % <
V. riparia (n=67)	22	12	33
V. rupestris (n=5)	4	0	1
V. berlandieri (n=6)	5	0	1

A *V. riparia* esetében az egyedek 82 %-a eredményezett 10%-nál jobb oltvány eredést (3. táblázat). A legtöbb genotípus kiváló eredési százalékot ért el. A magoncpopuláció bizonyította, hogy könnyen meggyökerezethető, jó vesszőhozamú, és kiválóan oltható összességében. Közülük 7 genotípust választottunk ki további vizsgálatokra az általunk alkalmazott használati index alapján (60<): **GKvrip 17, 24, 26, 35, 59, 73, 115**. A *V. rupestris* magoncknál az oltásra alkalmas vesszőt adó egyedek 75 %-a esetében sikerült értékelhető oltványt felnevelni. Egy genotípus, a **GKvrip 23** kiemelkedett a többi közül 82%-os oltványeredésével és használati index értékével (224). A *V. berlandieri* egyedei közül összesen 6 tőke vesszői eredményeztek értékelhető oltványokat. Hasonlóan a *V. rupestris* magonckhoz, itt is egy egyed volt kiemelkedő az oltványeredés tekintetében (75 %), azonban a nagyon kicsi növekedési erély és kevés számú oltásra alkalmas vessző miatt a használati érték indexe nagyon alacsony (3). Ennek ellenére az oltványt adó *V. berlandieri* genotípusok közül ezt az egyedet, **KGvberl 57**, további vizsgálatainkban szerepeltetjük.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt, a SZIE Kutató Kari Kiválósági Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL, a maribori Egyetem ERASMUS oktató-kutató csereprogramja és a COST FA 1003 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Galet, P. (1988): Cépages et vignobles de France: Les vignés Americaines. Montpellier, Déhan.
- Kocsis L., Györfvőné Jahnke G. (2010): Teleki szőlőalanyok eredete. LII. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia, Keszthely szeptember 30. – október 1. [http://napok.georgikon.hu/upload/publications/2010-08-23\\_17-26-18\\_\\_teleki-szölőalanyainak-eredete-11i-georgikon-napok.doc](http://napok.georgikon.hu/upload/publications/2010-08-23_17-26-18__teleki-szölőalanyainak-eredete-11i-georgikon-napok.doc)
- Kozma P. (2000): A szőlő és termesztése I. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Swanepoel, J.J., Southey, J.M. (1989): The influence of rootstock on the rooting pattern of the grapevine. *South African Journal of Viticulture and Enology*, **10(1)**:23-28.
- Wolpert, J.A., Walker, M.A., Weber, E. (Eds.) (1992): Rootstock Seminar: A Worldwide Perspective. American Society of Enology and Viticulture, Reno, USA.

## A NITROGÉN-KEZELÉS HATÁSA BURGONYA FAJTÁK MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI PARAMÉTEREIRE TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN

KOLLARICSNÉ H. MARGIT<sup>1</sup>, POLGÁR ZSOLT<sup>2</sup>, ARANYI NIKOLETT RÉKA<sup>1</sup>,  
TALLER JÁNOS<sup>1</sup>, HOFFMANN BORBÁLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, AC, Burgonyakutatási Központ, Keszthely

Kísérletünkben burgonya genotípusok (a White Lady, Katica, Hópehely és Chipke fajták, illetve az S440 nemesítési vonal) gumó mennyiségi és minőségi paramétereit vizsgáltuk három nitrogén ellátottsági szinten. A termés mennyiségi mutatóiban eltéréseket találtunk a genotípusok és a kezelések között is. A gumók átlagos tömege csökkent a kisebb adagú nitrogén kezelésekben az S440 és White Lady genotípusoknál, míg nőtt a Chipke, Katica és Hópehely fajtáknál. Azok a növények, amelyek kevesebb nitrogént kaptak, az összes általuk megtermelt szárazanyag nagyobb részét fordították agumókinevelésére, mint a teljes adagú nitrogénnel kezelték. A jobb nitrogén ellátottság szignifikánsan növelte a gumók nitrogéntartalmát, de ennek a növekedésnek az aránya genotípus függő. A vizsgált fajták közül a Hópehely és a Katica esetében növekedett leginkább a gumók nitrogén tartalma magasabb nitrogén ellátás mellett.

**Kulcsszavak:** burgonya, N-kezelés, gumó N-tartalom, harvest index

## THE EFFECT OF NITROGEN TREATMENT ON TUBER QUALITY AND QUANTITY PARAMETERS OF POTATO VARIETIES IN A POT EXPERIMENT

M. H. KOLLARICSNÉ<sup>1</sup>, Z. POLGÁR<sup>2</sup>, N. R. ARANYI<sup>1</sup>, J. TALLER<sup>1</sup>,  
B. HOFFMANN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Pannonia, Georgikon Faculty, Keszthely

<sup>2</sup>University of Pannonia, CAS, Potato Research Centre, Keszthely

In this study, tuber quantity and quality parameters of potato genotypes (cultivar White Lady, Katica, Hópehely, Chipke, and the S440 breeding line) were analysed at three different nitrogen supply levels. Regarding yield quantity parameters, differences were detected among the genotypes and among the treatments as well. At lower nitrogen supply levels, the average tuber weight of White Lady and S440 decreased, however, it increased in the cases of Chipke, Katica and Hópehely. Plants with lower nitrogen supply used a higher portion of the total dry matter for tuber development than those with standard nitrogen supply. The higher nitrogen supply significantly increased the nitrogen content of the tubers but the level of this increase was genotype-dependent. From among the analysed genotypes, the tuber nitrogen content increased the most at higher nitrogen supply in Hópehely and Katica.

**Key words:** potato, N-treatment, tuber N-content, harvest index

## Bevezetés

A termőképesség genetikai variabilitásának kifejeződése nagyban függ a N-ellátottságtól. A genotípus  $\times$  tápanyagellátás kölcsönhatás létezése már bizonyított(*Gallais és Hirel 2004*), továbbá az is, hogy a különböző burgonya genotípusok nitrogénigénye nagyon elrökö lehet(*Arsenault és mtsai. 2001*).

A különböző burgonya fajták nitrogén hasznosító képességében szignifikáns különbséget igazoltak (*Zebarth és mtsai. 2004*). A növények nitrogén táplálkozásában meghatározó genotípusos különbségek feltárása lehetővé teszi a nitrogén hasznosító képesség javítását.

Az Burgonyakutatási Központ fajtáinak, nemesítési anyagainak szántóföldi körülmények közötti vizsgálata a nitrogén hasznosító képesség tekintetében a közelmúltban megkezdődött(*Hoffmann és mtsai. 2010*). Jelen munkánk ennek folytatása, ahol a N hasznosító képesség egyes genotípusokban meglévő különbségeinek üvegházi, tenyészedényes kísérletekben történő részletesebb elemzését, illetve a későbbiekben genetikai vizsgálatát tűztük ki célul.

## Anyag és módszer

A kísérleteinkbe a White Lady, Katica, Hópehely, Chipke keszthelyi fajtákat, illetve az S440 nemesítési vonalat vontuk be. A kísérletet üvegházban állítottuk be, 3 ismétléssel, randomizált elrendezésben. Az ültetőközegkvarchomok #30 (600  $\mu\text{m}$ ) volt. Három liter ürtartalmú tenyészedényeket használtunk, melyekbe 1 db. – átlagosan 50,7 g tömegű – gumót ültettünk. A növényeket 3 hetes korukig egységesen 50%-os Hoagland tápoldattal(*Hoagland és Syder 1933*) öntöttük. A kezelés megkezdésétől a növényeket három különböző nitrát koncentrációjúra (7,50 mmol; 3,00 mmol; 0,75mmol)módosított Hoagland tápoldattal öntöttük 42 napon keresztül. Minden növény azonos mennyiségű folyadékot kapott a kísérlet folyamán.

A 42. kezelési napot követően bontottuk a kísérletet. Mértük a lomb friss tömegét, a gumók friss tömegét, darabszámát. A lombotés a gumókat szárítószekrényben 65 °C-onlégszárazra szárítottuk, majd mértük a száraz tömegüket. A harvest index (HI) számításakor a gumók száraz tömegét elosztottuk a teljes növény száraz tömegével, beleértve a gumók száraz tömegét és a növény föld feletti részének száraz tömegének 25 %-kal megnövelt értékével, mivel általánosan elfogadott, hogy a gyökér és a sztolók a föld feletti növényi részek tömegének 25 %-át teszik ki (*Mazurczyk és mtsai. 2009*). A gumók összes nitrogén tartalmát Kjeldahl-módszer alapján határoztuk meg(*Persson és mtsai. 2008*), FOSS Tecator Digestor Systems berendezés segítségével.

A statisztikai elemzést az SPSS 20.0 for Windows statisztikai programcsomaggal végeztük UNIANOVA és TUKEY, DUNCAN post hoc teszt segítségével, 5 %-os szignifikancia szinten.

## Eredmények és következtetések

A gumók mennyiségi mutatóiban eltéréseket találtunk a genotípusok és a kezelések között is (*1. táblázat*). Az alacsonyabb nitrogén ellátási szinteken csökkent a gumók össztömege az S440, és White Lady esetében. A Katica és Hópehely fajtáknál a közepes nitrogén ellátású kezelésnél mértük a legnagyobb összes gumó tömeget. Ennél a két fajtánál szántóföldi kísérletben is hasonló eredmények születtek(*Hoffmann és mtsai. 2013*).

N-KEZELÉS HATÁSA BURGONYA FAJTÁKON

A gumók száma nőtt a nitrogén adag csökkenésével az S440-nél, csökkent a Chipkénél és a Katicánál. A White Ladynél a közepes nitrogén ellátásnál találtuk legtöbb gumót. A gumók átlagos tömege csökkent a kisebb nitrogén kezelésekben az S440 és White Lady genotípusoknál, a többi vizsgált fajta ezzel ellentétes tendenciát mutatott. A legnagyobb méretű gumókat az S440-nél figyeltük meg, ezek elérték az 50 g-ot.

1. táblázat A gumók össztömege (g/3 növény), száma (db/3 növény), átlagos tömege (g/gumó) és a gumók méret szerinti megoszlása (db/3 növény)

Genotípus és kezelés	Gumók össztömege (g)	Gumó szám (db)	Gumó-átlagos tömeg (g)	Gumók méret-megoszlása (db)							
				0,5 g alatti	0,5 - 10 g	10,1 - 20 g	20,1 - 30 g	30,1 - 40 g	40,1 - 50 g	50 g felett	
S440	7,50	276,65	9	30,74	0	3	1	0	1	2	2
	3,00	260,15	10	26,02	1	4	0	1	1	1	2
	0,75	224,70	17	13,22	2	3	8	1	3	0	0
Chipke	7,50	141,10	18	7,84	2	11	2	3	0	0	0
	3,00	147,70	14	10,55	3	6	2	1	1	1	0
	0,75	136,30	11	12,39	1	5	4	1	0	0	0
White Lady	7,50	185,10	17	10,89	3	7	6	1	0	0	0
	3,00	146,95	20	7,35*	0	16	4	0	0	0	0
	0,75	150,70	18	8,37	0	11	7	0	0	0	0
Katica	7,50	108,40	14	7,74	0	10	3	1	0	0	0
	3,00	142,01	9	15,78*	0	4	2	2	0	1	0
	0,75	135,00	10	13,50	0	6	0	4	0	0	0
Hópehely	7,50	49,30	8	6,16	0	7	1	0	0	0	0
	3,00	118,85	8	14,86	0	3	2	3	0	0	0
	0,75	101,55	9	11,28	0	7	1	0	0	1	0

\* A 7,50 kezeléstől szignifikáns eltérés,  $P < 0,05$  szinten, Duncan teszt alapján

Összegzésként elmondhatjuk, hogy az S440 és White Lady hasonlóan reagáltak N-hiányos kezelésekre, nagyobb számú, de kisebb tömegű gumókat termelt. A Chipke és Katica fajtáknál ennek az ellenkezőjét tapasztaltuk, kevesebb, de nagyobb méretű gumókat hoztak. A Hópehelynél ettől eltérően a gumó szám nem változott és a teljes adagú nitrogén-ellátás erős termés-depressziót okozott, mely jelenséget szántóföldi körülmények között tapasztaltuk (Hoffmann és mtsai. 2013).

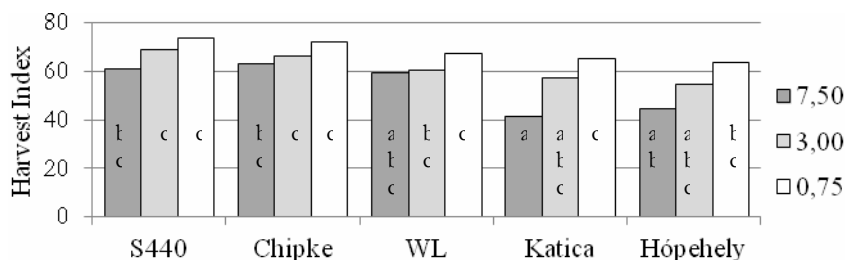
A gumók szárazanyagának alakulását a 2. táblázat mutatja be. A nitrogén-ellátás csökkenésével a 100 g friss tömegre vetített szárazanyag tartalomnövekedését tapasztaltuk.

2. táblázat A gumók szárazanyagának alakulása (g) 100 g friss tömegre vetítve a N-függvényében

Genotípus	Nitrogén kezelések (mmol)		
	7,50	3,00	0,75
S440	15,28 a	18,60 ab	22,88 b
Chipke	18,19 ab	17,01 a	19,07 ab
WL	16,91 a	17,41 ab	17,97 ab
Katica	17,76 ab	19,91 ab	19,66 ab
Hópehely	12,37 a	14,45 a	15,66 a

A különböző betűk a genotípusok és kezelések közötti szignifikáns különbségeket jelzik.  
P<0,05 szinten, Duncan teszt alapján

A termesztett növények közül a burgonya harvest indexe a legnagyobb (Mazurczyk és mtsai. 2009). Az általunk vizsgált genotípusok HI értéke 36,06 és 77,73 közé esett, ez megfelel az irodalomban leírt értékeknek (Vos 1997). A 0,75 mmol-os kezelésben magasabb HI értékeket kaptunk, mint a 7,50 mmol-os kezelésben (1. ábra), a kezeléshatás azonban csak a Katica és a Hópehely fajták esetében volt szignifikáns. Azok a növények, amelyek kevesebb nitrogént kaptak, az összes általuk megtermelt szárazanyag nagyobb részét fordították gumókötésre, vagyis a növekvő nitrogén adagok hatására csökken a HI érték, ami megfelel más kutatók eredményeinek (Vos 1997).

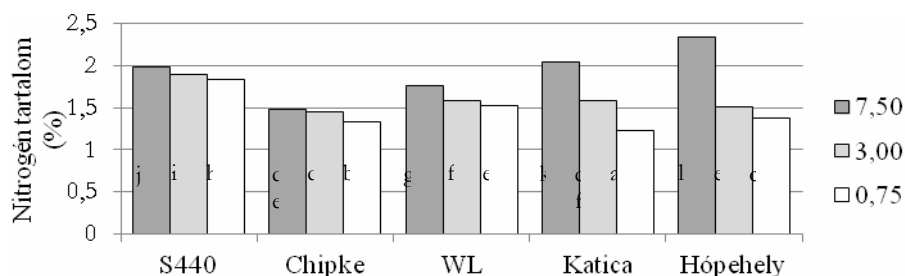


1. ábra Harvest index alakulása

A különböző betűk a szignifikáns különbségeket jelzik a genotípusok és kezelések között.  
P<0,05 szinten, Duncan teszt alapján

A burgonyagumók nitrogén tartalmának eredményei a 2. ábrán láthatóak. A mért értékek 1,23–2,34 % között változtak. Teljes nitrogén adag mellett a legtöbb nitrogént a Hópehely, a legkevesebbet pedig a Chipke gumói tartalmazták. Az alacsonyabb nitrogén ellátású növények kevesebb nitrogént halmoztak fel a gumóban. Habár a genotípusok többségénél szignifikáns különbséget állapítottunk meg a kezelések között, a nitrogén tartalom kezelése hatására történő csökkenésének mértékét genotípusonként eltérőnek találtuk. A gumó nitrogén tartalmatekintetében a kezelések közötti legnagyobb különbséget a Hópehely fajtánál figyeltük meg.

## N-KEZELÉS HATÁSA BURGONYA FAJTÁKON



2. ábra A gumók nitrogén tartalma (%).

A különböző betűk a szignifikáns különbséget jelzik a genotípusok és kezelések között.  
P<0,05 szinten, Tukey teszt alapján

A gumók nitrogén tartalmának vizsgálatakor azt találtuk, hogy a jobb nitrogén ellátottság növeli a gumóba beépített nitrogén mennyiségét, a növekedés aránya azonban genotípus függő.

### Irodalom

- Arsenault, W. J. – LeBlanc, D. A. – Tai, G. C. C. – Boswall, P.: 2001. Effects of nitrogen application and seed piece spacing on yield and tuber size distribution in eight potato cultivars. *American Journal Potato Research* **78**: 301–309.
- Gallais, A. – Hirel, B.: 2004. An approach to the genetics of nitrogen use efficiency in maize. *Journal of Experimental Botany* **55**(396): 295-306.
- Hoagland, D. R. – Syder, W. C.: 1933. Nutrition of the strawberry plant under controlled conditions: (a) Effects of deficiencies of Boron and certain other elements: (b) Susceptibility to injury from sodium salts. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **30**: 288–294.
- Hoffmann, B. – Hoffmann, S. – Polgár, Z.: 2010. A nitrogén hasznosítás növelésének lehetőségei a burgonya nemesítésben. 52. *Georgikon Napok, Nemzetközi Tud. Konf, Keszthely*, CD és Online kiadvány. 978-963-9639-38-6.
- Hoffmann, B. – Hoffmann, S. – Simon, S. – Polgár, Z.: 2013. Evaluation of Nitrogen Use Efficiency (NUE) of Hungarian Potato Cultivars. EUCARPIA Breeding for Nutrient Efficiency, Göttingen, Germany.
- Mazurczyk, W. – Wierzbicka, A. – Trawczyński, C.: 2009. Harvest index of potato crop grown under different nitrogen and water supply. *Acta Scientiarum Polonorum - Agricultura* **8**(4): 15–21.
- Persson, J.-Å. – Wennerholm, M. – O'Halloran, S.: 2008. Handbook for Kjeldahl digestion. A recent review of the classical method with improvements developed by FOSS, CA Andersson, Malmö, Sweden.
- Vos, J.: 1997. The nitrogen response of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the field: nitrogen uptake and yield, harvest index and nitrogen concentration. *Potato Research* **40**: 237–248
- Zebarth, B. J. – Tai, G. – Tarn, R. – Jong, H. D. – Milburn, P. H.: 2004. Nitrogen use efficiency characteristics of commercial potato cultivars. *Canadian Journal Plant Science* **84**: 589–598.



*Dasypyrum villosum* EREDETŰ LISZTHARMAT-REZISZTENCIA  
BEÉPÍTÉSE MARTONVÁSÁRI BÚZAJAJTÁKBA  
MARKERSZELEKCIÓVAL

KOMÁROMI JUDIT<sup>1</sup>, ZHANG ZENGYAN<sup>2</sup>, CIRO DE PACE<sup>3</sup>, VEISZ OTTÓ<sup>1</sup>,  
VIDA GYULA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

<sup>2</sup>Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

<sup>3</sup>DAFNE, University of Tuscia, Viterbo, Italy

A *Dasypyrum villosum* (Dv) faj a búza értékes harmadlagos génforrása. A Dv fajban található *Pm21* lisztharmat-rezisztenciagén hazai körülmények között jelenleg teljes védelemet biztosít a *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* kórokozóval szemben. Évekkel ezelőtt markerszelekcióra alapozott visszakeresztezési (BC) programot indítottunk a Dv eredetű rezisztencia beépítésére a martonvásári búzafajtákba, amelyhez két kínai és egy olasz eredetű forrás állt rendelkezésre. A forrásokkal 7 kombinációt hoztunk létre. Valamennyi BC generációban fenotípusos és molekuláris vizsgálatot is végeztünk az utódpopulációk egyedeivel. Dolgozatunkban a BC program eredményeit és a Dv eredetű rezisztenciagént hordozó genotípusok lisztharmat-rezisztenciájával kapcsolatos fenotípusos megfigyeléseinket ismertetjük.

**Kulcsszavak:** lisztharmat rezisztencia, őszi búza, *Dasypyrum villosum*, *Pm21*

TRANSFER OF POWDERY MILDEW RESISTANCE ORIGINATING  
FROM *Dasypyrum villosum* INTO THE WINTER WHEAT  
CULTIVARS BRED IN MARTONVÁSÁR

J. KOMÁROMI<sup>1</sup>, Z. ZHANG<sup>2</sup>, C. DE PACE<sup>3</sup>, O. VEISZ<sup>1</sup>, GY. VIDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of  
Sciences, Martonvásár

<sup>2</sup>Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

<sup>3</sup>DAFNE, University of Tuscia, Viterbo, Italy

*Dasypyrum villosum* (Dv) is one of the most valuable species in tertiary gene pool of wheat. Powdery mildew resistance gene *Pm21* originating from Dv provides an overall resistance to *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* in Hungary. A back-cross (BC) program based on marker assisted selection (MAS) started in our institute in 2008 in order to transfer the Dv originated resistance into the winter wheat cultivars bred in Martonvásár. Three wheat lines carrying the gene *Pm21*, two from China and one from Italy, were used in this program. Seven new combinations were obtained by crossing the three lines with wheat cultivars bred in Martonvásár. Phenotypic and molecular tests were performed on the individuals of descendent populations of all BC generations. In this study, we present the results of the BC program and the phenotypic observations of the genotypes carrying the Dv derived resistance gene.

**Key words:** powdery mildew resistance, wheat, *Dasypyrum villosum*, *Pm21*

## Bevezetés

A búzanemesítés során olyan fajtákat igyekszünk létrehozni, amelyek kiváló agronómiai és minőségi tulajdonságaik mellett széleskörű betegség-ellenállósággal is rendelkeznek. Az ismert és a még felfedezésre váró lisztharmat rezisztenciagének eredete eltérő. A gének egy jelentős része a *Triticum aestivum* termesztett és tájfajtáiból, más részük különböző idegen fajokból származik. Származásuk alapján megkülönböztetünk elsődleges, másodlagos, illetve harmadlagos rezisztenciagén-forrásokat. Ez utóbbi csoportba azok a fajok tartoznak, amelyeknek egyetlen homológ genomjuk sincs a búzával, belőlük mégis rezisztenciagének kerültek a legfontosabb kenyérgabonánk genetikai állományába. Ide sorolható a *Secale cereale* (termesztett rozs), a *Dasyphyrum villosum*, továbbá néhány *Aegilops* faj. A homológ rekombináción alapuló génátvitel ezekben az esetekben nem működik. Különböző genetikai technológiák, mint az indukált kromoszóma transzlokáció, a Ph1 lókuszt besugárzott vagy indukált mutációja az 5BL kromoszómakaron, vagy az 5B kromoszómapár hiánya használható a gén transzfer megkönnyítésére (Jiang *et al.* 1994). Ezeknek a módszereknek eredményeképpen jöttek létre a búza/idegen faj kromoszóma-transzlokációk vagy rekombináns törzsek.

A diploid *Dasyphyrum villosum* ( $2n=14$  VV) a legtöbb búzát károsító patogénnel szemben nagyfokú ellenállósággal rendelkezik. (De Pace *et al.* 2011). A 14 lehetséges búza/DV centrikus fúzió közül eddig tizenkettő transzlokációs törzset sikerült létrehozni (Liu *et al.* 2011). Ily módon számos rezisztenciáért és egyéb agronómiai érték tulajdonságért felelős gén/kromoszómaszakasz került ebből a fajból a búzába. Így a szártörő gomba ellenállóságért felelős gén, amelyet a 4V kromoszómán térképeztek (Murray *et al.* 1994; Yildirim *et al.* 1998), a WSSMV vírussal szembeni rezisztenciáért felelős gén (Zhang *et al.* 2005), az *Sr52* szárrozsdá-rezisztenciagén, amely védelmet biztosít az UG99-es razzsal szemben is (Qi *et al.* 2011) és a hazai viszonyok között lisztharmattal szemben eddig teljes védelmet nyújtó Pm21 gén (Chen *et al.* 1995). Ez utóbbi a T6AL.6VS transzlokáció során került a búzába.

Intézetünkben 2008-ban indult egy markerszelekcióra alapozott visszakeresztezési program, melynek célja a *Dasyphyrum villosum* eredetű lisztharmat rezisztenciáért felelős *Pm21* gén beépítése a martonvásári búzafajtákba.

## Anyag és módszer

A visszakeresztezési programot az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetének üvegházában Mv Süveges, Mv Emese és Mv Toborzó fajtákkal végeztük. Rezisztenciaforrásként két kínai, a Nannong-02Y23 és a 06R160-3 illetve egy olasz búzatörzs, a 34-CSXV32-V616-1-R állt rendelkezésre. Összesen hét kombinációban történtek a keresztezések, amelyeket az 1. táblázatban foglaltunk össze. Minden évben felvételeztük az utódok természetes lisztharmat fertőzöttségét üvegházban, és az egyedeken markerszelekciót végeztünk. A DNS

## LISZTHARMATREZISZTENCIA BEÉPÍTÉSE BÚZÁBA

kivonást a Qiagen DNA Plant Mini Kit-tel végeztük. A PCR reakcióhoz az OPH17<sub>1900</sub> RAPD markerből (Qi et al. 1996) SCAR markerré (Liu et al. 1999) átalakított Pm21D és Pm21E markereket használtuk. A PCR reakció során alkalmazott program a következő volt: 94 °C 3 perc, majd 40 cikluson keresztül: 94 °C 1 perc, 55 °C 1 perc, 72 °C 2 perc, végül 72 °C 5 perc (Liu et al. 1999). A kapott PCR termékeket 1%-os agaróz gélen futtattuk 90V-on 40 percig.

### 1. táblázat A Pm21 rezisztenciagén marionvásári fajtákba történő beépítésének céljából végzett keresztezések kombinációi.

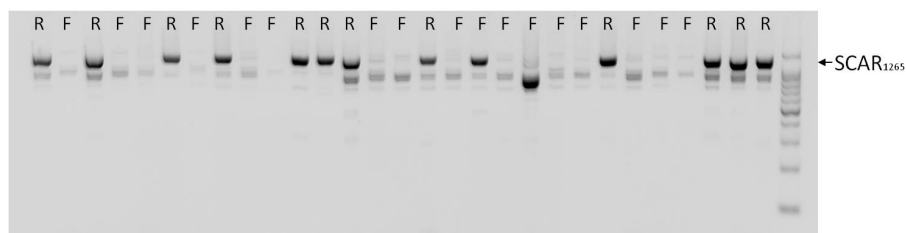
Sorszám	Donor	Rekurrens szülő
1	NANNONG-02Y23	MV SÜVEGES
2	06R160-3	MV SÜVEGES
3	NANNONG-02Y23	MV EMESE
4	06R160-3	MV EMESE
5	06R160-3	MV TOBORZÓ
6	34-CSXV32-V616-1-R	MV TOBORZÓ
7	34-CSXV32-V616-1-R	MV EMESE

A Pm21-es lisztharmat-rezisztenciagén hatékonyságát szántóföldön és üvegházban is ellenőriztük. A forrásokat 2008-2009-ben és 2012-2013-ban elvetettük szántóföldön és felvételeztük a természetes lisztharmat-fertőződést. A szántóföldi értékeléskor a Saari-Prescott skálát alkalmaztuk (Saari – Prescott 1975). Az eredményeket különböző mértékben ellenálló fajták lisztharmat-fertőzőttségi adataival vetettük össze. A szántóföldi adatok feldolgozásakor mindkét vizsgált évben meghatároztuk a betegség előrehaladási görbe alatti terület (AUDPC = area under the disease progress curve) nagyságát, majd ezeket kéttényezős varianciaanalízissel értékeltük.

Üvegházban a források fiatalkori ellenállóságát vizsgáltuk 32 lisztharmat izolátummal szemben. Értékeléskor 0-4 skálát alkalmaztunk (0 tünetmentes, 4 nagyon fogékony; Nover 1957).

### Eredmények és következtetések

A molekuláris vizsgálatban az irodalmi adatoknak (Liu et al. 1999) megfelelően 1265 bp -nál kaptunk terméket a PCR reakció során azokban a búza törzsekben, amelyek hordozzák a Pm21D és Pm21E SCAR markerek kapcsolódásához szükséges szekvenciát. (1. ábra).

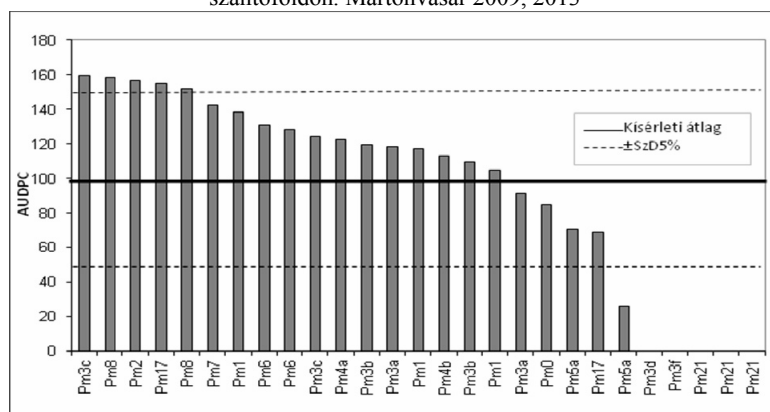


1. ábra A Nannong-02Y23/6\*Mv Süveges illetve a 06R160-3/6\*Mv Süveges visszakeresztelési programból származó búzatörzsek markerszelekciós vizsgálatának gélfotója. Az ábrán feltüntetett a fenotípusos megfigyelés eredményét is (F = fogékony; R = rezisztens).

Összevetve az üvegházban felvételezett lisztharmat-ellenállósággal, megállapítottuk, hogy a marker és a *Pm21* rezisztenciagén szorosan kapcsolt. A 2013-ban vizsgált 143 egyed közül mindössze négy olyan eset fordult elő, hogy a fenotípusos adat és a markerszelekció során kapott eredmény nem egyezett meg. Két esetben kimutattuk a génszakaszt olyan növények DNS-éből, amelyek búzalisztharmattal megfertőződtek, illetve két rezisztens növényből kivont DNS-ben nem kaptunk terméket a PCR reakció során. A többi 139 esetben a rezisztens növények hordozták a keresett génszakaszt, míg a fogékony egyedek nem. A BC programban kizárólag azokat a növényegedeket kereszteztük, amelyek lisztharmattal szemben ellenállóak voltak és a molekuláris markert is hordozták.

A szántóföldi vizsgálatokban megállapítottuk, hogy a legtöbb nálunk elterjedt *Pm* génnel ellentétben (Komáromi et al. 2009) a *Pm21* hatékony védelmet biztosít lisztharmattal szemben hazai körülmények között. A varianciaanalízis eredménye alapján a tesztelt fajták AUDPC adatai között szignifikáns eltéréseket mutattunk ki. Az egyes fajták lisztharmat-ellenállóságát a két vizsgált év átlagadatai alapján a 2. ábrán szemléltetjük.

2. ábra Ismert lisztharmat-rezisztenciagéneket hordozó fajták lisztharmat-fertőzöttsége szántóföldön. Martonvásár 2009, 2013



A korábbi évek tapasztalataihoz hasonlóan a 0-s értéktől szignifikánsan továbbra sem különbözött a *Pm3d* és *Pm3f* gént/allélt hordozó búzafajta és törzs, illetve a *Pm5a* allélt hordozó Hope fajta. Az átlagtól szignifikánsan erősebben fertőződtek a *Pm3c*, *Pm8*, *Pm2*, vagy a *Pm17* gént hordozó fajták.

Az üvegházi fiatalkori rezisztenciatesztben 32 lisztharmat izolátummal fertőztük a három forrásként használt búzatorzset. A domináns patotípus a 76-os volt (az izolátumok 53%-a), de jelen volt a 47-es, az 51-es rassz és az X7-es patotípus is. A tesztelt források valamennyi izolátummal szemben rezisztensek voltak.

Megállapítottuk, hogy mindhárom *Pm21*-et hordozó búzatorzs (Nannong-02Y23, 06R160-3 és 34-CSXV32-V616-1-R), hazai körülmények között mind

szántóföldön, mind üvegházban, felnőtt és fiatal korban egyaránt, teljesen ellenállóak a búzalisztharmattal szemben. A *Pm21*-es rezisztenciagént hordozó martonvásári őszi búza genotípusok értékes lisztharmat rezisztencia forrásként hasznosíthatók a búzanemesítési programban.

### Köszönetnyilvánítás

A genetikai alapanyagok cseréjét a TÉT\_12\_CN-1 és az IT-41/2007 Tét pályázatok támogatták. A szerzők köszönettel tartoznak Prof. Weizhong Lu-nak (Institute of Agrobiological Genetics and Physiology, JAAS, Nanjing, China) a Nannong-02Y23 rezisztenciaforrásért.

### Irodalom

- Chen, P.D., Qi, L.L., Znou, B., Zhang, S.Z., Liu, D.J. (1995): Development and molecular cytogenetic analysis of wheat – *H. villosa* 6VS/6AL translocation lines specifying resistance to powdery mildew. *Theor. Appl. Genet.* **91**, 1125–1128.
- De Pace, C., Vaccino, P., Cionini, P. G., Pasquini, M., Bizzarri, M., Qualset, C.O. (2011): *Dasypyrum*. In: Kole C. (ed) Wild crop relatives, genomic and breeding resources, Cereals. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. pp.185–292.
- Jiang, J. Friebe, B., Gill, B.S. (1994): Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica* **73**, 199–212.
- Liu, C., Qi, L., Liu, W., Zhao, W., Wilson, J., Friebe, B., Gill, B.S. (2011): Development of a set of compensating *Triticum aestivum* – *Dasypyrum villosum* Robertsonian translocation lines. *Genome*, **54**, 836–844.
- Komáromi, J., Veisz, O., Vida, Gy. (2009): A nagygénes búzalisztharmat rezisztencia hatékonyságának vizsgálata Martonvásáron. In: Veisz O (szerk.) Hagymány és haladás a növénynevelésben: XV. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, Magyarország, 2009.03.17. Budapest, MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Bizottsága, 2009. pp. 257–261.
- Murray, T.D., de la Pena, R.C., Yildirim, A., Jones, S.S., Qualset, C.O. (1994): A new source of resistance to *Pseudocercospora herpotricoides*, cause of eyespot disease of wheat, located on chromosome 4V of *Dasypyrum villosum*. *Plant Breeding* **113**, 281–286.
- Nover, I. (1957): Sechsjährige Beobachtungen über die physiologische Spezialisierung des echten Mehltaus (*Erysiphe graminis* DC.) von Weizen und Gerste in Deutschland. *Phytopathologische Zeitschrift*, **31**, 85–107.
- Qi, L.L., Pumphrey, M.O., Friebe, B., Zhang, P., Qian, C., Bowden, R.L., Rouse, M.N., Jin, Y., Gill, B.S. (2011): A novel Robertsonian translocation event leads to transfer of a stem rust resistance gene (*Sr52*) effective against race Ug99 from *Dasypyrum villosum* into bread wheat. *Theor. Appl. Genet.* **123**, 159–167.
- Saari, E.E., Prescott, J.M. (1975): A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Dis. Rep.*, **59**, 377–380.
- Yildirim, A., Jones, S.S., Murray, T.D. (1998): Mapping a gene conferring resistance to *Pseudocercospora herpotricoides* on chromosome 4V of *Dasypyrum villosum* in a wheat background. *Genome* **41**, 1–6.
- Zhang, Q., Li, Q., Wang, X., Wang, H., Lang, S., Wang, Y., Wang, S., Chen, P., Liu, D. (2005): Development and characterization of a *Triticum aestivum*-*Haynaldia villosa* translocation line T4VS-4DL conferring resistance to wheat spindle streak mosaic virus. *Euphytica*. **145**, 317–320.

## *Fragaria vesca* Sam DCI GÉN FUNKCIONÁLIS JELLEMZÉSE

KOVÁCS LÁSZLÓ, MENDEL ÁKOS, TÓTH SZABOLCS, SZENTGYÖRGYI ANNA,  
KISS ERZSÉBET

Genetika és Biotechnológiai Intézet, Szent István Egyetem, Gödöllő

A poliaminok kis molekulatömegű polikationok, amelyek minden ma élő szervezetben megtalálhatóak. Korábbi kutatások már bizonyították a poliaminok sokoldalú szerepét az élettani/fejlődési folyamatokban. A poliaminok nélkülözhetetlenek a megfelelő növekedéshez és fejlődéshez mind a prokariótákban, mind az eukariótákban. Az S-adenozilmetionin-dekarboxiláz (*SAMDC*) a poliaminok szintézisének kulcsenzime. Kutatásunk célja a *SAMDC* gén szabályozási mechanizmusának meghatározása révén, a poliamin-bioszintézis molekuláris alapjainak, a poliaminok növényi fejlődésben betöltött szerepének tisztázása.

Kísérleteink célja tehát a *Fragaria vesca*-ból izolált *SAM DCI* gén funkcionális jellemzése transzformált *Nicotiana benthamiana* modellnövény vizsgálatával.

**Kulcsszavak:** *Fragaria vesca*, S-adenozilmetionin-dekarboxiláz

## CHARACTERIZATION OF *Sam DCI* GENE OF *Fragaria vesca*

L. KOVÁCS, Á. MENDEL, SZ. TÓTH, A. SZENTGYÖRGYI, E. KISS

Institute of Genetics and Biotechnology, Szent István University, Gödöllő

The polyamines are polycations with low molecular weight and are present in all living organism. Previous studies have proved the versatile roles of polyamines in physiological processes. Polyamines are necessary for the normal growth and development of prokaryotes and eukaryotes, too. The S-adenosylmethionine-decarboxylase (*SAMDC*) is the key enzyme in the synthesis of polyamines. The aim of our research is the clarification of the role of polyamines in plant development through the determination of regulatory mechanism of the *SAMDC* gene and the molecular basis of polyamine biosynthesis.

The aim of the experiment is the characterization of *SAM DCI* gene of *Fragaria vesca* through the examination of transformed *Nicotiana benthamiana* model plants.

**Key words:** *Fragaria vesca*, S-adenozilmetionin-dekarboxilase

### Bevezetés

A poliaminok kis molekulású polikationok, amelyek minden ma élő organizmusban megtalálhatóak (Cohen 1998). Korábbi kutatások már bizonyították a poliaminok sokszínűségét az élettani folyamatok, fejlődés stádiumok során. Ezek a molekulák szükségesnek bizonyultak a megfelelő növekedéshez és fejlődéshez a prokariótákban és az eukarióta szervezetekben egyaránt (Tabor és Tabor 1984). Bebizonyosodott, hogy a hormonokhoz hasonlóan szerepet játszanak a replikációban, a transzkripcióban, a translációban, a membránok stabilizációjában, az enzimaktivitás szabályozásban, a sejtosztódásban és elongációban és a növény növekedésében és fejlődésében (Galston et al. 1997; Walden et al. 1997).

A növényekben a leggyakrabban jelenlévő poliamin formák a diamin putreszcin (Put), a triamin spermidin (Spd) és a tetramin spermin (Spm) (Kaur-Sawhney et al. 2003).

A polikationok koncentrációja a növényekben  $10^{-9}$  –  $10^{-5}$  M közti, tehát nagyobb, mint az endogén fitohormonoké, amelyeké  $10^{-13}$  –  $10^{-7}$  M, ezért a növényi növekedést szabályzó vegyületeknek tekintendők, de az össz- és a lokális poliamin koncentrációk nagyban függenek a növényfajtól, fejlettségi stádiumától a vizsgált szervtől, szövettől és a stresszoroktól (Bouchereau et al. 1999; Kuznetsov és Shevyakova 2007).

Az S-adenozilmetionin-dekarboxiláz (SAMDC; EC 4.1.1.50) enzim kulcsszerepet játszik a poliaminok szintézisében (Pegg et al. 1998). Azzal, hogy megismerjük, hogyan működik a SAMDC gén szabályozása, közelebb kerülünk a poliaminok bioszintézisnek és annak megértéséhez, milyen szerepet játszanak a poliaminok a növények fejlődésében és növekedésében.

Emberi SAMDC konstitutív túltermeltetése dohányban (*Nicotiana tabacum*) növekvő spermidin és putreszcin szintet eredményezett és emiatt nagyobb só-, és ozmotikus stressz ellenállóságot biztosított a kontroll növényekhez képest (Waie és Rajam 2003). Ugyanakkor dohányt (*Nicotiana tabacum*) és rizst (*Oryza sativa*) szegfűből (*Dianthus sp.*) származó ACC szintázal és ACC oxidázal transzformálva nagyobb SAMDC aktivitást tapasztaltak, ami megnövelte a dohányban a putreszcin, spermidin szintet (Wi és Park 2002).

Liu és munkatársai (2011) szőlő (*Vitis vinifera L.*) csíranövényeket kezeltek *in vitro* 200 mM-os NaCl-al és 350 mM-os mannittal hét napon keresztül. A három fő poliamin forma közül (Put, Spd, Spm) a putreszcin felhalmozódásának mértéke volt kimagaslóan magas a sóval kezelt növények esetében.

Az utóbbi években, sikerült állatokban és növényekben egyaránt bizonyítani egy transzlációs szinten működő szabályozási mechanizmust a SAMDC gén esetén (Ruan et al. 1996; Hanfrey et al. 2005; Hu et al. 2005).

### Anyag és módszer

Első lépésben elvégeztük a szamócában (*Fragaria vesca*) az érés során változó expressziót mutató, tehát feltételezhetően érésspecifikus SAM-dekarboxiláz gének ORF-ének azonosítását bioinformatikai módszerekkel. A SAM dekarboxiláz (SAM DC1, DC2) génből 2 szekvenciát sikerült azonosítani a teljes genomon. Meghatároztuk a gének ORF-ét bioinformatikai módszerekkel. Ezután felszaporítottuk a SAM DC1 gén cDNS-ét *Fragaria vesca* RNS-ből reverz transkripcióval visszaírt DNS-en (a Sam DC2-vel a későbbiekben foglalkozunk).

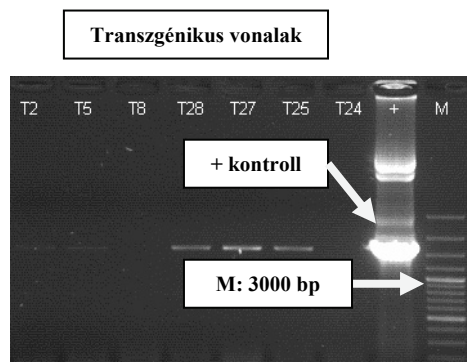
A SAM DC1 gén esetében 1080 bp méretű fragmentumot kaptunk, ami megfelel a genom DNS-en lévő méretnek, mivel a gén nem tartalmaz intront. Következő lépésben Gateway pENTR klónozó vektorba ligáltuk génszekvenciát, majd az ezzel kompatibilis pGWB 405 bináris vektorba vittük a konstrukciót, ami egy CaMV35S konstitutív promotert és sGFP riportergént tartalmaz és alkalmas arra, hogy az általunk ligált génszekvenciát fuzionáltassuk az sGFP riportergénnel, amely egyből fehérjeszinten bizonyítja, hogy funkcióképes fehérje termelődik a mi szekvenciánkról. Ezután a kész konstrukciókkal *E. coli* JM109-es törzsét transzformáltuk, a transzformáció sikerességének bizonyítása után elvégeztük az *Agrobacterium tumefaciens* C58C1-es törzsének transzformációját. A kolóniák tesztelése után a SAM DC1 gént tartalmazó bináris vektorral elvégeztük *Nicotiana benthamiana* modellnövény *Agrobacterium* közvetítette növénytranszformációját.

### Eredmények és következtetések

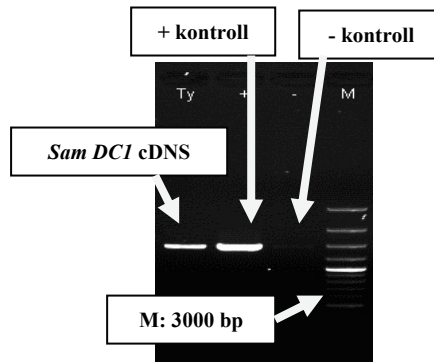
A transzformáció sikerességének ellenőrzésére *Nicotiana benthamiana* növények DNS-ét PCR reakcióval ellenőriztük, amely eredményét az 1. ábra mutatja.

A pozitív eredményt adó növényekből RNS-t izoláltunk és reverz transzkripcióval cDNS-eket írtunk vissza a transzformáció sikerességének RNS szintű bizonyításához, a kapott eredményt a 2. ábra mutatja.

Ezután a DNS és RNS szinten is pozitív eredményt adó növényeket különböző abiotikus stresszeknek megfelelő körülményeknek tettük ki különböző táptalajokon (D-szorbit, NaCl, Cu-EDTA, Al-EDTA), és vizsgáltuk a vad típushoz képest történő elváltozásokat. A 3. ábrán 200 mM-os D-szorbitot tartalmazó táptalajon „fejlődő” növényeket láthatunk, mint látható jelentős fenotípusbeli eltérés van a vad típus és annak transzgénikus változata között.



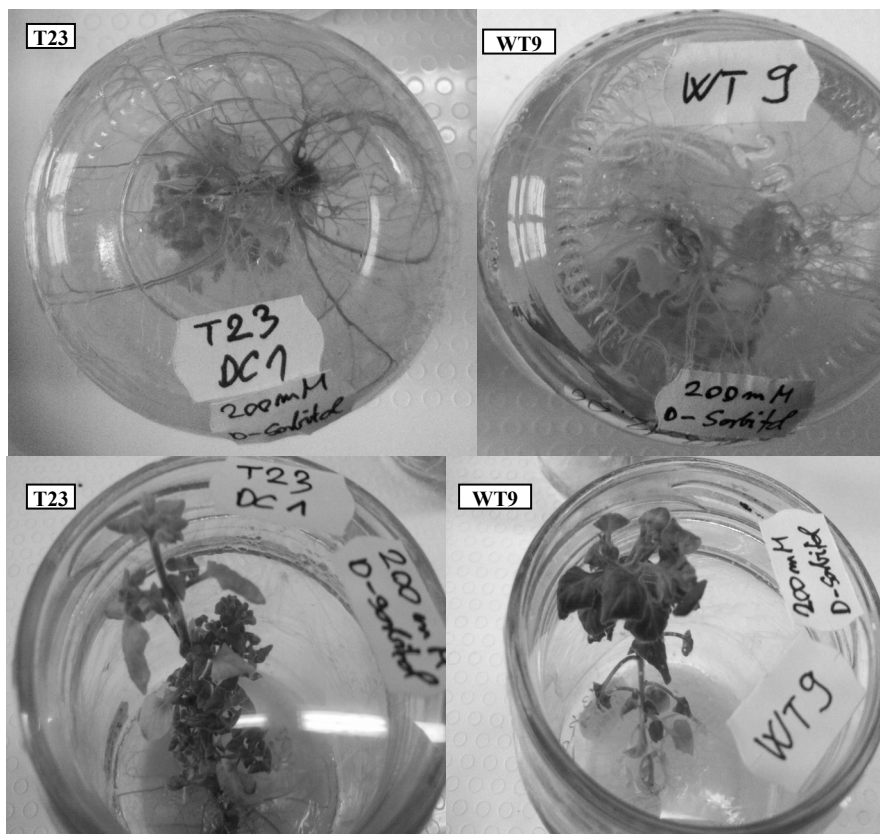
1. ábra: Növényi DNS-ek tesztelése



2. ábra Növényi RNS-ek tesztelése

Fenotípusbeli eltéréseken a transzgénikus és a vad típus gyökeresedési hajlamának és a növények „föld feletti részeinek” különbözőségét értjük (a transzgénikus növények bokrosodása és levélmorfológiai eltérése a vad típushoz képest). A képek a táptalajra helyezést követő 35. napon készültek. Az ábrán felül a transzgénikus (T23) és a vad típusú (WT9) növények gyökérfejlődése, alul pedig a hajtásfejlődése figyelhető meg.





3. ábra 200 mM-os D-szorbitot tartalmazó táptalajon fejlődő transzgénikus és vad típusú *Nicotiana benthamiana*

Korábbi kutatások eredményeinek megfelelően az ozmotikus stressznek kitett *Sam DC1* transzformáns *Nicotiana benthamiana* növények erőteljesebb gyökeresedést mutattak a vad típushoz képest. Hajtásmorfológiai eltérésre egyelőre még nem tudjuk a választ.

Emellett folyamatban van a különböző stresszorokat tartalmazó táptalajokon (NaCl, Cu-EDTA, Al-EDTA) a transzgénikus és vad típusú növények fenotípusos és *sGFP* expressziós vizsgálata.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA 101195, a Kutató Kari Kiválósági Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL és a KTIA-AIK-12-1-2012-0012 támogatta.

### Irodalom

- Bouchereau A., Aziz A., Larher F., Martin-Tanguy J. (1999): Polyamines and environmental challenges: recent development. *Plant Science* 140: 103-125.
- Cohen S.S. (1998): *A Guide to the Polyamines*. Oxford University Press, Oxford.
- Galston A.W., Kaur-Shawhney R., Atabella T., Tiburcio A.F. (1997): Plant polyamines in reproductive activity and response to abiotic stress. *Botanica Acta* 110: 197-207.
- Hanfrey C., Elliott K.A., Franceschetti M., Mayer M.J., Illingworth C., Michael A.J. (2005): A dual upstream open reading frame-based autoregulatory circuit controlling polyamine-responsive translation. *Journal of Biological Chemistry* 280: 39229–39237.
- Hu W.W., Gong H., Pua E.C. (2005): The pivotal roles of the plant S-Adenosylmethionine Decarboxylase 5' untranslated leader sequence in regulation of gene expression at the transcriptional and posttranscriptional levels. *Plant Physiol.* 138(1): 276–286.
- Kaur-Sawhney R., Tiburcio A.F., Atabella T., Galston A.W. (2003): Polyamines in plants: An overview. *J. Cell Mol. Biol.* 2: 1-12.
- Kuznetsov V.V., Shevyakova N.I. (2007): Polyamines and stress tolerance of plants. *Plant Stress* 1 (1): 50-71.
- Liu J. H., Nakajima I. and Moriguchi T. (2011): Effects of salt and osmotic stresses on free polyamine content and expression of polyamine biosynthetic genes in *Vitis vinifera*. *Biologia Plantarum.* 55 (2): 340-344.
- Pegg A.E., Xiong H., Feith D.J., Shantz L.M. (1998): S-Adenosylmethionine decarboxylase: structure, function and regulation by polyamines. *Biochem. Soc. Trans.* 26: 580–586.
- Ruan H., Shantz L.M., Pegg A.E., Morris D.R. (1996): The upstream open reading frame of the mRNA encoding S-adenosylmethionine decarboxylase is a polyamine-responsive translational control element. *Journal of Biological Chemistry* 271: 29576–29582.
- Tabor C.W., Tabor H. (1984): Polyamines. *Annu. Rev. Biochem.* 53: 749-790.
- Waie B., Rajam M.V. (2003): Effect of increased polyamine biosynthesis on stress responses in transgenic tobacco by introduction of human S-adenosylmethionine gene. *Plant Sci.* 164:727–734.
- Walden R., Cordeiro A., Tiburcio F. (1997): Polyamines: small molecules triggering pathways in plant growth and development. *Plant Physiol.* 113: 1009-1013.
- Wi S.J., Park K.Y. (2002): Antisense expression of carnation cDNA encoding ACC synthase or ACC oxidase enhances polyamine content and abiotic stress tolerance in transgenic tobacco plants. *Mol. Cells* 13: 209–220.

## ÚJ GENERÁCIÓS SZŐLŐFAJTÁK ELŐÁLLÍTÁSA: MAGASFOKÚ REZISZTENCIA VERSENYKÉPES MINŐSÉGGEL KOMBINÁLVA

KOZMA PÁL, HOFFMANN SAROLTA

PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Pécs

2014-ben bejelentésre kerülnek az első Pécsen előállított innovatív szőlőfajta jelöltek. Ezen fajták minősége versenyképes a hagyományos fajtákéval, emellett tünetmentes rezisztenciával rendelkeznek a lisztharmattal és a peronoszpórával szemben. Ezeket az első generációs innovatív fajtákat a következő években olyanok követik majd, melyek mindkét kórokozóval szemben több különböző forrásból származó (piramidált) rezisztenciát tartalmaznak, továbbá elkezdünk fekete rothadás ellenállóságot is beépíteni a fajtáinkba. Célunk olyan szőlőfajta szortiment létrehozása, melyek kémiai növényvédelem nélkül az összes gazdaságilag számottevő kórokozónak ellenállnak, és rezisztenciájuk tartóssága monogének piramidálása által biztosított.

**Kulcsszavak:** lisztharmat, peronoszpóra, rezisztencia nemesítés, innovatív szőlőfajták

## BREEDING OF NEW GENERATION GRAPEVINE VARIETIES: HIGH LEVEL RESISTANCES COMBINED WITH HIGH QUALITY

P. KOZMA, S. HOFFMANN

PTE, Research institute of Viticulture and Enology, Pécs

New generation innovative grapevine cultivars will be declared for registration in 2014. These varieties are competitive with the traditional ones in terms of quality; additionally, they have symptomless resistances to downy and powdery mildews and no sensitivity to botrytis. These first-generation innovative varieties will be followed by second-generation ones, which will contain at least two monogenic resistance genes to both mildews; thus, the durability of resistances will be secured. Our current aim is to combine high level Black rot resistance with the mildews resistances. As a result, this way, a variety assortment suitable for chemical free cultivation will be developed.

**Key words:** Resistant grapevine cultivars, powdery mildew, downy mildew, black rot

### Bevezetés

A hagyományos szőlőfajták (*Vitis vinifera* L.) biztonságos termesztése folyamatos, preventív növényvédelmet igényel a vegetáció során, ami évenként átlagosan 8-10, de melegebb, párásabb klímájú országokban akár 15 kémiai kezelést is jelent. Így a jelentős felületen termesztett szőlő az egyik legszennyezőbb mezőgazdasági kultúra. A szőlő összes gazdaságilag fontos károsítóját, a lisztharmatot (*Erysiphe necator*), peronoszpórát (*Plasmopara viticola*), filoxérát (*Daktulosphaira vitifoliae*), fekete rothadást (*Guignardia*

*Bidwellii*) Észak-Amerikából hurcolták be az 1850-es éveket követően. E kórokozók behurcolása előtt növényvédelem nélkül termesztették a szőlőt. A kórokozók megjelenése válságot okozott a szőlőtermesztésben, így a károsítók megjelenése után a szőlő rezisztenciára nemesítése is elkezdődött a 19. század végén. A több mint 100 éves múltra visszatekintő szőlő rezisztencia nemesítés nem volt ugyan eredménytelen, de a célt, hogy újra növényvédelem nélkül termesztessünk kiváló minőséget adó fajtákat, nem sikerült elérni. Ennek oka, hogy a rezisztenciaforrásként felhasznált észak-amerikai szőlőfajok rezisztenciája magas fokú, de mindegyik kórokozóval szemben poligénesen öröklődő. A szintén poligénesen öröklődő termésminőségre történő visszakeresztezők során a három poligénes rendszer egyben tartása nem megoldható. Így az előállított fajtákban kompromisszumot kellett kötni a vagy a minőség vagy a rezisztencia fokok rovására.

Léteznek azonban a *Vitis* és a *Muscadinia* genusban olyan szőlőfajok is, melyek magas fokú/tünetmentes lisztharmat és peronoszpóra rezisztenciája monogénesen öröklődik. Mindkét betegségekre kiemelkedő rezisztenciával rendelkezik a *Muscadinia rotundifolia* faj (*Jelenkovic és Olmo 1968*). A *Muscadinia rotundifolia* rezisztenciájára alapozva Bouquet 1974-ben kezdte meg a szőlőrezisztencia nemesítési programját Franciaországban (*Bouquet 1980*).

A kelet-ázsiai *Vitis amurensis* faj magasfokú peronoszpóra rezisztenciájára az 1970-es években derült fény (*Koleda 1975*), ezt a forrást elsőként Oroszországban és Magyarországon vonták be nemesítési programokba. Nemrég genetikai térképezéssel két peronoszpóra rezisztencia gént azonosítottak a *Vitis amurensis* populációiban: a gyengébb hatású Rpv10-et (*Schwander 2012*), és az erősebb hatású Rpv12-t (*Venuti 2013*).

Nemesítési programunkban elsőként kezdtük rezisztencia forrásként használni egy Közép-Ázsiából származó tisztán *Vitis vinifera* szőlőfajta, a 'Kismis vatkana' általunk felfedezett lisztharmat rezisztenciáját. Tünetmentes rezisztenciát biztosító monogénjét Ren1-nek neveztük el (*Kozma 2006*). Egy olasz kutatócsoporttal együttműködve meghatároztuk a Ren1 genombeli elhelyezkedését és markereket azonosítottunk a molekuláris szelekcióhoz (*Hoffmann 2008*).

Nemrég azonosították a *Vitis Romanetii* észak-amerikai szőlőfaj lisztharmat rezisztenciáját Ren4 néven (*Riaz 2010*), mely egyes kutatások szerint egyedülálló működési mechanizmusa miatt a legtartósabbnak ígérkező lisztharmat elleni monogénes rezisztenciát biztosítja (*Ramming 2011*).

Ezekre a monogénes rezisztencia forrásokra alapozva indult el 2000-ben Pécsen egy új nemesítési program, melynek célja, hogy az előállított fajták minőségben versenyképesek legyenek a hagyományos fajtákkal, ugyanakkor egy betegség ellen se kelljen kémiai növényvédelmet alkalmazni, még hosszan tartó járványos helyzetben sem. Az önmagukban is tünetmentes rezisztenciát biztosító monogéneket a rezisztencia tartósságának biztosítása érdekében piramidáljuk.

### Anyag és módszer

Az első generációs innovatív fajták előállítása során a franciaországi nemesítési programból származó lisztharmat elleni *Run1* és a peronoszpóra elleni *Rpv1* gént kombináltuk a korábbi magyarországi rezisztencia nemesítési programban létrehozott hibridekkel, melyek peronoszpórával szemben a *Rpv12* (*Vitis amurensis*) gént és *Rpv3* (észak-amerikai *Vitis sp.*) QTL-t tartalmaznak. A magoncpopulációkat először rezisztenciára szelektáltuk meg, mesterséges indukált és természetes kialakult lisztharmat és peronoszpóra fertőzések alapján. A tünetmentesen rezisztens egyedeket szabadföldbe ültettük és termőre fordítottuk. Vizsgáltuk a termesztési értékmérő tulajdonságokat (növekedési erély, ízköz hosszúság, termékenység, fűrtméret, fűrtszerkezet, rothadási hajlam, érésidő), abiotikus stressz rezisztenciákat és a termés minőséget (organoleptikus termés- és bor bírálát). A kiemelkedő egyedekből 5-10 tőkés klónparcellákat hoztunk létre és több éven keresztül vizsgáltuk a termésminőséget meghatározó paramétereket, a termesztési értékmérő tulajdonságokat valamint a borok organoleptikus értékét. A kritériumoknak megfelelő tételeket 50-200 tőkés parcellákban, üzemi körülmények között vizsgáljuk tovább. A legjobb tételekből (fajtajelöltekből) más borvidékeken, termelőknél üzemi kihelyezett kísérleteket állítottunk be.

A második generációs innovatív fajták előállítása is folyamatban van. Ezek a peronoszpóra mellett már a lisztharmattal szemben is legalább két különböző monogénes rezisztenciát tartalmaznak. A rezisztenciára történő szelekció két lépésben zajlik, a fenotípusos értékelés után, molekuláris markerek segítségével lehet csak kiválogatni a fenotípus alapján tünetmentes csoportból a halmozott rezisztenciával rendelkező egyedeket. Ezen szelekciós munka rutinná alakítása jelenleg zajlik a több ezer magonc értékelésének elvégzésére.

A harmadik generációs innovatív fajták előállítása is elindult, melynek várható eredményeként a fajták fekete rothadás elleni rezisztenciával is rendelkezni fognak.

### Eredmények

2014-ben jelentettük be fajtaminősítésre négy 1. generációs innovatív fajtajelöltünket. Ezeknél a fajtajelölteknél 5-7 évjárat több termőhelyről származó adatai alapján biztonsággal meg tudtuk ítélni minőségüket és termesztési értéküket. E bejelentésre kiválasztott fajtajelöltek mellett számos újabb ígéretes tételt vizsgálunk, melyekből további évjáratok eredménye alapján újabb fajtajelöltek bejelentése várható.

Az 1. generációs nemesítési anyagból fajtabejelentésre kiválasztott jelöltek jellemzése:

**PS 01-1-768:** Közepesen vagy igen erős növekedésű, termékeny rüggyű, kiváló termőképességű, késői érésű fehér borszőlő jelölt. Immunitás szintű lisztharmat rezisztenciával rendelkezik, és igen magas fokú a peronoszpóra és botritisz ellenállósága. Lombozata és termése a legsúlyosabb járványokat követően is tünetmentes maradt. Bora fűszeres illatú és zamatú, kedvező savkarakterrel, stabil fajtajelleggel.

**PS 01-1-852:** Közepesen vagy igen erős növekedésű, jó termőképességű, középkorai érésű fehér borszőlő jelölt. Immunitás szintű lisztharmat rezisztenciával rendelkezik, jó a peronoszpóra és botritisz ellenállósága. Lombozatán járványokat követően csak peronoszpóra hiperszenzitív reakciók

nyoma látható. Bora intenzív virágillatú, zamatban nagyon gazdag, elegáns savgerinccel rendelkező, tartalmas, igazán európai minőségű bor.

**PS 01-1-808:** Közepes növekedésű, termékeny rügyű, nagyfürtű, kiváló termőképességű, közepes érésű fehér borszőlő jelölt. Immunitás szintű lisztharmat rezisztenciával rendelkezik, és igen magas fokú a peronoszpóra és botrítisz ellenállósága. Lombozata és termése a legsúlyosabb járványokat követően is tünetmentes maradt. Bora üde, mézes illatú és zamatú, testes, harmonikus, elegáns, megfelelő savkarakterrel.

**PS 04-7-29-3:** Erős vagy igen erős növekedésű, termékeny rügyű, kiváló termőképességű, középidőben érő vörös borszőlő jelölt. Immunitás szintű lisztharmat és peronoszpóra rezisztenciával rendelkezik, rothadásra nem érzékeny. Lombozata és termése a legsúlyosabb járványokat követően is tünetmentes maradt. Bora közepesen mély színű, közepesen testes, gazdag fűszeres zamatú, érlelésre alkalmas, Pinot noir karakterű.

Második generációs nemesítési anyagok előállítására is megkezdődött az elmúlt években. Három populációban kombináltuk lisztharmattal szemben a Run1 és a Ren1 a peronoszpórával szemben az Rpv1 és az Rpv12 géneket. Az összesen 2500 magonc felnevelése és molekuláris markerekkel támogatott szelekciója folyamatban van.

### Irodalomjegyzék

- Bouquet, A. (1980): *Vitis x Muscadinia* hybridisation: a new way in grape breeding for disease resistance in France. *Proc. 3<sup>th</sup> Int. Symp. In Grape Breeding*, (Davis), 42-61 p.
- Hoffmann, S., Di Gaspero G., Kovács, L., Howard, S., Kiss, E., Galbács, Z., Testolin, R., Kozma, P. (2008). Resistance to *Erysiphe necator* in the grapevine 'Kishmish vatkana' is controlled by a single locus through restriction of hyphal growth. *Theor Appl Genet* **116**:427-438
- Jelenkovic, G., Olmo, H.P. (1968): Cytogenetics of *Vitis*. III. Partially fertile F1 diploid hybrids between *V. vinifera* L. and *V. rotundifolia* Michx. *Vitis* **7**: 8-18.
- Koleda, I. (1975): Ergebnisse von Kreuzungen zwischen *Vitis amurensis* und *Vitis vinifera* in der Züchtung frostwiderstandsfähiger Reben. *Vitis* **14**: 1-5.
- Kozma, P., Kiss E., Hoffmann, S., Galbács, Z., Dula, T. (2006): Using the powdery mildew resistant *Muscadinia rotundifolia* and *Vitis vinifera* cv. Kishmish vatkana for breeding new cultivars. *Proceedings of the 9th International 1 Conference on Grape Genetics and Breeding*, July 2-6, 2006, Udine, Italy.
- Ramming, D. W., Gabler, F., Smilanick, J., Cadle-Davidson, M., Barba, P., Mahanil, S., Cadle-Davidson, L. (2011): A single dominant locus, *Ren4*, confers rapid non-race-specific resistance to grapevine powdery mildew. *Phytopathology* **101**:502-508.
- Riaz, S., Tenscher, A. C., Ramming D. W., Walker M. A., (2010): Using a limited mapping strategy to identify major QTLs for resistance to grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*) and their use in marker-assisted breeding. *Theor Appl Genet* DOI 10.1007/s00122-010-1511-6

## ÚJ GENERÁCIÓS SZŐLŐFAJTÁK ELŐÁLLÍTÁSA

---

- Schwander, F., Eibach, R., Fechter, I., Hausmann, L., Zyprian, E. et al. (2012): Rpv10: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. *Theor Appl Genet* **124**: 163–176.
- Venuti S., Copetti, D., Foria S., Falginella, L., Hoffmann, S., Diana Bellin D., Cindric, P., Kozma, P., Scalabrin, S., Michele Morgante, M., Testolin R., Di Gaspero, G. (2013): Historical Introgression of the Downy Mildew Resistance Gene Rpv12 from the Asian Species *Vitis amurensis* into Grapevine Varieties. *PLoS ONE* **8**(4): e61228. doi:10.1371/journal.pone.0061228

## ÉTKEZÉSI TRITICALE ('HUNGARO' DURUMROZS) AMINOSAV TARTALMA ÉS GENOMÖSSZETÉTELE

IFJ. KRUPPA JÓZSEF<sup>1</sup>, KRUPPA KLAUDIA<sup>2</sup>, KRUPPA JÓZSEF<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kruppa-Mag Kutató, Vetőmagtermesztő és Kereskedelmi Kft., Kisvárd

<sup>2</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A 'Hungaro' fajta az első a triticales fajok közül, amely étkezési és takarmány célra lett bejelentve és így kapott Állami Elismerést. A fajta már a 3. éve a legnagyobb területen szaporított és termesztett triticales. A fajta humán felhasználása (malomipar, sütőipar, tésztagyártás) 'Hungaro durumrozsa' néven 2013-ban elindult, amelyhez megkaptuk a NÉBIH névhasználattal egyetértő állásfoglalását. Összetételét a búzával megegyező, vagy annál magasabb fehérjetartalom jellemzi, melyben az esszenciális aminosavak mennyisége, különösen a metionin és a cisztein magasabb, és a lisztre is jellemző. Genomösszetételének vizsgálatához multicolour GISH-t alkalmaztunk; a módszer érzékenységi tartományában D genom jelenlétét nem tudtuk igazolni.

**Kulcsszavak:** étkezési triticales, Hungaro durumrozsa, humán felhasználás

## GENOME COMPOSITION AND AMINO ACID CONTENT OF THE TRITICALE ('HUNGARO' DURUMRYE) FOR HUMAN CONSUMPTION

J. KRUPPA JR<sup>1</sup>, K. KRUPPA<sup>2</sup>, J. KRUPPA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kruppa-Seed Ltd., Kisvárd

<sup>2</sup>Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of  
Sciences, Martonvásár

"Hungaro" is the first triticales variety which was requested to be registered for human nutrition and animal foraging purposes and was awarded State Recognition accordingly. Of all triticales varieties, Hungaro has been bred and produced on the largest area for three years. The human use of the variety (milling industry, bakery industry, pastry production) was launched under the name "Hungaro durum rye" in 2013, along with the official approval of the name use by the Hungarian Food Chain Safety Office (NÉBIH). The composition of *Hungaro* durum rye is the same as wheat with higher protein content, more specifically essential amino acids, such as lysine, methionine and cysteine. This higher value is also characteristic of the variety's flour. Multicolour GISH was used for defining the genome composition of the 'Hungaro' triticales varieties. D genome related chromosomes or segments could not be detected.

**Key words:** triticales for nutritional purposes, Hungaro durum rye, human consumption,



## Bevezetés

Magyarországon a triticales a gyenge termékenyséű talajok kalászos gabonanövénye, amelyet elsősorban takarmányozásra használnak. Az étkezési célú triticales természetnek akadálya volt a fajták alacsony, vagy hiányzó sikértartalma, gyenge lisztminősége és kedvezőtlen sütőipari tulajdonságai, illetve az, hogy ismeretlen a malomipar és sütőipar számára. Hazánkban még 3-5 évvel ezelőtt is főleg lenyel fajtákat termeltek a gazdálkodók. Ma Martonvásáron, Kisvárdán és Szegeden is folyik eredményes tritikálé nemesítés, így a lenyel fajták mellett a hazai fajták nagyobb arányú elterjedése is várható (Bóna 2004, 2011).

Európában több országban is folyik étkezési triticales nemesítése és a triticales lisztjének humán felhasználására való törekvés – eddig kevés eredménnyel. Olyan fajtát eddig még nem sikerült előállítaniuk, amelynek lisztje önmagában alkalmas lenne élelmiszerek (pékárúk, tészta stb.) készítésére. Kiss (1968) a triticales nemesítés célját így fogalmazta meg: „Erre ma már könnyen felelhetünk. Biztosan nagy termőképességű, télálló és fagyálló, jó takarmányértékű és később jó lisztminőségű törzsek, illetve fajták előállítása”. A Triticales turgidocereale (6x) képviseli a legfontosabb genom kombinációt, ugyanis egyesíti a rozs teljes RR genomját és a tetraploid búza teljes AABB genomját. A továbbiakban a figyelmet a hexaploid triticalesra kellene fordítanunk (Schlegel 1996). Tohver et al. (2005) kísérleteiben a sütési vizsgálat azt mutatta, hogy sok triticales fajta használható kenyérgabonaként, összekeverve a búzalisztet maximum 70% triticales liszt-mennyiséggel. Varughese (1996) szerint mostanáig az egyetlen ismert hiányossága a triticalesnak az, hogy az „R” genom rontja a sütőipari minőséget. Néhány kutatóintézetben már folynak a kísérletek, hogyan lehetne a nagy molekulásúlyú glutenint hordozó allélt a „D” genomról átvinni az „R” genomra. Ha egyszer ezt sikerül elérni, akkor biztosak lehetünk benne, hogy a triticales sütőipari tulajdonságai elérik a búzáét. 2005 decemberében Állami Elismerésben részesült a Hungaro triticales fajta (Kruppa és Hoffmann, 2006), amely lehetővé teszi egy teljesen új élelmiszeripari termék a jó minőségű triticales kenyér előállítását. A szekunder hexaploid triticales tartalmazhatnak a hexaploid (étkezési) búza D genomjából származó géneket is. Ezt a lehetőséget kihasználva sikerült előállítani az új rekombinációs étkezési triticales fajtát, a Hungaro-t. Bedő és Láng (1992) véleménye szerint a triticales nem helyettesíti a rozsot, nem váltja ki a búzát, nem jobb és nem rosszabb az előbbi kettőnél, ellenben van egy lényeges ismérve: a maga módján más, mint az eddigi gabonafélék és ennek a növénynek megvan a saját helye és szerepe a köztermesztésben. 'A tritikálé elterjedése a humán táplálkozásban új egészséges élelmiszer alternatívát jelenthet a hagyományos gabonafélékből készült készítmények mellett.' (Kruppa és Ifj. Kruppa, 2011)

### Anyag és módszer

A *Hungaro* durumrozs nemesítésénél alkalmazott módszer a szekunder hexaploid triticales fajták keresztezése ( $2n=6x=42 \times 2n=6x=42$ ), amely lehetővé teszi a tulajdonságok rekombinálódását és aminek eredményeként nagyszámú, igen különböző hibrid keletkezik. Az aminosav-tartalom meghatározásához jó minőségű, új termésű liszteket használtunk fel 2010-ben. A vizsgálatot a DE AGTC Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézetben végeztük. A lisztek aminosav tartalmát a Magyar Takarmánykódex 44/2003. FVM (IV.26) rendelet 10. sz. melléklet alapján ioncserélő folyadék-kromatográfiás vizsgálattal határoztuk meg BIOTRONIK LC 3000-es géppel. Tizenhét aminosav (köztük 7 esszenciális) elemzését végeztük el.

Genomösszetételének meghatározásához Martonvásáron a rozs és a D genomhoz tartozó kromoszómák kimutatására alkalmas multicolour GISH-t (mcGISH) alkalmaztunk (Molnár et al. 2009). A gyökércsúcsból készített kromoszóma preparátumokat denaturáltuk. A hibridizációs keverék biotinnal jelölt rozs (R) -, digoxigeninnel jelölt *Aegilops tauschii* (D) genomi DNS-t tartalmazott jelöletlen durum búza (AABB) genomi DNS mellett, amit a nem specifikus hibridizáció blokkolásához alkalmaztunk. A hibridizációs keveréket az elődenaturált preparátumra helyezve 42 °C-on történt a hibridizáció. A biotinnal és digoxigeninnel jelölt szekvenciákat Anti-Dig-Rhodamine és Streptavidin-FITC (Roche) antitestekkel detektáltuk. A hibridizációs jeleket Axioscope A1 (Zeiss) fluoreszcens mikroszkóp segítségével tettük láthatóvá és a mikroszkóppal egybekötött CCD kamerával (Diagnostic Instruments, USA) fotóztuk.

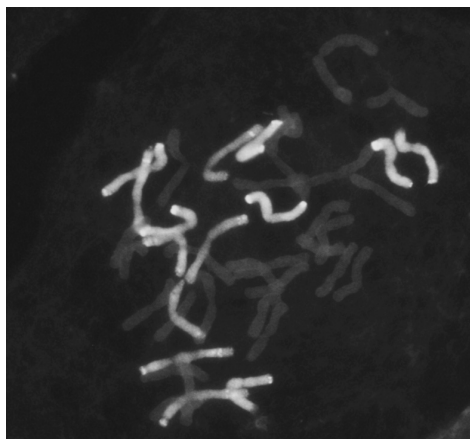
### Eredmények és következtetések

A *Hungaro* durumrozs az első olyan magyar nemesítésű étkezési triticales fajta, amely elsősorban a durum búza és rozs tulajdonságait (genomját) egyesíti magában, de tartalmaz tulajdonságokat az étkezési búzából is.

A multicolour GISH segítségével a rozs és a búza kromoszómák egyértelműen elkülöníthetők. A 'Hungaro' triticales 42 kromoszómája közül 14 teljes rozs kromoszómát detektáltunk (1. ábra). A búza D genom kimutatásához alkalmazott *Aegilops tauschii*-ből előállított DNS próba nem hibridizált a 'Hungaro' triticales kromoszómáival, azaz D genomhoz tartozó teljes kromoszóma, vagy szegment jelenléte nem volt igazolható mcGISH-sel. Az eredmény nem zárja ki D genomból származó gének jelenlétét a 'Hungaro' triticales-ban, azonban a lehetséges transzlokáció olyan kis méretű D-genomból származó DNS szakaszt tartalmazhat, amely mitózis metafázisban lévő kromoszómák esetén nem mutatható ki GISH-sel, ehhez további vizsgálatok szükségesek.

A *Hungaro* durumrozsban az esszenciális aminosavak közül a cisztein, valin, metionin és fenil-alanin mutat a búzától és rozstól magasabb értéket. A nem esszenciális aminosavak közül a glicin tartalom kiemelkedő. (1. táblázat). Csökkent értéket mutat a glutaminsav, arginin és prolin. A többi aminosav esetében nincs jelentős különbség a búzához viszonyítva.

A búza fajoktól örökölt gének biztosítják a nagy termést és jó sütő-és tésztaipari minőségi tulajdonságokat, amelynek köszönhetően lisztje önmagában (tisztán, keverés nélkül) is alkalmas péktermékek előállítására.



1. ábra 'Hungaro' triticales fajta GISH képe. A teljes rozs genomi DNS-t biotinnal jelöltünk és streptavidin-FITC-vel detektáltuk. A 14 db R genomhoz tartozó rozs kromoszóma jelölődött, a búza kromoszómák jelöletlenek maradtak

1. táblázat 'Hungaro' triticales, 'Ryefood' rozs és 'GK Öthalom' búza aminosav-tartalma (m/m%)

Aminosav	'Hungaro' m/m%	'Ryefood' rozs m/m%	'GK Öthalom' búza m/m%
<b>Aszparaginsav</b>	0,56	0,78	0,59
<b>Treonin*</b>	0,35	0,34	0,32
<b>Szerin</b>	0,46	0,44	0,55
<b>Glutaminsav</b>	2,65	3,77	3,94
<b>Glicin</b>	0,59	0,46	0,46
<b>Alanin</b>	0,35	0,21	0,38
<b>Cisztein</b>	0,27	0,13	0,22
<b>Valin*</b>	0,55	0,49	0,44
<b>Metionin*</b>	0,21	0,15	0,19
<b>Izoleucin*</b>	0,35	0,37	0,34
<b>Leucin*</b>	0,76	0,66	0,81
<b>Tirozin</b>	0,26	0,23	0,24
<b>Fenil-alanin*</b>	0,52	0,47	0,49
<b>Hisztidin*</b>	0,29	0,28	0,34
<b>Lizin*</b>	0,36	0,48	0,36
<b>Arginin</b>	0,25	0,40	0,38
<b>Prolin</b>	1,05	1,82	1,35

m/m%=g/100g

\*esszenciális aminosav

További táplálkozás-élettanilag fontos paraméterekre is folyamatban a vizsgálata. *Győri és munkatársai (2009)* szerint a *Hungaro* triticales fajta versenyképes nyersanyaga a kenyérfőzésnek, köszönhetően a jobb

rezisztenciának a környezeti hatásokkal szemben és a magasabb egészséges beltartalmi paramétereknek, amelyek új lehetőségeket kínálnak arra, hogy egészséges és szermaradvány-mentes új élelmiszeripari termékeket lehessen környezetbarát módon előállítani belőle.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú *Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program* című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalom

- Bedő, Z., Láng, L. (1992): A lengyel triticales fajták honosítása Magyarországon. In: Rozs és triticales termesztése. Keszthely. 22-24
- Bóna, L. (2004): Triticales in Hungary. In: M. Mergoum (ed.) Triticales FAO Book. S., Rome, 2004. pp. 119-121.
- Bóna, L. (2011): Triticales: egy fiatal növény új lehetőségek előtt. In: Oláh, I. (szerk.) MAG Arany Évkönyv 2011, BétaPrint Nyomda, Budapest, pp. 39-43.
- Győri, Z., Kruppa, J., Ungai, D., Győriné Mile, I., Sipos, P. (2009): Examination of technological and nutritional properties of breads made from triticales flour. In: 5th International Congress Flour-Bread '09. Opatija, Horvátország, 2009.10.21-2009.10.23. Osijek: pp. 503-507.
- Kiss, Á. (1968): Triticales, a homok új gabonája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kruppa, J., Hoffmann, B. (2006): Új étkezési és takarmány tritikalé (*Triticum turgidocereale*) és rozs (*Secale cereale*) fajták. - In: Mag, kutatás, fejlesztés és környezet, ISSN 1588-4864, 2006. (20. évf.), 4. sz., 43-45.
- Kruppa, J., Ifj. Kruppa, J. (2011): Új eredmények a tritikalénemesítésben és hasznosításban. Mag Arany Évkönyv 2011. 106-109.
- Molnár, I., Benavente, E., Molnár-Láng, M. (2009): Detection of intergenomic chromosome rearrangements in irradiated *Triticum aestivum*-*Aegilops biuncialis* amphiploids by multicolour genomic *in situ* hybridization. *Genome* **52**: 156-165.
- Schlegel, R. (1996): Triticales – today and tomorrow. In: Guedes- Pinto, H. – Darvey, N. – Carnide, V.P. (eds.): Triticales: Today and tomorrow. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 21-31.
- Tohver, M., Kann, A., Taht, R., Mihhalevski, A., Hakman, J. (2005): Quality of triticales cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chemistry* **89**: 125–132.
- Varughese, G. (1996): Triticales: Present status and challenges ahead. In: Guedes- Pinto, H. – Darvey, N. – Carnide, V.P. (eds.): Triticales: Today and tomorrow. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 16-19.

## J, S ÉS J<sup>S</sup> GENOMOKHOZ TARTOZÓ KROMOSZÓMÁK KIMUTATÁSA BÚZA × *Agropyron glael* HIBRID UTÓDOKBAN

KRUPPA KLAUDIA, SZAKÁCS ÉVA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az *Agropyron glael* két *Thinopyrum* faj (*Th. intermedium* és *Th. ponticum*) szintetikus hibridje. Genomösszetétele nem ismert, szülőpartnerei J, S és J<sup>S</sup> genomokhoz tartozó kromoszómákat hordoznak. A J<sup>S</sup> genom olyan módosult J genomnak tekinthető, ahol S genom specifikus szekvenciákat tartalmaz a kromoszóma centroméra (és egyes esetekben a kromoszómák telomerikus régiói). Martonvásáron az Mv9kr1 búza genotípust kereszteztük *A. glael*-lel, hogy annak abiotikus és biotikus stresszekkel szembeni rezisztenciáját a búzába beépítsük. Az idegen kromoszómák kimutatásához az *A. glael* szülőpartnereinek mcGISH elemzésére volt szükség a multicolor GISH protokoll optimalizálásával. A visszakeresztett BC<sub>1</sub> és BC<sub>2</sub> utódokban az idegen kromoszómák számának redukciója tapasztalható, a BC<sub>3</sub> növényekben az *Agropyron* kromoszómák eliminálódtak. A BC<sub>2</sub> öntermékenyített utódok között búza/*Agropyron* transzlokációkat, ill. 2-4 teljes *Agropyron* kromoszómát hordozó vonalakat válogattunk ki.

**Kulcsszavak:** multicolor genomi *in situ* hibridizáció (mcGISH), *Thinopyrum* sp.

## DETECTION OF J, S AND J<sup>S</sup> CHROMOSOMES IN WHEAT × *Agropyron glael* HYBRID PROGENIES

K. KRUPPA, É. SZAKÁCS, M. MOLNÁR-LÁNG

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences

*Agropyron glael* is a synthetic hybrid of two *Thinopyrum* species (*Th. intermedium* and *Thinopyrum ponticum*). Its genome composition is not known. The chromosomes of the parent species belong to the J, S, and J<sup>S</sup> genomes. The J<sup>S</sup> genome refers to modified J chromosomes distinguished by the presence of S genome-specific sequences close to the centromere (and to the telomere in some cases). Mv9kr1 wheat genotype was crossed with *A. glael* in order to incorporate its biotic and abiotic stress resistance into wheat. McGISH analyses of the parent lines of *A. glael* were required for the detection of alien chromosomes together with the optimization of mcGISH technique. The reduction of alien chromosome number was observed in the BC<sub>1</sub>-BC<sub>2</sub> progenies. The presence of alien chromosome (segment) could not be detected in BC<sub>3</sub> progeny plants. Wheat/*Agropyron* translocations and introgression lines with 2-4 alien chromosomes were managed to sort out among the BC<sub>2</sub> progenies.

**Key words:** multicolour genomic *in situ* hybridization, *Thinopyrum* sp.

## Bevezetés

A vad *Agropyron* és *Thinopyrum* nemzetségbe tartozó tarackbúza fajok abiotikus és biotikus stresszekkel szemben ellenállóak. A legszélsőségesebb klimatikus viszonyok között is megtalálhatóak, genetikai diverzitásuk jelentős. A különböző ismert genomösszetételű (P, S, E, J) évelő *Triticeae* fajok közül többet sikerült búzával keresztezni, ezért feltehetően a többi *Agropyron*, *Pseudoroegneria*, *Psathyrostachys*, *Thinopyrum*, *Elymus*, és *Leymus* genusba tartozó faj is képes a búzával hibridizációra. Keresztezéssel és a hibridekből további visszakereszteзésekkel olyan introgressziós vonalak állíthatók elő, melyek segítségével a kívánt kedvező tulajdonságok a termesztett búzába átvihetők. Számos *Agropyron* és *Thinopyrum* fajból származó különböző levélrozda, szárrozda, lisztharmat rezisztenciáért felelős géneket vittek át a termesztett búzába (Friebe et al, 1996, Qi et al 2007). Ezen fajokban rejlő potenciál kiaknázása azonban korántsem ért még véget, nemesítési programokban történő felhasználásuk továbbra is nélkülözhetetlen. A legutóbbi évtizedekben kidolgozott molekuláris genetikai és citogenetikai módszerekkel a fajidegen kromoszóma (-szegmentum) átvitelének folyamata pontosan nyomon követhető, az utódokban a beépült idegen fajú kromatin kimutatható és azonosítható.

Tsitsin az *Agropyron glaucum* és az *Agropyron elongatum* (mai rendszertani besorolásuk szerint *Thinopyrum intermedium* és *Thinopyrum ponticum*) keresztezésével egy kiváló levélrozda-rezisztenciával rendelkező hibridet hozott létre *Agropyron glael* néven (Tsitsin és Lubimova, 1959). Ezt a klónt Szalai Dezső bocsájtotta rendelkezésünkre, és az 1960-as évek óta fenntartjuk Martonvásáron. Az *Agropyron glael* pontos genomösszetétele nem ismert, azonban a *Th. intermedium* ( $2n=6x=42$ , JJJ<sup>s</sup>J<sup>s</sup>SS) és *Th. ponticum* ( $2n=10x=70$ , JJJJJJ<sup>s</sup>J<sup>s</sup>J<sup>s</sup>J<sup>s</sup>) szülőpartnerek genomösszetétele ismert, amelyek alapján az *Agropyron glael* kromoszómák is kimutathatók.

## Anyag és módszer

Növényi anyag: 2001-ben a recesszív *kr1* allélt hordozó (idegen fajjal jól keresztezhető) Mv9kr1 búza genotípust kereszteztük Martonvásáron a Génmegőrzési és Organikus Nemesítési Osztályon *Agropyron glael*-el, a steril hibrideket szövettényezetben tartottuk fenn, majd többszöri próbálkozás eredményeként 2004-ben sikerült a regenerált növények 'Chinese Spring' búzával történő visszakereszteзésével a BC<sub>1</sub> növények létrehozása (Molnár-Láng et al, 2012). 2005-ben BC<sub>2</sub> növényeket hoztunk létre az Mv9kr1 búza genotípust használva. Az utódokat tenyészkertben szaporítjuk és szelektáljuk levélrozsdára. A búza × *A. glael* BC<sub>1</sub> és BC<sub>2</sub> öntermékenyített utódok mellett a szülői *Th. ponticum* és *Th. intermedium* fajok genomösszetételét is vizsgáljuk molekuláris citogenetikai módszerekkel.

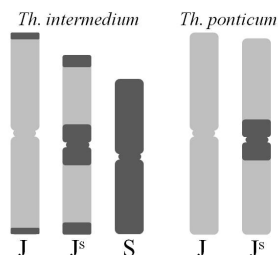
Módszer: Az Mv9kr1 × *Agropyron glael* utódok a búza ABD genomjai mellett a *Thinopyrum* szülőkből származó JJ<sup>s</sup>S genomokat hordoznak, ezért Multicolour GISH-t (mcGISH) alkalmaztunk (Han et al, 2003; Sepsi et al, 2008), azonban azt fajra specifikusan módosítottuk. A

## J, J<sup>S</sup> ÉS S KROMOSZÓMÁK KIMUTATÁSA

gyökércsúcsból készített kromoszóma-preparátumokat RNáz, pepszin, majd paraformaldehid előkezelés után denaturáltuk 75°C-on. A hibridizációs keverék biotinnal jelölt J-, digoxigeninnel jelölt S genomi DNS-t tartalmazott teljes búza genomi DNS mellett, amit a nem specifikus hibridizáció blokkolásához alkalmaztunk. A J és S genomi DNS-t diploid *Thinopyrum bessarabicum* (2n=2x=14, JJ) és *Pseudoroegneria spicata* (2n=2x=14, SS) fajokból izoláltuk. A hibridizációs keveréket az elődenaturált preparátumra helyezve 42 °C-on legalább 18 órán keresztül történt a hibridizáció. A biotinnal és digoxigeninnel jelölt szekvenciákat Anti-Digoxigenin-Rhodamine és Streptavidin-FITC antitestekkel detektáltuk. A hibridizációs jeleket Axioscope A1 (Zeiss) fluoreszcens mikroszkóp segítségével tettük láthatóvá és a mikroszkóppal egybekötött CCD kamerával (Diagnostic Instruments, Sterling Heights, MI, USA) fotóztuk. A képek elemzését, a hibridizációs jelek fényerő és kontrasztbeállításait Image Pro Plus programmal (Media Cybernetics, Silver Spring, MD, USA) végeztük.

### Eredmények és következtetések

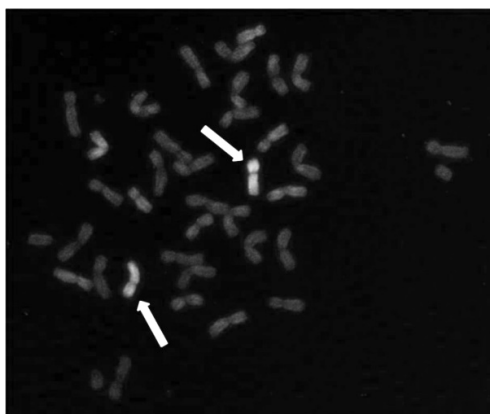
Első lépésben az *Agropyronglael*fajhibrid szülőpartnereinek (*Th. intermedium*, *Th. ponticum*) genomelemzését végeztük el. A *Th. intermedium*mcGISH vizsgálata után egyértelműen elkülöníthetők az S kromoszómák a J<sup>S</sup> és J kromoszómáktól. Az S kromoszómák általában kisebb méretűek a többinél. A J és J<sup>S</sup> elkülönítéséhez a Chen et al (1998) módszert alkalmaztuk, azaz J<sup>S</sup>-nek jelöltük azt a kromoszómát, ahol a kromoszóma centroméra régiójához S genomi DNS hibridizált. Ezzel a módszerrel az általunk vizsgált *T. intermedium* vonalban 19 db J, 9 db J<sup>S</sup> és 14 db S kromoszómát tudtunk elkülöníteni. Eredményünk eltér a genomkompozícióból következő 14J- 14J<sup>S</sup>- 14S számtól, azonban más tanulmányokban is találkozhatunk az általunk tapasztalt arányokkal (Tang et al 2000). A *Th. intermedium* esetén a 70 kromoszómából 28 J<sup>S</sup>, a többi 42 J, ami megfelel az elvártaknak. A *Th. intermedium* és *Th. ponticum*J<sup>S</sup> kromoszómát összehasonlítva azonban eltérések tapasztalhatók: amíg a *Th. ponticum*-ban csak a centroméra régiókban található S genomi hibridizáció, addig a *Th. intermedium*-ban a centroméra és a kromoszómák legvégén a teloméra régiókban találkozhatunk az S-re jellemző színű mintázattal (1. ábra).



1. ábra *Thinopyrum intermedium* J, J<sup>S</sup> és S valamint *Th. ponticum* J és J<sup>S</sup> kromoszómáinak sematikus ábrája

Chen és mtsai (1998) vezették be a  $J^S$  genom elnevezést, ami homológ a J genommal, de a centroméra körüli régióban különbözik. Tanulmányukban a J genomot jelölték és az S-t blokkolták, azonban szélesebbkörű információt adott az általunk használt multicolour GISH, ahol mindkét genomot jelöltük, és blokkolásra nem volt szükség.

A szülőpartnerek genomelemzése után a búza  $\times$  *Agropyronglael* utódok közül  $BC_1$ ,  $BC_2$  és  $BC_3$  utódokat vizsgáltunk mcGISH-sel. A vizsgált  $BC_3$  növényekből eliminálódtak az *Agropyron* kromoszómák. A  $BC_1$  növényekben az idegen kromoszómák száma 15-19 között változott. Jellemzően az S kromoszómák eliminálódnak leghamarabb, de találkozhatunk búza/S transzlokációkkal némely esetben. A  $BC_1$  növények levélrozsda-rezisztensek, viszont a növények morfológiája sokkal inkább az *Agropyron* szülőpartnerre hasonlít (120 cm körüli növénymagasság, hosszú, laza kalásztípus kevés szemmel), amely agronómiai szempontból nem előnyös. A  $BC_2$  öntermékenyített utódokban az idegen kromoszómák száma 2-14 között változott. A magasabb kromoszómaszámú vonalak genetikailag nem stabilak. Célunk olyan vonalak kiválogatása, amelyek 1 pár idegen kromoszómát vagy kromoszóma-szegmentumot hordoznak transzlokáció formájában és levélrozsda-rezisztensek. A kevés idegen kromoszómával rendelkező utódvonalak között több vonalban is a búza D genomhoz tartozó kromoszómák (3D) hiányát detektáltuk. Legújabb eredmények alapján sikerült kiválogatni 44 kromoszómaszámú 4 *Agropyront* ( $J^S$  kromoszómák) tartalmazó vonalat, továbbá 45 kromoszómaszámú 3 *Agropyront* (2 db J, 1 db búza-S genom centrikus fúzió) hordozó utódot. Agronómiai szempontból értékes a 2 db J kromoszómát tartalmazó 42 kromoszómas utódvonal (2. ábra).



2. ábra Mv9kr1 (búza)  $\times$  *A. glael* hibrid  $BC_2$  öntermékenyített utód GISH képe. A 2 db J genomhoz tartozó *Agropyron* kromoszómát nyilak jelölik.



A búza × *A. glael* utódokat Martonvásáron tenyészkertben tartjuk fenn, szaporítjuk és szelektáljuk levélrozda rezisztenciára. 2013 tavaszán a sok idegen kromoszómát hordozó BC<sub>1</sub> utódvonalakat modern Martonvásári búzafajtaival (Mv Karizma) kereszteztük vissza. 2013 őszén 227 kalászutódsort vetettünk el BC<sub>1</sub> és BC<sub>2</sub> utódok közül, valamint 354 újonnan létrehozott BC<sub>2</sub> szemet. Célunk további addíciós, transzlokációs vonalak kiválogatása, melyek a jövőben új genetikai alapanyagként szolgálhatnak a búzanemesítés számára.

### Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat az OTKA K104382 és a TÁMOP 4.2.2.A- 11/1/1/KONV-2012-0064 számú pályázatok támogatták. Kruppa Klaudia publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalom

- Chen, Q., Conner, R.L., Laroche, A., Thomas, J.B. (1998): Genome analysis of *Thinopyrum intermedium* and *Thinopyrum ponticum* using genomic *in situ* hybridization. *Genome* **41**: 580–586.
- Friebe, B., Jiang, J., Raupp, W.J., McIntosh, R.A., Gill, B.S. (1996): Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica* **71**: 59–87.
- Han, F. P., Fedak, G., Benabdelmouna, A., Armstrong, K., Ouellet, T. (2003): Characterization of six wheat × *Thinopyrum intermedium* derivatives by GISH, RFLP, and multicolor GISH. *Genome* **46**: 490–495.
- Molnár-Láng, M. Linc, G., Szakács, É., Molnár, I., Cseh, A., Schneider, A., Kruppa, K. (2012): Wheat-alien introgression programme in Martonvásár. In: N.I. Vavilov's Ideas in the modern world. III. Vavilov International Conference, 6–9 November 2012, ed: State Scientific Institution N.I. Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry (VIR), St. Petersburg, Russia 239–240.
- Qi, L.L., Friebe, B., Zhang, P., Gill, B.S. (2007): Homoeologous recombination, chromosome engineering and crop improvement. *Chrom. Res.* **15**: 3–19.
- Sepsi, A., Molnár, I., Szalay, D., Molnár-Láng, M. (2008): Characterization of a leaf rust resistant wheat–*Thinopyrum ponticum* partial amphiploid BE-1 using sequential multicolor GISH and FISH. *Theor. Appl. Genet.* **116**: 825–834.
- Tang, S., Li, Z., Jia, X., Larkin, P.J. (2000): Genomic *in situ* hybridization (GISH) analyses of *Thinopyrum intermedium*, its partial amphiploid Zhong 5, and disease-resistant derivatives in wheat. *Theor. Appl. Genet.* **100**: 344–352.
- Tsitsin, N.V., Lubimova, V.F. (1959): New species and forms of cereals derived from hybridization between wheat and couchgrass. *The American Naturalist* **93**: 181–191.
- Wang, R.R.-C. (2011): *Agropyron* and *Psathyrostachys*. In: C. Kole (ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Cereals* 77–107. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

## A MOLEKULÁRIS GENETIKAI ADATOK FELHASZNÁLÁSA A BÚZANEMESÍTÉSI DÖNTÉSHOZATALBAN.

KUTI CSABA, LÁNG LÁSZLÓ, TÓTH VIOLA, BEDŐ ZOLTÁN

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A molekuláris nemesítési módszerek az örökítő anyag közvetlen vizsgálatát teszik lehetővé. Ezek az eljárások a növények DNS mintájának vizsgálatával fontos fenotípusos tulajdonságok genetikai hátterének közvetlen és gyors megismerését teszik lehetővé és jelentősen lerövidíthetik a rendelkezésre álló alapanyagok szelektálását az éppen aktuális nemesítési program céljának megfelelően. Ilyenkor a nemesítőnek döntései előkészítésében egyaránt szüksége van fenotípusos és genotípusos (molekuláris) információkra, vagyis hozzá kell tudni férnie a különböző típusú és formátumú különálló helyeken tárolt (nemesítők, genetikusok) adatokhoz.

Célunk bemutatni egy olyan informatikai eszközt, amely elérhetővé teszi a felhasználó számára azokat az információkat, amelyek a fenotípusos és a molekuláris adatforrások összekapcsolásával, a rendelkezésre álló komplett adattartalom felhasználásával hatékonyabbá teszik a valós időben történő döntéshozatalt. Az így keletkezett információ fontos többletet tartalmaz, a korábbi gyakorlattól eltérően segít megtalálni a legjobb fenotípusok között a legjobb genotípusokat és fordítva az igényeknek legjobban megfelelő genotípusok közül választhatjuk ki a legalkalmasabb szülői partnereket.

**Kulcsszavak:** agroinformatika, MAS, búzanemesítés, búzanemesítési szoftver

## USING MOLECULAR GENETICS DATA IN WHEAT BREEDING DECISION MAKING

C. KUTI, L. LÁNG, V. TÓTH, Z. BEDŐ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of  
Sciences, Martonvásár

The marker assisted selection methods facilitate the direct examination of the genetic material that is passed from one generation to the next. By a DNA analysis of a DNA sample taken from a plant, will enable us to understand the molecular basis of important crop traits and can significantly shorten the selection of the breeding material according to the specific needs of individual breeding programs. At this time the breeder will need both phenotypic and genotypic (molecular) information to aid in decision-making, that is to have access to the information available in different data sources (breeder, geneticist) in a transparent and easy way, independently from the format of the different sources.

The aim of our presentation is to introduce an informatical tool for the support of users in that to provide the information that, in view of all useful data, improves real-time decision-making efficiency by connecting phenotypic and molecular data sources. The relevant information accessed by this way has an important additional benefit: unlike the former practice, now helps us in finding the best possible genotypes among the best phenotypes, and conversely we can find the most feasible parent partners out of the genotypes which will best meet the breeders requirements.

**Key words:** agroinformatics, MAS, wheat breeding, wheat breeding software

## Bevezetés

Napjainkban a nemesítők az egyre tudatosabb és tervezhetőbb nemesítés érdekében fontosnak tartják, hogy az adott fajta vagy törzs fenotípusa mellett ismerjék annak genetikai hátterét is. A molekuláris markerekben rejlő potenciál jelentősen hozzájárul a hagyományos nemesítés hatékonyságának és precizitásának javításához (marker alapú szelekció). Ennek kihasználása a növények termés mennyiségének és minőségének javítására lesz a kihívás a növénynemesítők számára az elkövetkező évtizedekben (*Collard és Mackill* 2008). Martonvásáron a fenotípusos és geneológiai adatok gyűjtése, rendszerezése és rögzítése a nemesítési adatbázisokban több mint 30 éve folyik (*Kuti et al.* 2003, *Kuti et al.* 2006), ennek segítségével a növények fenotipizálása és agronómiaiailag fontos tulajdonságainak követése a nagyszámú tenyésztésanyag esetében is megbízhatóan elvégezhető.

A folyamatos nemesítői munka részeként a fajták genetikai variabilitásának növelése érdekében elengedhetetlen a minél többféle hasznos agronómiai tulajdonságot meghatározó gén beépítése a fajtákba, valamint újabb rezisztencia források felkutatása (*Vida et al.* 2009). A PCR alapú technikák rutinszerű alkalmazásával (*Purnhauser et al.* 2008) rövid idő alatt nagy mennyiségű mintát lehet levizsgálni, ez pedig a molekuláris adatok (saját vizsgálatok eredménye és irodalmi adatok) mennyiségének ugrásszerű növekedésével jár. Ahhoz, hogy a robbanásszerűen növekedő mennyiségű molekuláris adatból a marker alapú szelekció számára hasznosítható információt tudjunk előállítani, szükség van ezeknek az adatoknak a nagyobb méretű integrálására a meglévő nemesítési programokkal (*Lang et al.* 2001). A folyamat akadályai és korlátai ezáltal felismerhetővé válnak és eredményként megfelelő megoldások dolgozhatók ki.

A marker alapú szelekció a jövőben nagymértékben segítheti a fajtaelőállító nemesítést. Az integrálás célja az, hogy felismerve a molekuláris nemesítésben rejlő potenciált, a nemesítők ennek eredményeit mind nagyobb mértékben vehessék figyelembe az agronómiaiailag fontos tulajdonságok javításában.

## Anyag és módszer

### *Fenotípusos adatok*

A fenotípusos adatok a nemesítési adatmodellben évek szerint elkülönített témakörökben (adatbázisokban) foglalnak helyet. A nemesítési témakör középpontjában a szántóföldi kísérletekbe rendezett genotípusok általános leírását tartalmazó résztémakör (tábla) áll. A központi táblában rögzített genotípusokhoz kapcsolódó mérési és megfigyelési adatok számára további táblák állnak rendelkezésre. Ezekbe a táblákba, egy-egy laboratóriumi mérőműszer - mint önálló résztema - megfelelő mérési adatait, továbbá a szántóföldi megfigyelésekből származó, minőségi és terméstartalom adatokat gyűjtjük, az összesen több mint 300 nyilvántartott tulajdonság jellemzésére.

### *Molekuláris adatok*

A molekuláris adatbázis biztosítja a tárolt adatok konzisztenciáját, a lekérdezések hatékonyságát, míg szerkezete helyet ad a számunkra lényeges molekuláris témakör, ezen belül az önállóan elkülönülő résztémákhoz tartozó adatoknak, vizsgálati eredményeknek és módszereknek ([Gene], [Allele], [Marker], [PrimerBank], [MarkerForPhenotype], [MarkerForAllele]).

Kiemelt fontosságú a [DNSSource] nevű kapcsoló tábla, ugyanis ezen keresztül történik a csatlakozás a konkrét fenotípusokra, aminek eredményeként elérhetővé válnak a molekulárisan vizsgált génforrásokkal kapcsolatba hozható további (fenotípusos) tulajdonságok: nemesítési, pedigré, génbanki, alapanyagcsere adatok, továbbá minőségi és megfigyelési adatok - amennyiben ilyenek is vannak.

### **Eredmények és következtetések**

A molekuláris adatmodell tervezését és megvalósítását abból a nézőpontból közelítettük meg, hogy a kész adatstruktúrát össze lehessen kapcsolni a későbbiekben a meglévő nemesítési adatstruktúrával (fenotípusos, pedigré, génbanki, alapanyagcsere adatok). A molekuláris alkalmazások létrehozásakor olyan részfunkciókat terveztünk, amelyek egyrészt a modul főfunkció logikája mentén a molekuláris vizsgálatokhoz kapcsolódó tevékenységek szervezését támogatják, másrészt gyors, konzisztens real time információkat szolgáltatnak jellemző nemesítési tevékenységekhez, mint pl. keresztezési szülői partnerek kiválasztása, gének (allélok) lokalizálása a tenyészanyagban, térképezési populációk létrehozása.

### *Molekuláris adatok kezelése*

A saját vizsgálatokból vagy irodalomból származó adatok molekuláris adatbázisban való elhelyezése és szerkesztése, a molekuláris adattípusoknak megfelelő beviteli funkciók segítségével történik. A funkciók megfelelő egyedi felületek használatával, azonos logikával működnek, felépítésük konzekvens. A molekuláris témakörök elemei ([Allele]:[Gene]:[Marker]) között később igény szerint kapcsolatok alakíthatók ki és szüntethetők meg.

### *DNS izolálás*

A fenotípusos és molekuláris adatok között kapcsolat akkor jön létre, amikor a nemesítési adatbázisból egy vizsgálatra kijelölt kísérletet vagy egy speciálisan kiválasztott genotípus kört előkészítünk és átemelünk a molekuláris adatbázisba. A nyomkövetés és a vizsgálatok ismételhetősége szempontjából fontos információk, mint pl. módszer, mennyiség ( $\mu$ l), koncentráció (ng/ $\mu$ l), a vizsgálatot végző személy neve, stb is ekkor kerülnek rögzítésre. A törzsadatokat tartalmazó dobozok számozása és azon belül a sorok/oszlopok feltöltése automatikusan történik.

### *DNS hígítás*

A vizsgálatok előkészítéséhez a tárolt törzsoldatokat (kiválaszthatunk boxot/kísérletet) megfelelő koncentrációra hígítjuk fel és utána 96 lyukú microtiter plate-re pipettázzuk. A művelet adatszinten történő előkészítéséhez szükséges megadni az elkészítendő oldat koncentrációját (ng/μl), mennyiségét (μl), a műveletet végző személy nevét. A törzsoldatokhoz hasonlóan a plate-k feltöltése is (plate szám, azon belül sorok/oszlopok számozása) automatikus.

A későbbiekben a boxok és plate-k tartalma listázható és fordítva adott genotípus törzsoldata, vagy annak hígítási helye beazonosítható box/plate száma és sor/oszlop jelölés szerint, így az hozzáférhető/reprodukálható.

### *Molekuláris vizsgálatok eredményeinek kapcsolása a geneológiai adatokhoz*

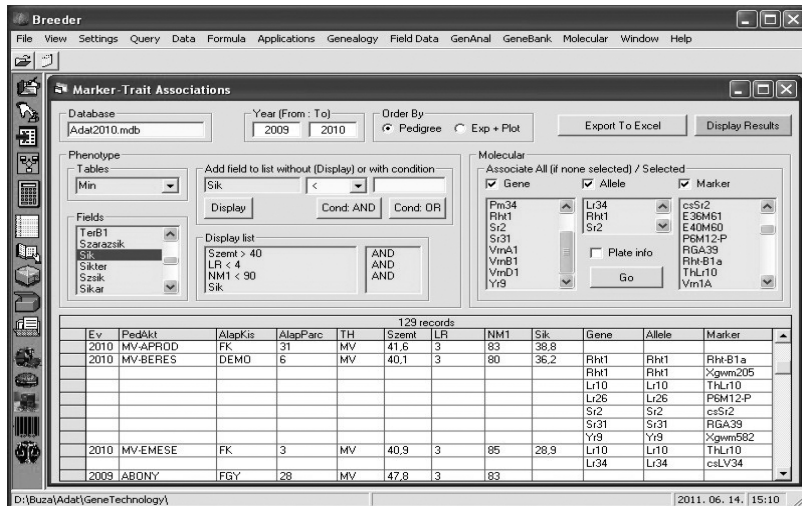
A molekuláris vizsgálatok elvégzése után az eredményeket genotípusonként hozzárendeljük a megfelelő kísérletekhez. Ehhez az szükséges, hogy minden génhez annak legalább két variációját rendeljük hozzá (lehet többet is), allélpár formájában (allél/allélNULL) melynek jelölése 1/0. Amennyiben nem ilyen egyszerű a helyzet, allél hatásként az allél „Effect” mezőbe tetszőlegesen írhatunk bármit, ami jobban értelmezhető, pl.: mutant/wild, sensitive/insensitive, spring/winter, stb. Ezek után az év, kísérlet és a megfelelő allél kijelölése következik, végül a megfelelő genotípus sorába kattintva a kettőt egymáshoz kapcsoljuk. E pillanattól kezdve a későbbiekben bármikor, a genotípusok mellett megjeleníthető annak genetikai háttere.

### *Keresztezési szülői partnerek kiválasztása*

A fenntarthatóság és termésstabilitás javításában kulcsszerepet játszó fontos tulajdonságokat megalapozó gének allélikus variációinak megkeresésére markereket használhatunk. Újfajta megközelítés a folyamatban lévő nemesítési programok tenyésztésének célirányos genotipizálása. A genomikai alrendszer bekapcsolásával a nemesítési alapanyagokból könnyen előkereshetők azok a génforrások, amelyeknél előzetesen ismert, hogy milyen tulajdonságokat meghatározó géneket hordoz (*I. ábra*). Ezekből a nemesítő kialakíthat olyan kedvező párosításokat, melyek jelentősen növelik annak a valószínűségét, hogy az utód generációk ezeket a géneket hordozni fogják. A módszer hatékonysága növelhető, ha összekapcsoljuk a szülők kombinálódó képességének becslésén alapuló és a keresztezési partnerek kiválasztásának hatékonyságát szolgáló, a kombinációkat retrospektív elemző funkciókkal (Parent Performance).

### *Térképezési populációk*

Fontos agronómiai tulajdonságok genetikai hátterének kutatása céljából létrehozott térképezési populációk esetében elengedhetetlen feltétel a keresztezéshez használt szülők oly módon történő megválasztása, hogy azok a térképezni kívánt tulajdonság(ok)ban lényegesen eltérőek legyenek. Ennek megfelelően a számunkra fontos tulajdonság(ok) beállítása után a génbanki állománnyal kiegészített teljes tenyésztésanyagból történő szűréssel egyszerűen kilistázhatók azok a genotípusok, amelyek a legjobban megfelelnek a kért feltételeknek.



1. ábra A "marker-tulajdonság" kapcsolat megjelenítése

A martonvásári információs rendszer kiegészülve a funkcionális igényeknek megfelelő molekuláris genomikai alrendszerrel hatékony azon célkitűzésében, hogy minél széleskörűbb, pontosabb, alkalmazhatóbb real-time információval segítse és megalapozottabbá tegye a nemesítési döntéseket.

### Köszönetnyilvánítás

A fejlesztés az AGR\_PIAAC\_13-1-2013-0074 pályázat támogatásával készült.

### Irodalom

Collard, B.C.Y., Mackill D.J. (2008): Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **363**: 557-572.

Kuti C., Láng L., Bedő Z. (2003): Computerised recording of mass measurement data from field experiments. *Növénytermelés*, **52**. 3-4:329-340.

Kuti C, Láng L, Bedő Z (2006) Pedigree records in plant breeding: from independent data to interdependent data structures. *Cereal Research Communications*, **34**. 2-3: 911-918.

Láng, L., Kuti, C., Bedő, Z. (2001): Computerised data management system for cereal breeding. *Euphytica* **119**: 1-2, 235-240.

Purnhauser, L., Csósz, M., Tar, M., Mesterházy Á. (2008): Molekuláris markerek felhasználása a búza rozsdabetegségekkel szembeni rezisztencia nemesítésében. *Növényvédelem* **7**: 333-339.

Vida G., M. Gál, A. Uhrin, O. Veisz, N. H. Syed, A. J. Flavell, Z. Wang Z. Bedő (2009): Molecular markers for the identification of resistance genes and marker-assisted selection in breeding wheat for leaf rust resistance. *Euphytica* **170**: 67-76.

## TRITIKÁLÉ: BELTARTALMI PARAMÉTEREK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

LANGÓ BERNADETT<sup>1,2</sup>, TÖMÖSKÖZI SÁNDOR<sup>1</sup>, ÁCS PÉTERNÉ<sup>2</sup>, BÓNA LAJOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék, Budapest

<sup>2</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A tritikálé (*X Triticosecale* Wittmack) elsősorban takarmányozásra használatos, míg humán célú felhasználási lehetőségei bizonytalanok. 10 tritikálé genotípust (fajtákat és törzseket) vizsgáltunk és hasonlítottunk össze búza és rozs fajtákkal. A minták két termőhelyről (Szeged, Kiszombor) származtak. A következő beltartalmi paramétereket vizsgáltuk: nyersfehérje, sikér, nyerszsír, hamu, diétás rost, arabinoxilánok, keményítő, ásványi anyagok. Ezek legtöbbje fontos táplálkozás-élettani hatással rendelkezik. A nyersfehérje (11,3-14,4%) illetve nyerszsír (0,9-1,6%) tartalom tekintetében a vizsgált tritikálék többsége elmarad mind a búza, mind a rozs értékeitől, nem találtunk szignifikáns termőhelyi hatást sem. Néhány komponens (hamu, élelmi rost, ásványi anyagok) tekintetében az általunk vizsgált tritikálék többsége bírnak a búzához képest, és ezen értékek megközelítik a rozs értékeit. A termőhely hatását figyeltük meg az élelmi rost tartalomra (10,2-14,4%), a kiszombori mintákban szignifikánsan magasabb értékeket mértünk. A tritikálé esetén az élelmi rostok közel 50%-át az arabinoxilánok adják (4,3-7,4%). Az ásványi anyag tartalom kimagasló értékeket mutatott a Ca, Mg, P, K, Cu, Zn, Fe tekintetében a tritikálé mintákban, és szignifikáns termőhely hatással bírtak.

**Kulcsszavak:** tritikálé, beltartalmi értékek, diétás rost, humán felhasználás

## TRITICALE: RESULTS OF NUTRITIONAL FEATURES ANALYSIS

B. LANGÓ<sup>1,2</sup>, S. TÖMÖSKÖZI<sup>1</sup>, P. ÁCS<sup>2</sup>, L. BÓNA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Budapest University of Technology and Economics, Department of Applied Biotechnology and Food Science, Budapest

<sup>2</sup>Cereal Research Non-profit Ltd., Szeged

Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) is mainly used for animal feeding whilst its potential human use is still uncertain. In this study, ten triticales (cultivars and advanced lines) and reference wheat and rye were grown at two locations in Hungary (Kiszombor, Szeged). The samples were compared for important nutritional values: crude protein, gluten, crude fat, ash, dietary fibre, arabinoxylans, starch, minerals. The high levels of these components are very important, especially because cereal foods are essential parts of the daily diet. In most of the scientific studies, triticale characteristics were positioned between wheat and rye. In case of several components (ash, dietary fibre, minerals), we found that the triticale entries had surpluses compared to those of wheat. These values were close to the values of rye, however, the protein and fat content was lower than both of the references. We found no significant effects of location on crude protein (11,3-14,3%) and fat (0,9-1,2%) content. Dietary fibre content (10,2-14,4%) was strongly affected by location. In triticale grains, arabinoxylan (4,3-7,4%) was the main component of dietary fibre. It was revealed that triticale grain was very rich in beneficial elements (Ca, Mg, P, K, Cu, Zn, and Fe) and was also affected by location.

**Key words:** triticale, nutritional features, dietary fibre, human utilization

## Bevezetés

A tritikálé (rozsbúza), az első, ember által alkotott mesterséges (nemesített) gabonanövény a búza és a rozs keresztezése révén, amely köztermesztésbe került. A tritikálé előnye abban rejlik, hogy költségtakarékos gabona, termesztése gazdaságos és a gyengébb talajokon is jól termelhető. Eddigi felhasználása a takarmányozásra korlátozódott, ám ha a pozitív termőképesség mellé kedvező táplálkozás-élettani tulajdonságok társulnak, akkor humán célú felhasználására is lehetőségek nyílhatnak (*Bona 2004, Radics és Pusztai 2011*).

A gabonafélék fontos szerepet töltenek be a humán táplálkozásban, nemcsak az energiabevitel meghatározó részét képezik, hanem beltartalmi tulajdonságaiknál fogva a napi fehérje- és szénhidrát bevitel jelentős hányadát adják. Ezért nagyon fontos az alapanyag gabona pozitív élettani hatásokat biztosító beltartalmi értékeinek biztosítása, mely paraméterek a jövőben a nemesítésnek is meghatározó tényezői lehetnek.

A legtöbb hazai és nemzetközi irodalom a tritikálé beltartalmi értékeit a búza és a rozs értékei közé pozicionálja. Diétás rostok és ásványi anyagok tekintetében a búzánál jobb értékeket mutat, míg fehérje tekintetében a rozs értékeit haladja meg (*Pena 2004, Dewettinck et al. 2008*). Svéd fajtákban szignifikáns különbséget figyeltek meg termőhelyek között ásványi anyagok, élelmi rostok és fehérjetartalom tekintetében (*Rakha et al. 2011*).

Táplálkozás-élettani szempontból fontos ismerni az egyes rostkomponensek arányát, melyek, mint bioaktív komponensek külön-külön és együttesen is hozzájárulnak a táplálkozással összefüggő betegségek (2-es típusú cukorbetegség, szív- és érrendszeri megbetegedések, vastag- és végbél daganatok) kialakulásának kockázatának csökkentéséhez (*Sauliner et al. 2007*).

## Anyag és módszer

A Gabonakutató Nonprofit Kft. 10 tritikálé genotípusát (fajtákat: GK Szemes, GK Idus, GK Rege; törzseket: Tc1, Tc2, Tc3, Tc4, Tc5, Tc6, Tc7) vizsgáltunk és hasonlítottunk össze búza (GK Békés, Jubilejnaja-50) és rozs (Wibro) fajtákkal. A minták 2 termőhelyről (Szeged, Kiszombor) származtak, a 2012-es évjáratból.

A következő beltartalmi paramétereket analizáltuk teljes őrlésű őrleményekből: nyersfehérje, nyerszsír, hamu, élelmi rost, arabinoxilánok, keményítő, ásványi anyagok. A méréseket a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem ABÉT Tanszékén végeztük. A nyers fehérje tartalmat Dumas eljárás szerint mértük. Az egyes fehérjefrakciók arányát fordított fázisú HPLC segítségével állapítottuk meg. A sikérmosást a MSZ EN ISO 21415/1:2007 alapján végeztük. A nyerszsír tartalom meghatározása a MSZ 6369-12:1979 szerint, a hamu tartalom meghatározása a MSZ 6369-3:1987 szerint történt. A diétás rostok mérését a MÉ, 3-2-2008/1 számú irányelve szerint, enzimes-gravimetriás módszerrel végeztük. Az arabinoxilán tartalmat GC módszerrel határoztuk meg. Az ásványi anyagok mérése ICP-OES házi módszer segítségével történt.

Az eredményeket StatSoft STATISTICA12 program segítségével elemeztük.



## TRITIKÁLÉ BELTARTALMI PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA

### Eredmények és következtetések

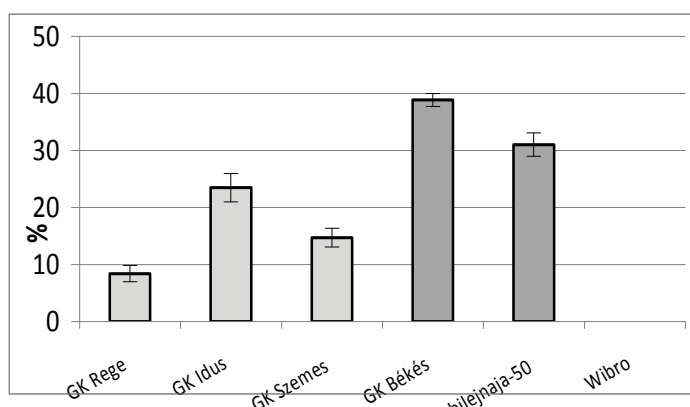
A vizsgálati eredményeink az irodalmi adatokat tükrözik, a vizsgált komponensek aránya a tritikálékban a búza és a rozs értékei között helyezkednek el, habár az egyes tritikálé fajták és törzsek között jelentős eltéréseket tapasztaltunk.

*1. táblázat* Tritikálé minták beltartalmi értékei szárazanyag %-ban (g/100g) búza és rozs kontrollhoz viszonyítva (Kiszombor, 2012)

	Nyersfehérje	Nyerszsír	Hamu	Diétás rost	Keményítő
<b>Tc1</b>	13,38	1,15	1,65	12,82	59,92
<b>Tc2</b>	14,37	1,22	1,61	12,5	58,93
<b>Tc3</b>	14,11	1,14	1,61	10,95	60,87
<b>Tc4</b>	12,16	1,05	1,63	11,65	62,35
<b>Tc5</b>	11,73	0,89	1,65	12,14	62,60
<b>Tc6</b>	11,28	0,98	1,61	12,48	62,40
<b>Tc7</b>	12,57	0,86	1,67	11,9	61,94
<b>GK Rege</b>	11,63	1,25	1,74	10,24	62,36
<b>GK Idus</b>	11,81	1,59	1,62	14,42	59,07
<b>GK Szemes</b>	12,00	1,09	1,63	10,5	63,25
<b>GK Békés búza</b>	12,89	1,43	1,69	10,24	61,87
<b>J-50 búza</b>	12,79	1,45	1,39	8,82	63,39
<b>Wibro rozs</b>	12,68	1,26	1,66	15,15	57,90

A nyersfehérje (11,3-14,4%), illetve nyerszsír (0,9-1,6%) tartalom tekintetében a vizsgált tritikálék, néhány kivételtől eltekintve (Tc1, Tc2, Tc3, GK Idus) elmaradtak mind a búza, mind a rozs értékeitől (*1. táblázat*), ellentétben az irodalmakkal nem találtunk szignifikáns termőhelyi hatást.

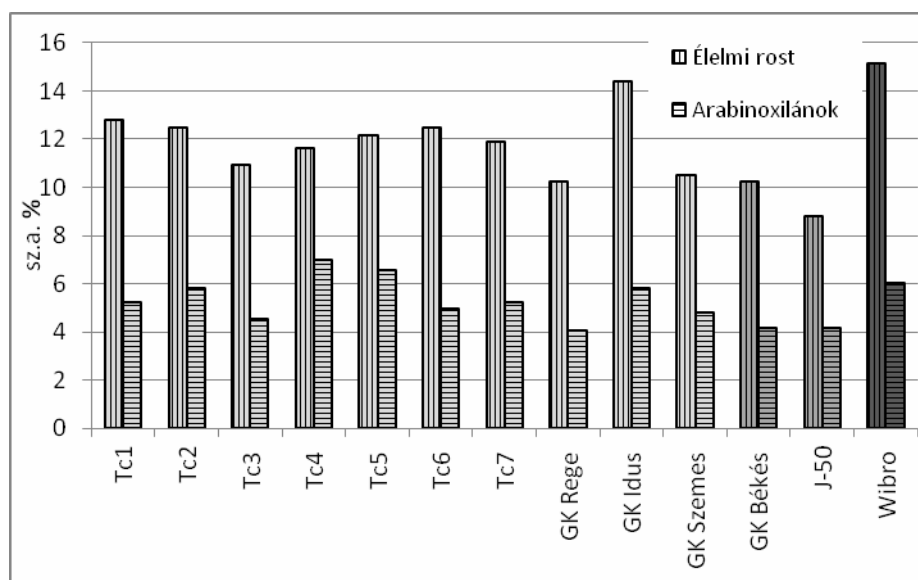
*1. ábra* Tritikálé fajták nedves sikértartalma (Kiszombor, 2012)



A tritikálé fajták közül a GK Szemesnek a legnagyobb a fehérjetartalma. A sikérmosás eredményeként elmondható, hogy a rozssal ellentétben a tritikáléből sikerült sikért mosni, viszont a tritikálék sikértartalma (8,4-23,5%) alacsonyabb a búza sikértartalmánál (1. ábra).

A termőhely hatását figyeltük meg a diétás rost tartalomra (10,2-14,4%) (1. táblázat), a kiszombori mintákban szignifikánsan magasabb értékeket mértünk. A tritikálé fajták közül kiemelkedő rost tartalommal bír a GK Idus, mely megközelíti a rozs értéket. A tritikálék esetében a diétás rostok közel 50%-át az arabinoxilánok adják, melynek értékei (4,3-7,4%) meghaladják a búza értékeit, némely esetben (Tc4, Tc5) a rozs értékeit is (2. ábra). Az arabinoxilánokat alkotó arabinóz és xilóz aránya a GK Idus és a GK Szemes fajta esetén 0,7 feletti, mellyel nő a vízdoldható komponensek aránya, mely a tézsza kialakításában játszik fontos szerepet.

Megfigyelhető, hogy a magasabb élelmi rost tartalom alacsonyabb keményítőtartalommal párosul. A tritikálék keményítőtartalma 58,9-63,3% között változik (1. táblázat).



2. ábra Tritikálé minták diétás rost és arabinoxilán tartalma szárazanyag %-ban (g/100g) búza és rozs kontrollhoz viszonyítva (Kiszombor, 2012)

Az ásványi anyag tartalom kimagasló értékeket mutatott a Ca, Mg, P, K, Cu, Zn, Fe tekintetében a GK Rege fajta és több törzs (Tc2, Tc4, Tc7) esetén. A kiszombori mintákban szignifikánsan magasabb értékeket mértünk, mint a szegediekben. (2. táblázat)

## TRITIKÁLÉ BELTARTALMI PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA

2. táblázat Tritikálé genotípusok makro- és mikroelem tartalma (mg/kg) (Kiszombor, 2012)

	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>P</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
<b>Tc1</b>	472	1340	34,7	3180	6,5	23,6
<b>Tc2</b>	381	1340	36,7	3250	6,6	25,2
<b>Tc3</b>	435	1250	30,3	3000	6,3	23,5
<b>Tc4</b>	409	1350	33,3	3360	6,7	27,9
<b>Tc5</b>	420	1240	29,4	3220	4,6	24,1
<b>Tc6</b>	361	1350	32,4	3310	6,2	27,6
<b>Tc7</b>	449	1490	36	3680	6,9	26,2
<b>GK Rege</b>	<b>477</b>	<b>1630</b>	<b>34,4</b>	<b>3960</b>	<b>8,1</b>	<b>31,1</b>
<b>GK Idus</b>	301	1180	29,5	3030	5,7	19,6
<b>GK Szemes</b>	315	1160	29	3040	5,7	26,1
<b>GK Békés búza</b>	300	1190	35,2	3420	5	26,3
<b>J-50 búza</b>	277	949	35,1	2620	5,4	22,8
<b>Wibro rozs</b>	293	1140	34,5	3110	5,7	21,7

Összegzésként elmondható, hogy a vizsgált tritikálék beltartalmi értékeik alapján alkalmasak lehetnek humán célú felhasználásra, mint funkcionális élelmiszer, különösen tritikálé-búzáliszt keverékek formájában, így kompenzálódik technológiai hátrányuk. A dúsítások az egyes fajták jellemzőinek megfelelően különböző célúak lehetnek. A törzsek között is találtunk ígéretes vonalakat (Tc2, Tc4).

### Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány a GOP-1.1.1-11-2012-0044 számú pályázata segítségével valósulhatott meg.

### Irodalom

- Bona, L. (2004): Triticale in Hungary. In: M. Mergoum (ed.) *Triticale FAO Book*. S., Rome, 2004. 119-121.
- Dewettinck, K., Bockstaele, F., Kühne, B., Walle, D., Courtens, TM., Gellynck, X. (2008): Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48, 2, 243-257.
- Pena, R. J. (2004): Food uses of triticale. *FAO Plant Production and Protection Paper*, 179, 37-48.
- Radics, L., Pusztai, P. (2011): *Alternatív növények korszerű termesztése*. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 68-85
- Rakha, A., Aman, P., Andersson, R. (2011): Dietary fiber in triticale grain: Variation in content, comparison, and molecular weight distribution of extractable components. *Journal of Cereal Science*, 54, 3, 324-331. doi: 10.1016/j.jcs.2011.06.010
- Sauliner, L., Sado, P. E., Branlard, G., Charret, G., Guillon, F. (2007): Wheat arabinoxylans: Exploiting variation in amount and composition to develop enhanced varieties. *Journal of Cereal Science*, 46, 261-281. doi: 10.1016/j.jcs.2007.06.014

## METIL-DONOR VEGYÜLETEK ÉS SZÉNHIDRÁTOK VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ GYÜMÖLCSFAJTÁK MAGJÁBAN

LANTOS ESZTER, PEDRYC ANDRZEJ, SÁRDI ÉVA

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Genetika és Növénynevelés Tanszék, Budapest

A mobilizálható CH<sub>3</sub>-csoportokat (HCHO), metil-donorokat és a szénhidrátokat vizsgáltuk meggy-, kajszai- és almamagokban, táplálkozási értékük jellemzésére irányuló faj- és fajta-összehasonlítás céljából.

A HCHO szint a kajszai- és almamagokban volt a legmagasabb. A fajtafüggőség a meggy kivételével a többi fajnál nagy változékonyságot mutatott.

A kolin - táplálkozási szempontból bizonyítottan pozitív hatású metil-donor vegyület - valamennyi faj és fajta magjában megtalálható. Mennyisége jelentősen fajtafüggő. A kajszai bizonyos fajtáinak magjaiban kiemelkedően magas értékeket detektáltunk.

A fő szénhidrát komponensek a glükóz, fruktóz, szacharóz. Az almamagok cukortartalma a legkisebb, a kajsziban mennyisége jelentősen magasabb. Valamennyi faj esetében jelentős a fajta-függőség és igen változékony a szénhidrát-frakciók mennyiségi aránya is.

**Kulcsszavak:** táplálkozási érték, kolin, szénhidrátok, nyugalomban lévő magok, OPLC

## EXAMINATION OF METHYL DONOR COMPOUNDS AND CARBOHYDRATES IN DIFFERENT TYPES OF FRUIT CORE

E. LANTOS, A. PEDRYC, É. SÁRDI

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Budapest  
Department of Genetics and Plant Breeding

We studied leveraged CH<sub>3</sub> groups (HCHO), methyl donors and carbohydrates in sour cherry, apricot and apple seeds. The aim was to compare the nutritional value of varieties and species for characterization. The HCHO level was the highest in the apricot and apple seeds. The addition of varieties showed high variability except for the sour cherry seeds. Choline – a methyl donor which has a positive effect on nutrition - can be found in all species and varieties. The amount of it depends on variety. Extremely high values were detected in certain varieties of apricot seeds.

The main components of the carbohydrate were glucose, fructose, and sucrose. The sugar content was the lowest in the apple and highest in the apricot seeds. The addition of varieties was important and the carbohydrate fractions' amount shows great variety in all species.

**Key words:** nutritional value, choline, carbohydrates, resting seeds, OPLC

## Bevezetés

Az utóbbi évtizedek kutatásai rámutattak arra, hogy a genetikai meghatározottságon túl, az életmódnak és a táplálkozásnak is jelentős szerepe van az emberi egészségmegőrzésben. A táplálkozás során elfogyasztott zöldségek és gyümölcsök jelentős részében számos antioxidáns hatású vegyület található, amelyek rendkívül fontosak a szervezetet károsító szabadgyökök megkötésében.

Az elmúlt években nagy intenzitással gyarapodik azoknak a publikált eredményeknek a száma, melyek az élő szervezetben előforduló metilezett vegyületek anyagcserében, valamint a sejt működésének szabályozásában betöltött szerepét bizonyítják (Corbin és Zeisel, 2012). Megállapították, hogy a kolin egyfelől gátolja a koleszterin lerakódását, segíti az anyagcserét, a zsírsavak felhasználását, a szervezet méregtelenítését, másrészt az agy anyagcseréje során acetil-kolinná alakul, ami az ingerület továbbításában, a memóriát és az izommozgást koordináló idegek működésének szabályozásában játszik szerepet (Yoshimoto és mtsai., 2004). Azoknál az embereknél, akik hosszútávon szedtek betaint és kolint csökkent a szív és érrendszeri betegségek kockázata. (Rajaie és Esmailzadeh, 2011) A kolin hiánya megváltoztatja a DNS-metilációt, ezáltal a génexpressziót is (Zeisel, 2012).

Táplálkozási szempontból a legfontosabb természetes energiaforrások a növényekben előforduló különböző szénhidrátok, melyek mennyisége és minősége az egészség megőrzése, a betegségek megelőzése szempontjából egyaránt lényeges az emberi szervezet számára, mivel előfordulnak olyan betegségek (pl. Diabetes mellitus), amelyeknek közvetett vagy közvetlen kiváltó okai lehetnek.

Kísérleteink célkitűzése, az endogén transzmetilezési folyamatokban szerepet játszó komponensek (mobilizálható metil-csoportok és kvaterner ammónium vegyületek), valamint a szénhidrátok különböző növények (*Malus domestica*, *Prunus cerasus*, *Prunus armeniaca*) nyugalomban lévő magjaiban történő tanulmányozása volt. Vizsgálataink elsősorban ezen vegyületek táplálkozási, illetve humán-egészségügyi jelentősége alapján történő faj- és fajta-összehasonlításra irányultak.

## Anyag és módszer

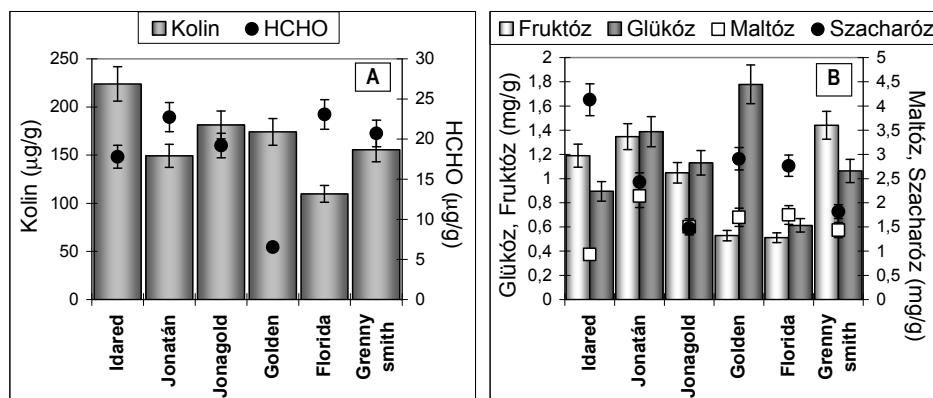
A szénhidrátok, a „kötött” HCHO és a metil-donor vegyületek frakcionálását OPLC-s (Overpressured Layer Chromatographic separation) technikával végeztük. A magbeleket folyékony nitrogénnel homogenizáltuk. Az így előkészített mintákra 0,05%-os metanolos-dimedon adduktképző oldatot mértünk a mobilizálható metil-csoportok formaldimedonként való méréséhez és ugyanebből az oldatból vizsgáltuk a metil-donor vegyületeket is. A szénhidrátokat metanol:víz (80:20 V/V) elegyével extraháltuk. Az oldatok centrifugálása után a felülúszóból Hamilton-fecskendő segítségével vittük fel a mintákat vékonyréteg lapokra (Kieselgel 60 F254). A kvalitatív és kvantitatív azonosítások standard vegyületek alkalmazásával denzitométeres kiértékeléssel történtek.

**Eredmények és következtetések**

A különböző növényi részek vizsgálata mellett, a magok vizsgálata, a napjainkban egyre inkább előtérbe kerülő „egészséges táplálkozás” miatt válhat fontossá. Intenzíven bővül azoknak a növényeknek a köre, melyek beltartalmi értékét humán egészségügyi szempontból vizsgálják, mivel számos, kizárólag növényekben előforduló vegyület bizonyítottan fontos szerepet játszik az emberi anyagcsere-folyamatokban, valamint az élő szervezeteket károsító szabadgyökök megkötésében.

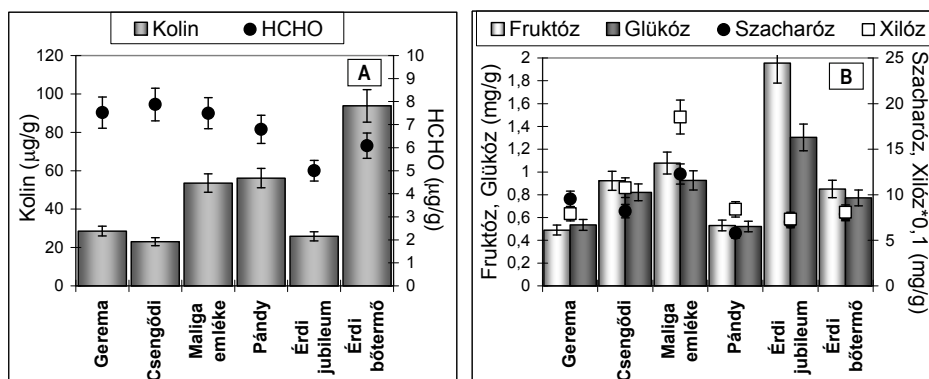
Kísérleteinkben, az azonosításhoz használt standardban szereplő kvaterner ammónium vegyületek közül (N<sup>+</sup>tri-metil-L-lizin, kolin, karnitin, trigonellin, betain) az adott mérési feltételek mellett a vizsgált magokban kolin volt reprodukálhatóan mérhető. A szénhidrátok közül a glükóz, a fruktóz és a szacharóz előfordulása minden magra jellemző, az almamagokban maltózt, a meggyekben xilózt is detektáltunk.

A mobilizálható metil-csoportok mennyiségére, valamint a kolin koncentrációjára vonatkozó eredményeinket az 1/A, a 2/A és a 3. ábrák mutatják. A megköthető HCHO mennyisége a meggyekben a legkisebb, és a meggyfajták között találtuk a legkisebb különbségeket is, míg a kajszi magok vizsgálatával kapott eredmények jelentős változékonyságot mutatnak.

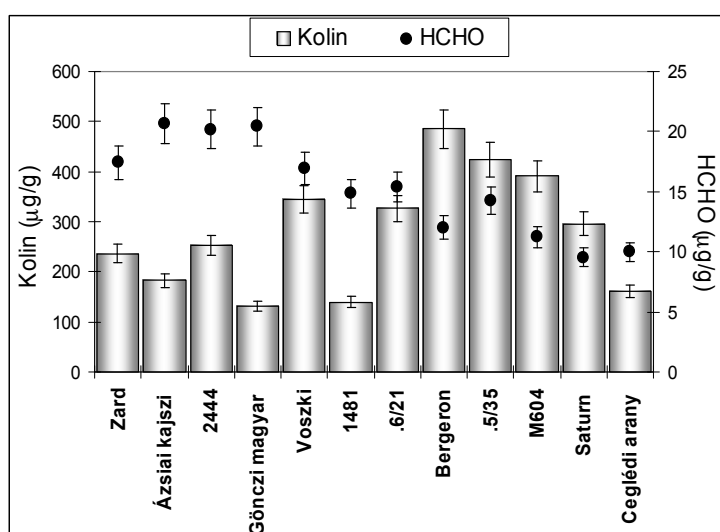


1. ábra Fajta-összehasonlítás különböző almafajták magjaiban mért kolin és HCHO (A), valamint a szénhidrátok (B) mennyisége alapján

A kolin koncentrációk (1/A, a 2/A és a 3. ábrák) a kajszi magokban a legnagyobbak. Az ebben a metil-donor vegyületben leggazdagabb meggyfajta magjában mért érték hozzávetőlegesen a „legszegényebb” kajszifajtákban található mennyiségeknek felel meg, és megközelítően az ötöde a kiemelkedően magas mennyiséget tartalmazókban mért koncentrációknak.



2. ábra Fajta-összehasonlítás különböző meggyfajták magjaiban mért kolin és HCHO (A), valamint a szénhidrátok (B) mennyisége alapján



3. ábra Fajta-összehasonlítás különböző kajszi fajták magjaiban mért kolin és HCHO (A), valamint a szénhidrátok (B) mennyisége alapján

A magokban található *szénhidrátok* mennyiségére vonatkozó eredményeket az 1/B és a 2/B ábrák mutatják. A detektált szénhidrátok koncentrációja is nagy mennyiségi változékonyságot mutat adott faj különböző fajtái között. A legmagasabb szénhidrát tartalommal a kajszi magok rendelkeznek, és a fajták közötti különbségek is a vizsgált kajszi fajták magjaiban a legnagyobbak, ahol a glükóz koncentrációja 6,12-27,70 mg/g, a

fruktóze 0,23-1,36 mg/g, a szacharóze 5,82-23,70 mg/g koncentráció értékek közötti. A kajszi magok szénhidrátjainak egymáshoz viszonyított mennyisége is eltérő arányokat mutatott az alma- és a meggy magokban mért értékekhez viszonyítva: adott fajtánál a fruktóz mennyiségi aránya jelentősen alacsonyabb a glükózhoz viszonyítva. Jelentős különbség az is, hogy maltóz csak az alma, xilóz pedig csak a meggy fajták magjaiban volt kimutatható.

Az eredmények azt igazolják, hogy a nyugalomban lévő magokban mérhető mobilizálható metil-csoportok és a HCHO előanyagának tekinthető kolin koncentrációja, valamint a különböző szénhidrát-frakciók mennyisége is faj- és azon belül fajtafüggő.

Kísérleteink eredményei hozzájárulhatnak annak megerősítéséhez, hogy különböző növényfajok egyre bővülő körének vizsgálatával a humán egészség-megőrzésben bizonyítottan szerepet játszó vegyületek újabb és újabb forrásaira lehet találni. A magok táplálkozásban történő hasznosítása esetén fontos kiemelni, hogy a pozitív hatású komponensek mellett szükséges annak vizsgálata is, hogy egészséget károsító vegyületeket nem tartalmaznak-e, mint pl. a csonthéjas magokban különböző mennyiségben előforduló amigdalin, melynek egészség-védő vagy azt károsító szerepének megítélése igen ellentmondásos (Milazzo és mtsai., 2011; Park és mtsai. 2005).

### Irodalom

- Corbin K.D., Zeisel S.H. (2012) Choline metabolism provides novel insights into nonalcoholic fatty liver disease and its progression. *Curr Opin Gastroenterol.*, **28(2)**, 159-65.
- Yoshimoto M., Waki A., Obata A., Furukawa T., Yonekura Y., Fujibayashi Y., Chang J.C., Gross E.A., Swenberg J.A., Barrow C.S. (2004) Radiolabeled choline as a proliferation marker: comparison with radiolabeled acetate. *Nuclear Medicine and Biology*, **31(7)**, 859-865
- Rajaie S., Esmailzadeh A. (2011) Dietary choline and betaine intakes and risk of cardiovascular diseases: review of epidemiological evidence. *ARYA Atheroscler.* **7(2)**, 78-86.
- Zeisel S.H. (2012) Dietary choline deficiency causes DNA strand breaks and alters epigenetic marks on DNA and histones. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, **733(1)**, 34-38.
- Milazzo S, Ernst E, Lejeune S, Boehm K, Horneber M. (2011) Laetrile treatment for cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **(11)** CD005476.
- Park, H. J., Yoon, S. H., Han, L. S., Zheng, L. T., Jung, K. H., Uhm, Y. K., Lee J.H., Jeong J.S., Joo W.S., Yim S.V., Chung J.H., Hong, S. P. (2005). Amygdalin inhibits genes related to cell cycle in SNU-C4 human colon cancer cells. *World Journal of Gastroenterology*, **11(33)**, 5156.



## KALÁSZFUZÁRIUM-REZISZTENCIA ASSZOCIÁCIÓS TÉRKÉPEZÉSE BÚZÁBAN

LEHOCZKI-KRSJAK SZABOLCS, SZABÓ-HEVÉR ÁGNES, GYÖRGY ANDREA,  
TÓTH BEÁTA, MESTERHÁZY ÁKOS

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A Gabonakutató Nonprofit Kft. Kalászos Gabona Főosztálya által nemesített búzafajták és fajtajelöltek kalászfuzárium vizsgálatát végeztük elszántóföldön 2006 és 2012 között. A vizsgált törzsek közül 32 genotípust választottunk ki asszociációs térképezésre melyet 1624 DArT markerrel végeztünk el. Eredményeink alapján következtetni tudunk a mérsékelt vagy közepes mértékű ellenállóságot biztosító kalászfuzáriumrezisztencia QTL-ek jelenlétére és elhelyezkedésére a búzagenomban. Vizsgálataink szerint, a szülői partnerként egzotikus rezisztenciaforrásokat nem tartalmazó, nemesítési anyagunkban kalászfertőzöttséggel szembeni rezisztencia QTL az 1A, 1B, 2B, 4A, 6B és 7B, valamint szemfertőzöttséggel szembeni rezisztencia QTL az 1A, 1B, 4A, 4B és 6A kromoszómákon valószínűsíthető. Az eredmények birtokában célzottan tervezhetők olyan keresztezések, melyekkel a jó termőképességet és kiváló minőségi tulajdonságokat megbízható rezisztenciális háttérrel ötvözhetjük.

**Kulcsszavak:** kalászfuzárium, őszi búza, QTL, DArT marker

## ASSOCIATION MAPPING OF *FUSARIUM* HEAD BLIGHT RESISTANCE IN HUNGARIAN WHEAT CULTIVARS

SZ. LEHOCZKI-KRSJAK, Á. SZABÓ-HEVÉR, A. GYÖRGY, B. TÓTH,  
Á. MESTERHÁZY

Cereal Research Nonprofit Ltd., Szeged, Hungary

Winter wheat cultivars – selected by the breeders of Cereal Research Nonprofit Ltd., Hungary – were tested in the field for *Fusarium* head blight (FHB) between 2006 and 2013. From the tested cultivars, 32 were chosen for association mapping using 1624 DArT markers. The purpose of our research was to reveal the genetic background of the native resistance in the breeding material. According to the association mapping, FHB resistance QTLs were localized on chromosomes 1A, 1B, 2B, 4A, 6B, 7B and *Fusarium* damaged kernel (FDK) resistance QTLs were identified on chromosomes 1A, 1B, 4A, 4B and 6A. Although these are only minor QTLs and possess only moderate resistance to FHB and FDK, these results may clarify the genetic background of the FHB resistance of our cultivars. Based on these results, the FHB resistance in high yielding and good quality materials can be enhanced by crossings with genotypes that possess good agronomic qualities and different FHB resistance backgrounds.

**Key words:** *Fusarium* head blight, wheat, QTL, DArT marker

## Bevezetés

A nemesítők a búza kalászfuzáriummal szembeni ellenállóságának növelése érdekében sok esetben kiemelkedő ellenállóságú, egzotikus (többnyire távol keleti) eredetű rezisztenciaforrásokat alkalmaznak. Ennek előnye, hogy nagy hatású, molekuláris markerekkel azonosított, rezisztencia QTL-ek (quantitative trait loci, mennyiségi tulajdonságok örökítéséért felelős régió) vihetők be a nemesítési anyagba (Buerstmayr et al. 2009). Azonban ilyenkor sok, az agronómiai jellegeket negatívan befolyásoló tulajdonság átöröklődésével is számolni kell. Másik lehetőség az ellenállóbb törzsek kiemelése a fajta előállító nemesítés követelményeinek megfelelő növényanyagból. A helyi és adaptált forrásokra utalva ezt a típust natív, vagy helyi rezisztenciának nevezzük (McKendry 2008). A natív rezisztencia többnyire csak közepes mértékű ellenállóságot biztosít, és a mennyiségi tulajdonságoknál fellépő igen jelentős környezeti hatások miatt csak több éves kísérletek során azonosítható.

Előzetes vizsgálatainkban a Gabonakutató Nonprofit Kft. búza nemesítői által előállított tájtörzsek, fajtajelöltek és fajták között számos stabilan jó kalászfuzárium ellenállósággal rendelkezőt azonosítottunk (Lehoczki-Krsjak et al. 2012). További kutatásaink célja volt, hogy közelebb kerüljünk az ellenállóság genetikai hátterének azonosításához, így segítve a nemesítőket a későbbi keresztezések tervezésében.

## Anyag és módszer

A Gabonakutató Non-profit Kft. Kalászos Gabona Főosztálya által nemesített őszi búza fajták és fajtajelöltek szántóföldi kalászfuzárium rezisztencia vizsgálatát végeztük el 2006 és 2011 között. A növényanyagot évenként 2 különböző *Fusarium graminearum* és 2 különböző *Fusarium culmorum* izolátummal fertőztünk, csokor permetezést követő fóliatakarásos módszerrel (Mesterházy 1995), majd felvételeztük a kalászfertőzöttséget, aratás, cséplés után a szemfertőzöttséget. Az évenként változó elemszámú és genotípus összetételű populációból 32 fajtát és fajtajelöltet választottunk ki asszociációs térképezésre. Ezeket 1624 DArT (Diversity Arrays Technology) markerrel vizsgáltuk. Az asszociációs térképezést a MapQTL 5 programban Kruskal-Wallis teszt segítségével végeztük.

## Eredmények és következtetések

A 6 éves vizsgálat átlageredményei alapján a legellenállóbb fajta (15,5% kalász-, és 23,7% szemfertőzöttség) és a legfogékonyabb fajta (35,1% kalász-, és 52,4% szemfertőzöttség) között mind a kalász-, mind a szemfertőzöttségben legalább kétszeres különbségek voltak (1. táblázat). A fertőzöttségi adatok a két szélsőérték között folyamatos eloszlást mutattak, így az asszociációs térképezés minden további statisztikai transzformáció nélkül elvégezhető volt.

**KALÁSZFUZÁRIUM-REZISZTENCIA TÉRKÉPEZÉSE BÚZÁBAN**

*1. táblázat* A vizsgált búzagenotípusok kalász-, és szemfertőzöttségi adatai 6 év átlagában (2006-2011)

Fajták	Kalászfertőzöttség (%)	Szemfertőzöttség (%)
30	15,5	23,7
3	16,9	35,8
23	17,1	33,3
26	17,2	28,0
38	17,9	29,7
35	18,3	29,2
9	18,4	31,3
21	18,5	31,2
29	18,8	29,9
27	19,3	25,3
7	21,1	32,8
1	22,4	21,0
31	23,5	28,8
4	23,6	33,7
6	23,7	34,3
10	26,2	40,3
20	26,3	42,2
39	27,5	42,3
28	27,8	42,4
2	28,0	47,7
37	29,1	44,8
40	29,3	46,2
24	29,7	33,7
22	30,0	41,5
5	31,4	32,1
8	31,4	31,3
36	32,1	42,5
33	32,1	46,0
42	32,6	39,6
25	34,5	53,0
34	34,8	43,9
41	35,1	52,4
SzD <sub>5%</sub>	1,14	3,51

Az asszociációs térképezést elvégeztük évenként és a 6 év átlagára egyaránt. Az egyes markerek és a mérsékelt fertőzöttség között nem minden évben mutattunk ki szignifikáns kapcsolatot, valamint a kapcsoltság erőssége is változott az évek során. A kis és közepes hatású rezisztencia QTL-eknél jelentkező erős évhatás ellenére több olyan markert azonosítottunk, amelyek hatása majdnem minden évben igazolható volt.

Eredményeink alapján intézetünk nemesítési anyagában kalászfertőzöttséggel szembeni rezisztencia QTL jelenléte az 1A, 1B, 2B, 4A, 6B és 7B kromoszómákon valószínűsíthető (2. táblázat), miszerint ezekben a régiókban több marker szignifikáns kapcsoltságot mutatott a kalászfertőzöttséggel.

2. táblázat Kalászfertőzöttséggel szignifikánsan kapcsolt markerek az egyes vizsgálati években

DARt marker	Kromoszóma	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Átlag
wPt-731282	1A	ns	*	**	**	**	****	**
wPt-664972	1A	ns	*	**	**	**	****	**
wPt-664968	1A	ns	*	**	**	**	****	**
wPt-664666	1A	ns	*	**	**	**	****	**
wPt-9317	1A	ns	**	****	**	ns	*	*
wPt-671698	1A	ns	*	ns	*	*	*	*
tPt-7214	1B	ns	**	**	ns	**	ns	*
wPt-2988	1B	ns	*	*	**	*	**	*
wPt-2395	1B	ns	*	*	**	*	**	*
wPt-0974	1B	**	ns	ns	ns	***	***	**
wPt-8287	1B	*	**	**	ns	***	**	**
wPt-5279	1B	ns	**	**	ns	***	**	**
wPt-8776	1B 2B	ns	ns	*	*	***	ns	*
wPt-669273	2B	ns	**	**	**	ns	ns	*
wPt-3695	2B	ns	**	**	**	ns	ns	*
tPt-4602	2B	ns	ns	ns	ns	***	***	***
wPt-4857	2B	ns	*	**	**	**	ns	ns
wPt-800509	4A	ns	ns	ns	*	**	ns	**
wPt-5124	4A	ns	ns	*	ns	ns	**	**
wPt-2780	4A 7A	ns	**	*	**	ns	ns	**
wPt-667662	6A 6B	ns	ns	**	****	ns	*	*
wPt-3203	6B	ns	*	ns	ns	**	***	**
wPt-5211	6B	ns	*	**	**	ns	ns	*
tPt-8161	6B	ns	*	**	**	ns	ns	*
wPt-6320	7B	ns	**	**	ns	**	*	**
wPt-4644	7B	ns	**	**	ns	**	*	**

\* p=0,1; \*\*p=0,05; \*\*\* p=0,01; \*\*\*\* p=0,005; ns: nem szignifikáns

Szemfertőzöttséggel szemben szignifikánsan kapcsolt markereket azonosítottunk az 1A, 1B, 4A, 4B és 6A kromoszómákon (3. táblázat), azonban az évhatás itt is jelentősnek bizonyult. Egyedül az 1A kromoszómán találtunk olyan markereket, amelyek mind kalász-, mind szemfertőzöttséggel is kapcsoltságot mutattak.

Vizsgálatainkat olyan fajtákra alapoztuk, amelyek pedigjükben nem tartalmaznak kiemelkedő kalászfuzárium-ellenállóságú genotípusokat, és egy-két kivételtől eltekintve az előállításuk során nem történt mesterséges fertőzéssel szelekció. Így ezek a fajták csak kis (vagy legfeljebb közepes) hatású QTL-eket hordoznak. Ezek a QTL-ek önmagukban valószínűleg nem okoznak jelentős növekedést a kalászfuzárium ellenállóságban, azonban vizsgálatainkkal egy lépéssel közelebb kerültünk a nemesítési anyagunkban található kalászfuzárium ellenállóság genetikai hátterének megismeréséhez.

## KALÁSZFUZÁRIUM-REZISZTENCIA TÉRKÉPEZÉSE BÚZÁBAN

3. táblázat Szemfertőzöttséggel szignifikánsan kapcsolt markerek az egyes vizsgálati években

DArT marker	Kromoszóma	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Átlag
wPt-731282	1A	ns	ns	**	**	ns	ns	*
wPt-664972	1A	ns	ns	**	**	ns	ns	*
wPt-664968	1A	ns	ns	**	**	ns	ns	*
wPt-664666	1A	ns	ns	**	**	ns	ns	*
wPt-5253	1B	ns	ns	ns	**	ns	**	ns
wPt-3465	1B	ns	ns	ns	ns	**	**	ns
wPt-742513	1B	ns	ns	ns	ns	**	**	ns
wPt-664749	4A	ns	ns	**	*	**	ns	ns
wPt-672107	4A	ns	ns	**	*	**	ns	ns
wPt-744256	4A	ns	ns	**	*	**	ns	ns
wPt-2951	4A	ns	ns	**	*	**	ns	ns
wPt-5951	4A	ns	ns	*	*	****	ns	**
wPt-732448	4B	ns	ns	***	*	ns	*	ns
wPt-5559	4B	ns	ns	**	**	ns	*	ns
wPt-666574	6A	ns	ns	****	*	**	ns	***
wPt-6904	6A	ns	ns	****	**	**	ns	***
tPt-0877	6A	ns	ns	****	**	**	ns	***
wPt-671855	6A	ns	ns	****	**	****	ns	**
wPt-4016	6A	ns	ns	**	ns	*	ns	**

\* p=0,1; \*\*p=0,05; \*\*\* p=0,01; \*\*\*\* p=0,005; ns: nem szignifikáns

További vizsgálataink során a QTL-ek kromoszómális elhelyezkedésének pontosabb meghatározását tervezzük SSR markerek segítségével.

Ezen eredmények birtokában célzottan tervezhetők olyan keresztezések, melyekkel a jó termőképességet és kiváló minőségi tulajdonságokat megbízható rezisztenciális háttérrel ötvözhetjük.

### Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a MycoRed FP7-es pályázat támogatta.

### Irodalom

- Buerstmayr H., Ban T., Anderson JA. (2009): QTL mapping and marker-assisted selection for Fusarium head blight resistance in wheat: a review. *Plant Breeding*, **128**, 1-26.
- Lehoczi-KrsjakSz., Szabó-Hevér Á., Mesterházy Á. (2012): Kalászfuzáriummal szembeni natív rezisztencia azonosítása búzában XVIII. Növénynevelési Tudományos Napok, Budapest, 2012. március 6., 106.
- McKendry, A. (2008): Native resistance: An essential building block for accelerating the development of scabresistants of red winter wheat. 3rd International Symposium on Fusarium head blight. Szeged, Hungary, 2-7 September 2008. *Cereal Research Communications*, **36 Suppl B**, 135-137.
- Mesterházy, A. (1995): Types and components of resistance to Fusarium head blight of wheat. *Plant Breeding*, **114**, 377-386.

## BÚZA-ROZS TRANSZLOKÁCIÓK AZONOSÍTÁSA MOLEKULÁRIS MARKEREKKEL MARTONVÁSÁRI BÚZAJAJTÁKBAN

MAYER MARIANNA, TÓTH VIOLA, KUTI CSABA, VIDA GYULA, LÁNG LÁSZLÓ,  
BEDŐ ZOLTÁN

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Az 1BL.1RS búza-rozs transzlokáció során az 1R rozs kromoszóma rövid karjának egy része épül be a búza 1B kromoszómájának hosszú karjába, míg az 1AL.1RS transzlokációnál az 1RS rozs szegmens a búza 1A kromoszómájába épül. Az 1BL.1RS transzlokáció a szárrozsda rezisztencia kialakításáért felelős Sr31-es gén mellett egy sárgarozsda rezisztencia gént (Yr9), egy levélrozsda rezisztencia gént (Lr26) és egy lisztharman rezisztencia gént (Pm8) is hordoz. Ez a rozskromoszóma-szegmentum ma már a világ számos országában több száz fajtában kimutatható, bár az Sr31-en kívül a többi rezisztencia gén már nem hatékony, nemesítési szempontból fontos annak az ismerete, hogy a transzlokáció melyik fajtában vagy törzsben található meg. A napjainkig minősített 94 martonvásári búzafajta közül 47 fajtában (50%) mutattuk ki az 1BL.1RS transzlokáció jelenlétét, míg az 1AL.1RS transzlokáció csupán 5 búzafajtában (5,3%) található meg.

**Kulcsszavak:** szárrozsda, Sr31, mikroszatellit markerek, 1BL.1RS, 1AL.1RS

## IDENTIFICATION OF WHEAT-RYE CHROMOSOME TRANSLOCATIONS WITH MOLECULAR MARKERS IN MARTONVÁSÁR WINTER WHEAT CULTIVARS

M. MAYER, V. TÓTH, Cs. KUTI, Gy. VIDA, L. LÁNG, Z. BEDŐ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

In 1BL.1RS wheat-rye translocation, one part of the 1R rye chromosome builds into the long arm of the wheat 1B chromosome while in case of the 1AL.1RS translocation the 1RS rye segment builds into the 1A wheat chromosome. Beside the Sr31 stem rust resistance gene, the 1BL.1RS wheat-rye translocation carries the Yr9 yellow rust resistance gene, the Lr26 leaf rust resistance gene and the Pm8 powdery mildew resistance gene. This rye chromosome segment can be detected in several hundreds of wheat cultivars all over the world. Although only the Sr31 is still effective, information on the presence of the translocation is important for the breeders. Among the 94 certified Martonvásár-bred wheat cultivars 47 (50%) carries the 1BL.1RS translocation but the 1AL.1RS translocation can be detected only in 5 (5,3%) varieties.

**Key words:** stem rust, Sr31, SSR markers, 1BL.1RS, 1AL.1RS

## Bevezetés

A *Puccinia graminis f. sp. tritici* által okozott szárrozsda egészen napjainkig a termesztett gabonafélék egyik legelterjedtebb betegsége. A növény összes föld feletti szervét megfertőzi, a levelet, levélhüvelyt, a szárat és esetenként a kalászt is. Ha a környezeti tényezők kedveznek ennek a gombafajnak, akár a termés teljes elvesztését is okozhatja. Nagy epidémia akkor alakulhat ki, ha a déli szelek június elején nagy tömegű uredospórákat hoznak magukkal, és azok fogékony fajták zöld levelére kerülnek. Magyarországon legutóbb jelentős járvány 1972-ben jelentkezett, ami egyrészt a köztes gazda, sóskaborbolya (*Berberis vulgaris*) állományának lecsökkentésével, másrészt a rezisztencianemesítés hatékonyságával magyarázható. Az eredményes nemesítésnek köszönhetően ugyanis ma többnyire olyan fajták állnak rendelkezésünkre, melyek a kórokozó eddig ismert, Magyarországon előforduló rasszaival szemben ellenállóak.

A Magyarországon termesztett fajták jelentős részénél a szárrozsda ellenállóságot az Sr31-es, esetenként pedig az Sr36-os rezisztencia gén biztosítja (Purnhauser et al., 2011). A búza (*Triticum aestivum*) idegen fajokkal való keresztezésekor beépülő transzlokációk mindig fontos szerepet játszottak az új rezisztenciaforrások biztosításában. Az 1BL.1RS búza-rozs transzlokáció, mely az Sr 31-es gént hordozza, a 'Petkus' rozsból épült be a búzagenomba, majd az 'Aurora' és 'Kavkaz' búzafajták utódai révén terjedt el a hazai tenyészanyagban. Magyarországon elsőként 1982-ben regisztráltak 1BL.1RS-t hordozó búzafajtát (GK Ságvári), míg az első martonvásári nemesítésű fajta 1985-ben született (Martonvásári 14). Az 1BL.1RS transzlokáció növeli a terméshozamot, az egy kalászban levő kalászkák számát és az egy kalászkában levő magok számát is. Egyes malomipari minőségi paramétereket nem kívánt irányban befolyásol, csökkenti a szemkeménységet és az ezerszem tömeget, továbbá rossz hatással van egyes feldolgozóipari tulajdonságokra is (Zhao et al., 2011). Az 1BL.1RS transzlokáción található génkomplexből az Lr26 levélrozsda-, és a Pm8 lisztharmat- rezisztenciagén elvesztette a hatását, az Sr31 az egyetlen, amely még mindig effektív (Bedő et al., 1993).

Egy másik ismert rozs-búza transzlokáció, az 1AL.1RS, az 'Insave' rozs fajtától származtatható, az 'Amigo' búzafajta utódai révén terjedt el. Az első regisztrált magyarországi 1AL.1RS-t hordozó búzafajta az Mv-Dalma (2000). Szintén hordoz szárrozsda rezisztencia gént, lisztharmat rezisztencia gént, és zöld gabona levéltetű (*Schizaphis graminum*) rezisztencia géneket (Gb2, Gb6) (Sebesta és Wood 1978). Az 1AL.1RS transzlokáció liszt minőségi paraméterekre gyakorolt kedvezőtlen hatása kimutatható, bár az 1BL.1RS-nél kisebb mértékben (Graybosch et al. 1993).

Az IRS kromoszómakar kimutatására számos molekuláris markert alkalmaznak. Egy olyan markert választottunk (SCM9), ami egyidejűleg mutatja meg a transzlokációk jelenlétét, és azt is, hogy az melyik búza kromoszómába épült be (Weng et al. 2007).

### Anyag és módszer

Az 1BL.1RS és 1AL.1RS transzlokációt jelenlétét 94 martonvásári őszi búzafajtában vizsgáltuk molekuláris markerek felhasználásával. A vizsgálatainkhoz szükséges növényi anyagokat az MTA ATK Mezőgazdasági intézet génbankjából szereztük be. A génbankból származó magok üvegházban kerültek kiültetésre, majd 2-3 hét elteltével vettünk mintát.

A genomiális DNS kivonásához felhasznált friss hajtásrészeket (100mg) folyékony nitrogénnel tártuk fel, majd a Qiagen DNeasy Plant Mini Kit puffereit és a gyártó által megadott módszert alkalmazva izoláltuk a DNS-t. A DNS mintákat ezt követően -20°C-on tároltuk.

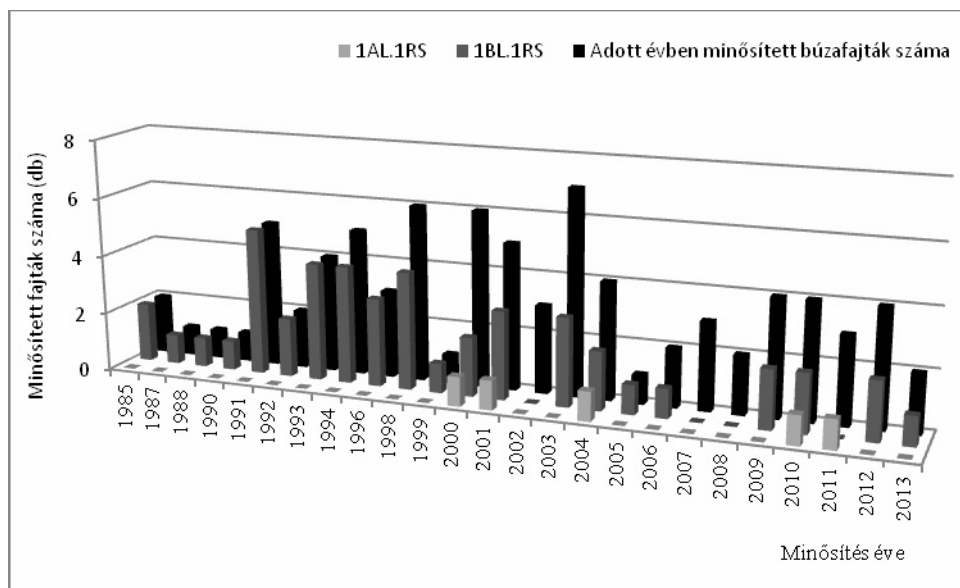
A búza-rozs transzlokációk azonosításához az Xscm9 SSR primerpárt használtuk (SCM9-F: 5'- TGA CAA CCC CCT TTC CCT CGT -3'; SCM9-R: 5'- TCA TCG ACG CTA AGG AGG ACC C -3') (Weng *et al.* 2007). A vizsgálatokhoz 17,5 $\mu$ l végtérfogatú oldatot mértünk össze a következő anyagok felhasználásával: 2ng templát DNS, 5xPCR puffer és 25 mM MgCl<sub>2</sub>, 2:1 arányban, 0,1nM dNTP, 20pM primer és 5U/ $\mu$ l DNS Taq-polimeráz (Promega). Az amplifikációt GeneAmp<sup>®</sup> PCR System 9700-as gépeken végeztük el a következő hőmérsékleti és ciklusparaméterek mellett: 94 C°- 2perc, majd 35 ciklusban (95 C°-1perc, 62 C°-1perc, 72 C°-1perc), 72 C°-5perc. A polimeráz láncreakció során felszaporított termékeket 1,5%-os agaróz gélen választottuk el 0,5%-os TBE pufferben, etidium-bromid hozzáadásával. A gélkép láthatóvá tételéhez és fotózásához Syngene G:Box berendezést használtunk. A marker, primer, gén és allél adatok rögzítése és az eredmények megjelenítése a martonvásári fejlesztésű „Breeder” program csomag alkalmazásával történt (Kuti és mtsai. 2014).

### Eredmények és következtetések

A napjainkig minősített 94 martonvásári búzafajta közül 47 fajtában (50%) mutattuk ki az 1BL.1RS transzlokáció jelenlétét, míg az 1AL.1RS transzlokáció csupán 5 búzafajtában (5,3%) található meg (1.ábra). Az első transzlokáció megjelenésétől (1985) egészen 2001-ig minden olyan évben, amikor minősítettek martonvásári fajtát, volt közöttük olyan, amely hordozza az 1BL.1RS vagy 1AL.1RS transzlokációt, és csupán 2002, 2007 és 2008 években nem minősítettek búza-rozs transzlokációt hordozó martonvásári fajtát. A legnagyobb gyakorisággal 1985 és 1996 között kimutathatók a transzlokációk (95,8%), míg a 2002 után elismert fajták között ez az arány 43,6%-ra esik vissza.

A martonvásári búzanemesítési program prioritása az 1990-es évek elején gyökeresen megváltozott, megszűnt a nemesítési tenyészkert mesterséges szározda fertőzése és a sütőipari minőség jelentősége felértékelődött. Bár ritka az 1BL.1RS transzlokációt hordozó javító minőségű búzafajta, a transzlokáció jelenléte és a sütőipari minőség nem összeegyeztethetetlen. Ezt szemléletesen bizonyítja a legszélesebb körben termesztett jó minőségű fajták (1.táblázat) egész sora, melyek mind hazánkban, mind pedig külföldön hosszú ideje megfelelnek mind a termelői, mind pedig a felhasználói igényeknek.





1.ábra Búza-rozs transzlokációk eloszlása az 1985 után minősített martonvásári búzafajtákban.

1.táblázat 1BL.1RS vagy 1AL.1RS transzlokációt hordozó, köztermesztésben lévő Martonvásári őszi búzafajták

Prémium minőségű búzafajták			Jó malmi minőségű búzafajták		
Mv Menüett			Mv Petrence	Mv Tallér <b>(1AL.1RS)</b>	
			Mv Kikelet	Mv Marsall	
Nagy sikértartalmú búzafajták			Speciális minőségű búzafajták		
Mv Nádor	Mv Béres	Mv Verbunkos		Mv Kokárda	
Mv Apród	Mv Csárdás	Mv Walzer			
	Mv Magdaléna	Mv Vekni			

**Köszönetnyilvánítás**

Kutatásainkat a Prebázis Kft. támogatta.

**Irodalomjegyzék**

- Bedő, Z., Balla, L., Szunics, L., Láng, L., Kramarikné-Kissimon, J. (1993): A martonvásári 1B/1R transzlokációt horozó búzafajták agronómiai tulajdonságai. *Növénytermelés*, **42**, 391-398.
- Graybosch, R.A., Peterson, C.J., Hansen, L.E., Worrall, D., Shelton, D.R., Lukaszewski, A. (1993): Comparative flour quality and protein characteristics of 1BL/1RS and 1AL/1RS wheat rye translocation lines. *J. Cereal Sci.* **17**:95–106.
- Kuti, Cs., Láng, L., Tóth, V., Bedő, Z. (2014): A molekuláris genetikai adatok felhasználása a búzanemesítési döntéshozatalban. In: *Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban*. (Szerk. Veisz Ottó) 274-278.
- Purnhauser, L., Bóna, L., Láng, L. (2011): Identification of Sr31 and Sr36 stem rust resistance genes in wheat cultivars registered in Hungary. *Cereal Research Communications* **39**, 53-66
- Sebesta, E.E., Wood, E.A. Jr. (1978): Transfer of greenbug resistance from rye to wheat with X-rays. *Agron. Abstr. Am. Soc. Agron.* pp. 61–62.
- Weng, Y., Azhaguvel, P., Devkota, R. N., Rudd, J. C. (2007): PCR-based markers for detection of different sources of 1AL.RS and 1BL.RS wheat-rye translocations in wheat background. *Plant Breed* **126**: 482-486
- Zhao C., Cui F., Wang X., Shan S., Li X., Bao Y., Wang H., (2011): Effects of 1BL/1RS translocation in wheat on agronomic performance and quality characteristics *Field Crops Research* **127** (2012) 79–84.

*Fragaria vesca* S-ADENOZILMETIONIN SZINTÁZ GÉN (*SAM-Sy*)  
FUNKCIONÁLIS JELLEMZÉSE

MENDEL ÁKOS, KOVÁCS LÁSZLÓ, SZENTGYÖRGYI ANNA,  
TÓTH SZABOLCS, KISS ERZSÉBET

Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

A poliaminok – a spermidin, a spermin és ezek közvetlen prekursora, a diamin putreszcin – létfontosságú alifás aminok, amelyek a prokariótákban és az eukarióta szervezetekben egyaránt megtalálhatóak. A növények fejlődése során a hormonokhoz hasonlóan szerepet játszanak a transzkripcióban, a translációban, a membránok stabilizációjában, az enzimaktivitás szabályozásban, a sejtosztódásban és elongációban. A SAM-szintáz enzim hatására egy metionin és egy ATP összekapcsolódásával S-adenozil-L-metionin keletkezik. A SAM közös prekursora mind az etilén, mind a poliamin bioszintézisnek. Az etilén nem-klimakterikus érésben betöltött kérdéses szerepe miatt, a szamócából izolált *SAM-szintáz* (*SAM-Sy*) funkcionális elemzését tűztük ki célul.

A *SAM-Sy* gén funkcionális jellemzése hozzájárulhat az etilén és a poliaminok bioszintézisének közös szabályozási mechanizmusának megértéséhez. Kísérleteinkben a *Fragaria vesca*-ból izolált *SAM-Sy* gén funkcionális jellemzését transzgenikus *Nicotiana benthamiana* növények vizsgálatával és *sGFP* riporter génnel alkalmazásával közelítjük meg.

**Kulcsszavak:** poliaminok, SAM szintáz, *F. vesca*, gyümölcserés

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF  
*S-ADENOSYLMETHIONINE SYNTHASE* GENE (*SAM-SY*)  
OF *Fragaria vesca*

Á. MENDEL, L. KOVÁCS, A. SZENTGYÖRGYI, SZ. TÓTH, E. KISS

Institute of Genetics and Biotechnology, Szent István University, Gödöllő

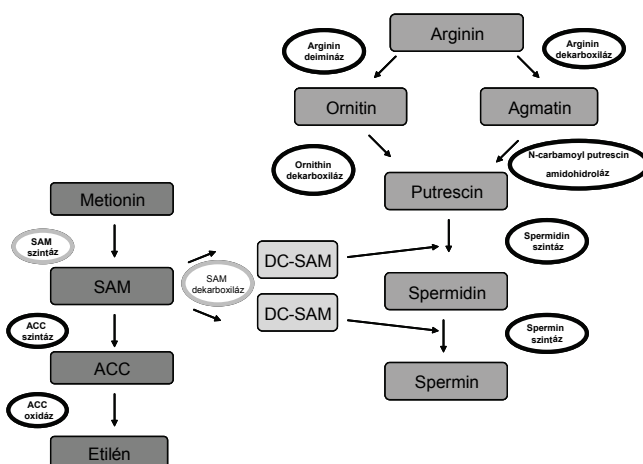
The polyamines – spermidine and spermine and their direct precursor, the diamine putrescine – are essential aliphatic amines and they are equally present in prokaryotes and eucaryotes. During the development of plants, they have important role in transcription, translation, membrane-stabilization, regulation of enzyme-activity, cell division and elongation. As an impact of the SAM-synthase enzyme, one methionine and one ATP conjugate and result in one S-adenosyl-L-methionine. The SAM is a common precursor of the biosynthesis of ethylene and polyamines. Because of the problematic role of ethylene in non-climacteric ripening, we aimed the functional analysis of the *SAM-Synthase* gene from *F. vesca*.

The functional characterization of the *SAM-Sy* gene promotes the understanding of the common regulatory mechanisms of ethylene and polyamine biosynthesis. In our experiment, we approach the functional characterisation of the *SAM-Sy* gene derived from *Fragaria vesca* using transgenic *Nicotiana benthamiana* plants and the use of *sGFP* reporter gene.

**Key words :** polyamines SAM synthase, *F. vesca*, ripening

## Bevezetés

A poliaminok, a spermidin, a spermin és ezek közvetlen prekuzora a diamin putreszcin, létfontosságú alifás aminok, amelyek megtalálhatók a növényekben is (Tun *et al.* 2006) (1. ábra). A poliaminok a növényi sejtek összes kompartmentjében jelen vannak, beleértve a sejtmagot is, ami világosan mutatja, hogy milyen fontos szerepük van a sejtekben lezajló alapvető folyamatokban (Galston *et al.* 1997; Walden *et al.* 1997; Bouchereau *et al.* 1999). A teljes és helyi (lokális) poliamin mennyiség nagy mértéken függ a növényfajtól, a szervtől, a szövettől és a növény fejlődési stádiumától is (Kuznetsov és Shevyakova 2007).



1. ábra A poliamin bioszintézis folyamatábrája

A putreszcin szintézise agmatinból vagy ornitinből indulhat ki. Az agmatin átalakítását putreszcinné két enzim, az N-karbomilputreszcin-aminohidroláz és az agmatin-iminohidroláz katalizálja. Az ornitint az ornitin-dekarboxiláz alakítja át putreszcinné (Gill és Tuteja 2010). A putreszcinhez a spermidin-szintáz enzim egy aminopropil csoportot kapcsol és így triamin spermidin jön létre. A továbbiakban a spermidinhez a spermin szintáz enzim újabb aminopropil csoportot kapcsolva tetraamin spermint hoz létre. Az aminopropil csoportokat az S-adenozilmetionin dekarboxilációja biztosítja, ezt a folyamatot az S-adenozilmetionin-dekarboxiláz (SAM DC) végzi (Kuznetsov és Shevyakova 2007).

A poliaminok lebontását a réz tartalmú diamin-oxidáz és a flavoprotein-függő poliamin oxidáz katalizálja (Kuznetsov és Shevyakova 2007).

A SAM-szintáz fehérje a növényekben egy kulcsenzim a metionin és az ATP összekapcsolásában, mely folyamat során egy S-adenozil-L-metionin

(SAM) keletkezik. A SAM közös prekursora mind az etilén, mind a poliamin bioszintézisnek, de számos szubsztrátja lehet transzmetiláció során, többek közt DNS, foszfolipidek, és fehérjék is (Boerjan *et. al* 1994, Shen *et.al* 2002). A SAM-ból ACC-szintáz hatására elindul az etilén bioszintézise, mely fontos szerepet játszik a növény természetes öregedésében, a gyümölcsök érésében. Ha azonban a SAM a SAM-dekarboxiláz hatására dekarboxilálódik, akkor egy-egy aminopropil csoport donoraként részt vesz a putreszcin spermidinné, később sperminné alakításában (Gómez-Gómez and Carrasco 1998).

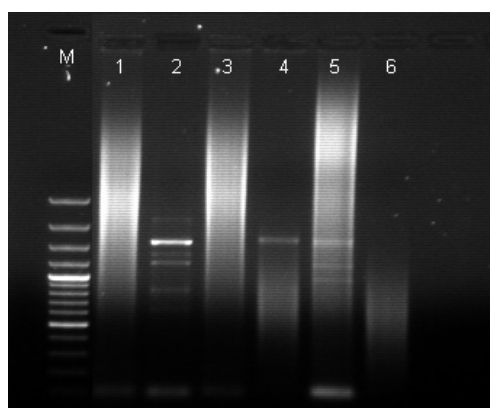
Kísérleteink célja a szamóca poliamin metabolizmusában működő, a gyümölcs érése során változó expressziót mutató, tehát feltételezhetően érés-specifikus *SAM szintáz* (*SAM-Sy*) gének funkcionális jellemzése.

### Anyag és módszer

A szekvensspecifikus primerekkel végzett PCR terméket gélelektroforézis után Gateway pENTR klónozóvektorba ligáltuk. A kész konstrukcióval *E. coli* JM109-es törzset transzformáltunk. A szelekciós táptalajon felszaporított plazmidot PureYield™ Plasmid Miniprep System segítségével izoláltuk és LR Clonase kit felhasználásával pGWB 405 bináris vektorba vittük, mely CaMV35S promótert tartalmaz, valamint N-terminális fúziót alakít ki a bevitt szekvencia és az sGFP riportergén között. A kész konstrukciókkal C58C1-es *Agrobacterium tumefaciens* törzset transzformáltunk. *Nicotiana benthamiana* modellnövényt transzformáltunk *in vitro*, cefotaxim, timentin és kanamicin használatával szelektáltunk.

### Eredmények és következtetések

A szelekciós táptalajon kinőtt növényekből DNS-t izoláltunk. PCR vizsgálatokat végeztünk a vektorkonstrukció átvitelének bizonyítására (35S, *SAM-Sy*, *sGFP* specifikus primerekkel), a pozitív növényekből RNS-t vontunk ki és cDNS-t szintetizáltunk. A 2. ábrán látható, hogy mind DNS, mind cDNS szinten bizonyítható a transzformáció.



2. ábra A *SAM-szintáz* gén integrációjának bizonyítása DNS és cDNS szinten.

Minta	Primer	Oszlop
DNS (T18)	35S*SAM-Sy	2
DNS (T18)	SAM-Sy*sGFP	5
cDNS (T18)	35S*SAM-Sy	1
cDNS (T18)	SAM-Sy*sGFP	4
DNS (Kontroll)	35S*SAM-Sy	3
cDNS (Kontroll)	SAM-Sy*sGFP	6

Molekuláris szinten bizonyítottuk a transzformáció sikerességét és sGFP expresszió is megfigyelhető volt. Azonos táptalajon nevelve azonos fejlettségi stádium mellett fenotípusos eltérés alakult ki a kontroll, és a *SAM-Sy* génnel transzformált növények között. A vad típusú növények növekedéséhez képest a transzformált egyedek nagyobb mennyiségben hoznak oldalhajtásokat, rövidülnek az ízközők, és a szár megvastagodása is megfigyelhető (3. ábra).

A növények további megfigyelése mellett a transzformánsok abiotikus stresszekre adott reakcióit is összehasonlítjuk a vad típusúakéval.



3. ábra A kontroll (bal) és *SAM-Sy* transzformáns (jobb) *N. benthamiana* növények fejlődésbeli eltérése

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA 101195, a Kutató Kari Kiválósági Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL és a KTIA-AIK- 12-1-2012-0012 támogatta.

### Irodalom

- Boerjan, W., Bauw, G., Van Montague, M., Inzé, D., (1994): Distinct phenotypes generated by overexpressing and suppression of S-Adenosyl-Methionine synthetase reveal developmental patterns of gene silencing in tobacco. *The Plant Cell* **6**: 1401-1414.
- Bouchereau, A., Aziz, A., Larher, F., Martin-Tanguy, J. (1999): Polyamines and environmental challenges: recent development. *Plant Science* **140**: 103-125.
- Galston, A. W., Kaur-Shawhney, R., Atabella, T., Tiburcio, A. F. (1997): Plant polyamines in reproductive activity and response to abiotic stress. *Botanica Acta* **110**: 197-207.
- Gill, S.S., Tuteja, N. (2010): Polyamines and abiotic stress tolerance in plants. *Plant Sig and Be* **5**: 1, 26-33.
- Gómez-Gómez, L., Carrasco, P., (1998): Differential expression of the S-Adenosyl-Methionine synthase genes during pea development. *Plant Phys* **117**: 397-405.
- Kuznetsov V. V., Shevyakova N. I. (2007): Polyamines and stress tolerance of plants. *Plant Stress* **1 (1)**: 50-71.
- Shen, B., Li, C., Tarczynski M. C. (2002): High free-methionine and decreased lignin content result from a mutation in the *Arabidopsis* S-Adenosyl-Methionine synthetase 3 gene. *The Plant Journal* **29** (3): 371-380.
- Tun, N. N., Begum, T., Silveira, V., Handro, W., Iochevet, E., Floh, S., Scherer, G. F. E. (2006): Polyamines induce rapid biosynthesis of nitric oxide (NO) in *Arabidopsis thaliana* seedlings. *Plant Cell Physiol* **47** (3): 346-354.
- Walden R., Cordeiro A., Tiburcio F. (1997): Polyamines: small molecules triggering pathways in plant growth and development. *Plant Physiol* **113**: 1009-1013.

## KUKORICA HIBRIDEK ELLENÁLLÓSÁGA TOXINTERMELŐ GOMBÁKKAL SZEMBEN, 2012-2013

MESTERHÁZY ÁKOS<sup>1</sup>, TOLDINÉ TÓTH ÉVA<sup>1</sup>, SZABÓ BALÁZS<sup>1</sup>, TÓTH BEÁTA<sup>1</sup>,  
VARGA MÓNIKA<sup>1</sup>, LEHOCZKI-KRSJAK SZABOLCS<sup>1</sup>, KOVÁCS NÁNDOR<sup>1</sup>,  
BAGI FERENC<sup>2</sup>, VARGA JÁNOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged; <sup>2</sup>Agricultural University, Novi Sad, Serbia; <sup>3</sup>Szegedi Tudományegyetem, TTIK, Mikrobiológiai Tanszék, Szeged

A kísérletet a Gabonakutató Kft. kiszombori tenyészkerjében, illetve az Újvidéki Mezőgazdasági Egyetem kupusina-i kísérleti állomásán állítottuk be 2012-ben és 2013-ban. A 10-10 szegedi és újvidéki hibridet három ismétlésben véletlen blokk elrendezésben teszteltük. Az ellenállóságot fogvájós módszerrel, kórokozónként 2-2 izolátummal teszteltük (n=3200). Az ellenállóság a *F. graminearum* és *F. culmorum* tekintetében jól korrelált, a *F. verticillioides* ellenállósági adatok kissé lazábban kapcsolódtak ezekhez, viszont az *Aspergillus flavus* rezisztencia adatok egyikkel sem mutattak szignifikáns kapcsolatot. A rangsorok megoszlása ugyanezt támasztotta alá. A szegedi *F. verticillioides* fertőződés és az összes fumonizin tartalom összefüggése közepes,  $r=0.54$ -es szignifikáns kapcsolatot adott, de az is látszik, hogy az ellenállóság és toxintartalmat más tényezők is befolyásolják. Azaz érdemes a nemesítés lehetőségeit kihasználni. Vannak hibridek, amelyek minden kórokozóval szemben igen ellenállóak vagy fogékonyak. Az már jól látszik, hogy a vizsgált gombafajokkal szembeni ellenállóság nem automatikusan kapcsolódik, azaz külön-külön kell megállapítani a rezisztencia, vagy fogékonyság mértékét. Különös nemesítési értékkel bírnak azok a hibridek és beltenyésztett vonalak, amelyek mindegyik kórokozóval szemben jó vagy kiváló ellenállóságot mutatnak.

**Kulcsszavak:** kukorica, csöpenész ellenállóság, *Fusarium* spp., *Aspergillus flavus*, toxin szennyezés

## RESISTANCE OF MAIZE HYBRIDS TO TOXIGENIC FUNGI, 2012-2013

Á. MESTERHÁZY<sup>1</sup>, É. TOLDINÉ TÓTH<sup>1</sup>, B. SZABÓ<sup>1</sup>, B. TÓTH<sup>1</sup>,  
M. VARGA<sup>1</sup>, N. KOVÁCS<sup>1</sup>, SZ. LEHOCZKI-KRSJAK<sup>1</sup>, F. BAGI<sup>2</sup>, J. VARGA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Cereal Research Nonprofit Ltd., Szeged, Hungary; <sup>2</sup>Agricultural University, Novi Sad, Serbia; <sup>3</sup>University of Szeged, Department of Microbiology, Szeged, Hungary

The experiment was made in the corn nurseries of the Cereal Research Ltd., Kiszombor and the station of the Agricultural University of Novi Sad in Kupusina in 2012-2013. 10-10 Serbian and Hungarian hybrids were tested against 2-2 isolates of four pathogens in three replicated randomized block design test series (n=3200). The resistance to *F. graminearum* and *F. culmorum* correlated well, *F. verticillioides* connected to these somewhat less intensively, and the resistance to *Aspergillus flavus* did not show any relation with the resistance to *Fusarium* spp. The ranges supported the statements. From the Szeged tests the *F. verticillioides* severity and fumonisin B1+B2 content correlated moderately,  $r=0.54$ ,  $P=0.05$ . It seems that beside resistance level also other traits influence toxin contamination. However, this supports the view that breeding can contribute to reduce toxin contamination. As resistance to the different pathogens is not automatically connected, their separated investigation is necessary. The hybrids and inbred lines with higher resistance levels to all pathogens have very high values in breeding.

**Key words:** maize, ear rot resistance, *Fusarium* spp., *Aspergillus flavus*, toxin contamination



## Bevezetés

A kukorica sokáig a legegészségesebb növény címen volt elkönyvelve, és a betegségek közül is inkább a szártó korhadás és szártörés, valamint néhány levélbetegség állt a figyelem középpontjában, de a csőpenészekről kevés szó esett. Ritkán okoztak érezhető termés-, és minőségvesztést. A toxinproblémák miatt a kukoricában is egyre fontosabb a toxintartalom határérték alatt tartása. Bár számos eljárás van, de mégis a nemesítés látszik a legalkalmasabbnak arra, hogy hosszú távú megoldást tudjon nyújtani. Ehhez viszont az szükséges, hogy az ellenállóság és a toxinszennyezés között legyen olyan kapcsolat, ami kiaknázzható. A toxintermelésről szóló híradások, majd a mérgezések, és ma már a kötelező vagy ajánlott toxin határértékek lényeges fordulatot hoztak, a kutatómunka felgyorsult, így a nemesítés lehetőségeit is vizsgálni kezdték. Az eddigi irodalom áttekintéséből (*Mesterházy et al.*, 2012) az derült ki, hogy a rezisztencia látszik a legfontosabb toxincsökkentő tényezőnek, mert a fertőzöttség és a toxintermelés között számos kutató talált elfogadható szorosságú összefüggést. Az irodalmi adatok nem voltak egységesek a tekintetben sem, hogy a különböző toxintermelő fajokkal szembeni ellenállóság között van-e valamiféle kapcsolat, amely a nemesítés lehetőségeit könnyíthetné. A MycoRed pályázatban kapott eredmények alapján a fogvájós módszert használtuk. Ennél sokkal jobb volt a genotípusok differenciálódása, mint a bibecsatornás módszer alapján, amellyel csak kevésbé súlyos tüneteket tudunk előidézni. Egy szerb-magyar regionális pályázat (ToxFreeFeed) keretében 20 hibrid vizsgálatát tűztük ki célul, hogy ebben a kérdéskörben a korábbinál alaposabb ismereteket szerezhessünk.

## Anyag és módszer

A kísérletek során 10-10 szegedi és újvidéki hibridet vizsgáltunk Szegeden és a szerbiai Kupusinán. A kísérleteket három ismétléses véletlen blokk elrendezésben végeztük. Minden parcella kilenc sorból állt, az egyes sorokat 2-2 *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides* és *Aspergillus flavus* izolátummal vizsgáltuk. Mivel ugyanazon faj izolátumai között is vannak fajtasorrend eltérések, ezért a több izolátum az eredmények pontosságát növeli. A sorok 4 m hosszúak voltak, így soronként 15-20 cső inokulálására került sor az 50 %-os növirágzást követő 11. (2012) és 7. (2013) napon. A fertőzést a Young- féle fogvájós módszer módosított változatával végeztük (*Mesterházy* 1982, *Mesterházy et al.* 2000), ugyanazokkal az izolátumokkal mindkét évben, és termőhelyen. Vetés után május elején és június végén 30-30 mm vízzel öntöztünk, és július végén ismét 30 mm-re volt szükség a növényállomány megfelelő fejlődése érdekében. A korai kísérleti hibridek szeptember közepére, a kései, újvidéki hibridek pedig szeptember végére értek be. Az aratás szeptember végére esett, egy része pedig október elejére áthúzódott. Szárszilárdsági probléma nem volt, a hibridek zöld száron értek, így a csőfertőzöttséget nemesítési célra alkalmasnak láttuk. Az értékelésnél minden csövet egyenként bíráltunk el. Minden cső két értéket kapott, az egyik a fogvájótól kiinduló fertőzött felületet értékelte százalékban, a másik, a cső egyéb helyein előforduló természetes eredetű látszó fertőződést értékelte ugyanígy. 2012-ben a természetes fertőződés igen erős volt, míg 2013-ban alig találtunk ilyet. A rovarragott és fertőzött csöveket is jelöltük, ezeket azonban az átlagszámításból kihagytuk. A toxinanalízishez 5 átlagos fertőzöttségű csövet választottunk ki, ezek termését lemorzoltuk, átkeverés után a

mintából 5 darab 10-15 g-os magmintát daráltunk meg. Ezek összekeverésével csökkentettük a mintavételi hibát. A DON adatokat HPLC, a fumonizin és aflatoxin mérést LCMSMS készülékkel mertük. Ebben a dolgozatban a szántóföldi eredményekről adunk számot, és mivel az újvidéki toxinadatok még nem készültek el, így itt csak a szegedi adatokat mutatjuk be.

### Eredmények és következtetések

A hibridkülönbségek igen jelentősek és szignifikánsak voltak. Az is látszik, hogy az egyes toxikus fajokkal szembeni ellenálló képesség nincs feltétlenül szinkronban. Ebben a kísérletben a *F. verticillioides* ellenállóság jól kötődik a *F. graminearum*/*F. culmorum* csoporthoz, ami a korábbi adataink alapján is már így volt (Mesterházy 1982, Mesterházy et al. 2000). Más kísérletekben azonban, nem egy olyan hibrid volt, ahol a *F. verticillioides* fajjal szembeni ellenállóság sokkal lazábban kötődött, ami azt jelenti, hogy az ellenállóságot mindkét csoportra vizsgálni kell. Az *A. flavus* rezisztencia nagymértékben függetlennek látszik a *Fusarium* fajokétól, bár ebben a kísérletben is találtunk olyan hibrideket, amelyek mind a négy toxikus fajjal szemben igen jó adatokat mutattak. Van jele annak is, hogy az ezzel a gombával szembeni ellenállóság jobban kötődik a *F. verticillioides*-hez, mint a *F. graminearum*-hoz vagy *F. culmorum*-hoz, amire irodalmi adat is van (Mesterházy et al. 2012). A négy kísérlet átlagadatait az 1. táblázat mutatja.

Az adatok alapján rangkorrelációs vizsgálatot is végeztünk, melynek során a Szegedi TC465 kiváló eredményt mutatott az összes vizsgált fajjal szemben. A legfogékonyabbak kiegyenlített teljesítményt mutatnak, és minden kórokozóval szemben magas értékeket kaptak alacsony variancia mellett. Az összefüggés vizsgálatok viszont igen hasonlóak az eredeti adatokkal kapott értékekhez. A variancia mértéke a különböző kórokozókkal szembeni hasonló, vagy eltérő reakciókat is jól mutatja.

Bár a hibrideket kódolva adtuk meg, annyit megemlítünk, hogy az első helyen a SZeTC465 végzett, de igen jó a Sarolta pozíciója is.

Az eddigi toxinadatok alapján a DON eléggé nagy szórást mutatott. Aflatoxint egy-két minta kivételével Szegeden nem találtunk, az esetenként jelentős *A. flavus* fertőződés ellenére. A fumonizin szennyezés viszont igen jelentős volt, a szegedi adatokat az 1. ábra tartalmazza. A szürkével jelölt csoportban mind a fertőzöttség, mind a fumonizin tartalom tekintetében átlag alatti, azaz igen jó teljesítményről van szó. Van egy további csoport, amelyik még szóba jöhet, ha egyéb tulajdonságaik megfelelnek, de ezeknél már komoly elemzésre van szükség.

MESTERHÁZY ÁKOS és mtsai

1. táblázat A két kísérleti év adatainak átlaga a kísérlet két helyszínén

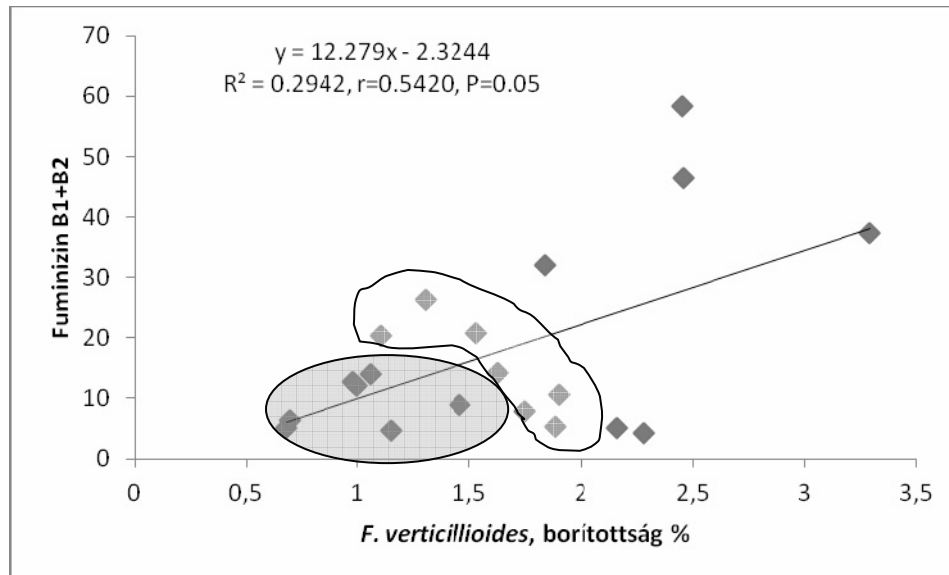
Hibrid kód	Toxikus gombafajok					Term. fert.	Átlag
	<i>Fg</i>	<i>Fc</i>	<i>Fv</i>	<i>Af</i>			
8	1.66	1.33	0.73	0.41	0.16	0.86	
10	2.83	1.20	1.65	0.62	0.58	1.37	
11	3.44	2.02	1.92	0.61	0.30	1.66	
2	3.28	2.83	2.70	0.87	0.16	1.97	
18	3.18	4.97	1.64	0.55	0.36	2.14	
19	4.82	3.42	2.12	0.30	0.13	2.16	
7	5.42	2.10	2.60	0.97	0.53	2.32	
9	3.79	3.30	3.59	0.85	0.30	2.37	
1	4.07	2.17	4.84	1.09	0.15	2.46	
20	6.04	2.41	2.59	1.20	0.70	2.59	
12	6.87	2.79	2.87	0.81	0.76	2.82	
16	8.32	3.71	1.89	0.47	0.21	2.92	
6	5.38	3.08	4.08	1.37	1.00	2.98	
17	11.73	5.42	4.33	0.32	0.16	4.39	
3	9.85	5.16	6.60	0.76	0.31	4.53	
13	12.27	2.90	7.01	0.38	0.25	4.56	
5	8.41	5.71	7.95	1.52	0.79	4.88	
4	13.59	4.56	6.43	0.90	0.49	5.19	
15	17.92	6.31	4.97	0.99	0.89	6.22	
18	15.96	8.00	7.33	0.57	0.21	6.41	
Átlag	7.44	3.67	3.89	0.78	0.42	3.24	
SZD 5%						0.76	

	<i>Fg</i>	<i>Fc</i>	<i>Fv</i>	<i>Af</i>	<i>K</i>
<i>Fc</i>	0.7686***				
<i>Fv</i>	0.7182***	0.6502**			
<i>Af</i>	-0.0128	0.0281	0.3193		
<i>K</i>	0.1712	0.0588	0.1387	0.7181***	
Átlag	0.9584***	0.8540***	0.8573***	0.1540	0.2168

\*\*\* P = 0.001, \*\* P = 0.01

## KUKORICA HIBRIDEK ELLENÁLLÓSÁGA



I. ábra Összefüggés a csőfertőzöttség és az összes fumonizin tartalom között, toxintartalom: mg/kg. Ovális kiemelés: egyértelmű pluszvariáns, jobbra és fölötte: lehetséges további jelöltek

### Köszönetnyilvánítás

A munkát a ToxFreeFeed projekt keretében végezzük, melyet az Európai Unió támogat (Hungary-Serbia IPA Cross-Border Co-operation Program, HUSRB/1002/122/062). Tóth Beáta Bolyai János Kutatási Ösztöndíjban részesül.

### Irodalom

- Mesterházy, Á. (1982): Resistance of corn to *Fusarium* ear rot and its relation to seedling resistance. *Phytopath. Z.*, **103**, 218-231.
- Mesterházy, Á., Kovács, G. Jr., Kovács K., (2000): Breeding resistance for *Fusarium* ear rot (FER) in corn. 18<sup>th</sup> Int. Conference on Maize and Sorghum Genetics and Breeding, Eucarpia, Beograd, *Acta Biologica Yugoslavia Serija F. Genetika*, **32**, 495-505.
- Mesterházy, A., M. Lemmens., L. M. Reid, (2012): Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. *Plant Breeding*, **131**, 1-19.

## A HÁLÓZATOS LEVÉLFOLTÓSÁGGAL SZEMBENI FIATALKORI ÉS SZÁNTÓFÖLDI REZISZTENCIA VIZSGÁLATA ÁRPÁBAN

MÉSZÁROS KLÁRA<sup>1</sup>, CSORBA ILDIKÓ<sup>2</sup>, TOMCSÁNYI ANDRÁS<sup>3</sup>,  
PALÁGYI ANDRÁS<sup>4</sup>, CSÓSZ MÁRIA<sup>4</sup>, KARSAI ILDIKÓ<sup>1</sup>, VIDA GYULA<sup>1</sup>,  
LÁNG LÁSZLÓ<sup>1</sup>, BAKONYI JÓZSEF<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár; <sup>2</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet, Budapest; <sup>3</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Táplánszentkereszt; <sup>4</sup>Gabonakutató Nonprofit Kft., Szeged

A *Pyrenophora teres* f. *teres* (PTT) a hálózatos levélfoltosság kiváltójaként világszerte és hazánkban is az árpa egyik legjelentősebb kórokozója. A betegséggel szembeni rezisztencia gének hatékonysága függ a növény fejlődési állapotától és a gomba fertőző patotípusától, ezért fontos a helyi patotípusokkal szemben hatékony rezisztenciagéneket hordozó genotípusok azonosítása. Hazai vonatkozásban nem, vagy nagyon korlátozott ismereteink vannak e téren, pedig ellenálló fajták nemesítése és termesztése a leggazdaságosabb és leginkább környezetbarát módja a növényi betegségekkel szembeni védekezésnek. Munkánk során vizsgáltuk 49 őszi és tavaszi árpafajta/genotípus fiatalkori rasszspecifikus ellenállóságát 3 hazai PTT patotípussal szemben, valamint 22 őszi árpa hálózatos levélfoltossággal szembeni felnőttkori ellenállóságát. A vizsgált fajták többsége fogékony volt a hálózatos levélfoltosság kórokozójára, ezért ellenálló fajták nemesítése érdekében a rezisztenciaforrások felkutatása és keresztezésbe vonása elengedhetetlen.

**Kulcsszavak:** *Pyrenophora teres* f. *teres*, patotípus, árpa, rezisztencia nemesítés

## INVESTIGATION OF SEEDLING AND ADULT PLANT NET BLOTCH RESISTANCE IN BARLEY

K. MÉSZÁROS<sup>1</sup>, I. CSORBA<sup>2</sup>, A. TOMCSÁNYI<sup>3</sup>, A. PALÁGYI<sup>4</sup>, M. CSÓSZ<sup>4</sup>,  
I. KARSAI<sup>1</sup>, G. VIDA<sup>1</sup>, L. LÁNG<sup>1</sup>, J. BAKONYI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár; <sup>2</sup>Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Research Hungarian Academy of Sciences Budapest; <sup>3</sup>Cereal Research Non-Profit Ltd., Táplánszentkereszt; <sup>4</sup>Cereal Research Non-Profit Ltd., Szeged

*Pyrenophora teres*, the causal agent of net blotch disease of barley, is one of the most important fungal pathogen of barley worldwide. The efficiency of resistance genes against net blotch depends on the developmental stage of barley and the fungal pathotype/virulence phenotype present in the local population of the pathogen. Therefore, it is necessary to identify and breed cultivars resistant to the local fungal isolates/pathotypes. There is only limited information available about the above mentioned characters in Hungary although resistance breeding is the most efficient, economical and environmentally sound strategy of plant protection. In the recent work, specific resistance of nearly 50 barley genotypes against three local PTT pathotypes were tested at seedling stage, and adult plant resistance of 22 winter barley cultivars were characterised under field conditions. The majority of tested genotypes were susceptible to net blotch in both types of tests, therefore quest for resistance sources and taking them into breeding programmes are essential.

**Key words:** *Pyrenophora teres* f. *teres*, pathotype, barley, resistance breeding

## Bevezetés

Az árpatermesztés eredményességét számos betegség veszélyeztetheti (Fischl 1991). Közülük hazánkban legjelentősebbek a vírusok okozta törpülések, az árpalisztharmat, az árpalevélrozsda, a pirenofóras levélfoltosságok és a kalászfuzáriózis, de a rinospóriumos és ramuláriás levélbetegségek előfordulása is fokozódik (Tomcsányi és mtsai. 2006, Manninger S.-né és Murányi 2009).

Az árpa pirenofóras, korábban „helmintosporiózisok” gyűjtőnéven ismert betegségeit az aszkuszos *Pyrenophora* Fr. (konídiumos alak: *Drechslera* Ito) nemzetségbe tartozó gombák okozzák. Az általuk okozott termésvesztés általában 20–30%-os, de akár súlyosabb is lehet (Steffenson és mtsai. 1991, Palágyi és Tomcsányi 2006, Tomcsányi és mtsai. 2006). E gombák egyik képviselője az ún. hálózatos levélfoltosságot okozó *P. teres* Drechs. f. *teres* Smed.-Pet. (PTT), mely patogénnel szemben rasszspecifikus és nem rasszspecifikus növényi rezisztencia létezik árpában. A hálózatos levélfoltosság betegséggel szembeni növényi rezisztencia gének hatékonysága jelentős mértékben függhet az árpa fejlődési állapotától és a kórokozó fertőző patotípusától, ezért különösen fontos a hatékony rezisztenciagéneket hordozó növényi genotípusok azonosítása a patogén helyi patotípusaival szemben. Hazai vonatkozásban nem, vagy nagyon korlátozott ismereteink vannak e téren, pedig ellenálló fajták nemesítése és termesztése a leggazdaságosabb és leginkább környezetbarát módja a növényi betegségekkel szembeni védekezésnek.

Munkánk során közel 50 őszi és tavaszi árpafajta/genotípus fiatalkori rasszspecifikus ellenállóságát vizsgáltuk 3 hazai PTT patotípussal szemben, valamint 22 őszi árpa hálózatos levélfoltossággal szembeni felnőttkori ellenállóságát teszteltük szántóföldön.

## Anyag és módszer

A fiatalkori rasszspecifikus ellenállóság megállapítását 3 eltérő patotípust képviselő 4 egyspórás PTT-izolátummal végeztük, melyeket Táplánszentkereszten és Martonvásáron 2008-ban és 2010-ben gyűjtött különböző árpa fajták fertőzött leveleiről izoláltunk (Ficsor és mtsai. (2011) szerint). A patotípusok azonosítása, a fertőzőanyagként szolgáló konídium-szuszpenzió előállítás, a csíranövények nevelése, az inokuláció, inkubáció és a reakciótípusok értékelése (Afanasenko és mtsai. (1995) módszere alapján történt. Perlítben nevelt 8–10 napos csíranövények első leveléből kivágott 2,5 cm-es hosszúságú szegmenseket helyeztünk nedves kamrába, majd egy ponton 20  $\mu$ l konídium-szuszpenziót ( $1 \times 10^4$  konídium/ml 0,01% Tween 20-at tartalmazó bidesztillált víz) cseppentettünk rájuk. Kontrollként csak oldószeres kezelést alkalmaztunk. A kezelt levéldarabkákat (3 ismétlés/izolátum) nedves kamrában 16/8 órás 22/21 °C-os fény/sötét ciklusban inkubáltuk 4–5 napig. A felnőttkori ellenállóság vizsgálata során szántóföldi kísérletben 22 őszi árpafajta természetes eredetű *P. teres* fertőzöttségét mértük fel. A bonitálást két alkalommal, május 14-én és június 6-án végeztük a levelek borítottságának (0–10) és a fertőzött levélszintek számának figyelembevételével (1–8). A két érték szorzatát használva meghatároztuk a fajták fertőzöttségét és a betegség előrehaladási görbe alatti területet (AUDPC).

Az adatok statisztikai elemzését egytényezős varianciaanalízissel végeztük a Breeder programmal (Láng és mtsai. 2001).

ÁRPA HÁLÓZATOS LEVÉLFOLTÓSÁGGAL SZEMBENI REZISZTENCIÁJA

Eredmények és következtetések

A fiatalkori levéleszt alapján négy patotípus bármelyikével szemben immunis árpa fajtát/genotípust nem találtunk (1. táblázat).

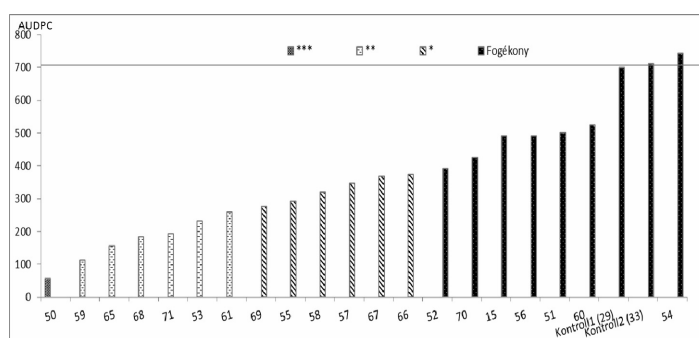
1. táblázat Árpafajták *P. teres* f. *teres* különböző izolátumaival/patotípusaival szembeni rasszspecifikus ellenállóképesége [erősen rezisztens–rezisztens ( $\leq 2$ ), mérsékelten rezisztens (2,1–2,9), fogékony ( $\geq 3$ )], standard fajtától eltér \*\*P=0,01 vagy \*P=0,05 szignifikancia-szinten

Fajta	Izolátumok				Átlag	Fajta	Izolátumok				Átlag
	H-321/1	H-501/1	H-502/1	H-296			H-321/1	H-501/1	H-502/1	H-296	
1	<b>2,00</b>	2,83	2,50	3,00	2,58	26 standard	2,25	2,50	2,33	2,67	2,44
2	2,33	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	3,00	2,33	27	2,17	2,50	2,33	2,83	2,46
3	2,83	2,50	2,33	3,00	2,67	28	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83
4	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	<b>2,00</b>	2,83	2,21	29*	3,00	2,83	2,83	2,83	2,87
5	<b>2,00</b>	2,50	2,50	3,00	2,50	30	2,83	3,00	2,50	3,00	2,83
6	3,00	2,50	2,17	3,00	2,67	31	2,33	2,50	2,33	2,83	2,50
7	<b>2,00</b>	2,50	2,33	2,67	2,38	32		2,83	2,50	2,50	2,61
8	<b>2,00</b>	3,00	2,33	3,00	2,58	33	2,67	2,83	2,33	3,00	2,71
9	<b>1,67</b>	2,33	<b>2,00</b>	2,83	2,21	34	3,00	3,00	2,50	3,00	2,88
10	2,83	2,67	<b>1,67</b>	3,00	2,54	35	3,00	2,50	2,83	2,67	2,75
11	2,50	3,00	2,33	3,00	2,71	36	3,00	2,67	2,50	2,50	2,67
12*	3,00	3,00	2,50	3,00	2,88	37	3,00	3,00	2,83	2,50	2,83
13	2,50	<b>2,00</b>	<b>1,67</b>	3,00	2,29	38	2,50	3,00	2,17	3,00	2,67
14**	3,33	2,83	3,00	3,00	3,04	39	2,50	2,33	<b>1,83</b>	3,00	2,42
15	3,00	2,50	<b>2,00</b>	3,00	2,63	40	2,50	2,83	2,17	3,00	2,63
16	3,00	2,83	2,50	2,83	2,79	41	<b>2,00</b>	2,67	2,50	2,50	2,42
17	2,83	2,83	2,33	2,33	2,58	42	2,67	<b>2,00</b>	<b>1,33</b>	2,83	2,21
18			2,50	3,00	2,75	43	2,50	2,33	2,17	2,83	2,46
19	3,00	3,00	2,50	2,33	2,71	44	2,50	2,50	<b>1,67</b>	2,83	2,38
20	3,00	3,00	2,50	2,33	2,71	45	3,00	2,83	<b>2,00</b>	3,00	2,71
21	3,00	2,83	2,50	3,00	2,83	46			2,67	2,50	2,59
22	3,00	2,83	2,50	2,50	2,71	47*	3,33	3,00	2,83	2,67	2,96
23	3,00	3,00	2,50	2,67	2,79	48	2,67	2,50	2,50	3,00	2,67
24*	3,00	3,00	2,50	3,00	2,88	49	3,00		2,67	2,50	2,72
25	3,00	3,00	2,83	2,33	2,79	<b>Átlag</b>	<b>2,76</b>	<b>2,74</b>	<b>2,38</b>	<b>2,79</b>	

A H-321/1-es izolátum által képviselt patotípussal szemben egy erősen rezisztens–rezisztens (9-es fajta), 25 mérsékelten rezisztens és 20 fogékony fajtát azonosítottunk. A H-501/1-es izolátummal szemben 33 fajta mérsékelten rezisztens, 13 fogékony volt. A H-502/1-es és H-296-os izolátumok által képviselt harmadik patotípus fertőzésére ugyanazon fajták/genotípusok nem feltétlenül reagáltak hasonlóan. Például előbbi izolátummal szemben öt erősen rezisztens–rezisztens tétel utóbbi izolátum fertőzésére mérsékelten rezisztens (42 és 44) vagy fogékony (10, 13 és 39) reakciótípust mutatott. Ennek háttérében az állhat, hogy a két izolátum valójában különböző patotípusba tartozik, csak az általunk alkalmazott nemzetközi árpa differenciálósor nem különítette el őket. A fennmaradó árpa tételek közül a H-502/1-es izolátummal szemben 43 mérsékelten rezisztens és 1 fogékony fajtát (14) vizsgáltunk, míg a H-296-os

izolátummal szemben további 24 mérsékelt rezisztens és 20 fogékony fajtát találtunk. Az egy-egy izolátum fertőzésére erősen rezisztens-rezisztens reakciótípusú fajták/genotípusok közül a másik 3 izolátummal szemben a 9-es, 42-es és 44-es árpák mérsékelt rezisztens, míg a 10-es, 13-as és 39-es árpák mérsékelt rezisztens vagy fogékony tünetekkel reagáltak (1. táblázat). Valamennyi vizsgált izolátumra fogékony árpafajtát/genotípust nem találtunk. Az összes izolátumra adott válaszreakciókat illetően legkisebb ellenállósággal a 12-es, 24-es, 32-es és 14-es genotípusok bírtak, melyek 3–3 izolátumra fogékonyak voltak, míg egy izolátummal szemben a mérsékelt rezisztens kategóriába tartoztak. Varianciaanalízissel az összes fajtára adott válaszreakciók átlagát tekintve nem igazoltunk különbségeket izolátumaink agresszivitása (betegítő-képesség erőssége) között, azonban öt árpafajta (12, 14, 24, 29 és 47) szignifikánsan fogékonyabb volt a standardként választott 26-os árpánál, melyet gyakorlati értelemben szántóföldön ellenállónak tekintenek.

A szántóföldi fertőzöttség (1. ábra) mértékét az állami minősítés növénykórtani vizsgálataiban is használt kontrollokéhoz hasonlítottuk, melyek esetünkben a legfogékonyabbak voltak (AUDPC 698 és 709).



1. ábra Őszi árpák felnőttkori szántóföldi fertőzöttségének AUDPC értékei, a kontroll fajtáktól eltér \*\*\*P=0,001, \*\*P=0,01 vagy \*P=0,05 szignifikancia-szinten

A fajták átlagos AUDPC-értéke 369 volt. A fajták 41%-ának fertőzöttsége nem különbözött szignifikánsan a kontrolloktól, 27%-ának P=5%-os, további 27%-ának P=1%-os szignifikancia-szinten volt kisebb a fertőzöttsége, mint a kontroll fajtáké. Csupán egyetlen fajta AUDPC-értéke volt 100 alatt (AUDPC=56), mely reakciója alapján ellenállónak tekinthető. A fogékony kontrolltól szignifikánsan kisebb volt a fertőzöttsége (P=0,1%). A fertőzés dinamikáját vizsgálva megállapítottuk, hogy a két felvételezés között a fertőzési érték átlagosan 14,7 ponttal nőtt. Három fajta esetén (52, 57, 60) a kezdeti gyenge fertőződés után a levelek hálózatos foltossága jelentősen nőtt (több mint 24 ponttal), míg két fajta (70, 71) a kezdeti erős fertőzöttség ellenére sem ért el magas végső fertőzöttséget, a tünetek átlagosnál lassabb terjedése miatt (6,5 ponttal nőtt).



A fiatalkori levélteszt alapján a genotípusok 87%-nak ellenállósága nem különbözött szignifikánsan a gyakorlati értelemben szántóföldön ellenállónak tekintett Sebastian tavaszi árpa ellenállóságától. A fajták felnőttkori ellenállóságában viszont nagyobb különbségek (AUDPC=56-742) voltak. Három fajta (15, 29, 33) a fiatalkori és a felnőttkori vizsgálatokban is szerepelt. A 29-es fajta mindkét esetben fogékony volt, míg a 15-ös és 33-as fajták, melyek fiatalkori ellenállósága nem különbözött szignifikánsan Sebastian fajtaétól és a mérsékelt rezisztens kategóriába tartoztak, felnőttkorban fogékonyak bizonyultak. Ez nem meglepő, hiszen a hálózatos levélfoltossággal szembeni ellenállóság függ a növény fejlődési állapotától, valamint a fertőzést kiváltó kórokozó patotípusától, mely feltételezésünk szerint a két kísérletben eltérhetett (Steffenson és mtsai. 1996).

A fajták termésmennyisége és a fertőzött levélszintek száma között szignifikáns negatív korrelációt ( $r=-0,49$ ) mutattunk ki ( $P=5\%$ ), melynek magyarázata valószínűleg abban rejlik, hogy a szemek telítődésében a felső levélszintek, különös tekintettel a zászlóslevél asszimilációja játszik döntő szerepet. Azon fajták termése kisebb volt, melyek zászlóslevele is fertőződött.

A felnőttkori ellenállóság vizsgálata alapján a fajták többsége mérsékelt fogékony-fogékonyak bizonyult a *P. teres* f. *teres* kórokozóval szemben, mely a kórokozó elleni rezisztenciára nemesítés fontosságára hívja fel a figyelmet.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatást az NKTH OMFB-01505/2006 számú, valamint a DTR\_2007 azonosítójú pályázatai támogatták.

### Irodalom

- Afanasenko, O.S., Hartleb, H., Guseva, N.N., Minaříková, V. Janosheva, M. (1995): A set of differentials to characterize populations of *Pyrenophora teres* Drechs. for international use. *Journal of Phytopathology*, **143**, 501–507.
- Ficsor, A., Bakonyi, J., Csösz, L.-né, Tomcsányi, A., Tóth, B., Palágyi, A., Cséplő, M., Mészáros, K., Vida, Gy. (2011): A *Pyrenophora teres* f. *maculata* magyarországi előfordulása árpán. *Növényvédelem*, **47** (10), 405–412.
- Fischl, G. (1991): Az árpa betegségei. Oktatási segédlet. Pannon Agrártudományi Egyetem, Keszthely.
- Láng, L., Cs. Kutí, Z. Bedő (2001). Computerised data management system for cereal breeding. *Euphytica* 119: 235–240.
- Manninger, S.-né, Murányi, I. (2009): Új kihívás a növénytermesztők számára: új betegség, a ramuláriás levélfoltosság hazai előfordulása és terjedése árpán. *Agrofórum*, **20** (6), 40–42.
- Palágyi, A., Tomcsányi, A. (2006): Őszi árpák természetes fertőződése lisztharmattal és hálózatos levélfoltossággal 2003–2005 között. *Gyakorlati Agrofórum*, **17** (6), 18–20.
- Tomcsányi, A., Szeőke, K., Tóth, Á. (2006): Az őszi árpa védelme. *Növényvédelem*, **42**, 87–106.
- Steffenson, B.J., Webster, R.K., Jackson, L.F. (1991): Reduction in yield loss using incomplete resistance to *Pyrenophora teres* f. *teres* in barley. *Plant Disease*, **75**, 96–100.
- Steffenson, B.J., Hayes, P.M., Kleinhofs, A. (1996): Genetics of seedling and adult plant resistance to net blotch (*Pyrenophora teres* f. *teres*) and spot blotch (*Cochliobolus sativus*) in barley. *Theoretical and Applied Genetics* **92**, 552–558.

*Triticum timococcum*: VAD FAJOK EGYIDEJŰ KIAKNÁZÁSA  
A BÚZANEMESÍTÉSBEN

MIKÓ PÉTER, MEGYERI MÁRIA, MOLNÁR ISTVÁN, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A rokon vad fajok bevonásával javítható a búza betegségellenállósága és alkalmazkodóképessége az előnevelés során. A *Triticum timopheevii* Zhuk., mint lehetséges génforrás alkalmazhatóságát a *Triticum monococcum* L.-mal előállított hibrid felhasználásával vizsgáljuk, mivel mindkét faj kiemelkedő rezisztenciával rendelkezik a búza legfontosabb gombabetegségeivel szemben. A Martonvásári Gabona Génbankban tárolt 56 *T. timopheevii* tétel részletes jellemzését követően választottuk ki azt a genotípust (MVGB845), amellyel a már korábban, Martonvásáron előnevelített féltörpe *T. monococcum* vonalat (1T-1) keresztezve mesterségesen elő tudunk állítani egy új hexaploid fajt, a *Triticum timococcum*-ot. Az új szintetikus amphiploidban molekuláris citogenetikai módszerekkel (FISH, mcGISH) mindkét szülőpartner genomját kimutattuk. Kidolgoztuk a szülői kariotípusokat, melyek segítségével a két faj kromoszómái nagy biztonsággal elkülöníthetők egymástól. Az általános morfológiai vizsgálat mellett végzett rezisztencia vizsgálat az amphiploid nagyfokú betegségellenállóságát igazolta.

**Kulcsszavak:** *Triticum timococcum*, szintetikus amphiploid, *in situ* hibridizáció, búza előnevelés

*Triticum timococcum*: SIMULTANEOUS UTILIZATION OF WILD  
RELATIVES IN WHEAT BREEDING

P. MIKÓ, M. MEGYERI, I. MOLNÁR, M. MOLNÁR-LÁNG

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

One possible way to improve the resistance and adaptability of bread wheat is the utilization of its wild relatives in prebreeding. The present study is focusing on the simultaneous utilization of *Triticum timopheevii* Zhuk. and *Triticum monococcum* L. through their hybrid, because both of them have outstanding resistance to the main wheat fungal diseases. The detailed description of the 56 *T. timopheevii* accessions preserved in the Martonvásár Cereal Gene Bank led to the selection of one accession (MVGB845) and made it possible to create a new hexaploid species, *Triticum timococcum* after crossing it with a semi-dwarf *T. monococcum* line (1T-1) prebred earlier in Martonvásár. The verification of the presence of the parental genomes in the new synthetic amphiploid was successfully carried out by molecular cytogenetic methods (FISH, mcGISH). As a result of this work, karyotypes were also developed and the chromosomes of the parental genomes could be securely distinguished from each other with their help. Besides the common morphologic assessments, disease resistance of the amphiploid was also examined and was proved to be excellent.

**Key words:** *Triticum timococcum*, synthetic amphiploid, *in situ* hybridisation, bread wheat prebreeding

## Bevezetés

A búzával (*Triticum aestivum* L.) közeli rokonságban álló fajok számos rezisztenciagént hordoznak, melyeket eddig is nagy sikerrel hasznosítottak a búzanemesítésben. Azonban a hexaploid búzanemesítési bázis diverzitásának további növelésére egyéb rokon fajokat, illetve azok kombinációit is szükséges bevonni. Az egyik ilyen ígéretes tetraploid rokon faj a *Triticum timopheevii* Zhuk. ( $2n=4x=28$ ,  $A^1A^1GG$ ), mely számos rezisztencia génnel rendelkezik a búza fontosabb gomba kórokozói ellen (lisztharmat, levélrozsdá, szárrozsdá, porüszög) (Järve *et al.* 2002). Ezek mellett a faj szárazságtűrése is kiemelkedő.

A legtöbb nemesítő eddig közvetlen génátvitelt alkalmazott a *T. timopheevii* és a búza között (Peusha *et al.* 1996). Azonban egy köztes hexaploid hibrid beiktatásával (bridge-keresztelés) nemcsak a kromoszómapárosodást tehetjük hatékonyabbá az azonos ploidszint miatt, hanem a hibrid másik szülőjét adó diploid faj hasznos génjeit is kiaknázzhatjuk (Mujeeb-Kazi és Rajaram 2002). A *T. timopheevii* egyik lehetséges diploid keresztelési partnere a *Triticum monococcum* L. ( $2n=2x=14$ ,  $A^m A^m$ ), mely számos rezisztencia gént hordoz, és kiemelkedő minőségi (magas tokol és karotin tartalom), morfológiai (féltörpe típusa is van) és agronómiai (télállóság, allelopátia) tulajdonságokkal rendelkezik, amely szintén beépíthető a búzába (Megyeri *et al.* 2011). A *T. timopheevii* × *T. monococcum* hexaploid hibridet először Kostov állította elő, ezért ez a kombináció a *Triticum timococcum* Kost. nevet kapta (Goncharov *et al.* 2009).

Kutatásunk elsődleges célja a *T. timococcum* ismételt előállítására olyan szülői genotípusok felhasználásával, amelyek tervszerű előnemesítésen estek át, így hozva létre egy teljesen új genotípusát ennek a szintetikus hibridnek. Ahhoz, hogy a keresztelések sikerességét és a kromoszómák átrendeződését követni tudjuk, molekuláris citogenetikai módszereket használunk, melynek első lépéseként a 3 genom kariotípusának kidolgozását végeztük el.

## Anyag és módszer

Összesen 56 *Triticum timopheevii* Zhuk. génbanki tételt (MVGB) vizsgáltunk a Martonvásár Gabona Génbankban: az alapfaj mellett 2 alfaj (ssp. *timopheevii* [a f. *militinae* alkategóriája külön csoportot alkot]; ssp. *armeniicum* [régebben *T. araraticum* Jakubz.]) és ezek 8 változatának (var.) több tételét jellemeztük.

A *Triticum timococcum* apai szülőjét adó, előnemesített, féltörpe alakor törzset (*T. monococcum* L. ssp. *monococcum* 1T-1) Martonvásáron állították elő (Kovács *et al.* 2012).

A keresztelhetőségi vizsgálat után kiválasztott *T. timopheevii* génbanki tétel és az 1T-1 alakor hibridjének genomját kolhicinnel dupláztuk meg, ezért a továbbiakban a hexaploid *T. timococcum* C<sub>2</sub> (az F<sub>1</sub> növények utódai) és C<sub>3</sub> generációja szerepel. A betegségrezisztencia vizsgálata során egy érzékeny őszi búzafajtát, az Mv Emesét használtuk kontrollként, míg a háromleveles állapotú növények fitotroni mesterséges rozsdafertőzésénél az Alcedo fajtát.

A molekuláris citogenetikai vizsgálatoknál használt teljes genomi DNS-t a *Triticum urartu* Tumanian ex Gandilyan – MVGB115 (A genom) és az *Aegilops speltoides* Tausch – MVGB905 (S genom, a G genom őse) génbanki tételek leveleiből vontuk ki.

## VAD FAJOK SZIMULTÁN HASZNÁLATA A BÚZANEMESÍTÉSSEN

A génbanki tételek részletes, 12 évre kiterjedő fenológiai és agronómiai jellemzése eredményeként a martonvásári tenyészertben gyűjtött adatokat elemeztük. Felvételeztük a tételek növekedési típusát, növekedési formáját, kalászosási és virágzási idejét, növénymagasságát, valamint az ezerszem tömegét és betegségellenállóságát (lisztharmat, levélrozsdá, sárgarozsdá és vírusfertőzés). Ezen tulajdonságokra (valamint kalászmorfológiai jellemzőkre) megvizsgáltuk a *T. timococcum* különböző generációit is szántóföldi és fitotroni körülmények között.

A molekuláris citogenetikai vizsgálatok során gyökércsúcsi metafázisos sejtek kromoszómapreparátumain végeztünk fluoreszcens *in situ* hibridizációt (multicolour FISH és GISH) Molnár és mtsai. (2009) leírása alapján. A FISH minták (Afa-family, pSc119.2, pTa71 repetitív DNS próbák) detektálását követő mosási eljárás után a már lefotózott sejteket újrhibridizáltuk a *T. urartu* (zöld: biotin-16-dUTP) és az *Ae. speltoides* (vörös: digoxigenin-11-dUTP) különböző színnel (nick translációval) jelölt teljes genomi DNS próbáival (mcGISH). Blokkolóként jelöletlen S genomi DNS-t használtunk a próbák 50-szeres mennyiségében. Az *in situ* hibridizációt (FISH vagy mcGISH) követő detektálás után a preparátumokat Zeiss AxioImager.M2 fluoreszcens mikroszkóppal vizsgáltuk (100× objektív), a fényképeket az AxioVision 4.8.2 számítógépes programmal értékeltük ki. A *T. timopheevii* és a *T. monococcum* A genomjának elkülönítése Megyeri és mtsai. (2012) eredményein alapult, míg a G kromoszómák egyenkénti azonosítását Uhrin és mtsai. (2012) eredményei segítették.

### Eredmények és következtetések

A szántóföldi felvételezések során gyűjtött adatok kiértékelése alapján megállapítható, hogy az alapfajhoz és a ssp. *timopheevii* alfajhoz tartozó 38 génbanki tétel élesen elkülönült a ssp. *armeniicum* alfajhoz tartozó 18 tételtől. Ez utóbbi genotípusok viszonylag korai kalászosásúak, azonban fogékonyabbak a betegségekre, elterülő növekedésűek és alacsonyabb ezerszem tömeggel rendelkeznek, melynek következtében hasznosításuk a búzanemesítésben kisebb hatékonysággal vihető véghez. Mivel a keresztezési partnernek szánt 1T-1 alkalor törzs 10-14 nappal korábban kalászos, mint a *T. timopheevii* tételek többsége, ezért az első csoportba tartozó 38 génbanki tétel közül a legkorábban kalászosuló 11 *T. timopheevii* tételt választottuk ki a további keresztezhetőségi vizsgálathoz. Ennek eredménye alapján választottuk ki azt a genotípust (*T. timopheevii* Zhuk. var. *rubiginosum*, MVGB845), mely segítségével létrehoztuk az új szintetikus amfiploid fajt (1. táblázat).

1. táblázat *Triticum timococcum* kialakításának és termékenyülésének eredménye

Keresztezési kombináció		Alap-keresztelés szemkötése (%)	Hibrid szemek csírázási erélye (%)	Kolhici-nezés előtti növény-szám (F <sub>1</sub> )	Kolhici-nezés utáni növény-szám (C <sub>1</sub> )	Kolhici-nezési mortalitás (%)	Izolált C <sub>1</sub> kalászosok száma	C <sub>2</sub> szemek száma	izolált C <sub>1</sub> növények szemkötése (%)
anya (♀)	apa (♂)								
<i>Triticum timopheevii</i> var. <i>rubiginosum</i> (MVGB845)	<i>Triticum mon. ssp. mon.</i> '1T-1'	13,3	91,1	173	140	19,08	948	1497	4,18

Az új amfiploid morfológiai tulajdonságai többségére az intermedier jelleg a jellemző, azonban növénymagasságban, szőrözöttségben az anyai szülőhöz hasonlított. A szüleinél hosszabb és lazább kalászokat fejlesztett, de intermedier jellege így is megmaradt (1. ábra). A kísérlet során az amfiploid fakultatív jellegét is bizonyítottuk, mivel őszi és tavaszi vetésben is kikalászolt.

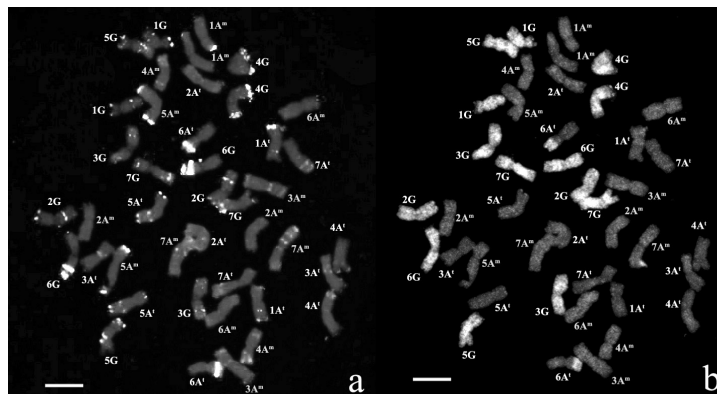
A *T. timococcum*-on végzett mesterséges levélrozsdá-fertőzés eredménye igazolta, hogy az amfiploid (csakúgy, mint a szülei) nagymértékben rezisztens a kontrollhoz képest. A szántóföldi megfigyelések alapján a lisztharmat és a sárgarozsda sem tudta megfertőzni.

A *T. timococcum* C<sub>2</sub> utódain végzett FISH kiértékelését nagyban segítették a szülők sejtjeiből készített kariotípusok, melyek alapján sikeresen azonosítottuk be az új amfiploid kromoszómáit. Megállapítottuk, hogy a vizsgált amfiploid mindkét szülő teljes genomját tartalmazza (összesen 42 kromoszómát). A FISH-t követően végzett multicolour genomi *in situ* hibridizáció (mcGISH) paramétereinek beállítása eredményes volt, így az azonos *T. timococcum* sejten végzett mcGISH által vizuálisan is elkülöníthetővé vált a G genom a kétféle A genomtól. Továbbá ezzel az eljárással sikerült kimutatni, hogy a *T. timopheevii*-re általánosan jellemző transzlokációk (6A<sup>1</sup>S/1GS és 4GS/4A<sup>1</sup>L) az amfiploidban is jelen vannak (2. ábra).

Az előállított hexaploid *Triticum timococcum* (2n=6x=42, A<sup>1</sup>A<sup>1</sup>GGA<sup>m</sup>A<sup>m</sup>) bevonásával egy új előnemesítési program vette kezdetét, melynek során a búzába tervezünk beépíteni rezisztenciáért felelős géneket.



1. ábra *Triticum monococcum* 1T-1 (balra), *T. timococcum* (középen) és *T. timopheevii* MVGB845 (jobbra) kifejlett egyedei (a) és kalásza (b)



2. ábra *Triticum timococcum* C<sub>2</sub> sejt mitotikus kromoszómáinak FISH (a) és mcGISH (b) fluoreszcens mintázata. Élénk színnel a pSc119.2 és pTa71 mintázat (a), valamint a G genom kromoszómái (b), míg halványabban az Afa-family mintázat (a) és az A genomok kromoszómái (b) láthatók (skála=10 µm)

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az NKTH (TECH-08-A3/2-2008-0397 - CONFU\_08 és OM00363 - ALKOBEEER) valamint az EU FP7 (KBBE 245058 – SOLIBAM [továbbá annak kiegészítő pályázata: EU\_BONUS\_12-1-2012-0032]) konzorciális pályázatok segítségével végeztük.

### Irodalom

- Goncharov, N. P., Golovkina, K. A., Kondratenko, E. Y. (2009): Taxonomy and molecular phylogeny of natural and artificial species. *Breed. Sci.*, **59**, 492-498.
- Järve, K., Jakobson, I., Enno, T. (2002): Tetraploid wheat species *Triticum timopheevii* and *Triticum militinae* in common wheat improvement. *Acta Agron. Hung.*, **50**, 463-477.
- Kovács, G., Megyeri, M., Mikó, P., Rakszegi, M., Láng, L. (2012): Organic breeding of einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*): Development of semi-dwarf variety and its possible use in evolutionary plant breeding. *EUCARPIA 19<sup>th</sup> General Congress*, Budapest, pp 444.
- Megyeri, M., Farkas, A., Varga, M., Kovács, G., Molnár-Láng, M., Molnár, I. (2012): Karyotypic analysis of *Triticum monococcum* using standard repetitive DNA probes and simple sequence repeats. *Acta Agron. Hung.*, **60**, 87-95.
- Megyeri, M., Mikó, P., Molnár, I., Kovács, G. (2011): Development of synthetic amphiploids based on *Triticum turgidum* × *T. monococcum* crosses to improve the adaptability of cereals. *Acta Agron. Hung.*, **59**, 267-274.
- Molnár, I., Benavente, E., Molnár-Láng, M. (2009): Detection of intergenomic chromosome rearrangements in irradiated *Triticum aestivum/Aegilops biuncialis* amphiploids by multicolour genomic *in situ* hybridization. *Genome*, **52**, 156–165.
- Mujeeb-Kazi, A., Rajaram, S. (2002): Transferring alien genes from related species and genera for wheat improvement. *FAO Plant Production and Protection Series*, 30.
- Peusha, H. O., Enno, T. M., Priilinn, O. (1996): Genetic analysis of disease resistance in wheat hybrids, derivatives of *Triticum timopheevii* and *Triticum militinae*. *Acta. Agron. Hung.*, **44**, 237-244.
- Uhrin, A., Szakács, É., Láng, L., Bedő, Z., Molnár-Láng, M. (2012): Molecular cytogenetic characterization and SSR marker analysis of a leaf rust resistant wheat line carrying a 6G(6B) substitution from *Triticum timopheevii* (Zhuk.). *Euphytica*, **186**, 45-55.

## RÉGÉSZETI SZŐLŐMAGLELETEK (*Vitis vinifera*) MOLEKULÁRIS ÉS DIGITÁLIS MAGMORFOMETRIAI AZONOSÍTÁSA

MRAVCSIK ZOLTÁN<sup>1</sup>, GYULAI FERENC<sup>1</sup>, EMÓDI ANDREA<sup>1</sup>, KERTI BALÁZS<sup>2</sup>,  
VINOGRADOV SERGEY<sup>3</sup>, HIDVÉGI NORBERT<sup>2</sup>, IRWIN ROVNER<sup>4</sup>,  
GYULAI GÁBOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, MKK KTI, Gödöllő

<sup>2</sup>Szent István Egyetem, MKK GBI, Gödöllő

<sup>3</sup>Szent István Egyetem, GTK KJMI, Gödöllő

<sup>4</sup>Railegh, NC, USA

Három Magyarországon feltárt régészeti szőlőmag lelet (*Vitaceae*) számítógépes magmorfometriai (*Fovea Pro 4.0 program*) feldolgozását és molekuláris elemzését végeztük el tíz középkori, napjainkban is természetesen szőlőfajta összehasonlításában. A molekuláris szekvenciaelemzéshez génbanki adatokat (NCBI) elemeztünk (BioEdit) és kladogramokat készítettünk.

**Kulcsszavak:** *Vitis*, digitális morfometria, szekvencia elemzés, fajtarekonstrukció

## MOLECULAR AND MORPHOMETRIC MONITORING OF VARIATION OF ARCHAEOLOGICAL AND CURRENT GRAPEVINE (*Vitis vinifera*) SEED POPULATIONS

Z. MRAVCSIK<sup>1</sup>, F. GYULAI<sup>1</sup>, A. EMÓDI<sup>1</sup>, B. KERTI<sup>2</sup>, S. VINOGRADOV<sup>3</sup>,  
N. HIDVÉGI<sup>2</sup>, I. ROVNER<sup>4</sup>, G. GYULAI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environment and Landscape Management, St. István University, Gödöllő

<sup>2</sup>Institute of Genetics and Biotechnology, St. István University, Gödöllő

<sup>3</sup>Institute of Economics, Law and Methodology, St. István University, Gödöllő

<sup>4</sup>Railegh, NC, USA

Computer Assisted Seed Morphometry (CASM) of three grape (*Vitis vinifera*) seed remains excavated in Hungary were conducted by *Fovea Pro 4.0 program*. For morphological reconstruction, ancient seeds were compared with ten old current grape landraces. For sequence analysis *in silico*, cpDNA of *Vitis* and related species were applied.

**Key words:** *Vitis*, digital morphometry, sequence analysis, genotype reconstruction

### Bevezetés

A szőlő (*Vitis vinifera*) a Vitaceae család legjelentősebb faja (*I. táblázat*). Az erdei (*syn.*: vad, ligeti) szőlő (*Vitis vinifera ssp. sylvestris*) a Euráziában őshonos. A Berettyóújfalui Nagyböcs-dűlő kora neolitikus (Körös kultúra) lelőhelyen (i.e. 6000–5700) előkerült 30 mag is bizonyítja, hogy termését hazánk területén már a neolitikumban is gyűjtötték (*Gyulai et al.* 2013). Az atlantikus

fázis (i.e. 5000 körül) klímaoptimumának köszönhetően a ligeti szőlő a Kárpát-medencétől északabbra is elterjedt. A ligeti szőlő → borszőlő (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*) átmeneti magtípusa már a bronzkor végén feltűnt az ún. urnasíros kultúra (i.e. 1100) egyik Sopron-Krautacker I. lelőhelyén (Facsar és Jerem 1985). A borszőlő kárpát-medencei megjelenése a kora vaskor végére tehető. A burgenlandi Zarány (Zagersdorf) Hallstatt kori (i.e. 700) halomsírból 3 db szőlőmag került elő, és Facsar Géza meghatározása szerint, már a kultúrkonvergencia jegyeit viselik magukon (Kaus 1987).

A hazai szőlőleletek pontosabb meghatározása, fajtacsoportokba való besorolása még nem történt meg. Vizsgálataink célja három középkori maglelet fajtatípus azonosítása volt tíz, előzetes magmorfológiai vizsgálat alapján kiválasztott, mai szőlőfajtaival történő digitális magmorfometriai elemzés alapján.

### Anyag és módszer

A három vizsgált régészeti *Vitis vinifera* magleletet és tíz mai, régi szőlőfajta vizsgáltunk (1. ábra): (1) *V.v.cv.* 'Bakator'; (2) *V.v.cv.* 'Gohér'; (3) *V.v.cv.* 'Furmint'; (4) *V.v.cv.* 'Kéknyelű'; (5) *V.v.cv.* 'Lisztes fehér'; (6) *V.v.cv.* 'Mézesfehér'; (7) *V.v.cv.* 'Csókaszőlő'; (8) *V.v.cv.* 'Szürkebarát'; (9) *V.v.cv.* 'Zöldszilváni'; (10) *V.v.cv.* 'Kecskecsőcsű'. A régészeti minták: (11) *V.v.cv.* Budai vár, Dísz tér, XIV.sz. (Meghatározta: Hartványi B.); (12) *V.v.cv.* Debrecen, volt Kölcsey Műv. Kp. (a) XIV-XV.sz.; (13) *V.v.cv.* Debrecen (b) XIV-XV.sz.

A magmorfometriai elemzésekhez a magokról nagyfelbontású digitális (pdf) felvételeket készítettünk, majd *Fovea Pro 4.0* programmal elemeztük (Russ 2005). Az eredményeket SPSS programcsomaggal értékeltük A DA (Diszkriminancia Analízis) vizsgálathoz 11 paramétert vettünk figyelembe. A DNS szekvencia-, és kladogram elemzést az NCBI adatbank adataiból, a BioEdit (Hall 1999) és MEGA4 programokkal, ML (Hillis et al. 1994) kladogram (*Maximum Likelihood*) végeztük (bootstrap x1000, genetikai távolság 0,001).

### Eredmények és következtetések

A szőlő genomja plasztikus, melynek köszönhetően igen nagyszámú faja és fajhibride alakult ki. Az őshonos erdei (*syn.*: vad, ligeti) szőlő (*V. vinifera sylvestris*) mellett, a hazai flórában (Simon 2000) 'már' négy faja jelent meg (1. táblázat). Az észak-amerikai eredetű rezisztens szőlők kultúrából való kiszabadulásával, és a ligeti- és borszőlő hibridizálódásával számos új változat jött létre a XIX. század végi filoxerajárványt követően (Bodor és Höhn 2012).

Mindezek a genomi változások nehezítik a régészeti botanika lehetőségeit, abban, hogy az évszázadokkal a XIX. századi végi filoxerajárványt megelőző, középkori (XIV-XV. század) termesztett növények, esetünkben szőlő, fajtatípus meghatározását és beazonosítását elvégezzük akár genetikai (Gyulai et al. 2012), akár digitális magmorfometriai módszerrel (Rovner és Gyulai 2007; Brinkkemper et al. 2011).

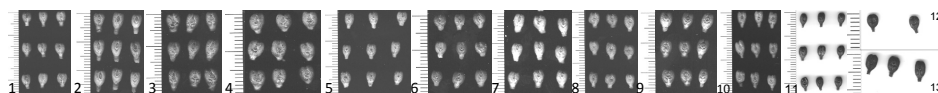


RÉGÉSZETI SZŐLŐMAGLELETEK AZONOSÍTÁSA

1. táblázat A *Vitis* nemzetség fajai és hibridjei, a magyar flóra elemeivel\*

1. <i>V. × andersonii</i>	43. <i>V. davidii</i>	84. <i>V. pseudoreticulata</i> x <i>V. vinifera</i>
2. <i>V. × bourquina</i>	44. <i>V. erythrophylla</i>	85. <i>V. qinlingensis</i>
3. <i>V. × champinii</i>	45. <i>V. fengqinensis</i>	86. <i>V. quinquangularis</i>
4. <i>V. × doaniana</i>	46. <i>V. ficifolia</i>	87. <i>V. retordii</i>
5. <i>V. × novae-angliae</i>	47. <i>V. ficifolia</i> var. <i>ganebu</i>	88. <b><i>V. riparia</i> (szigeti sz.)*</b>
6. <i>V. × slavini</i>	48. <i>V. ficifolia</i> var. <i>ganebu</i> x <i>V. vinifera</i>	89. <i>V. riparia</i> x <i>V. rupestris</i>
7. <i>V. adenoclada</i>	49. <i>V. flexuosa</i>	90. <i>V. romanetii</i>
8. <i>V. aestivalis</i>	50. <i>V. girdiana</i>	91. <i>V. rotundifolia</i>
9. <i>V. aestivalis</i> x <i>V. vinifera</i>	51. <i>V. hancockii</i>	92. <i>V. rubra</i>
10. <i>V. amurensis</i>	52. <i>V. heyneana</i>	93. <i>V. rupestris</i>
11. <i>V. arizonica</i>	53. <i>V. hui</i>	94. <i>V. rupestris</i> x <i>V. vinifera</i>
12. <i>V. arizonica</i> x <i>V. rupestris</i>	54. <i>V. Jacquemontii</i>	95. <i>V. ruyuanensis</i>
13. <i>V. balansana</i>	55. <i>V. Jaegeriana</i>	96. <i>V. saccharifera</i>
14. <i>V. barbata</i>	56. <i>V. japonica</i>	97. <i>V. shenxiensis</i>
15. <i>V. bashanica</i>	57. <i>V. jinggangensis</i>	98. <i>V. shiragae</i>
16. <i>V. bellula</i>	58. <i>V. kelungensis</i>	99. <i>V. shuttleworthii</i>
17. <i>V. bellula pubigera</i>	59. <b><i>V. labrusca</i> (rókasz.)*</b>	100. <i>V. sylvestrii</i>
18. <b><i>V. berlandieri</i> (téli szőlő)*</b>	60. <i>V. labrusca</i> x <i>V. riparia</i>	101. <i>V. simpsonii</i>
19. <i>V. betulifolia</i>	61. <i>V. labrusca</i> x <i>V. vinifera</i>	102. <i>V. sinocinerea</i>
20. <i>V. biformis</i>	62. <i>V. lanata</i>	103. <i>V. slarini</i>
21. <i>V. blancoi</i>	63. <i>V. lanceolatifolia</i>	104. <i>V. solonis</i> ( <i>V. acerifolia</i> )
22. <i>V. bloodworthiana</i>	64. <i>V. lawsonii</i>	105. <i>V. thunbergii</i>
23. <i>V. bourgaeana</i>	65. <i>V. linccumii</i>	106. <i>V. tiliifolia</i>
24. <i>V. bryoniifolia</i>	66. <i>V. liubanensis</i>	107. <i>V. titanica</i>
25. <i>V. bryoniifolia</i> var. <i>bryoniifolia</i>	67. <i>V. longii</i>	108. <i>V. treleasei</i>
26. <i>V. californica</i>	68. <i>V. longquanensis</i>	109. <i>V. tsoii</i>
27. <i>V. candicans</i>	69. <i>V. luochengensis</i>	110. <i>V. vinifera</i> (borsz.)*
28. <i>V. chunganensis</i>	70. <i>V. menghaiensis</i>	111. <i>V. v. caucasica</i>
29. <i>V. chungii</i>	71. <i>V. mengziensis</i>	112. <b><i>V. v. sylvestris</i> (ligetisz.)*</b>
30. <i>V. cinerea</i>	72. <i>V. monticola</i>	113. <i>V. vulpina</i>
31. <i>V. cinerea floridana</i>	73. <i>V. mustangensis</i>	114. <i>V. wenchouensis</i>
32. <i>V. cinerea helleri</i>	74. <i>V. mustangensis</i> x <i>V. riparia</i>	115. <i>V. wilsonae</i>
33. <i>V. cinerea</i> var. <i>helleri</i> x <i>V. riparia</i>	75. <i>V. nesbittiana</i>	116. <i>V. wuhanensis</i>
34. <i>V. cinerea</i> var. <i>helleri</i> x <i>V. rupestris</i>	76. <i>V. pagnucci</i>	117. <i>V. xunyangensis</i>
35. <i>V. cinerea</i> var. <i>helleri</i> x <i>V. vinifera</i>	77. <i>V. palmata</i>	118. <i>V. yeshanensis</i>
36. <i>V. cinerea</i> x <i>V. riparia</i>	78. <i>V. peninsularis</i>	119. <i>V. yunnanensis</i>
37. <i>V. cinerea</i> x <i>V. rupestris</i>	79. <i>V. pentagona</i>	120. <i>V. zhejiang-adstricta</i>
38. <i>V. coignetiae</i>	80. <i>V. piasezkii</i>	
39. <b><i>V. cordifolia</i> (szívlevelű sz.)*</b>	81. <i>V. piloso-nervia</i>	
40. <i>V. coriacea</i>	82. <i>V. popenoei</i>	
41. <i>V. dalniana</i>	83. <i>V. pseudoreticulata</i>	
42. <i>V. davidiana</i>		

A régi szőlőfajták pontos eredete még ma is ismeretlen, de fennmaradt több olyan fajta, amely a középkor óta termesztésben van vagy fajtagyűjteményekben őriztek meg (*Csepregi és Zilai* 1988).

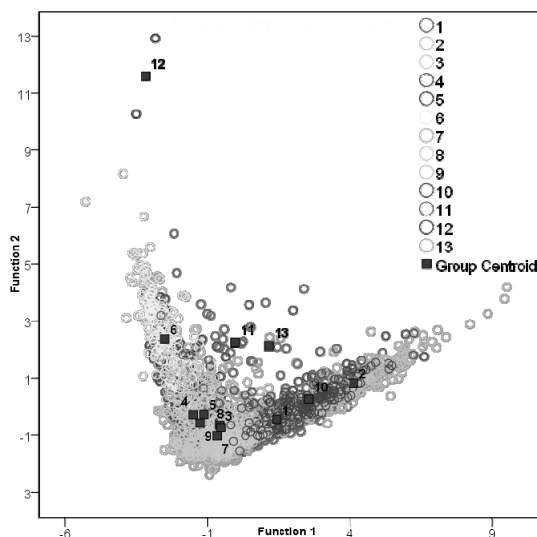


1. ábra A mai (1-10) és a régészeti (11-13) *Vitis* leletek magmintái

A digitális magmorfometriai vizsgálatainkban (1. ábra) a diszkriminancia analízist (DA) 11 paraméter alapján végeztük (2. ábra). A 11. és a 13. számú régészeti minta az első (Function1) tulajdonságcsoporthoz [*Circum Rad.(cm)*, *Length(cm)*, *Perimeter(cm)*, *External Perim.(cm)*, *Formfactor*, *Convex Perim.(cm)*, *Skeleton Length(cm)*] alapján a 6. számú, mai 'Mézesfehér' fajtához mutatta a legnagyobb morfológiai hasonlóságot. A 12. számú régészeti lelethez a második (Function2) tulajdonságcsoporthoz alapján (*Equiv. Diam.(cm)*, *Filled Area(cm<sup>2</sup>)*, *Area(cm<sup>2</sup>)*, *Convex Area(cm<sup>2</sup>)*) szintén a 'Mézesfehér' fajta mutatta a legközelebbi hasonlóságot.

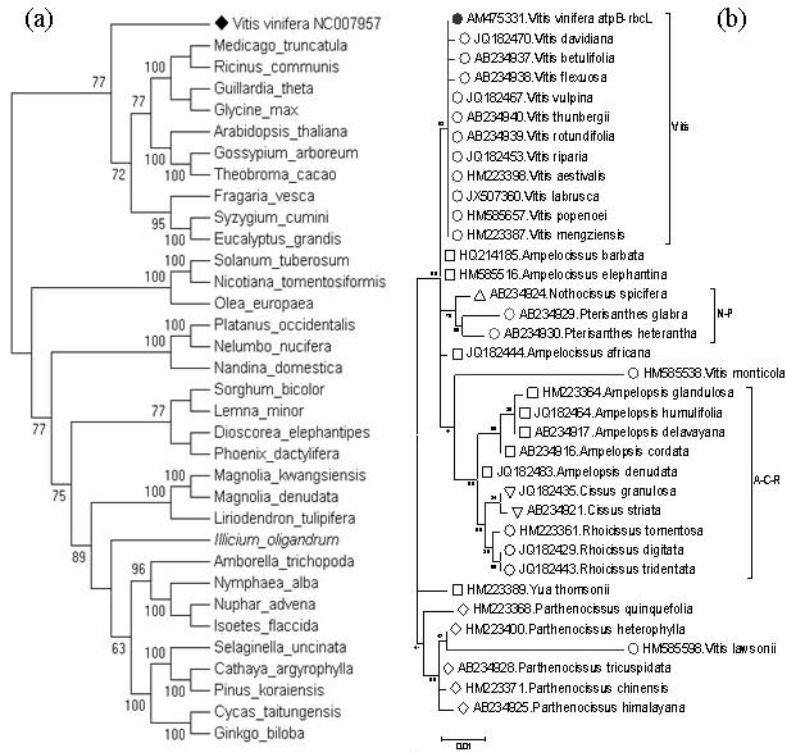
A szekvencia vizsgálataink célja az volt, hogy megvizsgáljuk a *V. vinifera* azon legközelebbi rokonait, amelyek szerepet játszhattak a *Vitis* genomnak, a génáramlás (*geneflow*) során történő kialakulásába (3. ábra). Az *atpB-rbcL* (cpDNS) *intergénikus spacer* (938 bp) *in silico* kladogramja a *Vitis* nemzetség fajait jól elkülöníti az *Ampelopsis-Cissus-Rhoicissus* ágtól, de két igen távoli *Vitis* fajt (*V. monticola*, *V. lawsonii*) kiemel (3/b. ábra). A teljes cpDNS genomok szekvencia összehasonlításában a *Vitis* külön ágat alkotott.

Vizsgálataink végső célja egy olyan digitális adatbázis létrehozása, amely alapján pontosan elvégezhető lesz a régészeti magleletek mai fajtákkal történő összehasonlítása egy végső fajtatípus rekonstrukcióra.



2. ábra A régészeti (11-13) és a mai (1-10) *Vitis* magminták Diszkriminancia Analízise

## RÉGÉSZETI SZŐLŐMAGLELETEK AZONOSÍTÁSA



3. ábra. (a) A szőlő (*V. vinifera*) (◆) és 34 növényfaj kloroplaszt genomjának (cpDNS) rokonsági kladogramja. (b) A *Vitaceae* család nemzetségeinek és fajainak (*V. vinifera*, ●) *atpB-rbcL* (cpDNS) (938 bp) kladogramja A *Vitis* fajok, az N-P és az A-C-R ágak jelöltek.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar kiválósági támogatásának (Kutató Kari Kiválósági Támogatás (Research Centre of Excellence, 17586-4/2013/TUDPOL) támogatásával készült.

### Irodalom

- Bodor P., Höhn, M. (2012): Parti szőlő (*Vitis vulpina*) és hibridjei (*Vitis* spp.) In: *Inváziós növényfajok Magyarországon*, Szerk.: Csiszár Á., Sopron 75-81. p.
- Brinkkemper, O., der Maaten, L., Boon, P. (2011): Identification of *Myosotis* seeds by means of digital image analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* **20**, 435-445.
- Csepregi P., Zilai, J. (1988): Szőlőfajta- ismeret és használat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 508.
- Facsar, G., Jerem, E. (1985): Zum urgeschichtlichen Weinbau in Mitteleuropa. Rebekernfunde von *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* L. aus der urnenfelder-, hallstatt- und latenezeitlichen Siedlung Sopron-Krautacker. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* **71**, 121-144.
- Gyulai, G., Szabó, Z., Wichmann, B., Bittsánszky, A., Waters, L.Jr., Tóth, Z., Dane F. (2012): Conservation genetics - Heat Map analysis of nuSSRs of aDNA of archaeological watermelons (*Cucurbitaceae*, *Citrullus l. lanatus*) compared to current varieties. *Genes, Genomes and Genomics* **6**, 86-96.

- Gyulai, F., Pósa, P., Mravcsik, Z., Kenéz, Á., Pető Á., Gyulai, G. (2013): Szőlőleletek a Kárpát-medence régészeti korszakaiból In: Muskovics A. A. (szerk.): *Szőlő-Bor-Termelés-Fogyasztás-Társadalom*. Borkultúra és társadalom visszatekintve a 21. századi Magyarországról. 171-185.
- Hall, T.A. (1999): BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Sym Ser*, **41**, 95–98.
- Hillis, D.M., Huelsenbeck, J.P., Swofford, D.L. (1994): Hobgoblin of phylogenetics? *Nature*, **369**, 363–364.
- Kaus, K. (1987): Weinbau im Burgenland vor 2700 Jahren! Pannonische Weinblätter. Post der Burgenländisch-Pannonischen Weinritterschaft 7.
- Simon, T. (2000) A magyarországi edényes flora határozója. Harasztok – Virágos növények. *Nemzeti Tankönyvkiadó*, Budapest.
- Rovner I., Gyulai F. (2007): Computer-Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. *Economic Botany* **61**, 154-172.
- Russ, J. (2005): Fovea Pro 4.0 Computer software. Reinder Graphics.

## SZÁRAZSÁG HATÁSA A KUKORICA KLOROFILL TARTALMÁRA ÉS TERMÉSMENNYISÉGÉRE

NAGY ZOLTÁN, SPITKÓ TAMÁS, MARTON L. CSABA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézete, Martonvásár

Világviszonylatban elmondható, hogy a mezőgazdaságban a szárazság okozza a legnagyobb károkat. Emiatt fontos a természetben lévő növények élettani tulajdonságainak vizsgálata aszály során. A növények biomassza produkciója összefügg fotoszintetikus aktivitásukkal, ezért kísérleteinkben 89 kukorica genotípus levelének klorofill tartalmát és termésmennyiségét mértük meg öntözött és nem öntözött körülmények között több időpontban a virágzást követően a Kukoricanevelési Osztály tenyészterületén. Vizsgálataink során összefüggést találtunk a szárazság okozta levlézszenescencia és a növények termésmennyisége között.

**Kulcsszavak:** szárazság, klorofill tartalom, termés, kukorica

## EFFECT OF DROUGHT ON CHLOROPHYLL CONTENT AND YIELD OF MAIZE

Z. NAGY, T. SPITKÓ, L. C. MARTON

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The quantity and quality of crop yield depends on the stress resistance of plants. Drought during the grain filling period reduces photosynthesis, induces early senescence and shortens the grain filling period. The research on the drought stress responses is important in the selection of plants. The production of biomass is related to photosynthetic activity therefore, in our study we have investigated the rates of yield and chlorophyll contents in 89 different maize hybrids (*Zea mays* L.) under drought stress. We have found correlation between the early leaf senescence and yield losses under drought stress.

**Key words:** drought, chlorophyll content, yield, maize

### Bevezetés

A szárazság az egyik legnagyobb mezőgazdasági károkat okozó abiotikus stresszhatás és emiatt ez egy fontos kutatási terület a növénybiológiában és az agrártudományokban egyaránt. A növények megfelelő élettani működéséhez elengedhetetlen a meghatározott vízellátás, és ha ez nincs meg, akkor sérülnek a vegetatív és generatív folyamatok (fotoszintézis, tápanyagszállítás, megtermékenyülés, szentelítődés). A fokozatosan kialakuló és tartós aszály leggyakoribb élettani hatása a levelek korai öregedése a megfelelő vízellátottságú növényekkel összehasonlítva. Ennek hátterében a színtestek és egyéb sejtorganellumok irányított lebontása (programozott sejthalál) és a

felgyorsult tápanyagtranszport áll (*Yang és Zhang, 2006, Barnabás et al. 2008*). A fotoszintézis az egyik legmeghatározóbb élettani folyamat a növények termésprodukciója szempontjából, azonban mind a kloroplasztisz, mind a fény energiájának megkötéséért felelős molekulák érzékenyek a stresszhatásokra (*Lichtenthaler 1996*). Ebben a fiziológiai lépésben történik a napfény energiájának megkötése. A keletkező ATP és NAD(P)H biztosítja az energiát a növények működéséhez elengedhetetlen biokémiai folyamatokhoz. A levelek aktuális klorofill tartalma tájékoztatást ad a növények fotoszintetikus aktivitásáról, tápanyag-ellátottságáról, öregedési folyamatairól és indikátora lehet a stressz toleranciának.

A kukorica (*Zea mays* L.) mezőgazdasági szempontból meghatározó szántóföldi faj a világon és Magyarországon. A terméseredményeket jelentősen befolyásolják az erősen aszályos időszakok, pl. a vetés, virágzás vagy a szemtelitődés idején érkező vízhiány (*Bänziger et al. 2002*).

Kísérleteinkben arra a kérdésre kerestünk választ, hogy milyen kapcsolat áll fent a növények levélszénészencenciája és a termésmennyisége között öntözött és vízhiányos környezetben. Ennek érdekében megvizsgáltuk 89 hazai és nemzetközi tömegkeresztezésbe bevont kukorica hibrid termés eredményeit és virágzás utáni klorofill tartalom változásait.

### Anyag és módszer

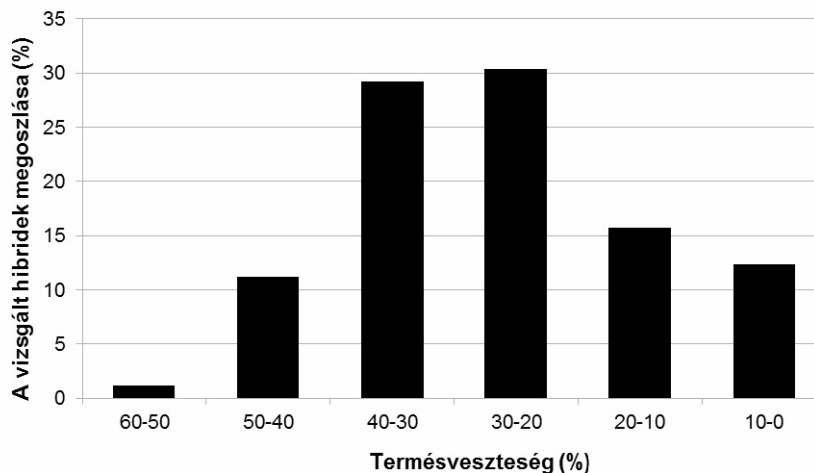
A kísérletet 2013-ban végeztük. A vizsgálatba bevont tömegkeresztezéssel előállított kukorica hibrideket kettő (öntözött: WW), illetve három (öntözetlen: WD) ismétlésben vetettük el 62 ezres hektáronkénti tőszámmal, véletlen blokk elrendezésben a MTA ATK martonvásári kutatóintézetének kísérleti területén (47°18'N, 18°46'E). A termőtalaj löszös homokon kialakult mészlepedékes csernozjom volt. Az időjárási paramétereket folyamatosan mértük: a kukorica tenyészidőszakában az átlag hőmérséklet 18,33 °C, a természetes csapadékmennyiség 34,4 mm, a hőségnapok száma 34 volt. A WW területen 4 alkalommal történt öntözés 40-40 mm víz kijuttatásával, június és július hónapokban. A WD területen csak egyszer történt öntözés 15 mm-rel július hónapban.

Az egyes hibridek termésadatait kisparcellás kombájnnal történt betakarításkor mértük. A növények leveleinek klorofill tartalmát Konica Minolta SPAD-502Plus műszerrel határoztuk meg három időpontban a virágzást követően július, augusztus és szeptember hónapokban. Ebben a kísérletben 89 hibridkukoricát vizsgáltunk. Az adatok kiértékelése és ábrázolása Microsoft Excel programmal történt.

### Eredmények és következtetések

Kísérletünkben megmértük és kiszámoltuk a vizsgálatba bevont hibridek szárazság okozta százalékos termésveszteségét az öntözött növényekkel összehasonlítva. Az 1. ábrán látható, hogy a növények több mint felének 30%-nál kisebb a termésvesztesége vízhiány esetén. Megfigyeltük azt is, hogy nem normál eloszlást kaptunk. Ez azt mutatja, hogy a nemesítés során erős a szelekciós nyomás a szárazságtűrésre a vizsgált hazai és nemzetközi hibridek esetében egyaránt.

## SZÁRAZSÁG STRESSZ HATÁSA A KUKORICÁRA



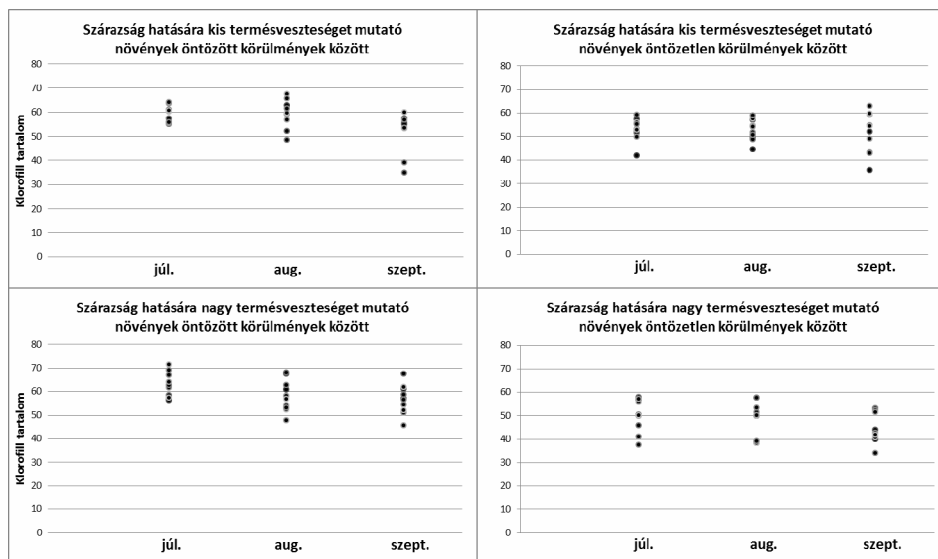
1. ábra A hibridkukoricák szárazság okozta termésvesztés szerinti megoszlása az összes vizsgált genotípushoz viszonyítva. Martonvásár, 2013.

1. táblázat Szárazság hatására a tíz legkisebb (k.t.v.) és legnagyobb (n.t.v.) termésvesztésű mutató hibrid összesített termésadatai. Martonvásár, 2013.

	k.t.v	n.t.v
	Termés (g)	
Öntözött területen	83438,96	98632,79
Öntöztelen területen	79590,57	53192,23
Szárazság okozta termésvesztés	4,62%	46,07%

Azt a kérdést vizsgálva, hogy a szárazság milyen hatással van a növények klorofill tartalmára és terméserejére a 89 hibrid közül kiemeltük a 10 legnagyobb (n.t.v.) és a 10 legkisebb termésvesztéssel (k.t.v.) rendelkező genotípust és megvizsgáltuk klorofill tartalmukat és annak változását a virágzás utáni időszakban. A 10 kis termésvesztésű mutatóknál az átlagos termésvesztés kevesebb, mint 5% volt, a nagy termésvesztésűeknél ez a szám 46%. Az eredményeket az 1. táblázat és a 2. ábra szemlélteti.

Megfigyeltük, hogy a különbségek nem számottevőek, de mégis vannak tendenciák a két csoportban. Már öntözött körülmények között is van eltérés a növények levélöregedésében. A szárazság alatt kisebb termés veszteséget mutató növények öntözött körülmények között gyorsabb levélöregedést mutatnak a nagy termésvesztésű mutatókkal szemben. A gyorsabb klorofill tartalom csökkenés a terméserejekben is megmutatkozott, mert a k.t.v. csoport átlag termése 15000 grammal kisebb volt a n.t.v. csoporthoz képest jó vízellátottság esetén.



2. ábra A szárazság hatására kis és nagy termésvesztésűt mutató 10-10 hibridkukorica leveleinek klorofill tartalma a virágzást követően öntözött és öntöztelen körülmények között. Martonvásár, 2013.

Szárazság alatt azt tapasztaltuk, hogy a klorofill tartalomban a k.t.v. csoport esetében csak két hibrid esetében látunk csökkenést minden más esetben szinten marad, sőt emelkedő tendenciát látunk. Az n.t.v. esetében pedig kismértékű, de egyértelmű csökkenés volt megfigyelhető. Ezzel korreláltak a termésadatok is, mert a k.t.v. csoport magasabb termésátlaggal rendelkezett, mint a szárazságra érzékeny növények. A mért adatok tükrében felfedezhetjük azt, hogy a n.t.v. csoport tagjai a víz jelenlétére sokkal érzékenyebbek: jó víz ellátottság esetén nagyon magas termésre képesek, míg szárazság esetén felére visszaesik a terméshozamuk. A k.t.v. csoportban lévőkre azonban alig hat a víz jelenléte, termésük nem növekszik olyan mértékben mint azt vártuk.

Eredményeink összefoglalásaképpen elmondható, hogy a kukorica zölden maradása („*stay green*” állapot) nem kizárólagosan jellemző a szárazság tűrő növényekre, de mégis fontos tulajdonság, amit érdemes figyelembe venni a nemesítőknek. Vizsgálataink során a toleráns genotípusok többsége rendelkezett ezzel az élettani jellemzővel. A másik kiemelendő téma az a toleráns és szenzitív hibridek eltérő terméseredménye. Jól megfigyelhető volt, hogy a toleráns genotípusok nem tudják még felvenni a versenyt a szenzítívekkel optimális vízellátottság esetén, de extenzív körülmények között mindenképpen a toleráns hibridek használata az ajánlott. Ez a probléma fontos kérdés elé állítja a nemesítőket, ugyanis a tenyészkerti szelekciónál fokozott figyelmet kell arra fordítani, hogy a létrehozott hibridek hogyan viselkednek extenzív és intenzív körülmények között, nem lehet csak az optimális körülményeket figyelembe venni a szelekció során.



**Köszönetnyilvánítás**

A dolgozat a 244374-es számú DROPS EU FP7-es Európai Unió pályázat támogatásával készült.

**Irodalom**

- Barnabás, B., Jäger, K., Fehér, A. (2008): The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant, Cell and Environment*, **31**, 11-38.
- Bänziger, M., Edmeades, G.O., Lafitte, H.R. (2002): Physiological mechanisms contributing to the increased N stress tolerance of tropical maize selected for drought tolerance. *Field Crop Research*, **75**, 223-233.
- Lichtenthaler, H.K. (1996): Vegetation Stress: an Introduction to the Stress Concept in Plants. *Journal of Plant Physiology*, **148**, 4-14.
- Yang, J., Zhang, J. (2005): Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist*, **169**, 223-236.

MAGAS AMILÓZ TARTALMÚ BÚZATÖRZSEK  
(*Triticum aestivum* L.) NEMESÍTÉSE

NÉMETHNÉ KISGYÖRGY BOGLÁRKA, BEDE KAROLINA, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ  
ZOLTÁN, RAKSZEGI MARIANNA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Sgp mutáns, nagy amilóz tartalmú búza genotípusokkal keresztezési programot indítottunk abból a célból, hogy nagy amilóz tartalmú és ezáltal nagy rostanyag tartalmú (rezisztens keményítő) és jó feldolgozóipari tulajdonságokkal rendelkező nemesítési vonalakat állítsunk elő. A mutáns vonalakat a Solstice, Lona, Koreli, Ukrainka, Yumai-34 és a Chinese Spring/Betzes 4H szubsztitúciós vonalakkal kereszteztük. Három visszakeresztezés után az F3 és F4 generációkban vizsgáltuk a búza beltartalmi (amilóz, fehérje, keményítő) összetételét és lisztkihozatalát, valamint vizsgáltuk a búzaszemek fizikai paramétereit közül az ezerszem tömeget. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy feldolgozóipari szempontból hogyan jellemezhetők az amilóz tartalom alapján kiemelkedőnek vélt genotípusok. Munkánk során sikerült előállítani 2 Koreli, 5 Lona, 3 Ukrainka és 2 Solstice/Ukrainka fajtákkal keresztezett utódvonalakat, melyek amilóz tartalma kiemelkedő volt (39,3-51,35%). Bár minőségi szempontból (fehérje, sikkér) megfelelőnek tűntek ezek a vonalak, az ezerszem-tömeg és a lisztkihozatal aszott, endospermiumban szegény búza szemtermésre utaltak. Jelen kísérletben nem találtunk szignifikáns összefüggést az ezerszem-tömeg és az amilóz tartalom között, ami reményt ad megfelelő szemterméssel rendelkező nagy amilóz tartalmú genotípusok szelekciójára.

**Kulcsszavak:** amilóz, keményítő, Sgp mutáns, búza

BREEDING FOR HIGH AMYLOSE WHEAT  
(*Triticum aestivum* L.) LINES

B. NÉMETHNÉ KISGYÖRGY, K. BEDE, L. LÁNG, Z. BEDŐ, M. RAKSZEGI

Agricultural Institute Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences,  
Martonvásár

A crossing program was carried out with Sgp mutant genotypes in order to produce wheat lines with high amylose and so high dietary fibre (resistant starch) content and also have good processing quality. Mutant lines were crossed with Solstice, Lona, Koreli, Ukrainka, Yumai-34 and Chinese Spring/Betzes 4H substitution lines. After three backcrosses the compositional (amylose, protein, starch) properties, the flour yield and the thousand kernel weight (TKW) of the seeds were studied. We were looking for the answer to the question, how the high amylose genotypes could be characterised according to their processing properties. As a result of our work wheat lines with high amylose content (39.3-51.35%) were developed from which 2 were produced from Koreli, 5 from Lona, 3 from Ukrainka and 2 from Solstice/Ukrainka cross. Although these new lines seemed to be appropriate from quality point of view (protein, gluten), the TKW and the flour yield of the seeds referred to small lean seeds with poor endosperm filling. In the present study however there was no significant correlation found between the amylose content and the TKW or the flour yield, which give us the expectation that it will be possible to select genotypes with high amylose content and TKW in the near future.

**Key words:** amylose, starch, Sgp mutant, wheat

## Bevezetés

Az amilóz és az amilopektin relatív mennyisége befolyásolja mind a keményítő táplálkozástani mind a technológiai minőségét. Így például befolyásolja az emésztő enzimek hozzáférhetőségét, vagy a gélesedési tulajdonságokat. A nagy amilóz tartalmú keményítőt sűrítésre és gélképzőnek használják, de hátránya hogy könnyen bomlik. Az amilopektin mennyiségének növekedése hozzájárul a gélesedett keményítő szerkezetének, stabilitásának és homogenitásának javulásához. Ezen túl a fagyasztott tészta minőségét jobban megőrzi fagyasztás-felengedés során valamint jobb minőségű noddle tészta előállítását és az élelmiszerek jobb eltarthatóságát is eredményezi. A keményítő legtöbb funkcionális tulajdonsága a vízzel létrehozott hőmérséklet függő kölcsönhatásán alapul, mely a gélesedés folyamatakor alakul ki. Ha a keményítőt víz jelenlétében melegítjük, a keményítőszemcsék megduzzadnak, a hidrogén kötések felszakadnak és a szemcsék irreverzibilisen elveszítik kristályos szerkezetüket.

Az elfogyasztott keményítő szerkezete hatással van a gasztroenterális rendszer fiziológiai állapotára. A lassan emészthető keményítő (SDS) és a rezisztens keményítő (RS) fogyasztása csökkenti a kardiovaszkuláris betegségek, az 1. és 2. típusú diabétesz és az elhízás kockázatát (*Akerberg et al.* 1998, *Stone és Morell*, 2009.). A rezisztens keményítő aránya akkor magas a keményítőben, ha az megnövekedett mennyiségben tartalmazza az amilózt (*Shewry et al.*, 2012). A búzakeményítő egyetlen monomer egységből, a glükózból épül fel, mely  $\alpha$ -1,4 és  $\alpha$ -1,6 kötésekkel polimert képez. A glükózból kétféle polimer képződik a keményítő komponenseként, az amilóz és az amilopektin. Hexaploid búzában és durumban az amilóz a keményítő 18-30%-át alkotja, az amilopektin ennek megfelelően 70-82%-át. Az amilopektin szintéziséért felelős keményítő szintáz enzim (Starch Synthase Enzyme, SSI, SSII, SSIII) három allél variánsát különböztethetjük meg (SGP-A1, SGP-B1, SGP-D1) a hexaploid kenyérbúza genomában. Ezeknek az allél variánsoknak a mutációja az amilopektin szintézis elmaradását okozhatja, mely megnöveli az amilóz mennyiségét a keményítőben.

Sgp mutáns búzavonalakkal végzett keresztezések utódnemzedékeiben szelektált, nagy amilóz tartalmú vonalak beltartalmi és fizikai tulajdonságait vizsgáltuk annak megállapítására, hogy feldolgozóipari szempontból hogyan jellemezhető az amilóz tartalom alapján kiemelkedőnek vélt genotípusok.

## Anyag és módszer

A viterbói egyetem (University of Tuscia) rendelkezésünkre bocsátott 6 db mindhárom SGP allélra mutáns (*Sgp-A1*, *Sgp-B1*, *Sgp-D1 null*) őszi búza genotípust, melyeket az N11 elnevezésű populációból szelektáltak (999-19, 999-20, 999-22, 993-11, 1061-24 és 1061-26). A mutáns vonalak felszaporítását követően keresztezési programot indítottunk öt eltérő származású, agronómiaiilag és minőségben különböző búzafajtaival (Solstice, Lona, Koreli, Ukrainka, Yumai-

34) és a Betzes árpa 4H szubsztitúciót hordozó Chinese Spring búzavonallal. Ezekkel a fajtákkal három visszakeresztezést végeztünk és közben minden generációban kb 400 növényből markerszelekcióval választottuk ki a mutáns allélt hordozó genotípusokat *Shimbata et al.* (2005) módszere szerint. Csak a mindhárom mutáns allélt hordozó vonalakat kereszteztük újra vissza. Az így előállított utódok közül a dupla-mutáns és tripla-mutáns heterozigóta egyedeket kalászatod sorokban elvetettük a szántóföldi kísérletekben majd az agronómiai szelekciót követően az F3 és F4 generációban vizsgáltuk 37 nemesítési vonal fizikai, beltartalmi és technológiai tulajdonságait két évben (2012-2013).

A szemtermést Brabender Junior malmon leőröltük, majd a lisztmintákon minőség vizsgálatokat végeztünk. A fehérje mennyiségét kémiai módszerrel, Kjeltac 1035 Analyzer készülékkel határoztuk meg (ICC 105/2 szerint). A keményítő mennyiségét Foss Tecator 1241 készülékkel becsültük meg. Az amidóz tartalom meghatározását a Megazyme spektrofotometriás módszerrel vizsgáltuk (*Yun és Matheson* 1990) két ismétlésben.

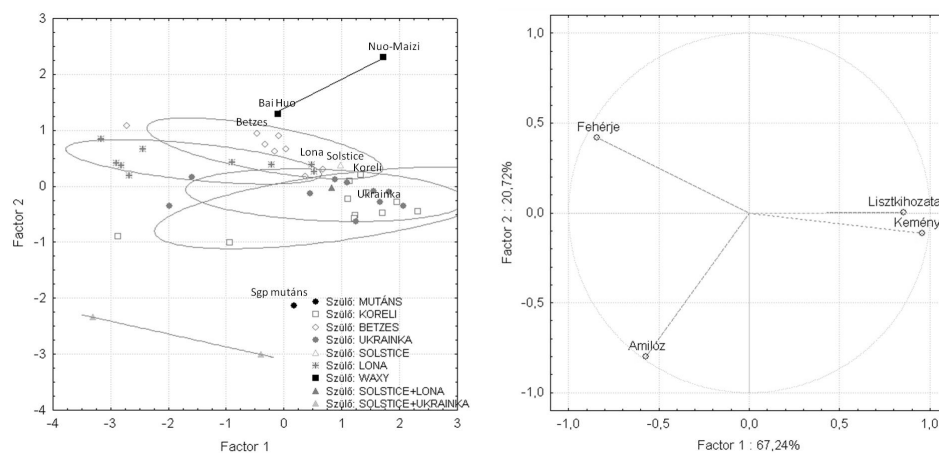
Összehasonlítás céljából az alacsony amidóz értékű Bai-Huo és Nuo-Maizi ázsiai waxy fajtákat is felhasználtuk kontrollként.

### Eredmények és következtetések

Az Sgp mutáns genotípusok keresztezési utódvonalainak F3 és F4 generációjában vizsgáltuk a beltartalmi (amilóz, keményítő, fehérje) komponensek mennyiségét, a lisztkihozatalt és az ezerszem tömeget.

Az utódvonalak beltartalmi tulajdonságainak és lisztkihozatalának főkomponens analízise (1. ábra, 1. táblázat) szerint az 1. faktor, melyet a keményítő és a lisztkihozatal határoz meg, a teljes variancia 67,24% adta. A 2. faktor, mely a teljes variancia 20,72%-át határozta meg, az amidóz tartalom és a fehérje értékek által determinált. A két faktor összesen a teljes variancia 87,96%-át határozta meg. A főkomponens analízis eredménye szerint a keményítő és a fehérje várákozásunknak megfelelően egymással negatívan korrelál ( $r_{5\%} = -0,84^*$ ), de hasonló összefüggés állapítható meg az amidóz tartalom és a lisztkihozatal összefüggésével kapcsolatban is ( $r_{5\%} = -0,41^*$ ). A két kontroll waxy fajta és az Sgp mutáns kontroll vonalak egymástól ellentétes irányba jól elkülönülnek amidóz tartalmuk alapján (sorban 3, 17 és 40%) az ábrán, mely segíti az eredmények amidóz tartalom szerinti elemzését. A 2013-ban szelektált 37 nemesítési vonal közül két Koreli fajtával keresztezett vonal keményítőjében találtunk 30% feletti amidóz mennyiséget (31.5 és 39.3%), ezek fehérje tartalma 12 és 15.9% volt. Ezen felül azonosítottunk két Solstice és Ukrainka fajtával egymás után keresztezett mutáns utódot is, melyek amidóz értéke 50% feletti volt (50.9 és 51.35%) Megazyme módszerrel mérve, vagyis meghaladta a mutáns szülői vonalak amidóz tartalmát (40%) is. Ezeknek a vonalnak a fehérje tartalma 13.1 és 15% volt. Öt Lona és három Ukrainka utód amidóz tartalmát is kifejezetten kiemelkedőnek találtuk az F3 generációban 2012-ben (41.06-52.16%). Ezen vonalak magjainak felszaporítása és részletes vizsgálata megkezdődött.

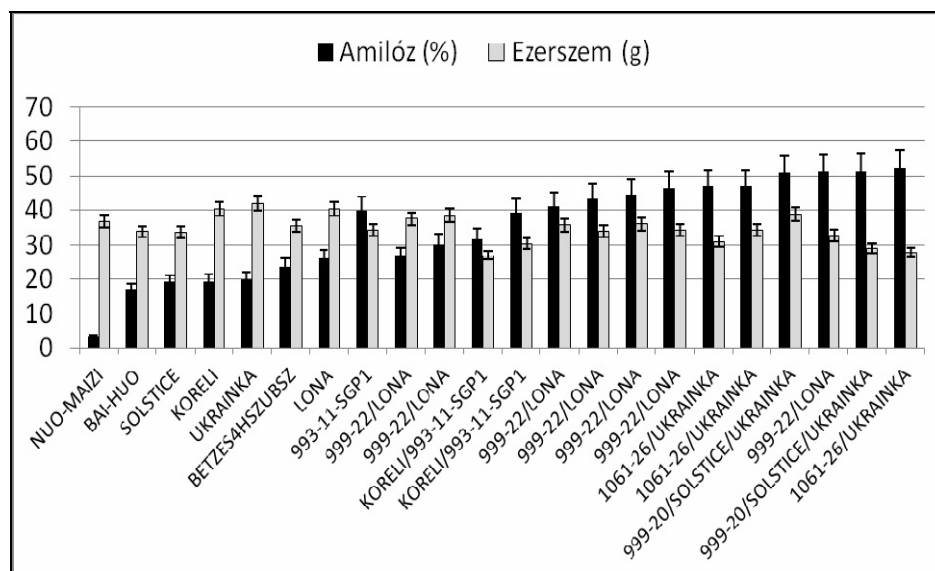
1. ábra Az *Sgp* mutáns utódok beltartalmi tulajdonságainak főkomponens analízise



1. táblázat A változók faktor koordinátái.

	Factor 1	Factor 2
Keményítő	0,958	-0,112
Amilóz	-0,572	-0,800
Fehérje	-0,842	0,418
Lisztkihozatal.	0,856	0,002

2. ábra Az *Sgp* mutáns utódok amilóz tartalma és ezerszem-tömege, 2012-2013



A beltartalmi tulajdonságok (fehérje, siker) eddigi vizsgálati eredményei alapján könnyen juthatnánk arra a következtetésre, hogy a magas amidóz tartalmú genotípusok feldolgozóipari tulajdonságai is kiválóak. A búzaszemek fizikai tulajdonságai azonban erre rációznak. Vizsgáltuk ugyanis az utódvonalak búzaszemeinek méretét, az ezerszem-tömegét és a lisztkihozatalát is és ezek az eredmények azt mutatják, hogy a nagy amidóz tartalom általában negatív hatással van a búzaszem fizikai tulajdonságaira. A nagy amidóz tartalmú genotípusok búzaszeme kis méretű, aszott, benne az endosperm frakció aránya általában kicsi, nagy korpa aránnyal. Mindez azt jelenti, hogy feldolgozóipari szempontból kifejezetten hátrányos tulajdonságokkal rendelkezik a vizsgált nagy amidóz tartalmú vonalak többsége. Ezt a gyakorlati tapasztalatot az eddig vizsgált minták eredményeinek korrelációanalízisével nem sikerült alátámasztani, mivel  $r_{5\%}$  értéke a kritikus érték alatt maradt mind az ezerszem tömeg mind a lisztkihozatal összefüggés-vizsgálata esetén.

Ez azonban reményt ad arra, hogy a jövőben sikerülhet megfelelő szemméretű vonalakat szelektálni, ezért további célunk annak vizsgálata, hogy szelektálható-e olyan utódvonal, melynek egészséges telt szemei vannak a nagy amidóz tartalom mellett.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalom

- Akerberg, A., Lijberg, H., Björck, I. (1998): Effects of amylose/amylopectin ratio and baking conditions on resistant starch formation and glycaemic indices. *Journal of Cereal Science*, **28**, 71-80.
- Shewry, P., R., Charmet, G., Branlard, G., Lafandra, D., Gergely, Sz., Salgó, A., Saulnier, L., Bedő, Z., Mills, C., E. N. and Ward, L., J. (2012): Developing new types of wheat with enhanced health benefits. *Trend sin food Science & Technology*, **25**, 70-77.
- Shimbata, T., Nakamura, T., Vrinten, P., Saito, M., Yonemaru, J., Seto, Y., and Yasuda, H. (2005): Mutations in wheat starch synthase II genes and PCR-based selection
- Stone, B., Morell, M. (2009): Carbohydrate. In: Khan, K., Shewry, P. (eds.) *Wheat: chemistry and technology*. AACC International; p. 299-362.
- Yun., S.-H., Matheson, N.,K. (1990): Estimation of Amylose Content of Starches after Precipitation of Amylopectin by Concanavalin-A. *Starch*, **42**, Issue 8., 229-235.

## GK MENTOR - ÚJ, BŐTERMŐ, TÖMÖTT SZÁRBELŰ ŐSZI BÚZAFAJTA

ÓVÁRI JUDIT, KERTÉSZ ZOLTÁN, KERTÉSZ ZOLTÁNNÉ, PAPP MÁRIA,  
CSEUZ LÁSZLÓ, VIZI RENÁTA, HESZKY LÁSZLÓ, BEKE BÉLA

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft, Szeged

Nagy biológiai termést és nagy szalmatermést adó új típusú, alternatív, non-food hasznosítási lehetőséggel is bíró búza fajtát hoztunk létre. Ezzel egy gazdaságosabb, kettős hasznosítású fajtával tudunk megjelenni a piacon, melynek mellékterméke, vagyis a szalmája is gazdaságosabban felhasználható. A szárbél szerkezete vastag, nagy mennyiségű rost kinyerésére és brikett készítésére alkalmasabb, mint az eddigi fajták. Az állattartó gazdák számára is hasznos lehet a GK Mentor, hiszen nagyobb szárazanyag tartalmának köszönhetően több nedvességet képes felszívni, ha szalmáját almozásra használják.

**Kulcsszavak:** őszi búza, szárbél, szalma

## GK MENTOR – A NEW, HIGH YIELDING WINTER WHEAT WITH COMPACT STRAW

J. ÓVÁRI, Z. KERTÉSZ, ZNÉ. KERTÉSZ, M. PAPP, L. CSEUZ, R. VIZI,  
L. HESZKY, B. BEKE

Cereal Research Non-Profit Ltd., Szeged

We have developed a new type of wheat variety with high biologic and straw yield for alternative, non-food use. As a result, GK Mentor, a dual purpose wheat variety could be put on the market, the straw of which can be used in more economic ways. The thick pith fills the straw, and this positive trait enables the higher fibre production and the better suitability for briquette production as compared to other wheat varieties. On the other hand, the straw of GK Mentor has a higher concentration of dry-matter, consequently it can absorb higher quantity of humidity and therefore it is highly recommended as bedding for the livestock.

**Key words:** winter wheat, filled internodes, straw yield

### Bevezetés

A búzatermés egy részét nem tudja felhasználni az élelmiszeripar és exportálni sem tudja az ország, ezért más iparágak által kínált lehetőségek felé kell orientálódni. Ezt azért tehetjük meg a búzával, mert minden része tartalmaz értékes nyersanyagokat: a szalma cellulózt, hemicellulózt és lignint, a szem pedig keményítőt és sikkert.

A kenyérbúza szalmaterméséről kevés irodalmi adat található. Ez érthető, hiszen a búza fő értékének világszerte a lisztet adó szemet tekintik. Hasznosságát nem vitatva, a szalmának csak a melléktermék szerepe jut. Nálunk a gabonaszalmát csaknem teljes egészében az állattartás hasznosítja almozásra és takarmányozásra, ipari célokra vagy hőtermelésre egyenlőre igen kevés fogy.

Napjainkban azonban a búzának és a többi gabonafélének ez a mellékterméke fokozatosan felértékelődik, mert nemcsak az állattartásban lehet használni, hanem viszonylag nagy szén-tartalma miatt hőenergia nyerésére, cellulózrost tartalma miatt pedig különféle ipari készítmény és kemikália előállítására is. Mivel ezek között jelentős részben vannak környezetbarát és jól értékesíthető áruk, ezért a nagyobb szalmatömeget adó búza és más gabonafajták iránt Nyugat-Európában nőtt az érdeklődés (*Reffstrup* 1993). Eltűzeléssel, gázosítással vagy pirolízissel, az élelmezési vagy takarmányozási célra alkalmatlan gabona megsemmisítésének gondja is megoldható.

### **Anyag és módszer**

A GK Mentor fajta a GK Élet // Century / Kalangya /3/ GK Hattyú kombinációból született, hagyományos keresztezéssel. 2000. november 24.-én végeztük el a beporzást üvegházi körülmények között. A keletkezett 43 db F<sub>0</sub> szemet a tavasz folyamán üvegházban vetettük el és neveltük fel. 2002-ben F<sub>2</sub> generációból szelektáltunk, majd 2003-ban F<sub>3</sub> generációban szaporítottuk fel az anyagot.

2003-ban indítottuk el úgynevezett Non-food célú munkánkat, melynek keretében félig vagy teljesen tömött szárbelű fajtákat és vonalakat kerestünk. A munka során génbanki leírásokat, nemesítói információkat egyaránt igénybe vettünk, illetve saját tenyészkertünkben kerestünk megfelelő vonalakat további munkánkhoz. A tenyészidő során mintegy 2000 törzs szárbél vastagságát vizsgáltuk meg a felső internódiumban. A GK Élet // Century / Kalangya /3/ GK Hattyú kombinációból ekkor került 5 sor figyelmünk körébe tömött szárbelével.

2004-ben az említett 5 törzsből 3-3 kalász lett kicsépelve és elvetve, majd keresztezésekhez is felhasználtuk a növényeket kondicionált üvegházban. Az őszi folyamán a tömött szárbelű növények termése úgynevezett kalászutódsoros kísérletben lett elvetve szántóföldi tenyészkertünkben.

A következő négy évben a kiválogatott törzsek egyismétlése, illetve négyismétlése teljesítmény kísérleteinkben szerepeltek. A szárbél tömörségét megőrizve vizsgáltuk egyéb agronómiai tulajdonságait, úgymint termés, szárszilárdság, minőség és betegség-ellenállóképesség. A kísérletbe vont tömött szárbelű törzsek agronómiai értéke azonos volt a hagyományos nemesítésű törzsekkel, további szelekciójuk indokolt volt, és fontos nemesítési eredményeket ígértek.

2010-ben több termőhelyes vizsgálati hálónkban való jó szereplése eredményeképpen bejelentésre került a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatalhoz (most NÉBIH) fajta állami elismerésére. Az MgSzH illetve a NÉBIH az előírásoknak megfelelően három évig vizsgálta a fajtajelölt terméseredményét, minőségét, morfológiai bélyegeit és fagyűrését.

Intézetünk 2013-ban négyismétlése teljesítmény kísérletet állított be 6 termőhelyen 24 darab szegedi fajtaival és elismerés előtt álló fajtajelölttel. A termőhelyek Szeged környéki és táplánszentkereszti telepeinken kerültek elvetésre. A kísérletben az őszi búza mellett, durum és tritikálé fajták is szerepeltek. Aratás után kiértékeltek a vizsgált tételek terméseredményét, megmértük ezerszemtömegüket és gyors vizsgálati módszerrel néhány minőségi paramétert.



### Eredmények és következtetések

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal vizsgálata alapján a vizsgált időszakban a szemtermése 7,46 t/ha volt, ami meghaladta az összehasonlító fajták átlagát (1. táblázat).

1. táblázat GK Mentor terméseredménye a NÉBIH kísérletekben, 2011-2013.

Fajta	Termésátlag (t/ha)			3 év átlaga	
	2011	2012	2013	t/ha	%
<b>GK Mentor</b>	7,93	6,95	7,49	7,46	101
<b>Standard fajták átlaga</b>	7,61	6,95	7,63	7,40	100
<b>St. GK Hattyú</b>	7,65	7,05	7,51	7,40	100

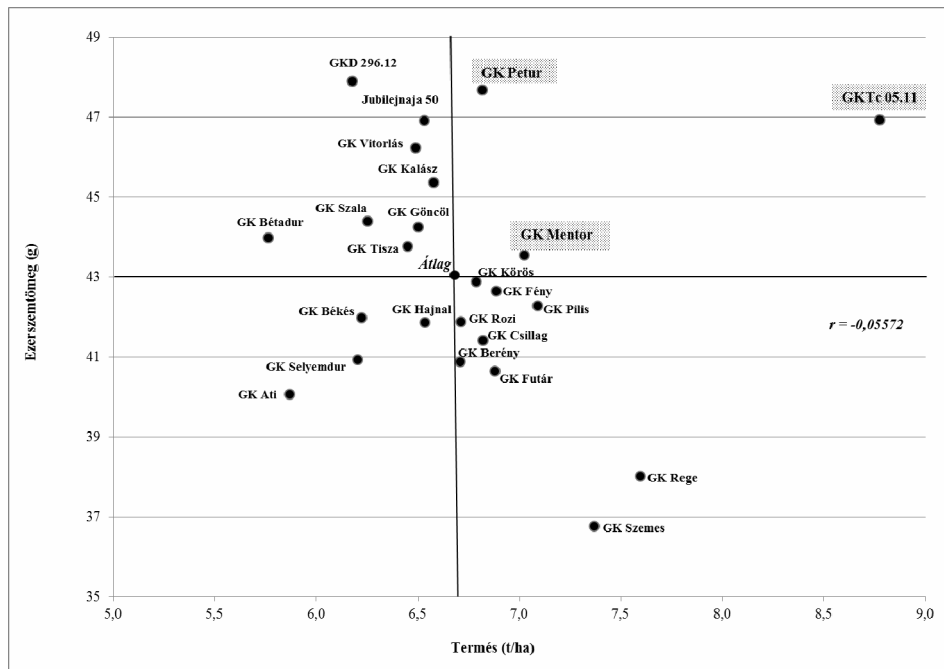
A fajta levélorzsdával, sárgarozsdával és szeptóriás levélfoltossággal szemben rezisztens, szárrozsdával szemben mérsékelten rezisztens, fuzáriózis iránt közepesen fogékony. Gabonalisztharmattal szemben fogékony, de csak az alsó levélszinteken jelennek meg a tünetek. A felső levélemeletek nem fertőződtek meg, tehát az asszimiláció szempontjából legfontosabb felső két levél funkcióját nem veszítette el. Az érintett betegség ellen az általánosan elterjedt fungicid kezelés megoldást jelent.

Középerésű malmi fajta, melynek minőségi jellemzői a 2. táblázatban láthatóak.

2. táblázat GK Mentor sütőipari tulajdonságai a NÉBIH kísérletekben, 2011-2013.

Sütőipari tulajdonságok	GK Mentor	Standard fajták átlaga	St. GK Hattyú
<b>Nedvessikér mennyisége (%)</b>	29,8	27,3	27,4
<b>Sikérterülés (mm)</b>	3,6	3,2	2,5
<b>Fehérjetartalom (%)</b>	12,9	12,9	13,3
<b>Hagberg-féle esésszám (s)</b>	369	338	332
<b>Zeleny-féle szedimentációs index</b>	41	46	37
<b>Farinográfus minőségi értékcsoport</b>	B-1	B-1	B-1

2013-ban megvizsgáltuk a fajták ezerszemtömege és átlagtermése közötti korrelációt, de összefüggést ebben az esetben nem találtunk (1. ábra).



1. ábra Fajták, fajtajelöltek átlagos ezerszemtömege (g) és átlagtermése (t/ha) közötti korreláció Szeged, 2013.

Grafikus ábrázolásából azonban jól láthatóak azok a fajták illetve fajtajelöltek, amelyek mindkét tulajdonság szempontjából kiemelkedők. Új elismert fajtánk mind terméseredményében mind ezerszemtömegében a kísérleti átlag felett szerepelt. A 2013-ban végzett kísérleteinkben a GK Mentor terméseredménye a hat hely átlagában a három tritikálé mögött az őszi búzák között a második legjobbnak bizonyult.

Kiszombori telephelyünkön szalmabálák tüzelésével oldjuk meg a telep fűtését. Az őszi folyamán a GK Mentor szármaradványa külön lett bálázva és égetésénél figyelték mennyi ideig képes hőt leadni. A megfigyelések alapján azt állapítható meg, hogy a GK Mentor szalmabálája 8-9 %-kal több ideig képes égni. Ezt a vizsgálatot a továbbiakban még pontosítani kívánjuk.

Végző soron, nagy biológiai termést és nagy szalmatermést adó új típusú őszi búza fajtát hoztunk létre GK Mentor néven, a minél gazdaságosabb rost produkció és egyéb non-food hasznosítás érdekében, megőrizve az elsődleges hasznosítás kritériumait is.

### Irodalom

Reffstrup, T. (1993): Mechanical defibration of cereal straw. Proc. 2<sup>nd</sup> Eur. Symp. on Industrial Crops and Products, Pisa

## GK PILIS – ÚJ, BŐTERMŐ, KORAI, JÓ SÜTŐIPARI MINŐSÉGŰ ŐSZI BÚZAFAJTA

PAPP MÁRIA, CSEUZ LÁSZLÓ, BEKE BÉLA, SZABÓ CSILLA, FÓNAD PÉTER,  
KERTÉSZ ZOLTÁN, CSÓSZ LÁSZLÓNÉ, MESTERHÁZY ÁKOS, ÁCS PÉTERNÉ,  
ÓVÁRI JUDIT, BERKI LÁSZLÓ

Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

A GK Pilis nevű őszi búzafajtát 2013-ban a NÉBIH államilag elismert fajtának nyilvánította, amely korai érésű, tar kalászu, bőtermő és jó sütőipari minőségű szemtermést produkál. A GK Smaragd / GK Holló keresztezési kombinációból származik. Termése a NÉBIH három éves (2011-2013) kísérleti eredményei alapján 7,43 t/ha volt, amely 0,7%-kal haladta meg az összehasonlító fajták átlagát. Levél- és szárrozsdával szemben rezisztens, amelyek a vizsgált 3 évben nem okoztak járványt, így ezek a kedvező tulajdonságok nem érvényesülhettek a fajta terméshozamában. Fitotronos fagytűrő képessége kiváló, szárszilárdsága és alkalmazkodó képessége jó. Ezerszemtömege közepes (41-43 g), szemtermése tetszetős. Sütőipari tulajdonságai igen stabilak voltak a különböző években. Nedves siker tartalma 31,9%, farinográfus minőségi értékszám 82,4 (A2), fehérje tartalma 13,6%, sikerterület 3,6 mm, Hagberg-féle esésszáma 395 sec és Zeleny-féle szedimentációs indexe 57 volt a NÉBIH 3 éves eredményei alapján. A fajta botanikai és agronómiai tulajdonságai stabilak és homogének. Szakszerű fajtafenntartása, nagyüzemi kipróbálása és vetőmag szaporítása folyamatban van. Sikeresen termesztethető az ország egész területén, elsősorban intenzív termesztési feltételek mellett.

**Kulcsszavak:** őszi búza fajtaelismerés, rezisztencia, sütőipari minőség

## GK PILIS – A NEW, EARLY RIPENING WINTER WHEAT VARIETY WITH HIGH YIELD POTENTIAL AND GOOD BREAD-MAKING QUALITY

M. PAPP, L. CSEUZ, B. BEKE, C. SZABÓ, P. FÓNAD, Z. KERTÉSZ, M. CSÓSZ, Á.  
MESTERHÁZY, E. ÁCS, J. ÓVÁRI, L. BERKI

Cereal Research Non-Profit Ltd. Co., Szeged

The winter wheat variety 'GK Pilis', which was registered in 2013 by NÉBIH (Variety Registration Authority), is an early ripening, awnless and high yielding cultivar with good bread-making quality. The variety originates from the crossing of GK Smaragd and GK Holló. The yield of GK Pilis was 7.43 t/ha averaged over 3 years (2011-2013) in the trials at NÉBIH, 0.7% higher than that of standards. This variety is resistant to leaf and stem rust, which, however, did not cause epidemic and their positive impact on yield could not be perceived during the three-year official testing. The cultivar has excellent frost resistance, stiff straw and wide adaptability. The healthy, eye-appealing grains have medium thousand kernel mass (41-43 g). The bread-making quality proved to be stable despite of the various year effects. The wet gluten content was 31.9%, the farinographic value 82.4 (A2), the protein content 13.6%, the gluten spreading 3.6 mm, the Hagberg falling number 395 sec and the Zeleny sedimentation index 57 in the average of three years at NÉBIH. The cultivar's maintenance breeding, farm-size testing and seed multiplication are in progress. It is recommended to be grown all over the country; nevertheless, it favours the high-input conditions.

**Key words:** winter wheat registration, resistance, bread-making quality

## Bevezetés

Célunk egy olyan korai őszi búzafajta előállítás volt, amely nagy termőképessége mellett jó sütőipari minőséggel rendelkezik, jó alkalmazkodó képességű és minden jelentős betegséggel szemben legalább közepes vagy jó ellenálló-képességgel bír. Az utóbbi években a környezetvédelem és a költségtakarékos termelés miatt is egyre nagyobb jelentőségűvé váltak a természetben lévő fajták rezisztenciális tulajdonságai.

A kitűzött feladatnak megfelelően az előállított új búzafajta - GK Pilis - a GK Smaragd / GK Holló keresztezési kombinációból származik. A GK Smaragdtól a legfőbb betegségekkel, főleg a levélrozsdával szembeni jó ellenálló-képesség és jó sütőipari minőség, míg a GK Hollótól a jó fagyűrő képesség és a fuzáriózissal szembeni mérsékelt rezisztencia átörökítését vártuk.

## Anyag és módszer

A fenti keresztezést 2000-ben a Szeged-Kecskés telepi tenyészkerthben végeztük el. Az  $F_1$  és  $F_2$  generációt tág térállásban neveltük fel. Az  $F_2$ -től kezdve ismételt egyedkiválogatást végeztünk, amelyet termés, kórtani és minőségtesztek követtek és több termőhelyes kísérlet-hálózat zárt le.

A szelekciót  $F_2$ -ben a növények morfológiai jellemzői alapján végeztük el. A válogatást a növények habitusa, magassága és egészségi állapota, a kalászek mérete és formája határozta meg. Az  $F_3$ - $F_7$  nemzedéket kalász utódsorokban neveltük fel, ahol már a sorok állományának homogenitása, állóképessége, egészsége, termésmennyisége, 1000 szemtömege, szemek teltsége, acélossága, színe és minősége (NIR/NIT gyorsteszt) alapján döntöttünk. Az  $F_8$  nemzedéket ismétlés nélküli 5 m<sup>2</sup>-es parcellákban teljesítmény kísérletben vizsgáltuk. A következő évben már 4 ismétlésben vetett 5 m<sup>2</sup>-es parcellákat értékeltünk. Mivel ez a törzs mind állóképességben, rezisztenciális tulajdonságokban, termésmennyiségben és beltartalmi tulajdonságokban kimagaslóan teljesített, ezért a következő évben ún. tájtörzs kísérletben az ország 7 különböző termőhelyén (Szeged-Kecskés, Szeged-Óthalom, Kiszombor, Kocs, Kisújszállás, Lippó, Táplánszentkereszt) versenyeztettük. E kísérlet eredményei alapján a GK 46.10-es fajtajelöltet 2010-ben bejelentettük a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatalhoz (később Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, röviden NÉBIH) állami fajtaelismerésre.

A GK Pilis 2013-ban részt vett a Gabonakutató Kft. saját posztregisztrációs fajtakísérleteiben is 6 különböző termőhelyen 4 ismétlésben (Szeged-Kecskés, Kiszombor, Kiszombor biokísérlet, Szeged-Óthalom kezelt, Szeged-Óthalom kezeletlen, Táplánszentkereszt).

## Eredmények és következtetések

A tájtörzs kísérletben a 46. számú 'C' törzs parcella (később GK 46.10, majd GK Pilis) terméshozama alapján 1. helyen végzett, közel 10%-kal haladta meg az akkori legerősebb kontrollt, míg 13%-kal a standard fajták átlagát (*I. táblázat*).

**GK PILIS - ÚJ BŐTERMŐ ŐSZI BÚZAFAJTA**

1. táblázat A tájtörzs kísérlet terméseredményei 7 termőhely átlagában, 2010

Parcella szám	Fajta, kombináció	Szemtermés, t/ha	%
<b>46</b>	<b>GK Smaragd/GK Holló</b>	<b>5,44</b>	<b>113,3</b>
25	st. GK Kalász	4,96	103,3
43	st. GK Békés	4,63	96,5
37	st. GK Petur	4,58	95,4
31	st. GK Garaboly	4,22	87,9
	St. fajták átlaga	4,80	100,0
	24 kombináció átlaga	4,60	95,8
	SzD <sub>5%</sub>	0,35	

A NÉBIH 2013 decemberében a GK Pilis (GK 46.10) nevű őszi búzafajtát államilag elismert fajtának nyilvánította, amely korai érésű, tar kalászáú, bőtermő és stabil malmi minőségű szemtermést produkál. Megfelelő körülmények között a javító minőséget is eléri.

A NÉBIH vizsgálatai alapján a korai éréscsoportban 3 év átlaga alapján szemtermése 7,43 t/ha volt, ami 0,7%-kal haladta meg az összehasonlító fajták átlagát (2. táblázat). Mivel az utóbbi 3 évben, amikor az állami fajtaminősítő kísérletek folytak, nem volt jelentős levél- és szárrozsdá járvány, ezért e fajta előnyös rezisztenciális tulajdonságai, többek között a levél- és szárrozsdával szembeni rezisztencia nem érvényesülhetett a terméshezamban.

2. táblázat A GK Pilis szemtermés eredményei a NÉBIH kísérletekben  
2011-2013

Fajta	Szemtermés, t/ha			3 év átlaga	
	2011	2012	2013	t/ha	%
<b>GK Pilis</b>	7,53	6,90	7,86	<b>7,43</b>	<b>100,7</b>
Standard fajták átlaga	7,53	7,16	7,46	<b>7,38</b>	<b>100,0</b>
SzD <sub>5%</sub> st. átl.-hoz	0,37	0,40	0,32		

A GK Pilis növekedési típusa félig felálló, a koleoptil antociános színeződése nagyon gyenge. A lehajló zászlólevelű növények gyakorisága nagyon kicsi, a zászlólevel levélhüvelyének viaszossága gyenge-közepes, levéllemezőnek viaszossága gyenge. Kalásza gyengén, a kalásztartó szártag közepesen viaszos. A növény közepes magasságú, a szalma szárbél vastagsága a metszetben (a legfelső internódium közepén) vékony. Laza kalászái fehér színűek, párhuzamos alakúak, rövid-közepes hosszúságúak és a kalász csúcsán közepes hosszúságú szálcacsonkokkal rendelkeznek. Szemtermése piros színű, tetszetős, fenolos színeződése sötét-nagyon sötét. Ezerszemtömege közepes (41-43 g), HI-tömege 82-84 kg.

Fitotronos fagytűrő képessége kiváló, szárszilárdsága jó és sütőipari minősége is kedvező. Nedves sikér tartalma 31,9%, farinográfus minőségi értékszáma 82,4 (A2), fehérje tartalma 13,6%, sikérterülete 3,6 mm, Hagberg-féle esésszáma 395 sec. és Zeleny-féle szedimentációs indexe 57 volt a NÉBIH (korábban MgSzH) 3 éves eredményei alapján (3. táblázat).

A NÉBIH növénykórtani rezisztencia vizsgálatai szerint a GK Pilis gabonalisztharmattal szemben közepesen fogékony, levél- és szárrozsdával valamint seprőzissal szemben rezisztens, sárgarozsdával és fuzáriózissal szemben mérsékelt rezisztens, míg sárga levélfoltossággal szemben közepesen fogékony.

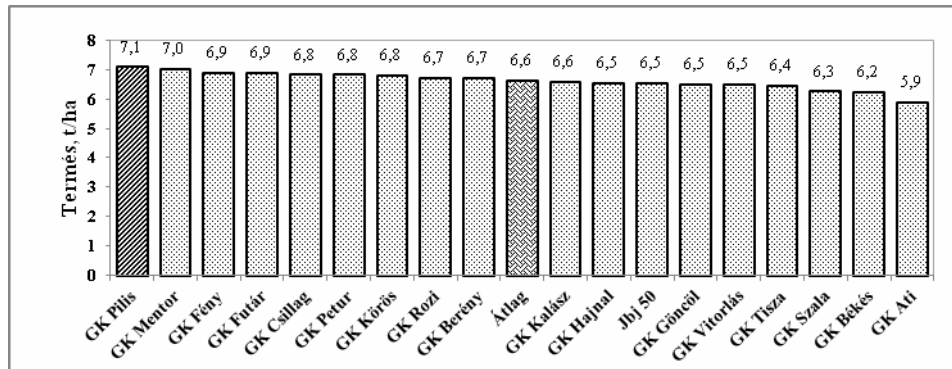
Jól bokrosodik, a vizsgált fajtajelöltek között a legtöbb kalászt hozta m<sup>2</sup>-enként (880 db/m<sup>2</sup> ellentétben a standard fajták 708 db/m<sup>2</sup> átlagával). Alkalmazkodó képessége jó, sütőipari tulajdonságai igen stabilak voltak a különböző években.

3. táblázat A GK Pilis sütőipari tulajdonságai a NÉBIH kísérletekben 2011-2013

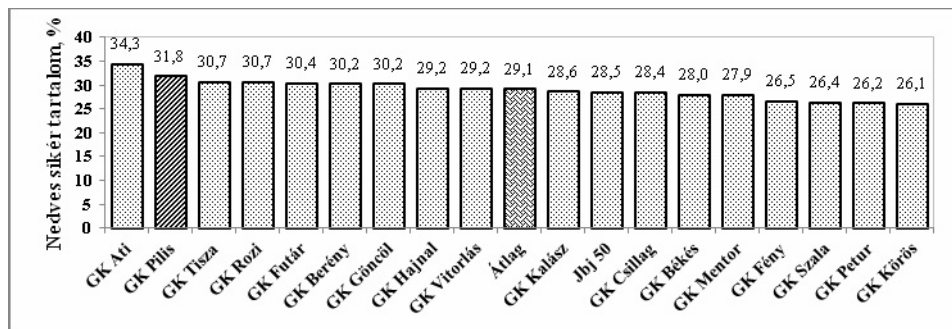
Fajta	Nedves sikér mennyiség, %				Farinográfus min. értékszám			
	2011	2012	2013	átlag	2011	2012	2013	átlag
<b>GK Pilis</b>	28,9	32,4	34,5	<b>31,9</b>	87,8	82,0	77,5	<b>82,4</b>
Standard átlag	26,8	33,2	29,4	<b>29,8</b>	71,3	77,6	73,1	<b>74,0</b>
Min. st. GK Ati	33,5	37,1	34,5	<b>35,0</b>	73,7	81,7	68,9	<b>74,8</b>
Fajta	Fehérjetartalom, %				Sikérterület, mm			
	2011	2012	2013	átlag	2011	2012	2013	átlag
<b>GK Pilis</b>	13,0	14,3	13,6	<b>13,6</b>	2,4	4,4	4,1	<b>3,6</b>
Standard átlag	12,4	14,2	12,7	<b>13,1</b>	3,1	5,1	3,6	<b>3,9</b>
Min. st. GK Ati	13,9	15,4	14,0	<b>14,4</b>	3,0	5,5	4,4	<b>4,3</b>
Fajta	Szedimentációs érték (Zeleny)				Hagberg-féle esésszám, s			
	2011	2012	2013	átlag	2011	2012	2013	átlag
<b>GK Pilis</b>	64	49	59	<b>57</b>	369	413	405	<b>395</b>
Standard átlag	50	49	52	<b>50</b>	296	360	349	<b>335</b>
Min. st. GK Ati	58	52	49	<b>53</b>	282	349	354	<b>328</b>

A Gabonakutató Kft. saját posztregisztrációs fajtakísérleteiben a GK Pilis a kenyérbúzák között az 1. helyen végzett 6 hely termésátlaga alapján, szemtermése 7,1 t/ha, míg a kísérlet termésátlaga 6,6 t/ha volt (1. ábra). Nedves sikér tartalma szerint (31,8%) a javító minőségű GK Ati mögött helyezkedett el a rangsorban a Szeged-Kecskés telepi kísérletben (2. ábra).

## GK PILIS - ÚJ BŐTERMŐ ŐSZI BÚZAJAJTA



1. ábra Őszibúzafajták termésátlaga 6 hely átlagában, 2013



2. ábra Őszibúzafajták nedves siker tartalma, 2013

A fajta botanikai és agronómiai tulajdonságai stabilak és homogének. Szakszerű fajtafenntartása, nagyüzemi kipróbálása és vetőmag szaporítása folyamatban van, így az igények szerinti vetőmag rendelkezésre áll.

Sikeresen termeszthető az ország egész területén, elsősorban intenzív termesztési feltételek mellett.

### Irodalom

NÉBIH (2013): Előterjesztési javaslat. Búza, GK 46.10, fajtakód: 360191, Budapest.

## ALACSONY HŐMÉRSÉKLET ÉS SZÁRAZSÁG HATÁSA ELTÉRŐ STESSZTŰRŐ-KÉPESSÉGGEL RENDELKEZŐ RIZSFAJTÁKBAN

PÁL MAGDA<sup>1</sup>, KOVÁCS VIKTÓRIA<sup>1</sup>, SZALAI GABRIELLA<sup>1</sup>, SOÓS VILMOS<sup>1</sup>,  
XIAOSONG MA<sup>2</sup>, HONGYAN LIU<sup>2</sup>, HANWEI MEI<sup>2</sup>, JANDA TIBOR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA ATK Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

<sup>2</sup>Shanghai Agrobiological Gene Center, Shanghai Academy of Agricultural Sciences,  
Shanghai, China

A rizs (*Oryza sativa* L.) leveleire általában a nagyon magas szalicilsav-tartalom jellemző, azonban ennek pontos élettani szerepe még nem ismert. Jelenlegi munkánkban eltérő szárazságtűréssel és szalicilsav-tartalommal rendelkező rizsfajtákat vizsgáltunk szárazság és hidegstressz mellett annak érdekében, hogy kapcsolatot találjunk a szalicilsav-anyagcsere és a szárazságtűrés, valamint egyes stresszvédő vegyületek között. Az alkalmazott stresszkezelések nem okoztak jelentős eltérést a vizsgált növények szalicilsav-tartalmában, viszont a poliaminok mennyisége a stresszortól függően jelentősen megváltozott. Korrelációs számítások azt mutatják, hogy rizsben nincs közvetlen kapcsolat a poliamin- és a szalicilsav-tartalom között abiotikus stresszkörülmények között.

**Kulcsszavak:** abiotikus stressz, antioxidánsok, poliaminok, rizs, szalicilsav.

## EFFECTS OF LOW TEMPERATURE AND DROUGHT IN RICE WITH DIFFERENT LEVELS OF STRESS TOLERANCE

M. PÁL<sup>1</sup>, V. KOVÁCS<sup>1</sup>, G. SZALAI<sup>1</sup>, V. SOÓS<sup>1</sup>, X. MA<sup>2</sup>, H. LIU<sup>2</sup>,  
H. MEI<sup>2</sup>, T. JANDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA ATK Agricultural Institute, Martonvásár, Hungary

<sup>2</sup>Shanghai Agrobiological Gene Center, Shanghai Academy of Agricultural Sciences,  
Shanghai, China

Leaves of rice plants (*Oryza sativa* L.) can be characterised with a very high level of salicylic acid content; however, its exact physiological role is still poorly understood. In the present work, rice genotypes with different levels of drought tolerance and salicylic acid contents have been subjected to drought or cold stress in order to find relationship between the salicylic acid metabolism and the level of stress tolerance; and between the levels of salicylic acid and other protective compounds. The salicylic acid contents in the leaves were not substantially affected by the applied stress conditions; however, other stress-related compounds polyamines showed marked, stress-specific responses. Correlation data suggest that there is no direct link between the abiotic stress-induced polyamine changes and the salicylic acid metabolism in rice.

**Key words:** abiotic stress, antioxidants, polyamines, rice, salicylic acid.



## Bevezetés

Mind elméleti, mind gyakorlati szempontból nagy jelentősége van azon anyagok vizsgálatának, melyek a gazdasági növények stresszérzékenységét csökkenteni képesek. Ismert, hogy a szalicilsav (SA) több élettani folyamatban szerepet játszik, köztük egyes stresszhatások védelmének kiváltásában is. A SA stressztűrésben játszott szerepe elsősorban a biotikus stressztolerancia jelátviteli folyamataival kapcsolatban vált ismertté. Részt vesz a hiperszenzitív reakció kialakításában, de számos bizonyíték szól amellett, hogy SA szükséges a szisztémikus szerzett rezisztencia kialakításához is (*Raskin* 1992). Mindezek mellett számos bizonyíték gyűlt össze arra vonatkozólag, hogy részt vesz az abiotikus stresszhatások (mint például alacsony és magas hőmérséklet, UV-B sugárzás, ózon, nehézfémek, stb.) elleni védekezésben is (*Horváth et al.* 2007). A SA ill. származékainak pontos hatásmechanizmusa azonban még ma sem ismert. A leírt hatások ritkán általánosíthatók, mert a vizsgálatokat különböző növényfajokon és különböző rendszereken (teljes növénytől a sejtszuszpenzióig) végezték. Kívülről adagolt SA alkalmazásakor az is kérdéses, hogy az elért hatásban mennyire játszik közvetlen szerepet a felvett SA, mennyire a belőle keletkezett metabolitok.

A SA növényekben általában néhány  $\mu\text{g/g}$  friss tömeg koncentrációban mérhető, és nemcsak szabad, hanem glikozilált, metilált, glükóz-észter, valamint aminosav konjugátum formában is előfordulhat. Legnagyobb mennyiségben hőtermelő növények virágzásakor, ill. patogénfertőzés után mutatható ki. Bioszintézise több úton zajlik. Az egyik lehetséges útvonal fenilalaninból indul ki, majd *transz*-fahéjsavon ill. benzooesavon és/vagy *orto*-hidroxifahéjsavon (*o*HCA) keresztül történik (*Silverman et al.* 1995). A másik útvonal a kloroplasztiszokban zajlik, ahol a SA korizminsavból kiindulva izokorizminsavból képződik (*Wildermuth et al.* 2001).

A többi gabonafélével, de a vizsgált növényfajok nagy részével is ellentétben a rizs leveleiben kiugróan nagy, az átlagosnál több nagyságrenddel nagyobb szalicilsav-koncentráció mérhető, ennek élettani háttere azonban még nem tisztázott. Jelen kísérleteinkben célul tűztük ki, hogy kapcsolatot keressünk egyrészt a rizs SA-tartalma és szárazságtűrése, valamint a SA és más védekező vegyületek mennyisége között vízhiányos és alacsony hőmérsékleti körülmények között.

## Anyag és módszer

Az első kísérletben 3 szárazságtűrő (KN361-1-8-6, IAC1246 és Zhonghan No. 3) és 3 szárazságérzékeny (N22, IR75942-9 és Mianhui725) rizsfajtát használtunk (Shanghai Agrobiological Gene Center, Sanghaj, Kína). A növényeket 21 napig tápoldatban, kontrollált körülmények között (13/11 óra  $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  fény/sötét, 28/26 °C, 70% relatív páratartalom) Conviron PGR-15 növénynevelő kamrában neveltük. A második sorozatban 4 kiválasztott fajtát (KN361-1-8-6, IAC1246, Zhonghan No. 3 és N22) használtunk, ahol 20 nap után a növények egy részét 15% polietilén-glikolt (PEG) tartalmazó tápoldaton, másik részüket alacsony hőmérsékleten (10 °C) neveltük tovább.

A klorofill-a fluoreszcencia indukciós paramétereit PAM-2000 (Walz, Effeltrich, Németország) fluorométerrel mértük.

A SA és származékainak, valamint a poliaminok mennyiségének meghatározása nagy felbontású folyadékkromatográfiával (HPLC) történt (Waters, USA).

Az antioxidáns enzimek aktivitását fotometriás módszerrel (Janda *et al.* 2008), a génexpressziós változásokat valós idejű (Real-time) PCR-rel követtük nyomon (Soós *et al.* 2010).

### Eredmények és következtetések

Az első kísérletben 6 különböző szárazságtűrésű rizsfajtát neveltünk kontroll körülmények között, majd a leveleikben vizsgáltuk a SA és az oHCA mennyiségi változását, valamint egyes antioxidáns enzimek aktivitását. A SA a levélben zömmel szabad formában fordult elő, ezzel szemben a gyökérben, ahol jóval kisebb mennyiségben volt kimutatható, a szabad és kötött forma mennyisége hasonló volt (adatok nincsenek mutatva).

A SA-val ellentétben a szabad oHCA a leveleikben csak kötött formában volt kimutatható, és az össz-oHCA tartalom nem tért el jelentősen a levélben és a gyökérben. Míg különböző fajták szárazságtűrése és levelek SA-tartalma között összefüggés nem mutatkozott, addig a gyökérben a legmagasabb SA ill. oHCA értékeket a szárazságérzékeny fajtákban mértük. Azonban a kis különbségek miatt jelen kísérlet adataiból nem jelenthetjük ki, hogy szoros korreláció állna fenn a kontroll körülmények között mért SA- és/vagy oHCA-tartalom, valamint a szárazságtűrés között.

Mivel a SA hatással lehet a növények antioxidáns kapacitására, mértük egyes antioxidáns enzimek, a glutation-reduktáz (GR), és a glutation-S-transzferáz (GST) aktivitását is. A különböző genotípusokat összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a szárazságtűrő fajták leveleiben rendszerint magasabb GST-aktivitás mérhető, mint az érzékenyekben. A GR viszont a gyökerekben szoros korrelációt mutatott a GST-aktivitással és az oHCA mennyiségével is (adatok nincsenek mutatva).

A következő sorozatban 4 genotípust szárazságstressznek (PEG) és alacsony hőmérsékletnek (10 °C) tettünk ki. A stresszhatás mértékét a második fotokémiai rendszer maximális kvantumhatásfokát jelző Fv/Fm fluoreszcencia indukciós paraméterrel is jellemeztük. Míg a PEG-gel kezelt növényekben, ahol szabad szemmel lankadás figyelhető meg, ez az érték statisztikailag szignifikánsan nem változott, addig a hidegkezelt növényekben, ahol látható károsodás még nem jelentkezett, már 1 nap után jelentősen lecsökkent (adatok nincsenek mutatva).

Az alkalmazott kezelések a SA-tartalomban jelentős változást az esetek zömében nem okoztak (1. táblázat). Kivétel az N22 genotípus, amelynek a levelében 6 napos PEG-kezelés hatására a kötött forma jelentősen megemelkedett. Meg kell jegyezni továbbá, hogy míg a genotípusok között a SA-tartalomban jelentős és reprodukálható eltérés volt tapasztalható, ez sem a korizmát-szintáz, sem az izokorizmát-szintáz enzimeket kódoló gének aktivitásában nem mutatkozott meg.

1. táblázat Szalicilsav és rokon vegyületeinek alakulása stresszkörülmények között rizsben. Az eltérő betűk szignifikáns különbséget jelölnek. ( $p < 0,05$ )

<b>Szabadszalicilsav-tartalom (<math>\mu\text{g/g}</math> friss tömeg)</b>				
kezelés	N22	KN361-1-8-6	Zhonghan No.3.	IAC1246
<b>1napos kontroll</b>	30,4 $\pm$ 6,0 ab	11,6 $\pm$ 2,4 a	15,3 $\pm$ 1,0 b	29,8 $\pm$ 2,9 a
<b>1napos PEG</b>	25,0 $\pm$ 4,7 ab	10,8 $\pm$ 0,8 a	13,1 $\pm$ 1,9 ab	34,6 $\pm$ 0,4 a
<b>1napos hideg</b>	22,5 $\pm$ 5,8 ab	9, $\pm$ 2,7 a	11,3 $\pm$ 2,9 ab	27,6 $\pm$ 4,2 a
<b>6 napos kontroll</b>	25,1 $\pm$ 1,8 b	9,5 $\pm$ 0,6 a	10,8 $\pm$ 0,8 a	29,3 $\pm$ 5,0 a
<b>6 napos PEG</b>	21,7 $\pm$ 1,0 a	10,3 $\pm$ 2,3 a	14,6 $\pm$ 2,8 ab	25,5 $\pm$ 8,6 a
<b>6 napos hideg</b>	24,1 $\pm$ 4,8 ab	10,3 $\pm$ 0,9 a	12,3 $\pm$ 2,0 ab	29,5 $\pm$ 5,1 a
<b>Kötöttzalicilsav-tartalom (<math>\mu\text{g/g}</math> friss tömeg)</b>				
<b>1napos kontroll</b>	3,8 $\pm$ 0,9 a	1,3 $\pm$ 0,3 ab	1,4 $\pm$ 0,3 a	3,6 $\pm$ 0,4 a
<b>1napos PEG</b>	3,4 $\pm$ 0,5 a	0,9 $\pm$ 0,2 a	1,2 $\pm$ 0,1 a	3,4 $\pm$ 0,4 a
<b>1napos hideg</b>	4,4 $\pm$ 0,6 a	1,5 $\pm$ 0,3 bc	1,5 $\pm$ 0,2 a	4,6 $\pm$ 1,7 a
<b>6 napos kontroll</b>	2,97 $\pm$ 0,9 a	1,5 $\pm$ 0,6 abc	2 $\pm$ 0,5 ab	3,6 $\pm$ 0,01 a
<b>6 napos PEG</b>	7,2 $\pm$ 1,1 b	1,8 $\pm$ 0,2 c	2,8 $\pm$ 0,7 b	3,3 $\pm$ 1,3 a
<b>6 napos hideg</b>	4,1 $\pm$ 0,7 a	1,2 $\pm$ 0,01 b	1,3 $\pm$ 0,01 a	4,3 $\pm$ 0,5
<b>Kötött orto-hidroxi-fahéjsav-tartalom (<math>\mu\text{g/g}</math> friss tömeg)</b>				
<b>1napos kontroll</b>	27,9 $\pm$ 8,0 ab	17,9 $\pm$ 1,9 a	16,0 $\pm$ 3,0 ab	39,9 $\pm$ 0,5 a
<b>1napos PEG</b>	15,7 $\pm$ 3,6 a	17,8 $\pm$ 2,2 a	15,4 $\pm$ 3,0 ab	36,4 $\pm$ 2,7 a
<b>1napos hideg</b>	21,2 $\pm$ 0,3 a	20,4 $\pm$ 3,6 a	13,2 $\pm$ 0,04 a	38,6 $\pm$ 6,8 abc
<b>6 napos kontroll</b>	23,2 $\pm$ 4,1 ab	20,2 $\pm$ 5,6 ab	16,8 $\pm$ 0,7 b	41,6 $\pm$ 0,01 b
<b>6 napos PEG</b>	23,6 $\pm$ 1,1 b	31,0 $\pm$ 4,5 b	21,0 $\pm$ 7,0 abc	40,5 $\pm$ 17,9 abc
<b>6 napos hideg</b>	36,2 $\pm$ 19,9 ab	25,6 $\pm$ 3,4 b	19,6 $\pm$ 0,01 c	54,7 $\pm$ 10,7 c
<b>Szabadbenzoesav-tartalom (<math>\mu\text{g/g}</math> friss tömeg)</b>				
<b>1napos kontroll</b>	3,5 $\pm$ 0,6 a	1,3 $\pm$ 0,5 a	3,3 $\pm$ 0,2 b	2,2 $\pm$ 0,1 a
<b>1napos PEG</b>	3,1 $\pm$ 0,1 a	2,4 $\pm$ 1,0 a	1,6 $\pm$ 1,0 a	1,8 $\pm$ 0,9 a
<b>1napos hideg</b>	2,5 $\pm$ 1,3a	1,8 $\pm$ 0,6 a	2,2 $\pm$ 1,1 ab	3,0 $\pm$ 0,6 ab
<b>6 napos kontroll</b>	2,4 $\pm$ 2,5 ab	2,1 $\pm$ 1,5 a	2,1 $\pm$ 2,2 abc	2,4 $\pm$ 2,2 abc
<b>6 napos PEG</b>	5,7 $\pm$ 0,8 b	3,5 $\pm$ 2,4 ab	4,3 $\pm$ 0,5 abc	5,4 $\pm$ 0,6 c
<b>6 napos hideg</b>	6,7 $\pm$ 0,6 bc	4,8 $\pm$ 0,4 b	5,3 $\pm$ 1,3 c	3,6 $\pm$ 0,7 b
<b>Kötöttbenzoesav-tartalom (<math>\mu\text{g/g}</math> friss tömeg)</b>				
<b>1napos kontroll</b>	12,7 $\pm$ 2,0 a	21,9 $\pm$ 6,0 ab	16,0 $\pm$ 0,9 a	12,8 $\pm$ 3,0 a
<b>1napos PEG</b>	10,5 $\pm$ 2,9 a	20,6 $\pm$ 1,2 a	14,6 $\pm$ 1,3 a	16,3 $\pm$ 2,7 ab
<b>1napos hideg</b>	12 $\pm$ 2,4 a	23,9 $\pm$ 3,0 ab	15,8 $\pm$ 1,8 a	16,6 $\pm$ 1,6 a
<b>6 napos kontroll</b>	17,0 $\pm$ 2,9 ab	24,1 $\pm$ 0,2 b	18,5 $\pm$ 0,3 ab	17,2 $\pm$ 0,7 a
<b>6 napos PEG</b>	23,1 $\pm$ 3,6 b	31,8 $\pm$ 1,5 c	21,0 $\pm$ 2,0 b	20,6 $\pm$ 1,4 b
<b>6 napos hideg</b>	20,4 $\pm$ 4,9 b	26,2 $\pm$ 2,0 b	14,9 $\pm$ 0,01 a	20,8 $\pm$ 0,2 b

Kontroll körülmények között a genotípusok poliamin-tartalma csak kismértékben tért el egymástól. 6 napos PEG-kezelés hatására a putreszcintartalom a KN361-1-8-6 és Zhonghan No. 3 fajtákban lecsökkent, az IAC1246-ban megnőtt (adatok nincsenek mutatva). Szárazságstressz hatására a spermidinszint még 6 nap után sem változott, ezzel szemben a sperminszint megnőtt. Alacsony hőmérséklet hatására a putreszcinszint az N22-ben már egy nap után, a többiben 6 nap után jelentősen megnőtt. A spermidinszint hasonlóan változott, míg a spermin mennyisége lecsökkent. Az egyes értékeket összehasonlítva megállapítottuk, hogy a spermidinszint szoros pozitív korrelációt mutatott a putreszcinnel, a spermin viszont negatív korrelációban volt mindkét prekursorával. A poliaminok mennyisége sem a SA-val, sem bármelyik rokon vegyületével, azaz az *o*HCA-val vagy a benzooesavval nem mutatott korrelációt.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy míg a rizsnövények SA-tartalmát az alkalmazott stresszhatások jelentősen nem befolyásolták, a poliaminok mennyisége az alkalmazott stresszortól függően specifikusan megváltozott. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy rizsben a stressz által indukált poliamintartalom-változás a SA-tól függetlenül történik (Pál et al. 2014).

### Köszönetnyilvánítás

A munka a PD 83840 sz. OTKA pályázat támogatásával készült.

### Irodalom

- Horváth, E., Szalai, G., Janda, T. (2007): Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *J. Plant Growth Regul.*, **26**, 290-300.
- Janda, T., Cséplő, M., Németh, Cs., Vida, Gy., Pogány, M., Szalai, G., Veisz, O. (2008): Combined effect of water stress and infection with the necrotrophic fungal pathogen *Drechslera tritici-repentis* on growth and antioxidant activity in wheat. *Cereal Res. Commun.*, **36**, 53-64.
- Pál, M., Kovács, V., Szalai, G., Soós, V., Ma, X., Liu, H., Mei, H., Janda, T. (2014): Salicylic acid and abiotic stress responses in rice. *J. Agron Crop Sci.*, **200**, 1-11.
- Raskin, I. (1992): Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **43**, 439-463.
- Silverman, P., Seskar, M., Kanter, D., Schweizer, P., Métraux, J.P., and Raskin, I. (1995): Salicylic acid in rice. Biosynthesis, conjugation, and possible role. *Plant Physiol.*, **108**, 633-639.
- Soós, V., Sebestyén, E., Juhász, A., Szalai, G., Tandori, J., Light, M.E., Kohout, L., Van Staden, J., Balázs, E. (2010): Transcriptome analysis of germinating maize kernels reveals substantial differences between the effects of smoke-water and the active compound KAR1. *BMC Plant Biol.*, **10**, 236.
- Wildermuth, M.C., Dewdney, J., Wu, G., Ausubel, F.M. (2001): Isochorismate synthase is required to synthesize salicylic acid for plant defence. *Nature*, **414**, 562-565.

NÉHÁNY FONTOS FENOTÍPIZÁLÁSI EREDMÉNY  
A 'PLAINSMAN V./CAPPELLE DESPREZ' BÚZA DH  
SZÁRAZSÁGTŰRÉSI TÉRKÉPEZÉSI POPULÁCIÓ  
VIZSGÁLATÁBÓL

PAUK JÁNOS<sup>1</sup>, NAGY ÉVA<sup>2</sup>, LANTOS CSABA<sup>1</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft, Biotechnológia Osztály, Szeged

<sup>2</sup>Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Gödöllő

A vizsgálatokhoz létrehozott térképezési populáció fenotípiázási eredményeinek egy kisebb részét mutatjuk be. A térképezési populáció az amerikai származású 'Plainsman V' (♀), közismerten szárazságtűrő búzafajta, valamint a szárazságra érzékeny francia származású 'Capelle Desprez' (♂) fajta keresztezésével indult el. A teljes térképezési populáció negyszázat meghaladó DH (doubled haploid) törzsből áll. A fenotípusos eredmények összegzése után az első fontos célunk az volt, hogy a populációt könnyen kezelhető méretűre csökkentsük. A méretszűkítést a növénymagasság, kalászolási idő, termésmennyiség és ezerszemtömeg adatok alapján végeztük el. Jelenleg a szűkített térképezési populáció 137 DH törzsből áll. A szárazságtűrési kísérletet kontrollált körülmények között üvegházban állítottuk be a szűkített populációval. A szárazság hatását (fenotípus) a talaj feletti szárazanyag-tömeg, növénymagasság, egyedi szemtermés, vízmegvonás hatására kialakult mennyiségi adatok csökkenése (depresszió) alapján mértük.

**Kulcsszavak:** búza, fenotípiázás, szárazságtűrés, térképezési populáció

SOME OF THE IMPORTANT PHENOTYPIC RESULTS OF TESTING  
OF 'PLAINSMAN V./CAPPELLE DESPREZ' WHEAT DH MAPPING  
POPULATION FOR DROUGHT TOLERANCE

J. PAUK<sup>1</sup>, É. NAGY<sup>2</sup>, C. LANTOS<sup>1</sup>, E. KISS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cereal Research Non-Profit Ltd., Department of Biotechnology, Szeged

<sup>2</sup>Szent István University, Institute of Genetics and Biotechnology, Gödöllő

Certain important phenotypic results of the wheat DH mapping population are summarized in the paper. The mapping population was developed by crossing 'Plainsman V' (♀), a US wheat variety well-known of its drought resistance and 'Capelle Desprez' (♂), a French wheat variety sensitive to drought. The entire mapping population consisted of more than four hundred DH (doubled haploid) wheat lines. After collecting the phenotypic data, the most important goal was to create a reduced size of population for easier handling. The screening for plant height, heading time, grain yield and 1000 kernel weight has resulted in a mapping population of 137 DH lines by now. The drought tolerance of the reduced population was tested under controlled greenhouse conditions. The impact of drought, i.e the stress caused by the water withdrawal, was determined on the basis of the depression in the following phenotypic parameters: the above-ground dry-matter weight, plant height and grain yield.

**Key words:** wheat, drought tolerance, mapping population, phenotyping

## Bevezetés

A szárazság olyan különböző periódusonként definiálható időjárási esemény, amikor az átlagosnál kevesebb a csapadék, ezáltal a növények termőképessége csökken (Boyer 1985). Szűkebb értelemben és növényélettani szempontból, akkor beszélünk szárazságról, ha a növény transzspirációja meghaladja a vízfelvételét (Heszky 2012).

A gabonafélék nemesítése során az egyik legfontosabb tulajdonság a termésmennyiség. A legtöbb genetikai térképezési kutatásban a fenotipizálási munkák során a termésmennyiséget, valamint az azt meghatározó összetevőket vizsgálják. Üvegházi, valamint szántóföldi körülmények között gyakran eltérnek a mért paraméterek. Ennek oka, hogy üvegházban általában egyedi növényeket, míg szántóföldön parcellákat vizsgálnak. Az üvegházi vizsgálatok során a mért tulajdonságok általában a következők: kalászcsoportok száma növényenként, szemszám növényenként, kalászcsoportok száma a kalászcsoportonként, termésmennyiség növényenként, ezerszemtömeg, száraz biomassa tömeg (Bennet 2012). Szántóföldi körülmények között a mért tulajdonságok az összes termésmennyiség, ezerszemtömeg, valamint a harvest index (Teulat et al. 2001).

Richards et al. (2001) két tulajdonságot emelt ki, amely meghatározó szerepet játszik a termés növelésében aszályos körülmények között, ezek a növénymagasság, valamint a kalászolási idő. Növénymagasság megfelelő tulajdonság a szárazság stressz hatásának modellezésére, annak következtében, hogy a növény fejlődése során könnyen mérhető. A legtöbb kísérletben a terméséréskor mérhető növénymagassággal dolgoznak. Növénymagasság olyan komplex tulajdonság, amelyet a kalászhozósság, valamint az internódiumok hosszúsága határozza meg. A növénymagasság mellett a kalászolási idő is meghatározó vizsgált paraméter a fenotipizálási munkák során. A búza a szárazság stressz hatására általában korábban kalászol, ezért a kalászolási idő megfigyelése a legtöbb kísérletben szerepel. A búza a szárazság stresszre különböző fiziológiai és biokémiai válaszokkal reagál, melyek felvételezése a fenotipizálás során elengedhetetlen a további genotipizálási munkák pontos elvégzéséhez. (Chandrakar et al. 2000). Kísérleteinkben mi is több tulajdonságot vizsgáltunk, amelyek közül most a legfontosabbakat mutattuk be.

## Anyag és módszer

A hasadó „F<sub>2</sub> mikrosporákából” (F<sub>1</sub> növényeken) a tiszta vonalak (homozigóta) létrehozása portoktenyésztés (Pauk et al. 2003) alkalmazásával történt. A térképezési populációt (420 db DH genotípus), a Gabonakutató Kft. Kecskés-telepi búza tenyészkertjében vetettük el, parcella vetőgéppel, egysoros parcellákba, összel, három sorozatban. A növények az egész tenyészidőszak során a standard tenyészkeri agrotechnikát kapták. A populáció szűkített a tenyészkeri adatok alapján végeztük el.

A térképezési populáció fenotipizálása viszonylag hosszú folyamat, hiszen meg kell azokat a tulajdonságokat találni és a populációt ezekre szűrni, amelyek a szárazságtűréssel jó összefüggést mutatnak. Első kísérletünket a szűkített populációval üvegházban állítottuk be. Homogén földkeveréket használtunk és minden cserépbe ugyanannyi talajt mértünk be. Meghatároztuk a

talaj vízkapacitását és ennek 60%-os értékére öntöttük az optimálisan öntözött cserepeket. A vízmegvonásban részesülő kísérletrészen ugyanezzel a módszerrel, a talajt cserepenként 20%-os vízkapacitásáig öntöttük. Az összegyűjtött adatok statisztikai kiértékelését a MICROSOFT® EXCEL 2002 statisztikai szoftver „Analysis tool pack” (Microsoft, Redmond, WA, USA) segítségével végeztük el. Az egyes kísérletek kezelése közötti összefüggést kétféle varianciaanalízis segítségével értékeltük ki. Az 5 százalékos hibaszinten számított szignifikáns differenciánál ( $SzD_{5\%}$ ) nagyobb különbséget tekintettük lényeginek (szignifikánsnak). A térképezési populáció eloszlási görbéinek normalitás elemzéséhez, a 'három szigma' szabályt alkalmaztuk (Závoti 2010).

### Eredmények és következtetések

A 'Plainsman V. / Capelle Desprez' szárazságtűrési térképezési populáció eredeti egyedszáma négyszázat meghaladó független homozigóta DH genotípusból állt. A populáció nagy mérete miatt, szükség volt a térképezési populáció szűkítésére. A genetikai térképezésre használt populációk átlagos mérete 100-200 genotípusból áll. Mivel a szárazságtűrés komplex tulajdonság, ezért a szűkítés során a szárazságtűrésben fontos jellegek figyelembevételével szelektáltunk.

A növénymagassággal kapcsolatos vélemények, aszályos körülmények között meglehetősen különbözőek. Jó vízellátású feltételek között a szármagasságnak nem tulajdonítanak különös szerepet. *Hoffmann et al.* (2009) szerint a magas szár, mint raktározó szerv előnyös lehet bizonyos körülmények között. Hazánkban, az évi csapadékmennyiség egyenlőtlen eloszlása miatt, a túlzottan magas növények megdőlhethetnek, esetünkben a fenotipizálást ez megnehezíti. Ezért a populáció szűkítésekor igyekeztünk kiszűrni az 1m-nél magasabb genotípusokat, úgy hogy a populációt jellemző normál eloszlási görbe, normalitása ne változzon meg. Ennek eredményeképpen a szűkített populáció átlag növénymagassága 77 cm lett, míg a teljes populáció átlag magassága 82 cm volt. Úgy tudtuk kiszűrni a magas genotípusokat, hogy az eloszlás tekintetében ez nem mutatott szignifikáns eltérést.

A következő fontos tulajdonság a szűkítés során a kalászolási idő volt. A szárazság stressz megnyilvánulásától (erősségétől, időtartamától, jelentkezésének időpontjától) függően, a növény számára előnyt jelenthet a korai kalászás és érés. A szűkítés során a célunk az volt, hogy a genotípusok között lévő kalászolási időbeni jelentős (36 nap) különbséget lecsökkentsük. Ha túl nagy a kalászolási időben a különbség, könnyen kalászolási idővel kapcsolatos összefüggéseket találunk a fenotipizálás, majd a genotipizálás során is, amit szeretnénk elkerülni. A teljes populáció kalászolási amplitúdója 36 nap volt, a szűkítetté 12 nap. Igyekeztünk a populációban a korai és közepes kalászolási idővel rendelkező DH genotípusokat kiválasztani, úgy, hogy a normál eloszlás jellemezze a szűkített populációt.

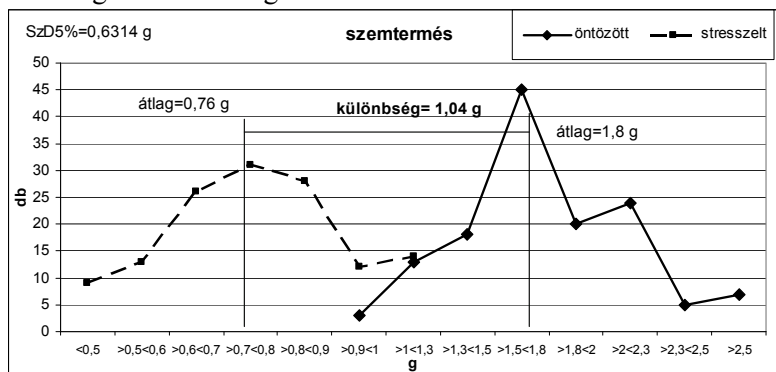
A gazdálkodók számára, minden agronómiai tulajdonság közül, a legfontosabb a szemtermés. A búza esetében a termőképesség alapvetően fontos mennyiségi mutató. Azt a genotípust tekinthetjük szárazságtűrőnek, amelynek termése a szárazság hatására a legkisebb mértékben csökken. A szűkítés során nem a szélsőértékek kizárása volt a célunk, hanem éppen ellenkezőleg, azok megtartása, hogy minél több olyan genotípus legyen a populációban, amely

termésben is különbözőképpen reagál a vízmegvonásra. A populáció szűkítésekor itt is a normál eloszlás megtartása volt a cél, melyet ebben az esetben is a 'három szigma' szabály alkalmazásával ellenőriztünk. Azt, hogy a célunkat elértük az bizonyítja, hogy a teljes populáció átlag szemtermés/parcella tömege 290g volt, míg a szűkítetté 284 grammnak adódott.

Korábbi irodalmi ismeretek és a gyakorlati tapasztalat alapján nyilvánvaló volt, hogy a szárazság nagymértékben befolyásolja (csökkenti) a növénymagasságot és a föld feletti összes biomassza tömeget. Ennek megfelelően, az üvegházi kísérletünkben a vártaknak megfelelően csökkent a növénymagasság, átlagosan 28,3 cm-rel, mely statisztikailag is igazolhatóan szignifikáns különbség volt.

A föld feletti szárazanyagtermés összefüggésben áll mind a növénymagassággal, mind a szemtermés mennyiségével. Az üvegházi kísérletek során az összes szárazanyag termés csökkenése beigazolódott, az átlagos csökkenés 4,1g volt, mely szintén szignifikáns eltérést mutatott.

Hazai körülmények között olyan genotípus termesztése a cél, amely minden fejlődési fázisban jól tűri a szárazságot, és termése a vízhiány hatására a lehető legkisebb mértékben csökken. A szárazságtűrés hazánkban a gabonafélék termésbiztonságának egyik meghatározó eleme. Azt a genotípust tekintjük szárazságtűrőnek, amely stressz hatására kisebb mértékű termés depressziót mutat. Az 1. ábrán megfigyelhetjük, hogy az öntözött és a stresszelt populáció átlag szemtermései között statisztikailag kimutathatóan szignifikáns különbséget mérünk. A kísérleti átlagszemtermés a stressz hatására 1,04 g-mal kisebb lett, ami szignifikáns különbség. Az is elmondható, hogy a genotípusok nem egyformán reagáltak a vízmegvonásra.



1. ábra A szemtermés alakulása a szűkített térképezési populációban, öntözött (folyamatos vonallal) és folyamatos vízmegvonás (szaggatott vonallal) között.

Az üvegházi kísérlet fenotipizálási munkái során a kisebb szemtermés depressziót mutató (önmagukhoz képest) genotípusokat kerestünk, illetve ennek ellentétét is, amelyek nagymértékű termésdepressziót mutatnak. Ez alapján toleráns és fogékony genotípusokat különböztethettünk meg, amelyek a térképezésen túl, egyéb kísérletekhez kiváló alapanyagot biztosítanak. A szűkített populációban három-három olyan genotípust találtunk, amelyek jelentős toleranciát, ill. érzékenységet mutattak.



A szárazságtűrés komplex tulajdonság. Ezért ahhoz, hogy egy genotípusról elmondható legyen, hogy toleráns, érzékeny vagy közepes teljesítményű, a vízmegvonással szemben, több, sokoldalú vizsgálatra van szükség. A rendkívül változatos 'Plainsman V./Capelle Desprez' szárazságtűrésű térképezési populáció fenotipizálási munkái során igyekeztünk kiszűrni az átlaghoz képest ellenállóbb, valamint a fogékonyabb genotípusokat, hogy ezekre a későbbiekbe és a genotipizálás során is, fokozottabb figyelmet fordítsunk.

Évről-évre egyre több cikk jelenik meg világszerte a szárazság hatásáról. A toleráns növények szerepe óriási, a mögötte álló élettani eredményeknek szintén jelentős a felfutása, illetve magas az idézettsége. A 'Plainsman V./Capelle Desprez' szárazságtűrésű térképezési populáció fenotipizálási eredményei, eddigiek alapján azt mutatták, hogy a genetikai térképezést jól fogja szolgálni és a nemesítési érdeklődést fenntartja.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a 'HuSrb/1002/214/045 BIOCEREAL' és a GOP-1.1.1-11-2012-0044 pályázatok támogatták. A pályázaton keresztül kapott pénzügyi támogatásért, szíves köszönetet mondunk.

### Irodalom

- Bennett D., Izandro A., Reynolds M., Kuchel H., Langridge P., Schuenbusch T. (2012): Genetic dissection of grain yield and physical grain quality in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under water limited environments. *Theoretical and Applied Genetics*, **125** (2): 255-271.
- Boyer J.S. (1985): Water transport. *Annual Review of Plant Physiology*, **36**:473-516.
- Chandrasekar V., Sairam R.K., Srivastava G.C. (2000): Physiological and Biochemical Responses of Hexaploid and Tetraploid Wheat to Drought Stress. *Agronomy and Crop Science*, **185** (4): 219-227.
- Heszky L. (2012): Miért nincsenek szárazságtűrő növényfajtáink? (1) – A növény és a víz kapcsolata. *Agrofórum*, **23**(10): 6-10.
- Hoffmann B., Aranyi N., Hoffmann S., Molnár-Láng M. (2009): Possibilities to increase stress tolerance of wheat. Neum, Bosnia-Herzegovina, 27 April - 2 May 2009., **93-96 p.**
- Pauk J., Mihály R., Puolimatka M. (2003): Protocol of wheat (*Triticum aestivum* L.) anther culture. In: Maluszynski M., Kashak J., Froster B.P., Szarejko I. (ed.): Doubled Haploid Production in Crop Plants: A manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, **428 p.**, 59-64. p.
- Richards R.A., Condon A. G., Rebetzke G.J. (2001): Traits to Improve yield in dry environmental. In: Reynolds M.P., Ortiz-Monasterio J.I., McNab A. (ed.): Application of physiology in wheat breeding. International Maize and Wheat Improvement Center-CIMMYT, Mexico, **240 p.**, 88-100. p.
- Teulat B., Borries C., This D. (2001): New QTL-s identified for plant water status, water-soluble carbohydrate and osmotic adjustment in barley population grown in a growth-chamber under two water regimes. *Theoretical and Applied Genetics*, **103** (1): 774-787.
- Závoti J (2010): Nevezetes valószínűség eloszlások. Matematika III [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027\\_MA3-5/ch01s03.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_MA3-5/ch01s03.html) (2013 október)

## SSR MARKEREK ALKALMAZÁSA A *PPVres1* GÉN KIMUTATÁSÁRA KAJSZINÁL - ELŐZETES KÖZLEMÉNY

PEDRYC ANDRZEJ, HERMÁN RITA, BALÁZS BARNABÁS DÁVID

BCE Kertész tudományi Kar, Genetika és Növénynevelés Tanszék, Budapest

A 2009-ben elindított új nevelési program célja a kajszi legfontosabb kórokozójával - PPV - szemben rezisztens fajták előállítására. Az ehhez hasonló külföldi programok megvalósítása során kiderült, hogy a munka kritikus fázisa a rezisztens genotípusok kisselektálása, amely időigényes és sokszor bizonytalan eredményekhez vezet. Ebből kifolyólag célszerűnek látszik a rezisztenciáért felelős gén (*PPVres1*) követése megfelelő markerekkel. Munkánkban teszteltük a MAS során felhasználható SSR markereket (PGS1.21; aprigms 18; sssPACITA5; EP5100) a keresztezésekből származó, és a rezisztenciára nézve hasadó hibridpopulációkban. Rezisztenciaforrásként 4 különböző eredetű fajtát használtunk fel. Az eddigi eredmények alapján a PGS1.21 SSR lokusz bizonyult a legígéretesebbnek a szelekció szempontjából.

**Kulcsszavak:** kajszi, *Prunus armeniaca* L., PPV rezisztencia, SSR marker

## TRACING THE *PPVres1* GENE WITH SSR MARKERS IN APRICOT – PREVIOUS RESULTS

A. PEDRYC, R. HERMÁN, B. D. BALÁZS

CUB Faculty of Horticultural Science Department of Genetics and Plant Breeding,  
Budapest

The aim of the new breeding program started at the department in 2009 is developing PPV resistant apricot cultivars. According to the experiences gain by foreign breeders working on the same area, the selection of the resistant seedlings proved as the most complicated step of the process of breeding. To trace the *PPVres1* gene using molecular markers could drastically improve the efficiency of the selection. The main objective of our work was testing SSR markers described in literature (PGS1.21; aprigms 18; sssPACITA5; EP5100) as the markers potentially useful in marker assisted selection. Tests were carried out on resistant and susceptible cultivars and in the seedling populations segregating in those traits. It seems that alleles of PGS1.21 locus give the best results.

**Key words:** apricot, *Prunus armeniaca* L., PPV resistance, SSR markers

## Bevezetés

A PPV által okozott betegség tüneteire először több mint 90 éve, 1917-18 táján figyeltek fel a termesztők Bulgáriában, szilvafákon (*Prunus domestica* cv. 'Kjustendil'). Az első tudományos munka azonban csak 1932-ben (*Atanasoff* 1932) jelent meg, amikor a kórokozó a bolgár szilvásokban már hatalmas károkat okozott.

Ezt követően a betegség elterjedt egész Európában (*Capote et al.* 2006). Az 1980-as években eljutott Ázsiába - Szíriába (*Dunez* 1986) és Afrikában Egyiptomba (*Németh* 1994) is. Az 1990-es évek elején megjelent Dél-Amerikában - Chilében (*Roy és Smith* 1994), majd később Észak-Amerikában - az Amerikai Egyesült Államokban (*Milius* 1999) is.

A vírussal szembeni védekezési stratégia egyik módja a karantén intézkedések betartása, a fertőzött fák kivágása. A beteg növények megsemmisítése költséges és időigényes folyamat, de a kórokozó terjedése szempontjából nem hatásos (*Soriano et al.* 2008). A másik megoldás a rezisztens fajták nemesítése. Kajszi esetében több rezisztens fajtát írtak már le, ilyenek az amerikai 'Stark Early Orange', 'Orange Red', 'Goldrich', 'Aurora', és 'Stella'; a kanadai 'Harlayne'; a görög 'Lito' és 'Pandora' és néhány új cseh fajta (*Martínez-Gómez et al.* 2000). A rezisztenciaforrásként ajánlott fajták listáján sok kanadai és amerikai fajta szerepel, ebből *Badenes et al.* (1996) arra következtettek, hogy a PPV rezisztencia eredeti forrása az ázsiai génállományban keresendő, mivel az amerikai nemesítési programokban sokszor használtak fel ázsiai eredetű fajtákat, illetve vad fajokat, mint például a *Prunus mandshurica*-t.

Több elképzelés is létezett a rezisztencia kialakításáért felelős gének számát illetően. *Dosba et al.* (1988) a nyolcvanas évek végén egy sokgénés modellt dolgoztak ki. A legújabb kutatások azonban egyre inkább azt erősítik meg, hogy a rezisztencia kialakításában egy gén játssza a főszerepet (*Vilanova et al.* 2003). Kajszinál fajon belüli keresztezések alapján számos kapcsoltsági térképet készítettek. Az első kis denzitású térképet, amely PPV rezisztencia lókuszt tartalmaz *Hurtado et al.* 2002-ben fejlesztették. Az új generációs térképek főképp kodomináns SSR markereket tartalmaznak, melyek a PPV rezisztencia lókuszt helyének pontosabb meghatározását teszik lehetővé (*Lambert et al.* 2007, *Soriano et al.* 2008, *Dondini et al.* 2011).

A rezisztenciáért felelős fő gén a *Prunus* fajok kapcsoltsági térképein az 1. kapcsoltsági csoporton belüli *PPVres1* lókusztban található (*Vera Ruiz et al.* 2011). Mára a PPV rezisztencia lókuszt helyét leszűkítették a 'Lito' fajta esetében 7,3 és a 'Goldrich' fajta esetében 5,9 cM-os régióra (*Soriano et al.* 2011).

Fás növények rezisztencianemesítése abban az esetben lehet hatékony, ha a nemesítő rendelkezik azokkal a markerekkel, amelyek lehetővé teszik a korai szelekciót.

*Zhebentyayeva et al.* (2008) öt SSR markert (Aprigms18, Aprigms24, EPDCU5100, srrPa-CITA5, srrPaCITA17) használtak a rezisztenciaallél kövételére. Számos marker közül azonban csak néhány bizonyult alkalmasnak a re-

zisztens és fogékony genotípusok elkülönítésére. *Soriano et al.* által 2008-ban vizsgált markerek közül kettő (*ssrPaCITA5* és *ssrPaCITA17*) működött megfelelően. 2011-ben újabb három markerrel (*PGS1.21*, *PGS1.23* és *PGS1.24*) végzett vizsgálatok mutattak biztató eredményeket (*Soriano et al.* 2011).

### Anyag és módszer

A mintavétel a BCE Genetika és Növénynevelés Tanszék soroksári kísérleti telepén történt. A begyűjtött mintákból az OMEGA cég által forgalmazott SP Plant Mini Kit segítségével vontuk ki a DNS-t, amelynek minőségét Nanodrop ND-1000 készülék segítségével ellenőriztük.

*Zhebentyayeva et al.* (2008), valamint *Soriano et al.* (2011) cikkei alapján mikroszatellit markereket (*Aprigms 18*, *Aprigms 24*, *ssrPaCITA5*, *ssrPaCITA17*, *EP5100*, *PGS1.21*) tesztelünk rezisztens ('Aurora', 'Stella', 'Goldrich', 'SEO', 'Betinka', 'Harlayne') és fogékony ('M604', 'Magyarkajszí C.235', 'Silvercot', 'Bergeron') kajszfajtákon a rezisztencia kimutatására. A PCR reakciót követően a kapott PCR termékeket előzetesen agaróz gélelektroforézissel ellenőriztük, majd a termékeket fragmentumhossz analízisre küldtük (1. táblázat). A *PGS1.21* primerpár esetében a kapott fragmentumokat 3%-os *MetaPhor* agarose gélen választottuk el.

A fajták tesztelését követően rezisztens és fogékony szülők keresztezéséből származó hasadó hibrid nemzedékeket ('Goldrich' × 'M604'; 'Aurora' × 'Ceglédi óriás'; 'Pannónia' × 'Orange Red') vizsgáltunk az előzőekben a rezisztencia követésére alkalmasnak ítélt primerekkel. A fent említett szülőpárok közül a 'Goldrich' az 'Aurora' és az 'Orange Red' hordozza a rezisztenciagént. Hasadó populációk tesztelésénél a kapott mintákat *ssrPaCITA5* és *EP5100* primerek esetében 8%-os poliakrilamid gélen ezüsfestéssel, *PGS1.21* primer esetében pedig 3%-os *MetaPhor* agarose gélen tettük láthatóvá.

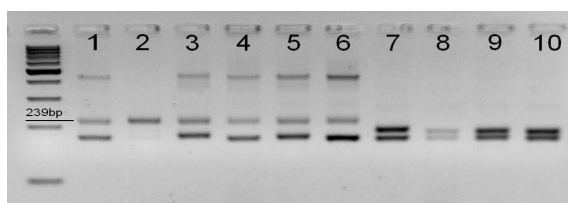
### Eredmények és következtetések

A kapott értékeket és gélmintázatokat elemezve megállapítható hogy a tesztelt hat primerpárból (*Aprigms 18*; *Aprigms 24*; *ssrPaCITA5*; *ssrPaCITA17*; *EP5100*; *PGS1.21*) három (*ssrPaCITA5*; *EP5100*; *PGS1.21*) bizonyult alkalmasnak a rezisztens és fogékony fajták elkülönítésére. Az 1. táblázatban látható, hogy az *ssrPaCITA5* primer esetében a 119 bázis hosszúságú, az *EP5100* primer esetében a 174 bázis hosszúságú fragmentumokat hordozó fajták rezisztensek. Az ilyen méretű fragmentumok nem jelennek meg a fogékony fajtákban. Az *ssrPaCITA17* primer esetében a rezisztens fajták egy 165 bázis hosszúságú fragmentumot hordoznak, ez azonban a 'Stella' fajta esetében nem látható. *Soriano et al.* (2011) szerint a *PGS1.21* lókuszbán a 239bp hosszúságú fragmentum jelenléte kapcsolatban van a rezisztenciával. Saját adataink alátámasztják ezt a megállapítást (1. ábra). További tesztelésnek vetettük alá a *PGS1.21* lókuszból az alléljait kimutató primerpárt, amely során csak a PPV tüneteket egyértelműen mutató hibrideket vizsgáltuk. A várt eredménynek megfelelően a 239bp hosszúságú fragmentumot nem kaptuk meg.

A hasadó hibridpopulációk tesztelése során a kapott PCR termékeket nagyfelbontású poliakrilamid gélen, valamint 3%-os *MetaPhor* agarose gélen elválasztva (2. ábra), a rezisztens és fogékony egyedekre a várt 1:1-es hasadási arányt kaptuk (2. és 3. táblázat). Ez az eredmény azt az állítást erősíti meg, hogy a PPV rezisztencia kajsziiban egy domináns gén szabályozása alatt áll. A kísérletben alkalmazott rezisztencia donorok heterozigóták erre a tulajdonságra nézve.

1. táblázat Rezisztens és fogékony fajták elkülönítése fragmenshossz analízis alapján

Kajszfajták		Primerek									
		Aprigms 18		Aprigms 24		ssrPaCITA5		ssrPaCITA17		EP5100	
PPV-rezisztens	'Aurora'	195	201	335	335	119	132	165	179	172	174
	'Stella'	193	213	335	352	119	119	151	185	174	174
	'Goldrich'	197	213	335	327	119	132	165	200	172	174
	'SEO'	191	216	335	331	119	134	165	192	180	174
	'Betinka'	190	194	335	331	119	115	165	192	172	174
	'Harlayne'	201	215	335	335	119	132	165	179	172	174
PPV-fogékony	'M604'	180	201	326	335	132	132	161	179	172	172
	'Magyarkajsi C.235'	186	216	335	352	115	132	161	179	163	171
	'Silvercot'	191	201	332	352	115	134	161	183	172	180
	'Bergeron'	186	201	352	352	115	115	161	183	172	172



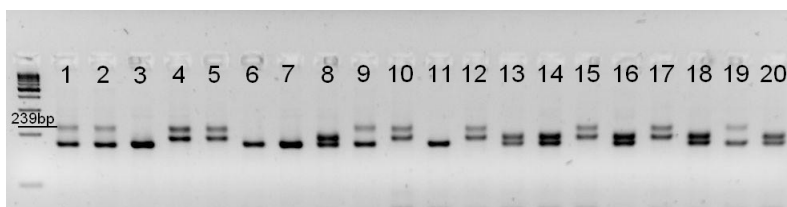
1. ábra PGS1.21 primer tesztelése rezisztens és fogékony fajtákon (1: 'Aurora', 2: 'Stella', 3: 'Goldrich', 4: 'Stark Early Orange', 5: 'Betinka', 6: 'Harlayne', 7: 'M604', 8: 'Magyarkajsi C.235', 9: 'Silvercot', 10: 'Bergeron')

2. táblázat Hasadási arányok a tesztelt hibrideken (db)

primerek / szülők	ssrPaCITA5		EP5100		$\chi^2$	P=0,05
	119bp allél jelen van	119bp allél nincs jelen	174bp allél jelen van	174bp allél nincs jelen		
'Goldrich' × 'M604'	8	12	8	12	0,8	3,84
'Aurora' × 'Ceglédi óriás'	9	11	9	11	0,2	3,84

3. táblázat Hasadási arányok a tesztelt hibrideken PGS1.21 primerrel (db)

primer / szülők	PGS1.21		$\chi^2$	P=0,05
	239bp allél jelen van	239bp allél nincs jelen		
'Aurora' × 'Ceglédi óriás'	30	29	0,03	3,84
'Orange Red' × 'Pannónia'	23	35	2,48	3,84



2. ábra 'Aurora' × 'Ceglédi óriás' hibrdek eloszlása a 239bp hosszúságú fragmentum (rezisztencia) szerint

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a TÁMOP 4.2.1./B-09/01/KMR/2010-0005, a TÁMOP -4.2.2/B-10/1-2010-0023, a TÉT 12 CN-1-2012-0037 és a Növényi genetikai erőforrások ex-situ megőrzése projektek támogatásával készült.

### Irodalom

- Atanasoff, D. (1932): Plum pox. A new virus disease. *Ann. Univ. Sofia, Fac. Agric. Silv.*, **11**, 49-69.
- Badenes, M.L., Asins, M.J., Carbonell, E.A., Glacer, G. (1996): Genetic diversity in apricot, (*Prunus armeniaca* L.), aimed at improvement of resistance to plum pox virus. *Plant Breed.*, **115**, 133–139.
- Capote, N., Cambra, M., Llácer, G., Petter, F., Platts, L.G., Roy, A.S., Smith, I.M. (2006): Current status of Plum pox virus and sharka disease worldwide. *EPPO Bulletin*, **36**, 205–218.
- Dondini, L., Lain, O., Vendramin, V., Rizzo, M., Vivoli, D., Adami, M., Guidarelli, M., Gaiotti, F., Palmisano, F., Bazzoni, A., Boscia, D., Geuna, F., Tartarini, S., Negri, P., Castellano, M., Savino, V., Bassi, D., Testolin, R. (2011): Identification of QTL for resistance to plum pox virus strains M and D in Lito and Harcot apricot cultivars. *Mol Breed.*, **27**, 289–299.
- Dosba, F., Lansac, M., Maison, P., Massonnie, G., Audergon, J.M. (1988): Tolerance to plum pox virus in apricot. *Acta Hort*, **235**, 275–281.
- Dunez, J. (1986): Primary observations on virus and virus-like diseases of stone-fruit trees in the Mediterranean and Near East countries. *FAO Plant Protection Bulletin*, **34** (1), 43–48.
- Hurtado, M.A., Romero, C., Vilanova, S., Abbott, A.G., Llácer, G., Badenes, M.L. (2002): Genetic linkage maps of two apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L.) and mapping of PPV (sharka) resistance. *Theor Appl Genet.*, **105**, 182–191.
- Lambert, P., Dicenta, F., Rubio, M., Audergon, J.M. (2007): QTL analysis of resistance to sharka disease in the apricot (*Prunus armeniaca* L.) ‘Polonais’ 9 ‘Stark Early Orange’ F1 progeny. *Tree Genet Genomes*, **3**, 299–309.
- Martínez-Gómez, P., Dicenta, F., Audergon, J.M. (2000): Behaviour of apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars in the presence of sharka (plum pox potyvirus): a review. *Agronomie*, **20**, 407–422.
- Milius, S. (1999): First plum pox turns up in North America. *Sciences News*, **156** (21), 325.
- Németh, M. (1994): History and importance of plum pox in stone-fruit production. *EPPO Bulletin*, **24** (3), 525–536.
- Roy, A.S., Smith, I.M. (1994): Plum pox situation in Europe. *EPPO Bulletin*, **24** (3), 515–523.
- Soriano, J.M., Domingo, M.L., Zuriaga, E., Romero, C., Zhebentyayeva, T., Abbott, A.G., Badenes, M.L. (2011): Identification of simple sequence repeat markers tightly linked to plum pox virus resistance in apricot. *Mol Breeding*, **30**, 1017–1026.
- Soriano, J.M., Vera-Ruiz, E.M., Vilanova, S., Martínez-Calvo, J., Llacer, G., Badenes, M.L., Romero, C. (2008): Identification and mapping of a locus conferring plum pox virus resistance in two apricot improved linkage maps. *Tree Genet Genomes*, **4**, 391–402.
- Zhebentyayeva, T.N., Reighard, G.L., Lalli, D., Gorina, V.M., Krška, B., Abbott, A.G. (2008): Origin of resistance to plum pox virus in Apricot: what new AFLP and targeted SSR data analyses tell. *Tree Genetics & Genomes*, **4**, 403–417.
- Vera Ruiz, E.M., Soriano, J.M., Romero, C., Zhebentyayeva, T., Terol, J., Zuriaga, E., Llacer, G., Abbott, A.G., Badenes, M.L. (2011): Narrowing down the apricot Plum pox virus resistance locus and comparative analysis with the peach genome syntenic region. *Mol Plant Pathol*, **12**, 535–547.
- Vilanova, S., Romero, C., Abbott, A.G., Llacer, G., Badenes, M.L. (2003): An apricot (*Prunus armeniaca* L.) F2 progeny linkage map based on SSR and AFLP markers, mapping Plum pox virus resistance and self-incompatibility traits. *Theor Appl Genet*, **107** (2), 239–247.

## AGROBIOTECHNOLÓGIA A BÚZA (*Triticum aestivum* L.) ÉS KUKORICA (*Zea mays* L.) SZELEKCIÓBAN

PEPÓ PÁL, TÓTH SZILÁRD, KOVÁCSNÉ OSKOLÁS HENRIETT

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Központ, MÉK Növénytudományi Intézet, Genetika Csoport, Debrecen

A búza és kukorica genetikai programunk végrehajtása során a hatékonysági mutatók javítására törekedtünk. Kísérletünkben négy különböző szacharózkoncentrációt (45, 60, 75, 90 g/l) és négy különböző maltózkoncentrációt (65, 100, 135, 170 g/l) alkalmaztunk a 'Pavon 76' tavaszi búzafajta kallusz indukciójához és a növények regenerációjához. A zöld növények aránya a koncentráció növekedésével lineárisan növekedett, szacharóz esetében 90 g/l-nél volt a legnagyobb (22,3%), míg maltóznál 170 g/l-nél az átültetett kalluszokra vonatkoztatva (31,7%).

Vizsgálataink során magas antioxidáns tartalmú BM (Black Mexican) és az ANB1, illetve saját nemesítésű beltenyésztett vonalainkat (S1 és P49/1) vizsgáltuk, valamint ezen vonalak back-cross utáni nemzedékeit. Meghatároztuk az antioxidáns és flavon tartalmat Folin-Ciocalteu módszerrel. Nagymértékű különbség volt kimutatható a kukorica genotípusok antioxidáns tartalma között. Az általunk vizsgált kukoricahibridek antioxidáns tartalma 60,29%-kal, míg flavon tartalma 53,11%-kal volt alacsonyabb a kék szemszínű kukorica hibridekhez képest. A legmagasabb antioxidáns értékkel a BM vonal rendelkezett (168,0 mg), míg legalacsonyabb értéket az S1 szülői vonal adta. Az antioxidáns és flavon tartalom növekedése már az első utódnemzedékben kimutatható volt. A második utódnemzedékben kismértékben csökkent az antioxidáns tartalom, amely még mindig magas értéket mutatott.

**Kulcsszavak:** haploid kultúra, őszi búza, antioxidáns tartalom, kukorica

## AGROBIOTECHNOLOGY IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.) AND MAIZE (*Zea mays* L.) SELECTION

P. Pepó, Sz. Tóth, H. Oskolás Kovácsné

University of Debrecen, Faculty of Agricultural Food Sciences and Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Group of Genetics Sciences, Debrecen

During the elaboration of our wheat and maize genetic programs, we addressed the improvement of efficiency parameters. The study was designed to examine the effects of four sucrose concentrations (45, 60, 75, 90 gL<sup>-1</sup>) and four maltose concentrations (65, 100, 135, 170 gL<sup>-1</sup>) on callus induction, plant regeneration in case of the 'Pavon 76' spring wheat cultivar. The green plant ratio showed a linear correlation with the concentration, being the highest (22.3 green plants/100cultured calli) at 90 gL<sup>-1</sup> fructose and that (31,7%) at 170 gL<sup>-1</sup> maltose.

High antioxidant content BM (Black Mexican) and ANB1, in addition our own inbred lines (S1 and P49/1), and those back cross hybrids were examined. Antioxidant and flavonoid content were determined by Folin-Ciocalteu method. Significant differences were observed among antioxidant content of maize genotypes. Antioxidant and flavonoid contents of our maize hybrids (60,29% and 53,11%) were lower than that of blue maize hybrids. The highest antioxidant content was in BM line (168,0 mg), while the lowest antioxidant content was measured in S1 parental line. Increase of antioxidant and flavonoid contents were observed in the first generation. In the second generation antioxidant content decreased in a small scale, but it was still high.

**Key words:** haploid culture, winter wheat, antioxidant content, maize

## Bevezetés

**Agrobiotechnológia a búzánál:** A hagyományos nemesítési módszerek a búzánál idő-, tér- és munkaigényesek. A pollen- és portoktenyészetek sikeres alkalmazásával 100 %-ban homozigóta növények előállítására van lehetőség igen rövid idő alatt. A búzánál a haploid technika alkalmazását korlátozza, hogy a mikrospórákból indukált kalluszok és növények száma alacsony, továbbá az, hogy magas az albinó növények aránya. A zöld haploid növények megjelenése a portok tenyészet alkalmazásánál három komponenstől függ: a kezelt antérák embrioid produkciójától, az embrioidokból történő növényregenerációtól és a zöld növények százalékatól (*Szakács et al.* 1989). Ezeket a komponenseket a donor növény heritabilitása határozza meg, de környezeti tényezők is befolyásolják.

*Lantos Cs.* és munkatársai vizsgálataikban megállapították, hogy a genotípus nagymértékben hat a zöld növénykéek számára zöld növénykéek/100 portok tekintetében. A regenerált zöld növénykéek mennyisége nagy variabilitást mutatott (0,04-28,67 zöld növény/ 100 portok). A nemesítési programok között nem mutattak ki nagymértékű különbséget azonban az évjárat szignifikáns hatását figyelték meg a regenerált albinó növénykéek számára vonatkozóan (*Lantos* 2013).

A portok tenyésztés széles körű alkalmazásának limitáló tényezője az, hogy a zöld növények kis számban regenerálhatók. A kutatók figyelme ennek következtében elsősorban annak a vizsgálatára irányult, hogy a táptalaj összetevői hogyan hatnak a zöld növények arányára (*Zhou* 1990).

Az őszi búzánál alkalmazott hagyományos nemesítési eljárások hatékonyságának növelésére „Pavon-76” tavaszi búzával modellkísérletet végeztünk. Az in vitro kísérlet célja az volt, hogy megvizsgáljuk, hogy a búza antéra kultúrával előállított zöld növények aránya milyen mértékben függ a különböző táptalaj komponensektől.

**Agrobiotechnológia a kukoricánál:** Az elmúlt néhány évtizedben növekvő érdeklődés mutatkozott a teljes kiőrlésű gabonák potenciális egészségjavító hatása iránt. Ennek ellenére minimális figyelem irányult a kukorica és a kukorica termékek egészségjavító hatása felé. Az antociánok és a flavonoid pigmentek a növényi termékekben nagy változatosságban állnak rendelkezésre. Ezek nemcsak potenciális színezékanyagok, hanem antioxidáns aktivitással is rendelkeznek. Nagy előnyük, hogy egészségügyi szempontból is biztonságos a felhasználásuk; nem toxikusak és nincs mutagén hatásuk (*Pascual Teresa et al.* 2002). Az antioxidánsok olyan vegyületek, amelyek képesek az élő szervezetben is a keletkező szabad gyökökkel reakcióba lépni, azok káros hatását csökkenteni. Az antioxidánsok különböző típusai ismeretesek a gabonaszemekben. A kék, lila és vörös szemszínű kukoricák gazdag antioxidáns és bioaktív tulajdonságokkal rendelkeznek (*Del Pozo Insfran et al.* 2006). Kutatómunkánk során arra kerestük a választ, hogy a kukorica (*Zea mays* L.) nemesítésben hogyan tudjuk az antioxidáns tartalmat növelni.



### Anyag és módszer

**Haploid kultúra alkalmazása a búza esetében:** A Pavon - 76<sup>o</sup> tavaszi búza donor növényekből az egymagvas mikrospórákat tartalmazó portokokat kimetszettük, majd ezt követően folyékony indukciós táptalajra helyeztük. Standard indukciós táptalajnak P4 (Potato) folyékony médiumot használtuk. A kalászokat random módon válogattuk ki, minden egyes petricsészébe 100 antéra került, a kezeléseket négy ismétlésben végeztük el. Az antérákat negyven napig 26-28 °C-os sötét inkubátorban tartottuk. A kallusz indukciós gyakoriságot a 100 db antérából nyert kalluszok száma adta 40 napos iniciációt követően. Amikor a portokokból indukált embriók elérték az 1 mm átmérőt, „190-2” növényregeneráló táptalajra helyeztük. A standard regenerációs médium 30 g/l szacharózt és 6 g/l agarózt tartalmazott. A regenerációs táptalaj nem tartalmazott növekedésszabályozót (PGR). A kalluszokat a 30-40. napon helyeztük regenerációs táptalajra, a kalluszok méretétől függően. A kalluszok szobahőmérsékleten fejlődtek 150-180 µmol foton-m-2-s-1 floureszcensz megvilágítás és 16 órás fotoperiodus mellett. 30 nap elteltével a regenerációs táptalajon a kalluszokból fejlődött albinó és zöld növények számát rögzítettük

**Antioxidáns tartalom vizsgálata a kukorica esetében:** A vizsgálatok növényi anyagát a magas antioxidáns tartalmú kukoricavonalak, az ANB1 és a BM (Black Mexican), illetve a már korábban tanulmányozott kiváló kombinálódó képességet mutató elit beltenyésztett vonalaink; az S1 és a P49/1 back-cross szülői partnerként, valamint ezek visszakereszteszés utáni nemzedékei (ANB1 x S1) F<sub>1</sub>, (BM x P49/1) F<sub>1</sub> és a (ANB1 x S1)xS1 F<sub>2</sub>, (BM x P49/1) x P49/1 F<sub>2</sub> képezték. A magas antioxidáns tartalom kialakulásáért felelős géneket tartalmazó BM és ANB1 vonalak donor partnerként, míg az S1 és a P49/1 rekurrens szülőként szerepeltek a visszakereszteszésben. A sortávolságot 70 cm, a tőtávolságot 20 cm-re állítottuk be, parcellánként 50 növény elhelyezésére került sor. Az állományokból betakarítás során 6 mintacsövet vettünk, a szemekből 10 g átlagmintát különítettünk el. A vonalak és a visszakereszteszések utáni hibridnemzedékek kukoricaszemeinek összefoglaló tartalmát (antioxidáns aktivitás, [mg GAE/100 g]) határoztuk meg Folin-Ciocalteu módszer alapján (Meda et al, 2005).

### Eredmények és következtetések

**Haploid kultúra alkalmazása a búza esetében:** Kísérletünkben négy különböző szacharózkoncentrációt (45, 60, 75 és 90 g/l) és négy különböző maltózkoncentrációt (65, 100, 135 és 170 g/l) alkalmaztunk a kalluszok indukciójához és a növények regenerációjához.

A kallusz indukciós válasz a „Pavon-76” genotípusnál szacharóz alkalmazása esetén kedvezőbb volt, mint a maltóz esetén. A „Pavon-76” fajta alapvetően lineáris válaszreakciót mutatott a szacharóz és maltóz koncentrációjának emelésére. A kalluszindukció nagymértékben növekedett, amikor a szacharóz és maltóz koncentrációját növeltük, amíg az indukciós táptalajban a szacharóz a 90 g/l, továbbá a maltóz a 135 g/l koncentrációt elérte. Az indukciós táptalaj cukor koncentrációjának növelésével különböző válaszreakciókat kaptunk a növényi regenerációra vonatkozóan, a regeneráció a különböző szacharóz- és maltózkoncentrációjú táptalajok esetén 50,4-51,4 %, illetve 40,9-48,0 % volt száz darab kalluszra vonatkoztatva. A zöld növények aránya a koncentráció növekedésével lineárisan növekedett, szacharóz esetében 90 g/l-nél volt a legnagyobb (22,3 %), míg maltóznál 170 g/l-nél 31,7 % az átültetett kalluszokra vonatkoztatva. Ezek az értékek azonban külön-külön sem tértek el szignifikánsan a 75 g/l szacharóz, illetve a 135 g/l maltózkoncentráció esetében tapasztaltaknál (1. táblázat).

1. táblázat In vitro indukció és regeneráció különböző szénforrások esetén

Táptalajban lévő szénforrás [g/l]	Indukciós táptalajra helyezett antérák száma [db]	Antérákból fejlődő kallusok száma [db]	Embriogén kallusok száma [db]	Embriogén kallusokból létrejött hajtások száma [db]	
				Zöld	Albínó
Szacharóz 45	400	276	139	31	108
60	400	548	278	82	196
75	400	912	504	188	316
90	400	1268	659	283	376
Maltóz 65	400	176	72	18	54
100	400	448	233	91	142
135	400	780	372	240	132
170	400	840	403	266	137

### Antioxidáns tartalom vizsgálata a kukorica esetében

Vizsgálataink alapján nagymértékű különbség mutatható ki az egyes kukorica genotípusok vízdoldható antioxidáns tartalma között. Az ANB1-S1 és BM-P49/1 back-cross rendszerekben határoztuk meg a különböző genotípusok antioxidáns aktivitását. Az ANB1 vonal magasabb összes antioxidáns tartalmat (134 mg) mutatott és a flavonok mennyisége (21,17 mg) is nagyobb volt a rekurrens S1 vonalhoz képest (18,81 mg), mely tulajdonság a visszakeresztezéssel létrehozott (ANB1 x S1) F<sub>1</sub> nemzedékben is megjelent. A BM vonal antioxidáns tartalma magasabb értéket mutatott (168 mg), mint az ANB1 vonal (134 mg). Flavon tartalma is magasabb volt, mint a visszakeresztezésre alkalmazott rekurrens P49/1 szülőé. Ebben a rendszerben két visszakeresztezett nemzedék értékelését végeztük el. A magas antioxidáns tartalom megmaradt a visszakeresztezés utáni nemzedékekben (F<sub>1</sub> 160 mg; F<sub>2</sub> 141 mg) a rekurrens szülővel szemben. A második visszakeresztezett nemzedékben kismértékben csökkent ugyan az antioxidáns tartalom (141 mg), viszont az értékek magasak maradtak. A vizsgált vonalaink és hibridjeink közül a legmagasabb antioxidáns értékkel a BM vonal rendelkezett (168,0 mg), míg a legalacsonyabb értéket az S1 szülői vonal mutatta (91,6 mg) (2.táblázat). Az általunk vizsgált sárga szemszínű kukoricahibridek antioxidáns tartalma 60,29%-kal, míg flavon tartalma 53,11%-kal volt alacsonyabb a kék szemszínű kukoricahibridek értékeinél.

## BÚZA ÉS KUKORICA AGROBIOTECHNOLÓGIA

2. táblázat Az összes antioxidáns tartalom és a flavonok mennyisége az ANB1xS1 és a BMxP49/1 back-cross rendszerben

	Antioxidáns			Flavon		
	tartalom	relatív %	abszolút érték	tartalom	relatív %	abszolút érték
<b>S1</b>	91,6	100,00	-	18,81	100,00	-
<b>ANB1</b>	134,0	146,28	42,4	21,17	112,54	2,36
<b>(ANB1xS1)F<sub>1</sub></b>	121,0	131,00	29,4	25,42	135,14	6,61
<b>SzD<sub>5%</sub></b>	6,25			2,73		
<b>P49/1</b>	96,8	100,00	-	18,81	100,00	-
<b>BM</b>	168,0	173,55	71,2	36,44	193,72	17,63
<b>(BMxP49/1)F<sub>1</sub></b>	160,0	165,28	63,2	32,44	172,46	13,63
<b>(BMxP49/1)xP49/1F<sub>2</sub></b>	141,0	145,66	44,2	27,35	145,01	8,54
<b>SZD<sub>5%</sub></b>	4,34			3,22		

### Irodalom

- Del Pozo Insfran, D., Brenes, H. C., Serna Saldivar, O. S., Talcott, T. S. (2006): Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays* L.) products. *Food Research International*. **39**:696-703.
- Lantos, Cs., Bóna, L., Pauk, J. (2013): Populációgenetikai vizsgálatok búza (*Triticum aestivum* L.) és tritikále (*X Triticosecale Wittmack*) in vitro portoktenyésztésben. *XIX. Növénynevelési Tudományos Napok*, Keszthely 56. ISBN 978-963-9639-50-8
- Meda, A. Lamien, CE., Romito, M., Millogo, J. Nacoulma, OG. (2005): Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem.* **91**: 571-577.
- Pascual Teresa, D. S., Santos Buelga C., Rivas Gonzalo, C. J. (2002): LC-MS analysis of anthocyanins from purple corn cob. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **82**:1003-1006.
- Szakács, E., Kovács, G., Pauk, J., Barnabás, B. (1989): Substitution analysis of callus induction and plant regeneration from anther culture in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Cell Rep.*, **7**: 127-129.
- Zhou, H. (1990): Influence of the physical condition of induction media on the culture response of wheat (*Triticum aestivum* L.) anthers. *M. S. Thesis*. Washington State Univ., Pullman. 12.

## ŐSZI ÁRPAFAJTÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA KÜLÖNBÖZŐ VETÉSIDŐKBEN

PUSKÁS ÁRPÁD, CZIBALMOS ÁGNES, GYŐRI ZOLTÁN, JÓVÉR JÁNOS

Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutató Intézet, Karcag

Az őszi árpa termesztés hazai területi arányai az utóbbi években fokozatosan emelkedtek és lassan megközelítik az állatállományhoz viszonyított kedvező szintet. A vetésterületben elfoglalt – kukorica és őszi búza utáni – harmadik helye jelzi a takarmányozásban betöltött fontos szerepét. A termesztés sikerét tekintve a korábbi gyakorlattól eltérően mára jelentősen megváltozott az őszi árpa vetési ideje. A szeptemberi vetést ma már szinte senki sem tartja kedvezőnek, mivel a jórészt enyhe –néha kifejezetten meleg – őszi időjárásban egyrészt túlfejlődésre számíthatunk, aminek későbbi káros kórtani következményei lesznek, másrészt a vírus vektorok tömeges megjelenése súlyos fertőzéseket okozhat az állományokban, ami jelentős termésvesztést eredményezhet. Az optimális vetéside megállapítása ezért ismét a vizsgálatok fókuszába került. Sokat változtak a köztermesztésbe kerülő fajták is. Télállóságuk mérhetően javult a korábbi fajtákhoz képest, valamint a kezdeti fejlődés gyorsabb üteme is a későbbi vetés irányába történő elmozdulást segítette elő. Az általunk vizsgált 14 őszi árpa fajtánál a három év értékelésekor jól érzékelhető a termés vizsgálat mellett a fajták közötti fehérjetartalom különbség, ami az egyes évjáratokat megvizsgálva is figyelemre méltó eredményeket mutatott. Ezek alapján a fajtákat jól elkülönített csoportokba sorolhatjuk. Jelen cikkben ennek a vizsgálatnak az eredményeit dolgoztuk fel.

**Kulcsszavak:** fehérjetartalom, évjáráthatás, télállóság.

## COMPARISON OF WINTER BARLEY VARIETIES IN DIFFERENT SOWING TIMES

Á. PUSKÁS, Á. CZIBALMOS, Z. GYŐRI, J. JÓVÉR

University of Debrecen CAS Karcag Research Institute, Karcag

The growing area of winter barley has gradually increased in the past years in Hungary and has almost reached the ideal level from the point of view of animal husbandry. At present, it ranks third after corn and winter wheat regarding sowing area size which indicates its importance in feeding. Its sowing time has radically changed compared to the former practice. Nobody considers sowing barley in September ideal any more since the predominantly mild, sometimes distinctly warm fall weather might result in excessive development which might lead to pathological consequences later. Additionally, the massive appearance of virus vectors could bring virus infections in the stocks that might result in general yield loss or decrease. Thus, optimal sowing time is once again in the focus of attention. There have been considerable changes in the varieties that are part of general production as well. Their resistance to winter cold has improved and their faster initial growth has also moved the production process toward a later sowing time. Beside their yields, there has been a radical difference in the protein content of the fourteen different autumn barley varieties examined in our experiment for three consecutive years. This factor shows considerable results in the yearly data as well. Based on this parameter, the breeds can be grouped into well distinguishable classes. The results of this test are summarized in the present study.

**Key words:** protein content, year effect, winterhardiness

## Bevezetés

A kísérlet elsődleges céljaként a különböző genetikai háttérű őszi árpa fajták eltérő vetésidőben történő, fehérjetartalom változásainak vizsgálatát jelöltük meg. A köztermesztésben fontos szempont, hogy az adott termőhelyi, agroökológiai viszonyok mellett melyek azok a fajták, amelyek leginkább tolerálják a kései vetést, amivel egyben a vírusok által okozott károk – elsősorban BYDV – is elkerülhetőek és az eltérés ellenére a termés mennyiségben sem tapasztalunk jelentős kiesést. A növénynevelés az intenzív fajták kialakítása során a terméseredményekkel párhuzamosan már a kezdetektől fogva a télállóság és a technológiai állóképesség mellett kiemelt figyelmet szentel a legfontosabb kórokozókkal szembeni ellenállóképesség kialakítására, valamint a fehérjetartalom alakulására. Hagyományos nemesítési eljárásokkal jelenleg a vírusok elleni örökletes rezisztencia kialakítása nem megoldott. Így hozható összefüggésbe a télállóságra való törekvéssel a vetésidő, mint a vírusok elleni egyik hatékony védekezés. Az enyhe őszi időjárás esetén fennáll a túlbokrosodás következményeként jelentkező kórtani fertőzések fokozottabb veszélye (lisztharmat, fuzárium, rozsda), de a legnagyobb veszélyt mégis a betelepülő vírusvektorok által terjesztett vírusok jelentik (Pocsai *et al.* 1989, Nagy-Milinkó 1986, Szunics *et al.* 2002). A túlfejlődött állományok különösen veszélyeztetve vannak, ha a hótakaró alatt hosszabb időt töltenek. Ilyenkor a növények légzése során a CO<sub>2</sub>-koncentráció megnövekszik, és az aktív gombákkal együtt komoly kipállásokhoz vezethet (Tomcsányi-Turcsányi 2005) Ezt a folyamatot nagymértékben a *Microdochium nivale* (korábbi besorolás szerint *Fusarium nivale*) kártétele okozza (Tomcsányi 1996). A legjobb azonban, ha nem alakul ki az a mikroklíma, amely segíti a növényeken a fertőzés kialakulását és elterjedését. Ezt a fejlettségi állapotot tudjuk befolyásolni az optimális vetésidő alkalmazásával és a helyi viszonyokhoz legjobban alkalmazkodó fajták kellő körültekintéssel való kiválasztásával. A beltartalmi értékek alakulására, a tápanyagellátáson kívül egyik legerősebb az évjáratok hatása (Győri Z. 1998) és a fajták tápanyag hasznosítása. Kísérletünket adott évben, azonos tápanyagellátottság mellett végeztük, így a kialakult fehérjetartalom különbségeket ebben az esetben az eltérő genetikai háttérű fajtáknak és a vetési idők különbségének hatásaként értékeltük. A termesztéstechnológia során a különböző tényezők (ökológiai, biológiai-genetikai, agrotechnikai) nem azonos módon, mértékben hatnak a különböző gabonafajok termés mennyiségére és termésminőségére (Pepó P., Sárvári M. 2011.)

## Anyag és módszer

A szántóföldi kísérlet beállítását a Debreceni Egyetem ATK Karcagi Kutató Intézet kísérleti területén végeztük 2010-2013 között. A tenyészert talajviszonyai jellemzően réti csernozjom talajtípusba tartoznak, melyre a helyi viszonyoknak megfelelően átlagos kötöttség

## ŐSZI ÁRPA FAJTÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

---

tekintetében 47-52 AK és 2,7-3,2 % humusztartalom jellemző. A vizsgált években három eltérő időjárási viszonytalálkoztunk. Első évben jóval az átlagos feletti csapadék, második évben az átlagosnál enyhébb tél mellett kevesebb csapadék volt jellemző, míg a harmadik évet átlagos csapadék ellátottság és enyhe tél jellemezte. A vetőmag mennyiségét tekintve a korai vetésnél (szeptember 20 előtt) 3,5 millió, az átlagos vetésidőnél (október 5-20 között) 4,5 millió, míg a kései vetésben (november 10-20 között) 5,0 millió élősíra kivetését használtuk egyöntetűen. A vetést Hege 80 típusú kisparcella vetőgéppel végeztük, 9,2 m x 1,51 m-es bruttó parcellákra, ezeket betakarítás előtt 7,2 m x 1,51 m-es-re egalizáltunk a szegélyhatás elkerülése miatt. Mindhárom évben vetéskor ugyanazt a véletlenszerű elrendezést alkalmaztuk, ezzel is csökkentve a szomszédfajta hatást. Elővetemény tekintetében első évben pihentetett terület, második évben őszi takarmány borsó és harmadik esztendőben szegletes lednek volt. Vetés előtti talajművelési munkákat minden esetben forgatás nélküli művelés egyik eszközével, a mulchtillerrel végeztük. A kísérletben számos tulajdonságot értékeltünk, melyek közül most csak a fehérjetartalomra térünk ki. A méréseket a minták nagy száma miatt FOSS Infratech 1241 típusú mérőműszerrel végeztük, meghatároztuk a mért paraméterek legfontosabb statisztikai mutatóit, valamint a mérési és számítási eredmények gyakorisági eloszlását. Az adatfeldolgozást és a számításokat MS Office Excel, illetve R szoftver segítségével végeztük el (R Core Team, 2012).

### Eredmények és következtetések

A mérési és a számítási eredmények alapján elmondható, hogy a vizsgált 14 őszi árpafajta eltérő fehérjetartalmában kimutatott eredmények nagy valószínűséggel a fajtáknak, valamint a fajtákat összehasonlítva az évjáratnak és a vetésidőnek is köszönhetőek. Ezt a feltevést támasztja alá a számos, egymástól jól elkülöníthető adatsor is. A mérési eredmények átlagának összefoglalását az 1-3. táblázat szemlélteti. Megvizsgálva a fajtákat és vetésidőket, megállapíthatjuk, hogy a kései vetés esetében a fajták jelentős részénél tapasztaltunk magasabb fehérjetartalmi értékeket, amit a későbbiekben a statisztikai elemzés is alátámasztott. A mérési eredmények statisztikai összefoglalását a 4. és 5. táblázat szemlélteti.

Az átlagostól lényegesen magasabb fehérjetartalom értékeket tapasztaltunk kései vetésidőben KG Konta, St-1, St-3, St-5, Kunsági 2 és St-10 fajták esetében. Átlagos vetésidőben (október 5-20. között) 2011-ben mért átlagos fehérjetartalom értékeket lényegesen felülmúló eredményeket tapasztaltunk St-2, St-8 és St-10 fajtáknál. 2012-ben a KG Konta, St-3, Kunsági 2 és St-10 fajtáknál volt az átlagtól magasabb a fehérjetartalom; ebben az évben az átlagtól nem volt lényeges eltérés a fajták között. A vizsgált paraméter szempontjából a 2012-es év különbözik a másik kettőtől, mivel ebben az évben fordul elő néhány fajta esetében, hogy az átlagos, vagy a korai vetésidőben (szeptember 20. előtt) magasabb értékeket mértünk. Az eltérés mértéke viszont ezeknél a fajtáknál nem nevezhető jelentős eltérésnek. 2012-es évben a vetésidők közötti kiegyenlítettebb értékeket nagy valószínűséggel a kedvező évjáráthatás eredményezte, ami az itt nem részletezett terméseredményekben is kifejeződött.

A vizsgálati eredményektől függetlenül mindenképp meg kell jegyeznünk, hogy a vizsgálat nem képezheti alapját az optimális vetésidő megállapításának, mivel az lényegesen több szempont figyelembe vételével valósulhat meg.

PUSKÁS ÁRPÁD és mtsai

1-2. táblázat Fajták fehérjetartalma (%) 2011., 2012

2011.	Fehérjetartalom (%)			2012.	Fehérjetartalom (%)		
Fajta	korai vetés	átlagos vetés	kései vetés	Fajta	korai vetés	átlagos vetés	kései vetés
KG Konta	11,43	11,48	15,48	KG Konta	14,65	14,83	14,68
St-1	10,63	11,48	13,83	St-1	14,53	14,03	14,68
KG Puszta	9,83	10,35	14,38	KG Puszta	13,55	13,53	13,50
St-2	11,70	12,20	13,75	St-2	14,85	14,28	14,85
St-3	11,18	12,10	14,55	St-3	14,83	14,58	15,05
St-4	11,15	11,05	14,08	St-4	14,03	14,28	14,20
St-5	10,80	11,73	15,08	St-5	13,80	13,80	14,10
St-6	10,85	10,70	13,73	St-6	14,10	13,95	14,03
Kunsági 2	11,45	11,08	14,98	Kunsági 2	14,68	14,80	14,50
KG Apavár	10,28	10,68	13,80	KG Apavár	13,45	13,55	13,95
St-7	11,03	10,75	14,20	St-7	14,28	14,23	14,18
St-8	10,73	12,33	13,75	St-8	14,33	14,15	14,23
St-9	10,33	11,00	13,75	St-9	14,35	14,40	14,25
St-10	11,05	12,68	13,98	St-10	14,45	14,45	14,15

3. táblázat Fajták fehérjetartalma (%) 2013

2013.	Fehérjetartalom (%)		
Fajta	korai vetés	átlagos vetés	kései vetés
KG Konta	11,80	11,45	15,10
St-1	11,78	11,53	15,33
KG Puszta	11,53	11,10	13,75
St-2	11,73	11,63	14,83
St-3	12,08	11,33	15,35
St-4	11,88	11,60	14,75
St-5	11,65	11,98	14,78
St-6	11,83	11,90	14,55
Kunsági 2	12,05	11,60	15,23
KG Apavár	11,35	10,98	14,08
St-7	11,33	11,20	14,78
St-8	12,15	11,80	14,43
St-9	11,85	11,85	14,20
St-10	12,00	11,70	15,05

A *variancia-analízis* eredményére alapozva az LSD teszt eredményeként elmondható, hogy a vizsgált fajták a fehérjetartalom alapján a következő csoportosításba tehetőek (az azonos csoportjelzéssel ellátott fajták azonos csoportba sorolhatóak a fehérjetartalom alapján):

Az elemzés alapján megállapítható, hogy az „a” csoport jelzésű késői vetésben mért eredmények egyértelműen elkülöníthetőek a „b” jelzésű átlagos – és korai vetésből származó értékektől.

## ŐSZI ÁRPA FAJTÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

4. táblázat Különböző vetésidők csoportosítása a fehérjetartalom alapján

Csoport	vetésidő	átlagos fehérjetartalom (%)
<b>a</b>	kései vetés	14,43
<b>b</b>	átlagos vetés	12,38
<b>b</b>	korai vetés	12,32

SzD<sub>5%</sub> = 0.5287

Az évjáratokat vizsgálva a variancia-analízis eredményére alapozva az LSD teszt eredményeként elmondható, hogy a vizsgált fajták a fehérjetartalom alapján a vizsgálati éveket alapul véve a következő csoportosításba tehetőek:

5. táblázat Különböző évjáratok csoportosítása a fehérjetartalom alapján

Csoport	Év	átlagos fehérjetartalom (%)
<b>a</b>	2012	14,20
<b>b</b>	2013	11,54
<b>b</b>	2011	11,40

SzD<sub>5%</sub> = 0.5457

Az „a” csoport jelzésű 2012-es év eredményei a kedvező évjáráthatásnak köszönhetően elkülöníthetők a „b” jelzésű 2011., és 2013. évi átlagadatoktól.

### Irodalom

- Győri Z. (1998): A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. MTA doktori értekezés, Debrecen. 197. p.
- Novák A., Szabóné Erdélyi É. (2009): Az őszi árpa klimatikus igényei és az éghajlatváltozás. *Gazdálkodás-Agrárökonómiai tudományos folyóirat*. 5. 445 – 448. old.
- Matók Gy., Tomcsányi A. (2005): Az őszi árpa agrotechnikai és fajtahasználat kérdései. *Gyakorlati Agroforum*, 16. évf. 10. sz. 34-39. old.
- Pepó P., Sárvári M. (2011): *Gabonanövények termesztése*. 12. old. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
- Szanyi M. (1992): A genotípus és a vetésidő hatása az őszi árpa levélfelületére I. *Növénytermelés*, (41. évf.) 1. sz. 1-10. old.
- Tomcsányi A., Turcsányi G. (2004): *Az árpa*. Budapest, Akadémiai Kiadó.



## BÚZA KALÁSZFUZÁRIUM-REZISZTENCIAFORRÁSOK AZONOSÍTÁSA KALÁSZKAINJEKTÁLÁSOS INOKULÁCIÓS MÓDSZERREL

PUSKÁS KATALIN, VARGA-LÁSZLÓ EMESE, VEISZ OTTÓ, VIDA GYULA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Mesterséges inokulációs körülmények között vizsgáltuk a nemesítésben potenciális rezisztenciaforrásként hasznosítható külföldi és hazai búza genotípusok kalászfuzárium-ellenállóságát. A legkiválóbb rezisztenciát a távol-keleti tavaszi törzsek körében mutattuk ki, azonban az európai búzák között is azonosítottunk jó II. típusú ellenállósággal rendelkező genotípusokat. A martonvásári nemesítésű őszi búzatörzsek közül legkevésbé az Mv26-09 és az Mv324-11 kalászaiban tudott továbbterjedni a fertőzés, továbbá mérsékelt tüneteket figyeltünk meg az Mv225-11, az Mv213-11, az Mv322-11 és az Mv14-12 törzseknél. A kiválasztott genotípusok az MTA Agrártudományi Kutatóközpont őszibúza-rezisztencianemesítési programjában hasznosulnak.

**Kulcsszavak:** búzanevelés, II. típusú ellenállóság, *Triticum aestivum*

## IDENTIFICATION OF FUSARIUM HEAD BLIGHT RESISTANCE SOURCES IN WHEAT USING SINGLE SPIKELET INOCULATION

K. PUSKÁS, E. VARGA-LÁSZLÓ, O. VEISZ, G. VIDA

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

Fusarium head blight (FHB) resistance of exotic and European wheat genotypes, including breeding lines from Martonvásár, was examined in artificially inoculated field experiment to identify resistance sources for wheat breeding. Spring wheat lines of Far-Eastern origin showed the most excellent type II resistance however, lines presenting moderate FHB symptoms were revealed within the European wheat gene pool, too. Spread of *Fusarium* through rachis was inhibited in Mv26-09 and Mv324-11 in the greatest extent among Martonvásár breeding lines. Mv225-11, Mv213-11, Mv322-11 and Mv14-12 lines were rated as moderately resistant. Selected genotypes can be utilized in the winter wheat resistance breeding programme of the Centre for Agricultural Research.

**Key words:** wheat breeding, type II resistance, *Triticum aestivum*

### Bevezetés

A nemesítési alapanyagok kiválasztása során fontos szempont, hogy a keresztezésekben használt szülői genotípusok változatosak legyenek, hozzájárulva ezzel a termesztett búzafajták körében is a biodiverzitás fenntartásához. A kalászfuzárium-rezisztencia területén végzett kutatásoknak állandó részét képezi az új források keresése (Yu *et al.* 2008).

A kalászfuzáriummal szemben ellenálló búzafajták létrehozása a rezisztencianemesítés egyik legnehezebb feladata. Ezt bizonyítja, hogy több

évtizeden át tartó erőfeszítések ellenére világszerte sem sikerült még olyan kiváló védekezőképességgel bíró minőségi búzafajtákat előállítani, mint az a távol-keleti rezisztenciaforrásokban kimutatható. A munkát jelentősen megnehezíti, hogy az ellenállóság mennyiségi öröklődésű, kialakításában nagyobb és kisebb hatású gének együttesen vesznek részt (*Buerstmayr et al.* 2009), valamint rendkívül összetett tulajdonság, napjainkig hét eltérő típusát írták le búzában. A fertőződés mértékére ráadásul a növény több fenotípusos jellemzője (pl. szálkázottság, növénymagasság) szintén hatással lehet (*Mesterházy* 2002).

A kalászfuzárium-ellenállóság vizsgálatát leggyakrabban provokációs tenyészkertekben, mesterségesen fertőzött körülmények között végzik, így a betegség kialakulása számára kedvezőtlen években is biztonsággal tanulmányozható (*Dill-Macky* 2003). Az inokulációs módszerek közül a kalászok teljes felületének permetezése az I. és II. típusú, azaz a fuzáriumnak a kalászsövetbe való behatolásával és a kalászsorón keresztül végbemenő továbbterjedésével szembeni rezisztencia (*Schroeder és Christensen* 1963) együttesen vizsgálható. A II. típusú ellenállóság más rezisztenciatípusoktól független azonosítása a kalászkainjektálásos technika használatával lehetséges.

A növény teljes ellenállóságának kialakításában a két fő rezisztenciatípus közel hasonló jelentőséggel bír (*Bai és Shaner* 2004), az őszi jellegű búzafajták körében azonban a II. még az I. típusnál is korlátozottabb mennyiségben lelhető fel (*Puskás* 2013). Dolgozatunkban az elmúlt években a kalászkainjektálásos inokulációval végzett szelekció eredményeit ismertetjük.

### Anyag és módszer

A kalászfuzárium-rezisztenciaforrások kutatásában az MTA ATK Mezőgazdasági Intézetének mesterségesen fertőzött tenyészkertjében évente száznál több búza genotípust vizsgálunk meg. Ezek között ellenállóként leírt külföldi anyagok, és martonvásári nemesítésű búzatörzsek egyaránt szerepelnek. A 2010-ben elindított Európai Fuzárium Körvizsgálatban hét ország részvételével (Ausztria, Csehország, Magyarország, Németország, Olaszország, Románia és Svájc) cserélünk őszi búza mintákat, melyek potenciális rezisztenciaforrásként szolgálhatnak a kalászfuzárium-ellenállóságra történő nemesítésben. Dolgozatunkban annak a 31 búzafajtának és törzsnek a kétéves (2012-2013) kalászkainjektálásos vizsgálati eredményeit mutatjuk be, melyeket 2012-ben a szántóföldi vagy a II. típusú kalászfuzárium-ellenállósági kísérletekben mutatott mérsékelt fertőződésük alapján választottunk ki. Kontrollként az Mv Emese és Mv Magdaléna őszi búzafajták szolgáltak.

A kísérletben inokulunként a *Fusarium graminearum* és a *F. culmorum* faj egy-egy izolátuma szolgált, melyekkel virágzás kezdetén 5-5 kalászt kezeltünk búza genotípusonként; egyetlen, a kalászcúscstól kb. 2-3 cm-re elhelyezkedő kalászká alsó virágaiba injektáltunk 2\*5 µl konídiumszuszpenziót. A tünetek megjelenését az inokulációt követő 7., 14. és 21. napon felvételeztük, majd az adatokból kiszámítottuk a betegség-előrehaladási görbe alatti terület nagyságát (AUDPC-érték). A búzatörzsek jellemzésére figyelembe vettük a kalászkák százalékos fertőzöttsége mellett a kalászsoró barnulását és a kalászcúscs elhalását is. Ez utóbbiak értékelésében 3-as értéket kapott az a kalász, amelyben a tünet már az első értékelési napon megjelent, míg 0 érték esetében a harmadik felvételezési időpontban sem volt megfigyelhető elváltozás.

A fertőzöttségi adatok elemzéséhez a GenStat 16 statisztikai szoftvert használtuk.

### Eredmények és következtetések

Az inokulációt követően az injektálási ponton kívül elsőként megfigyelhető kalászfuzárium-fertőzési tünet a kalászorsó barnulása, és ennek megfelelően a felvételezési módszerek közül ennek vizsgálata bizonyult az ellenállóság legszigorúbb értékelésének. A kísérleti növényi anyag mindössze 1/3-ának kalászorsó-barnulása volt igazolhatóan enyhébb, mint a kontroll fajtáké, míg a többi tulajdonság elemzésével a genotípusok legkevesebb, mint fele tartozott ebbe a kategóriába. A fertőzöttségi jellemzők korrelációanalízisével megállapítottuk, hogy a kalászfertőződési százaléknak, az AUDPC-értéknek, valamint a kalászcúcs elhalásának összefüggése igen szoros volt ( $r=0,98-0,99$ ,  $P=0,1\%$ ). A kalászorsó elszíneződése ennél lazább, azonban még mindig szoros korrelációban volt a többi tulajdonsággal ( $r=0,76-0,78$ ,  $P=0,1\%$ ). A kísérletben a kalászfuzárium-tünetek erőssége nem volt összefüggésbe hozható a növények magasságával, a kalászosodási időnek azonban közepes szintű kapcsolatát ( $r=0,63$ ,  $P=0,1\%$ ) mutattuk ki a kalászorsó fertőződésével.

A potenciális rezisztenciaforrások közül a leggyengébb fertőződést valamennyi értékelési módszerrel a kínai eredetű búza genotípusoknál felvételeztük (1. táblázat). A kalászkák fertőzöttségének vizsgálata során – a százalékos értékelés és az AUDPC-érték meghatározása alapján egyaránt – a W14 törzs ellenállósága bizonyult a legkiválóbbnak. A kalászorsó barnulása a N894037 törzs kalászaiban volt legenyhébb. Ezen genotípusokat és további két törzset mindkét izolátummal történt inokulációt követően teljesen rezisztensnek találtuk a kalászcúcs elhalására a vizsgálati években.

Az Európai Fuzárium Körvizsgálat keretében érkezett törzsek közül az osztrák (1365-4, 1325-1) és cseh genotípusok (SG-törzsek) között azonosítottuk a legjobb II. típusú ellenállósággal rendelkező anyagokat, melyek a leginkább vizsgált európai kalászfuzárium-rezisztenciaforrásnál, a svájci Arina őszi búza-fajtánál (Chrpová *et al.* 2012) is kevésbé fertőződtek. Távolségi törzsek és marionvásári búzafajták keresztezésével létrehozott populációkból provokációs tenyészkertünkben sikeresen szelektáltunk mérsékelt fertőződésű törzseket.

Az eddig felsorolt genotípusok potenciálisan sikerrel alkalmazhatók a kalászfuzárium-ellenállóság növelésére, azonban a rezisztencia beépítése adaptábilis búza genotípusokba hosszan tartó folyamat. A marionvásári búza-nemesítési programban a legkiválóbb és azonnal hasznosítható alapanyagot azok a marionvásári (Mv) nemesítési törzsek jelenthetik, melyek nagy kórokozónyomást biztosító tenyészkerti vizsgálatainkban kalászfuzáriummal szemben mérsékelt rezisztensnek bizonyultak. Az újonnan létrehozott Mv-törzsek többsége egyéb, a levélfelületet károsító kórokozókkal szemben is ellenálló. Szántóföldi kísérleteinkben értékeltük a búza genotípusok természetes eredetű lisztharmat-, levél- és sárgarozsda-, valamint vírusfertőzöttségét. Míg a külföldről érkezett búzákon e kórokozók közül átlagosan három megjelenését is megfigyeltük, addig a szelektált Mv-törzseknek csak kis hányada fertőződött egyenlő több levélteteggel.

1. táblázat. Kalászfuzárium-ellenállóságra szelektált búza genotípusok fuzáriumos fertőzöttsége kalászkainjektálást követően. Martonvásár, 2012–2013.

Búza genotípus	Kalászfertőzöttség		Kalászorsó barnulása (0-3)	Kalászcsőcs elhalása (0-3)
	21. nap, %	AUDPC		
W14	4,03	20,52	0,20	0,00
N894037	4,49	33,28	0,10	0,00
CM82036	4,38	36,50	0,40	0,00
Ning02Y14	6,37	41,38	0,40	0,00
Sumai 3	11,72	95,12	0,35	0,10
1365-4	9,47	82,76	1,55	0,05
SG-S-1334-10	6,06	59,47	1,70	0,10
1325-1	12,76	83,02	1,05	0,10
Sha5/Weaver//Gondo	12,06	105,45	1,40	0,15
SG-S-1199-10	17,02	112,60	1,60	0,25
Mv26-09	22,29	150,24	1,75	0,45
Mv324-11	21,13	149,21	1,95	0,20
Magvas/Fu-tai8711	28,51	192,15	1,65	0,45
F08417G2	23,13	203,48	1,85	0,50
Mv225-11	26,97	203,68	1,90	0,40
Mariska/Wangshuibai	25,88	204,39	1,80	0,50
Mv213-11	26,97	198,28	2,20	0,40
Mv322-11	31,27	243,17	1,80	0,45
SG-S-1775-10	25,84	207,70	1,95	0,60
Mv14-12	28,42	226,08	1,90	0,60
Arina	32,63	210,83	1,90	0,65
Pálma/Wangshuibai	33,46	222,80	2,15	0,55
Mv529-11	27,97	205,76	2,45	0,65
Mariska/Ning02Y14	31,72	269,35	2,30	0,75
Mariska/Fu-tai8711	39,57	331,16	2,15	1,05
Magvas/Hua-mai8	47,53	344,35	2,05	1,00
Mv320-11	38,11	303,02	2,40	0,95
Mv Emese	42,57	339,95	2,40	0,85
F08037G2	48,98	394,35	2,10	1,25
F05512G1-501	54,52	428,91	2,15	1,10
Mv106-11	50,07	379,73	2,25	1,20
Mv Magdaléna	61,18	460,52	2,20	1,35
Mv16-09	51,67	436,60	2,50	1,25
SzD <sub>5%</sub>	12,12	105,69	0,50	0,39

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Külön köszönet illeti az Európai Fuzárium Körvizsgálat résztvevőit, a külföldi intézményekből érkezett vetőmagmintákért.

### Irodalom

- Bai, G.-H., Shaner, G. (2004): Management and resistance in wheat and barley to Fusarium head blight. *Annu. Rev. Phytopathol.*, **42**, 135-161.
- Buerstmayr, H., Ban, T., Anderson, J. A. (2009): QTL mapping and marker-assisted selection for *Fusarium* head blight resistance in wheat: a review. *Plant Breeding*, **128**, 1-26.
- Chrpová, J., Šíp, V., Štočková, L., DumalasoVá, V. (2012): Evaluation of Fusarium head blight resistance in wheat under high infection pressure in field conditions. *Cereal Res. Commun.*, **40**, 396-404.
- Dill-Macky R. (2003): Inoculation methods and evaluation of Fusarium head blight resistance in wheat. In: Leonard K. J., Bushnell W. R. (Szerk.): *Fusarium head blight of wheat and barley*. APS Press. 184-210.
- Mesterházy Á. (2002): Theory and practice of the breeding for *Fusarium* head blight resistance in wheat. *J. Appl. Genet.*, **43A**, 289-302.
- Puskás, K. (2013): Búza genotípusok kalászfuzárium-ellenállósága és a rezisztencia genetikai hátterének vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. 142 o.
- Schroeder, H. W., Christensen, J. J. (1963): Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae*. *Phytopathology*, **53**, 831-838.
- Yu, J.-B., Bai, G.-H., Cai, S.-B., Dong, Y.-H., Ban, T. (2008): New Fusarium head blight-resistant sources from Asian wheat germplasm. *Crop Sci.*, **48**, 1090-1097.

BURGONYA X VÍRUSSEL SZEMBENI EXTRÉM  
REZISZTENCIAGÉNEK MOLEKULÁRIS VIZSGÁLATA A  
KESZTHELYI NEMESÍTÉSI ANYAGOKBAN.

RAHIM AHMADVAND<sup>1,2</sup>, TALLER JÁNOS<sup>1</sup>, WOLF ISTVÁN<sup>2</sup>, VASZILY ZSOLT<sup>2</sup>,  
CERNÁK ISTVÁN<sup>2</sup>, POLGÁR ZSOLT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely,

<sup>2</sup>Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran,

<sup>3</sup>Pannon Egyetem, AC, Burgonyakutatási Központ, Keszthely

Kísérleteinkben molekuláris genetikai vizsgálatokat végeztünk a burgonya X vírussal szemben (PVX) extrém rezisztenciát biztosító Rx1 és Rx2 gének jellemzésére keszthelyi és külföldi eredetű burgonyafajtákon, nemesítési vonalakon. Munkánk során mindkét génhez olyan, az irodalmi adatoknál megbízhatóbban működő DNS alapú markereket fejlesztettünk ki, melyek egyértelművé teszik a két gén megkülönböztethetőségét széles genetikai háttérben is. Eredményeinkkel igazoltuk, hogy a négy PVX rezisztens keszthelyi fajta (White Lady, Loretta, Luca XL és Hópehely) rezisztenciája a *Solanum acaule* vad faj eredetű Rx2 géne vezethető vissza. A két gén együttes kimutatására multiplex PCR reakciót dolgoztunk ki. A kifejlesztett markerek felhasználhatók a vizsgált gének hasadó populációkban való nyomonkövetésére, ezáltal a vírusrezisztencia kialakítását célzó nemesítési munka hatékonyságának növelésére.

**Kulcsszavak:** burgonya, X vírus, marker, rezisztencianemesítés

MOLECULAR EXAMINATION OF EXTREME RESISTANCE  
GENES AGAINST POTATO VIRUS X IN THE KESZTHELY BRED  
BREEDING MATERIAL.

R. AHMADVAND<sup>1,2</sup>, J. TALLER<sup>1</sup>, I. WOLF<sup>2</sup>, Z. VASZILY<sup>2</sup>, I. CERNÁK<sup>2</sup>, Z. POLGÁR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Pannonia, Georgikon Faculty, Keszthely

<sup>2</sup>Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran

<sup>3</sup>University of Pannonia, AC, Potato Research Centre, Keszthely

Molecular genetic experiments were carried out to characterise the Rx1 and Rx2 potato virus X (PVX) extreme resistance genes in foreign and Keszthely bred cultivars and breeding lines. During the work new DNA based markers linked to both genes were developed. These markers are more reliable than published ones, allowing the differentiation of the two genes even in diverse genetic background. Our results confirm that PVX resistance of four Keszthely bred cultivars (White lady, Loretta, Luca XL and Hópehely) is based on the gene Rx2 originating from the wild potato species *Solanum acaule*. In addition multiplex PCR reaction was developed for the detection of the two resistance gene simultaneously. Molecular markers developed in this study can be used to monitor the resistance genes in segregation populations increasing the efficiency of breeding programs aiming to develop new virus resistant varieties.

**Key words:** potato, Potato virus X, marker, resistance breeding

## Bevezetés

A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) a búza és a rizs után a harmadik legfontosabb élelmiszernövényünk. Termesztését számos kártevő, illetve kórokozó veszélyezteti. A *Phytophthora infestans* okozta burgonyavész mellett legfontosabb kórokozói a vírusok (Ross, 1986). A vírusok közül elterjedtségüket és terméshozamra gyakorolt hatásukat tekintve kiemelkedő jelentőséggel bír a burgonya levélsodródás vírus (PLRV), valamint a PVY, PVX, PVA, PVS, és PVM vírusok (Salazar, 2003). E kórokozókkal szemben az egyedüli hatékony védekezési módot a rezisztens fajták termesztése jelenti. E tekintetben, az egyik legeredményesebb nemesítési programot a Pannon Egyetem, Burgonyakutatói Központja folytatja Keszthelyen. A több mint 50 éves nemesítési munka eredményeként jelenleg 13 olyan államilag elismert fajtája van az intézetnek, amelyek egyedülálló módon összetett rezisztenciával rendelkeznek egyéb kórokozók mellett a PLRV, valamint PVY, PVA, és PVX vírusokkal szemben. A nemesítési program korai időszakából rendelkezésre álló pedigre adatok azonban meglehetősen hiányosak, így több esetben a rezisztenciát biztosító gének eredete, maga a forrás faj meghatározása bizonytalan.

A burgonya egyik legfontosabb kórokozója a PVX vírus, mellyel szemben két extrém rezisztenciát biztosító gént a nemesítők széles körben alkalmaznak. E két gén az Rx1 és Rx2, melyeket a Bendahmane és munkatársai korábban már klónoztak (Bendahmane et al., 1999; Bendahmane et al., 2000). A gének különböző *Solanum* fajok eltérő kromoszómáiról származnak ugyan (Rx1: *S. tuberosum* subsp. *andigena*, Rx2 *S. acaule*, Ritter et al., 1991) de nukleotid sorrendjük mégis 98%-os hasonlóságot mutat. E nagyfokú hasonlóság miatt PCR alapú beazonosításuk és elkülönítésük hasonló szekvenciájú génektől meglehetősen nehézkes.

Jelen munkánkban ennek megfelelően célul tűztük ki:

- a rendelkezésre álló irodalmi adatok adaptálásával, a keszthelyi fajtákban meglévő PVX extrém rezisztenciagén eredetének igazolását
- saját genetikai háttérünkben hatékonyan működő molekuláris markerek kifejlesztését
- specifikus markerekre alapozott multiplex PCR módszer kifejlesztését a két gén együttes vizsgálatára.

## Anyag és Módszer

*Növény anyag:*

Vizsgálatainkban az 1. Táblázat genotípusaival (12 keszthelyi, 1 osztrák fajta, 4 keszthelyi és egy USA nemesítési vonal; a skót Cara fajta, mint az Rx1 gén és a lengyel Bzura fajta, mint az Rx2 gén referencia forrása), valamint a White Lady × Kuroda, és Luca XL × W1100 hasadó populációk 75 és 96 db egyedével dolgoztunk. A vírusmentes növényeket vektormentes környezetben, üvegházban neveltünk fel.

## BURGONYA X VÍRUS REZISZTENCIA

1. táblázat Rx rezisztenciagén vizsgálatába bevont fajták és nemesítési vonalak.

Fajta	Fajta	Nemesítési vonal
Cara	Rioja	01.536
Bzura	Démon	06.62
White Lady	Góliát	06.256
Luca XL	Balatoni Rózsa	06.325
Lorett	Somogy Kifli	76.9104
Hópehely	Katica	W1100
Vénusz Gold	Hermes	

*PVX rezisztencia vizsgálatok:*

A burgonyanövények leveleit PVX vírussal fertőzött dohánylevélből készült szuszpenzióval mechanikailag megfertőztük. A fajtákat és a nemesítési vonalakat öt ismétlésben, míg az F1 populáció egyedeit három ismétlésben. A fertőzés után négy héttel DAS-ELISA módszerrel vizsgáltuk a vírus jelenlétét. A vírussal meg nem fertőződött egyedeket PVX donor paradicsom (Rutgers) oltvánnyal újrafertőztük. Minden feltételezett rezisztens genotípust háromszoros ismétlésben, reciprokoltással is teszteltünk. A fertőzés után négy héttel DAS-ELISA módszerrel vizsgáltuk az oltott növényeket.

*DNS izolálás:*

A genomi DNS-t in vitro, tenyészedényes, valamint szabadföldi növények, 80 mg levél és szár szövetéből izoláltuk Walbot és Warren (1988) protokollja alapján.

*PVX rezisztencia gén azonosítása, marker analízis:*

Az Rx1 gén vonatkozásában a következő CAPS markereket teszteltük: 77L, 77R, 221R, 218R, IPM3, IPM4 (Kanyuka és mtsai., 1999); CP60, és GP34 (Bendahmane és mtsai., 1997). Az Rx2 gén esetében a GP21 és a TG432 (DeJong és mtsai., 1997) CAPS markerekkel végeztük el a PCR reakciót.

*Rx génekre specifikus markerek fejlesztése:*

Az Rx1 és Rx2 specifikus primereket az adatbázisban (NCBI) található szekvenciák alapján (Rx1: AJ011801, Rx2: AJ249448) a Primer 3 program alkalmazásával terveztük. A PCR reakció során amplifikálódott fragmentumokat a pJET 1.2 klónozó kit-tel (CloneJET PCR Cloning kit, Fermentas, Litvánia) klónoztuk. A transzformáláshoz DH5 $\alpha$  kompetens sejteket alkalmaztunk. A fragmentumok bázissorrendjét a 3500 Genetic Analyzer (Life Technologies, Egyesült Államok) szekvenáló készülékkel határoztuk meg, majd a NCBI, BLASTn funkció segítségével elemeztük.

*Rx gének kimutatására alkalmas multiplex PCR fejlesztése:*

Az Rx1 és Rx2 gének egyidejű kimutatására alkalmas multiplex PCR kifejlesztéséhez azokat a primer párokat választottuk ki, amelyek külön-külön reakciókban is egyértelmű és méret szerint is jól elkülöníthető termékeket szaporítottak fel.

### Eredmények és következtetések

*Rezisztencia vizsgálatok:*

A mesterséges fertőzési tesztek DAS-ELISA eredményei igazolták, hogy a Cara, Bzura, White Lady, Luca XL, Lorett, Hópehely fajták rezisztensek, míg a tesztelt többi fajta és a nemesítési vonal fogékony a PVX fertőzésével szemben. A vizsgált két F1 hasadó populációban a rezisztens és fogékony egyedek aránya 1:1 volt jelezve, hogy a White Lady és Luca XL fajtákban a PVX rezisztenciagén egy kópiában van jelen (White Lady x Kuroda 39:36), Luca XL x W1100 54:42).



*Publikált PVX markerek vizsgálata, új markerek kifejlesztése:*

Az Rx1 gén vonatkozásában a CP60 és 221R markerek kivételével egyik korábban publikált, szorosan kapcsolt marker sem amplifikálta a kívánt terméket a rezisztens keszthelyi fajtákban. A CP60 marker a Cara fajta mellett detektálható volt a Bzura, a White Lady és a fogékony Hermes fajtákban is. A 221R marker pedig mind a Cara, White Lady és a pedigré alapján Rx2 gént hordozó Bzura fajtában is adott terméket. Így e két marker a vizsgált genotípusok esetében nem tudta egyértelműen megkülönböztetni az Rx1 gént az Rx2-től, illetve azonosítani a fogékony és rezisztens genotípusokat. Az Rx2 specifikus GP21 marker molekulásúlyra azonos terméket adott a rezisztens Bzura és a fogékony Hermes fajta esetében is.

Az ellentmondásos eredmények miatt új, a két génre specifikus markert fejlesztettünk. A két gén publikált szekvencia adatai alapján az Rx1 génhez 8 primer párt, az Rx2 génhez 3 primer párt terveztünk. Az Rx1 génhez tervezettek közül az 1Rx1 és az 5Rx1 amplifikálta a várt 974 és 186 bp hosszúságú termékeket a rezisztens Cara fajtában, de nem adott terméket az Rx2 alapon rezisztens Bzura fajtában és a fogékony fajtákban. Az Rx2 gén kimutatásához tervezett 106Rx2 primer pár pedig csak a Bzura és PVX rezisztens fajtákban amplifikálta a várt 534 bp hosszúságú DNS fragmentumot. Ezen eredményeink alapján egyértelműen megállapíthatjuk, hogy a keszthelyi nemesítésű fajták PVX rezisztenciája a *S. acaule* eredetű Rx2 génre vezethető vissza.

*Hasadó F1 populációk tesztelés a 106Rx2 primerpárral:*

A Luca XL x W1100 család 96, a White Lady x Kuroda család 75 egyedét teszteltük a 106Rx2 markerrel. A genotipizálás eredménye 100%-os egybeesést mutatott a fenotípusos rezisztenciavizsgálat eredményével.

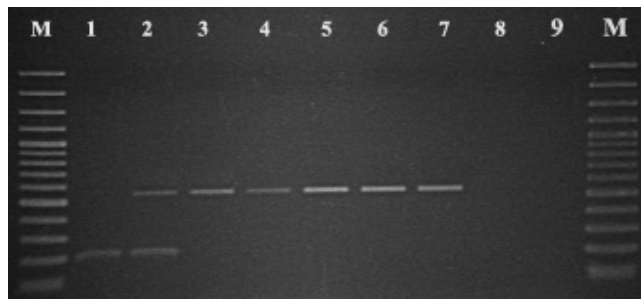
Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a kifejlesztett 106Rx2 marker hatékonyan felhasználható az Rx2, az 1xRx1 és 5Rx1 marker pedig az Rx1 rezisztenciagén öröklésének nyomon követésére.

*Az Rx1 és Rx2 génekhez kapcsolt markerek PCR alapú együttes kimutatása:*

A különböző PCR protokollok közül, melyeket vizsgáltunk, az 5Rx1 és 106Rx2 primerpárok adták a legjobb együttes eredményt (*1. ábra*).

A markerek külön-külön, vagy szükség szerinti együttes használata az Rx génekre nézve hasadó populációk jellemzésére nagyban elősegítheti újabb PVX rezisztens keszthelyi fajták kinemesítését. Növelheti a program áteresztő képességét, annak hatékonyságát.

## BURGONYA X VÍRUS REZISZTENCIA



1. ábra Az Rx1 és Rx2 génekhez kapcsolt markerek együttes kimutatása 5Rx1 és 106Rx2 primerpárokkal.

M: 100 bp plus DNS marker, 1: Cara (*Rx1*), 2: Cara (*Rx1*) és Bzura (*Rx2*), 3: Bzura (*Rx2*), 4: White Lady (*Rx2*), 5: Luca XL (*Rx2*), 6: Lorett (*Rx2*), 7: Hópehely (*Rx2*), 8: Démon, 9: Katica

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a Nemzeti Technológia Program, TECH-09-A3-2009-0210, BURG009 pályázat támogatta.

### Irodalom

- Bendahmane, A., Kanyuka, K., and Baulcombe, D. C. (1997). High-resolution genetical and physical mapping of the Rx gene for extreme resistance to potato virus X in tetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics* **95**, 153-162.
- Bendahmane, A., Baulcombe, D. C., and Kanyuka, K. (1999). The Rx gene from potato controls separate virus resistance and cell death responses. *Plant Cell* **11**, 781-791.
- Kanyuka, K. B., D. C. Bendahmane, A., van der Voort, J. N. A. M. R., and van der Vossen, E. A. G. (1999). Mapping of intra locus duplications and introgressed DNA: aids to map-based cloning of genes from complex genomes illustrated by physical analysis of the Rx locus in tetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics* **98**, 679-689.
- Bendahmane, A., Querci, M., Kanyuka, K., and Baulcombe, D. C. (2000). Agrobacterium transient expression system as a tool for the isolation of disease resistance genes: application to the Rx2 locus in potato. *Plant Journal* **21**, 73-81.
- DeJong, W., Forsyth, A., Leister, D., Gebhardt, C., and Baulcombe, D. C. (1997). A potato hypersensitive resistance gene against potato virus X maps to a resistance gene cluster on chromosome 5. *Theoretical and Applied Genetics* **95**, 246-252.
- Ritter, E., Debener, T., Barone, A., Salamini, F., and Gebhardt, C. (1991). Rflp Mapping on Potato Chromosomes of 2 Genes Controlling Extreme Resistance to Potato Virus-X (Pvx). *Molecular & General Genetics* **227**, 81-85.
- Ross, H. (1986). Potato breeding-problems and perspectives. *Advances in Plant Breeding*. Suppl. **13**. J. Plant Breed. Verlag. Paul Parey, Berlin.
- Salazar, L. (2003). Potato viruses after the XX century effects, dissemination and their control. Material Participants in Pyongyang Intern. Scientific Simp. on Potato Pyongyang. DPRK. Pyongyang, 35-42.
- Walbot, V., and Warren, C. (1988). Regulation of Mu element copy number in maize lines with an active or inactive Mutator transposable element system. *Molecular and General Genetics* **211**, 27-34.

## A BÚZA NEMESÍTÉSI STRATÉGIÁINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA 'LOW-INPUT' ÉS ORGANIKUS RENDSZEREKBE AGRONÓMIAI ÉS TECHNOLÓGIAI TULAJDONSÁGOK ALAPJÁN

RAKSZEGI MARIANNA<sup>1</sup>, BEDE KAROLINA<sup>1</sup>, MIKÓ PÉTER<sup>1</sup>, MEGYERI MÁRIA<sup>1</sup>,  
KOVÁCS GÉZA<sup>†1</sup>, JÜRG HILTBRUNNER<sup>2</sup>, FRANZISKA LÖSCHENBERGER<sup>3</sup>,  
LÁNG LÁSZLÓ<sup>1</sup>, BEDŐ ZOLTÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

<sup>2</sup>Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Svájc

<sup>3</sup>Saatzucht Donau GmbH & Co KG, Probstdorf, Ausztria

A Solibam EU-FP7 pályázat keretében vizsgáltuk az organikus nemesítés szükségességét, illetve az organikus termesztés hatásait a búza agronómiai és feldolgozóipari tulajdonságaira. Kísérletünkben 37 őszi búzafajtát (*Triticum aestivum* L.) vetettünk el 3 éven keresztül, Magyarország, Ausztria és Svájc konvencionális „low-input” és minősített organikus termőhelyein kispárcellás kísérletekben. A fajták között szerepelnek konvencionálisan és organikusan nemesített fajták, valamint olyanok, melyeket konvencionálisan, de kifejezetten organikus termesztés számára végzett szelekcióval nemesítettek (BFOA). Célunk annak megállapítása volt, hogy a különböző nemesítési stratégiák közül melyik a leghatékonyabb az organikus termesztés számára és hogy az organikus nemesítés és termesztés milyen irányban befolyásolja a búza genotípusok agronómiai és technológiai tulajdonságait. Összességében mind az agronómiai, mind a minőségi eredmények azt támasztották alá, hogy a BFOA nemesítésű fajták hatékonyan termeszthetők mind 'low-input', mind organikus rendszerekben.

**Kulcsszavak:** búza, organikus, minőség, nemesítés

## COMPARISON OF DIFFERENT BREEDING STRATEGIES OF CEREALS AT LOW-INPUT AND ORGANIC SYSTEMS BASED ON AGRONOMICAL AND TECHNOLOGICAL TRAITS

M. RAKSZEGI<sup>1</sup>, K. BEDE<sup>1</sup>, P. MIKÓ<sup>1</sup>, M. MEGYERI<sup>1</sup>, G. KOVÁCS<sup>†1</sup>,  
J. HILTBRUNNER<sup>2</sup>, F. LÖSCHENBERGER<sup>3</sup>, L. LÁNG<sup>1</sup>, Z. BEDŐ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár; <sup>2</sup>Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, Switzerland; <sup>3</sup>Saatzucht Donau GmbH & Co KG, Probstdorf, Austria

In the frame of the EU-FP7 Solibam project, the necessity for organic wheat breeding was studied and the effect of the organic farming on the agronomical and processing quality of wheat was analysed. In a three-year experiment, 37 winter wheat varieties (*Triticum aestivum*) were sown on the 'low-input' and organic sites of Hungary, Switzerland and Austria. Among the varieties, there were varieties bred conventionally, organically or in a combined way (BFOA). The aim of our study was to select the best breeding strategy for organic farming and to determine the effect of organic breeding and farming on the agronomical and processing quality of wheat. All in all, both the agronomical and quality results supported the fact that BFOA varieties could be grown effectively under 'low-input' and organic systems as well.

**Key words:** wheat, organic, quality, breeding

## Bevezetés

Ma az organikus (O) termesztésben használt vetőmag 95%-t konvencionális úton nemesítik Európában (*Lammerts et al.* 2010a). Ez azt jelenti, hogy kémiailag, vagyis műtrágyával és növényvédőszerrel kontrollált és stabilizált környezeti körülmények között hozzák létre az új genotípusokat, melynek következtében ezen fajták teljesítménye végeredményben eltérő lehet 'low-input' (LI) termőhelyeken a nagyobb genotípus x környezet (GxE) kölcsönhatás miatt. Fontos ezért az organikus nemesítés előnyeinek feltérképezése a hatékony organikus termesztés támogatása érdekében (*Wolfe et al.* 2008, *Löschenberger et al.* 2008, *Lammerts et al.* 2010b). Egy európai direktíva szerint (70/457/EEC, 1970) fémzárolt vetőmag csak az európai hivatalos fajtalistán szereplő fajtákból állítható elő, vagyis olyan fajtákból, melyek átestek az úgynevezett VCU (Value for Cultivation and Use) teszten. Ez a teszt azonban számos olyan tulajdonságot nem vizsgál, melyek az organikus termesztésben fontosak lehetnek (*Lammerts et al.* 2010b). Az elmúlt években egyre több európai ország végez külön VCU tesztet organikus termesztési körülményekre is (pl. Ausztria, Németország, Franciaország) a konvencionális VCU teszt mellett, mely olyan speciális tulajdonságok vizsgálatára is kiterjed, mint a gyomelnyomó képesség, a nitrogén felvétel és hasznosítási képesség vagy a levélhajtások száma, stb. (*Menzi és Anders* 2002, *Schwaerzel et al.* 2006, *Wolfe et al.* 2008, *Hoad et al.* 2005). Gazdasági okokból gyakori a kombinált, úgynevezett BFOA (Breeding for Organic Agriculture) nemesítési stratégia alkalmazása. A nemesítés korai generációiban a szelekció konvencionális vagy 'low-input' körülmények között történik, majd a legígéretesebb, legjobb adaptációs képességű vonalakat organikus területen szelektálják tovább (*Löschenberger et al.* 2008). Ez a stratégia arra alapoz, hogy az organikus és konvencionális termőhelyeken a jól öröklődő tulajdonságok között nagy a korreláció (pl. növénymagasság, kalászolási idő stb.) (*Löschenberger et al.* 2008, *Wolfe et al.* 2008, *Baenziger et al.* 2011). Az organikus nemesítés egyik fő célja olyan tulajdonságok azonosítása, melyek pozitívan befolyásolják a növény számos fiziológiai szükségletét. Egy erőteljes korai növény növekedés például, javítja a gyomelnyomó képességet, a tápanyagok hasznosítását a korai fejlődési stádiumban, és jobb ellenállóságot biztosít a kártevőkkel és a talajlakó baktériumokkal szemben (*Wolfe et al.* 2008). Mindez kihatással lehet a szemtermés beltartalmi és technológiai tulajdonságaira is.

Számos nemzetközi kísérletet végeztek már a konvencionálisan nemesített búza fajták összehasonlítására organikus szántóföldi menedzsment stratégiák alkalmazása mellett (*Baresel and Reents* 2006, *Löschenberger et al.* 2008). Mára már számos organikus és BFOA fajtát is előállítottak Európában, mely lehetővé teszi a különböző nemesítési stratégiák összehasonlítását is. Jelen tanulmány célja ezért organikus, 'low-input' és BFOA nemesítési stratégiák összehasonlítása európai 'low-input' és organikus termesztési körülmények között agronómiai és technológiai minőségi tulajdonságok alapján.

### Anyag és módszer

Harminchét magyar, osztrák, svájci, német és francia búzafajtát vizsgáltunk agronómiai, fizikai, beltartalmi és sütőipari tulajdonságaik alapján. A kísérletben 20 konvencionálisan, 9 organikusan nemesített és 8 BFOA fajta vett részt. A szántóföldi kísérleteket Ausztria, Svájc és Magyarország 'low-input' és organikus termőhelyein végeztük el 3-3 szántóföldi ismétlésben, 3 évben (2011-2013). Organikus fajták: Donato, Aszita, Wiwa, Scaro, Butaro, Jularo, Sandomir, Gulliver, Karachow. BFOA fajták: Blasius, Peppino, Pireneo, Stefanus, Bitop, Tobias, Hendrix, Skerzzo. Konvencionális fajták: Mv-Emese, Mv-Béres, Mv-Kolompos, Mv-Tallér, Mv-Kolo, Lukullus, Arnold, Capo, Mídas, Claro, Lorenzo, Suretta, Titlis, Montdor, CH111-14426, CH111-14663, CH111-14631, Renan, Folklor, Flamenco. A termőhelyenkénti (LI, O) tápanyag utánpótlás, az elővetemény valamint a szántóföldi felvételezés részleteit *Miko et al.* (2014) foglalták össze.

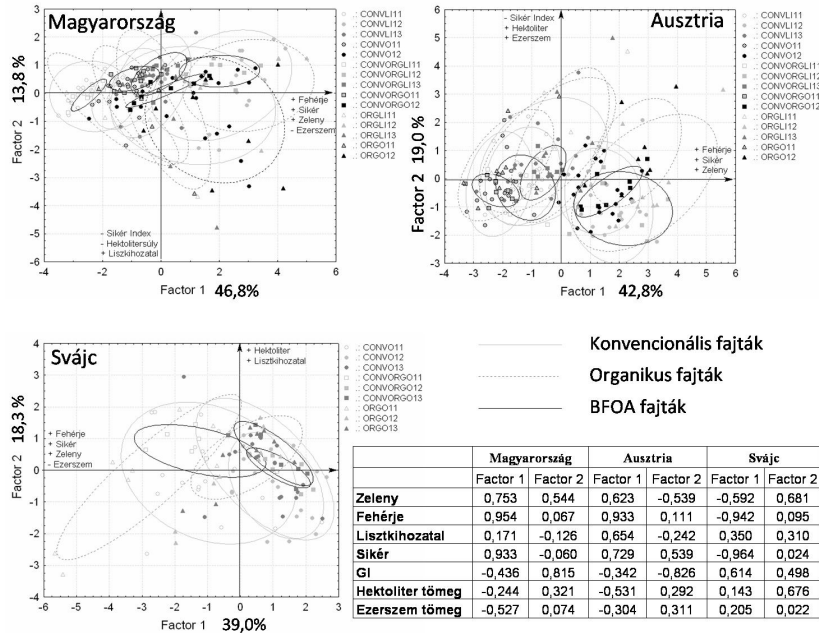
A búza fizikai, beltartalmi és sütőipari tulajdonságait az alábbi módszerekkel vizsgáltuk: ezerszem tömeg (MSZ 6367/4-86), hektoliter-tömeg (MSZ 6367/4-1983) szemkeménység (AACC Method 55-31), esésszám (ICC 107/1.), Zeleny szedimentáció (ICC 116/1), fehérje- (ICC 105/2), nedvessikér-tartalom (ICC137/1, ICC 155) és Brabender Farinográf vizsgálat (ICC 115/1).

### Eredmények és következtetések

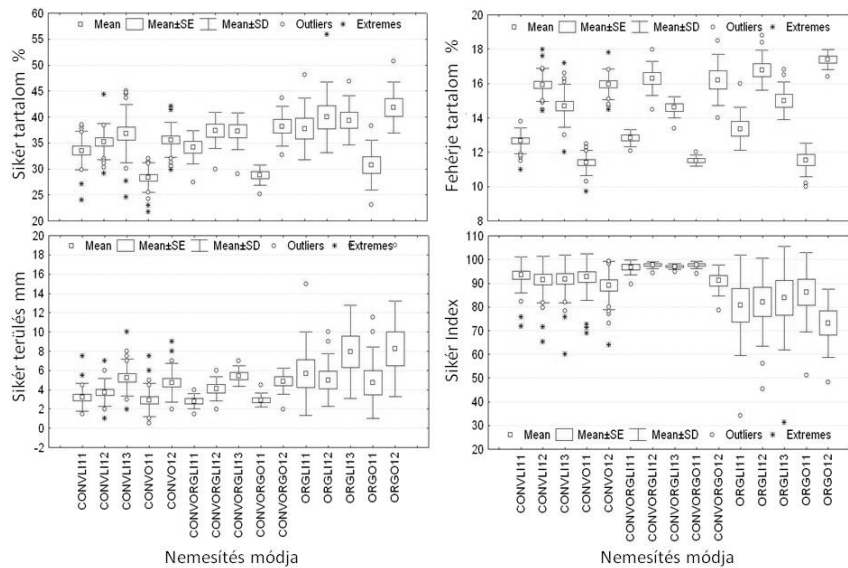
37 őszi búzafajtát 3 ismétléses kisparcellás kísérletekben, 3 országban (Magyarország, Ausztria, Svájc) 3 éven keresztül konvencionális „low-input” és organikus termőhelyen vizsgáltuk. Kísérletünkben három különböző nemesítési stratégia hatását hasonlítottuk össze. Az agronómiai vizsgálatok eredményei szerint (*Mikó et al.* 2014) 22 vizsgált tulajdonságból 7 mutatott szignifikáns különbséget az organikus és konvencionális fajták között, különösen a termés, a kalászolási idő és a betegség ellenállóság. A BFOA fajták korai, nagy termésű és nagyobb betegség ellenállósággal rendelkező fajták voltak, előnyös tulajdonságokkal az organikus termesztéshez.

A búzaszemek fizikai, beltartalmi és sütőipari tulajdonságai alapján is összehasonlítottuk a különböző nemesítési stratégiákat mindhárom országban (1. ábra). A főkomponens analízis eredményei alapján egyrészt megállapítható, hogy az évjáratok hatása igen jelentős, a fajták jobban elkülönülnek a különböző évjáratok eredményei alapján, mint a termőhelyek hatása alapján. Az organikus és a 'low-input' termőhelyek között nem látható szignifikáns különbség, inkább csak diverzitásbeli különbség jelentkezett a két termőhely mintái között. Az organikus fajták minőségi tulajdonságainak változatossága igen jelentős volt a minták kis száma ellenére (9). A 20 konvencionális fajta minősége a svájci termőhelyen volt a legváltozatosabb, míg a BFOA fajták (8) mindhárom országban hasonló minőségtypust képviseltek. Bár a BFOA fajták fehérje és sikér tartalma változatos, a sikér minősége minden fajtában kiváló (1. ábra, 2. ábra) és a hektoliter-tömegük is nagy.

A három különböző nemesítési stratégia közötti különbségeket Box-Whisker diagrammal is szemléltetni kívántuk. A vizsgált tulajdonságok közül a sikér- tartalomban, a sikér- területében és a sikér- indexben találtuk a legszemléletesebb különbségeket a stratégiák között (2. ábra).



1. ábra Minőségi tulajdonságok főkomponens analízise 3 termőhelyen, a nemesítési stratégiák összehasonlítására (CONV-konvencionális, ORG-organikus, CONVORG-BFOA nemesítésű fajták, O-organikus termőhelyen, LI low-input termőhelyen) 2011-2013



2. ábra Sikér tartalom, sikér terülés és sikér index Box Whisker diagramja Ausztria termőhelyen (CONV-konvencionális, ORG-organikus, CONVORG-BFOA nemesítésű fajták, O-organikus termőhelyen, LI-low input termőhelyen) 2011-2013

Ezek azonban nem valós, szignifikáns különbségek a stratégiák között, hanem az figyelhető meg, hogy a sikerterület szórása az organikus fajták esetén szignifikánsan nagyobb a konvencionálisan nemesített vagy a BFOA fajtákénál. Ugyanakkor, a BFOA fajták siker indexének a szórása szignifikánsan kisebb értékeket mutat a többi fajta szórásánál, vagyis a siker minősége ezeknek a fajtáknak a legstabilabb. Összességében tehát mind az agronómiai, mind a minőségi eredmények azt támasztják alá, hogy a BFOA nemesítésű fajták hatékonyan termesztethetők mind 'low-input', mind organikus rendszerekben.

### Köszönetnyilvánítás

Ezt a kutatást az EU-FP7-245058-SOLIBAM (2007-2014) és az EU\_BONUS\_12-1-2012-0032 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Baenziger, P.S., Salah, I., Little, R.S., Santra, D.K., Regassa, T., Wang, M.Y. (2011): Structuring an efficient organic wheat breeding program. *Sustainability*, **3**, 1190-1205.
- Baresel, J.P., Reents, H.J. (2006): Observations on long-term wheat variety trials under organic and conventional conditions in Germany. In: Østergard H, Fontaine L (eds) Proceedings of the COST SUSVAR workshop on cereal crop diversity: implications for production and products. ITAB Press, Paris, France
- Hoad, S., Neuhoﬀ, D., Davies, K. (2005): Field evaluation and selection of winter wheat for competitiveness against weeds. In: Lammerts van Bueren ET, Goldringer I, Østergard H (eds) Organic plant breeding strategies and the use of molecular markers, Proceedings of the COSTSUSVAR/ECO-PB Workshop, Jan 17–19. Louis Bolk Institute, Driebergen, The Netherlands, pp. 61–66.
- Lammerts van Bueren, E.T., Backes, G., Vriend H., Østergard, H. (2010a): The role of molecular markers and marker assisted selection in breeding for organic agriculture. *Euphytica*, **175**, 51–64.
- Lammerts van Bueren, E.T., Jones, S.S., Tamm, L., Murphy, K.M., Myers, J.R., Leifert, C., Messmer, M.M. (2010b): The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS Wageningen. Journal of Life Sciences*, **58**, 193-205.
- Löschenberger, F., Fleck, A., Grausgruber, H., Hetzendorfer, H., Hof, G., Lafferty, J., Marn, M., Neumayer, A., Pfaffinger, G., Birschtitzky, J. (2008): Breeding for organic agriculture: The example of winter wheat in Austria. *Euphytica*, **163**, 469-480.
- Menzi, M., Anders, M. (2002): Variety tests with winter wheat and winter barley under organic agricultural conditions. *Agrarforschung* (Journal of Swiss Agricultural Research), **9**, 60-64
- Mikó, P., Löschenberger, F., Hiltbrunner, J., Aebi, R., Megyeri, M., Kovács, G., Molnár, M.L., Rakszegi, M. (2014): Evidence on the distinctness of organic-targeted cereal breeding. *Euphytica* (in press).
- Schwaerzel, R., Levy, L., Menzi, M., Anders, M., Winzeler, H., Dörnte, J. (2006): Winterweizensortenimbiologischen und extensivenAnbau. *Agrar Forschung*, **13**, 68–73
- Wolfe, M.S., Baresel J.P., Desclaux D., Goldringer I., Hoad S., Kovács G., Löschenberger F., Miedaner T., Østergard H., Lammerts van Bueren E.T. (2008): Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*, **163**, 323-346.

## A FEKETEROTHADÁS (*Guignardia bidwellii*) ELLENI REZISZTENCIA BEÉPÍTÉSE AZ ÚJ INNOVATÍV SZŐLŐFAJTÁKBA

ROZNIK DÓRA<sup>1</sup>, HOFFMANN SAROLTA<sup>1</sup>, CSIKÁSZ-KRIZSICS ANNA<sup>1</sup>,  
VÁCZY KÁLMÁN ZOLTÁN<sup>2</sup>, KOZMA PÁL<sup>1</sup>

1. PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Pécs
2. KRF Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete, Eger

A peronoszpóra és a lisztharmat mellett a feketerothadás a harmadik legveszélyesebb kórokozója a termesztett szőlőnek, ami járványos években akár 100%-os termésvesztést is okozhat. Kórokozóját Amerikából hurcolták be Európába több mint 100 évvel ezelőtt. A pécsi intézetben a szőlőbetegségekkel szemben (peronoszpóra, lisztharmat) magas fokú és tartósan ellenálló, ugyanakkor versenyképes minőséget biztosító szőlőfajták nemesítési programja 2000-ben indult. A 2010-es év óta célunk a permetezés nélkül termeszthető fajták kialakítása, s ennek érdekében a feketerothadás elleni rezisztencia beépítése a perspektivikus fajtajelöltekbe.

**Kulcsszavak:** Feketerothadás, rezisztencianemesítés, genetikai forrás

## INCORPORATION OF RESISTANCE TO BLACK ROT (*Guignardia bidwellii*) INTO NEW INNOVATIVE VARIETIES

D. ROZNIK<sup>1</sup>, S. HOFFMANN<sup>1</sup>, A. CSIKÁSZ-KRIZSICS<sup>1</sup>, K. Z. VÁCZY<sup>2</sup>, P. KOZMA<sup>1</sup>

1. PTE Research Institute of Viticulture and Enology, Pécs
2. KRF Research Institute of Viticulture and Enology, Eger

Black rot is a dangerous disease of grapevine besides powdery and downy mildews. It can cause 100% loss of yield in case of epidemics. The pathogen of Black rot was introduced to Europe from North-America more than 100 years ago. In our Institute breeding for high level resistances against mildews combined with competitive quality has been underway since 2000. Since 2010 our aim is creation of a variety assortment suitable for chemical free cultivation.

**Key words:** Black rot, resistance breeding, genetic resources

### Bevezetés

A szőlő feketerothadását az aszkospórás *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz (anamorph *Phyllosticta ampellicida* (Engelman) van der Aa) gomba okozza. Ezt az Észak-Amerikában őshonos kórokozót először 1853-ban azonosították, Európában 1885-ben figyeltek fel rá Franciaország délnyugati szőlőterületein, innen aztán gyorsan terjedt minden irányba (Lehoczky-Reichert, 1968). Magyarországon környezeti igénye miatt jelentős megbetegedéseket 2010-ig nem okozott. A peronoszpóra és lisztharmat ellen alkalmazott növényvédelmi program, valamint a megfelelő agrotechnikai eljárások normál évjáratokban megakadályozták a kórokozó felszaporodását (Dula, 2012). A



kórokozó fertőzési időszaka a szőlő rügyfakadásától a virágzás utáni 2-3.hétig tart, de akár 10 hétig is elhúzódhat (Hoffman et al., 2002). A gomba képes megfertőzni a szőlő minden fiatal zöld részét, a jellegzetes tünetek a fertőzést követő 14-21. napon jelentkeznek. A jelentős gazdasági kárt a fűrt károsodása jelenti (Hoffman et al., 2002, Rex et al., 2011). A fertőzött bogyó barnulása 24-48 óra alatt, teljes kiszáradása (mumifikálódása) 4-5 nap alatt megy végbe (Wilcox, 2003).

A *Guignardia bidwellii* elsődleges gazdái: a *V. vinifera*, *V. arizonica*, *V. labrusca* (Barrett, 1955). Eddigi adatok alapján a természetben lévő fontosabb *V. vinifera* fajták a közepesen fogékonytól a nagyon érzékeny kategóriába sorolhatók, a fogékonyság termőhelyenként és fenológiai stádiumonként is eltérő lehet (Jabco et al., 1985). A *Vitis cinerea*, *V. rupestris*, *V. champini*, *V. cordifolia* és a *V. riparia* a legellenállóbb fajok (Barrett, 1953). Fontos rezisztenciaforrások lehetnek a franko-amerikai hibridek és származékaik (Jabco et al., 1985), mivel a legfontosabb fajták és hibridek rezisztenciájának forrása a *Vitis rupestris*, amely magas fokon rezisztens ezzel a kórokozóval szemben (DiGasparo et al., 2012).

### Anyag és módszer

1. Első lépésként az Intézeti génbankban fellelhető (nem permetezett) potenciális rezisztenciaforrások ellenálló képességét értékeltük szabadföldön. A fajták értékelésénél a tüneteket a foltok, léziók számával, sűrűségével, méretével, a piknidiumok megjelenésével jellemeztük ötfokozatú skálán (Jabco et al., 1985). Ennek értékei a következők: 9-teljesen tünetmentes, nincs makroszkópikus tünet; 7- nyomokban apró foltok piknidium nélkül;

5- nyomokban foltok és nyomokban egy-egy fejletlen piknidium; 3- a levelek közepesen fedettek léziókkal, közepes számú jól fejlett piknidium; 1-legtöbb levélen nagyméretű folt, sok piknidiummal. (A köztes páros számok az átmeneti állapotot jelölik.)

A fajták ellenállóságának felmérésére 2012. július első hetében került sor. Az előrejelzések alapján a szabadföldi fertőzés feltételei 2012-ben először május 4-én, majd azt követően a hónap során még további 3 alkalommal, júniusban 6-8, júliusban 3-4 napon voltak optimálisak.

2. lépésben: Térképezési hibridcsalád és nemesítési alapanyag előállítás, tesztelése indult 2013-ban. A tünetmentes rezisztenciával rendelkező nemesítési alapanyag előállítása és egy markeres szelekciót szolgáló marker fejlesztés céljából 2012-ben előállítottunk egy 308 egyedből álló *V. cinerea* x *V. vinifera* cv. Tannat F2 családot, melyet 2013. június 13.-án mesterségesen megfertőztünk *G. bidwellii* konídium szuszpenzióval (Váczy et al., 2012). A populáció értékelését július 12.-én végeztük el szintén az 5 fokozatú skála (Jabco et al., 1985) alapján.

### Eredmények és következtetések

Szabadföldön végzett megfigyeléseink alátámasztják azokat az irodalmi adatokat, melyek szerint a franko-amerikai hibridek között vannak jól és közepesen ellenállóak, ezek értékes rezisztenciaforrások lehetnek (1. táblázat).

SZŐLŐ FEKETEROTHADÁS ELLENI REZISZTENCIÁJA

1. táblázat Néhány fajta, ill. fajtajelölt betegség ellenállósága (2012, Pécs)

Fajta	Kategória	Fajta	Kategória
Franko-amerikai hibridek		<i>Muscadinia. rotundifolia x V. vinifera. x V. am.</i>	
SV. 18315	5		
SV.12375	9	01-1/768	7
SV. 20473	9	01-1/852	1
SV.23657	9	01-1/808	7
S.7053	9	01-1/797	1
Franko-am. hibrid x <i>V. vinifera.</i>		01-1/474	1
Bianca	7	01-1/38	1
Medina	7	07-6-12/1	9
Regent	1	<i>M. rotundifolia x V. vinifera. x V. am.x franko-am.hib.</i>	
RF-16	9		
GM.716-26	9	04-7-29/3	7
Franko-am.hib. x <i>V.vin. x V.amurensis</i> hib.		<i>Vitis am. x V. vin.</i> hibidek	
		Petra	7
8/1	5	Agatha	1
Kozmopoliten	9	5-14/5	9
Bácska	1	SK.77-4/5	9
54/2	1	Amadeus	1

Irodalmi adatok alapján a *V. amurensis* különösen érzékeny, viszont a *V. amurensis x V. vinifera* F<sub>1</sub> és F<sub>2</sub> hibridek között előfordulnak tünetmentes és közepesen súlyos tüneteket mutató genotípusok is. A peronoszpórával, lisztharmattal és szürkerothadással szemben magas fokon ellenálló *Muscadinia rotundifolia x Vitis vinifera x Vitis amurensis* hibridjeink többsége érzékeny a betegséggel szemben. Ugyanezen genetikai konstrukció kiegészítve a franko-amerikai hibridekkel csak elvétve mutatta a betegség tüneteit. Vizsgálataink alapján a komplex hibridekben a feketerothadás ellenállóság széles skálán mozoghat (2. táblázat). A szabadföldi felvételezések előzetes eredményként szerepelnek, megerősítésükhöz további vizsgálatokra van szükség.

A *V. cinerea x V. vinifera* cv. Tannat F<sub>2</sub> populáció mesterséges fertőzésénél a tünetek megjelenéséhez több időre volt szükség, mint az irodalomban említett 14-21 nap. A tesztelt 308 növényből 167 volt tünetmentes és 141 egyeden azonosítottuk a feketerothadás valamilyen fokú tünetét. A populáció variabilitását ellenállósági fokozatokba sorolva a 3. táblázat tartalmazza.

2. táblázat A vizsgált genetikai anyagok besorolása eredetük és feketerothadás ellenállóságuk szerint (2012, Pécs)

Fajtacsoport	Fajták száma	Kategóriák				
		9.	7.	5.	3.	1.
Franko-amerikai hibridek	5	4		1		
Franko-amerikai hibridek x <i>V. vinifera</i>	5	2	2			1
Franko-am. h. x <i>V. vinifera</i> x <i>V. amurensis</i>	4	1		1		2
<i>V. amurensis</i> x <i>V. vinifera</i>	5	2	1			2
<i>Muscadinia rotundifolia</i> x <i>V. vin.</i> X <i>V.am.</i>	7	1	2			4
<i>M. rotundifolia</i> x <i>V. vinifera</i> x <i>V. amurensis</i> x Franko-am. h.	1		1			

3. táblázat A *V. cinerea* x *Vitis vinifera* cv. Tannat F<sub>2</sub> család feketerothadás rezisztenciájának variabilitása (fertőzés: 2013.06.13.-értékelés: 07.12.)

Ellenállósági kategória	Növényszám
1	27
3	65
4	5
5	26
7	18
9	167

Eredményeink alátámasztották a feketerothadás tünetmentes rezisztenciát kialakító gének jelenlétét a *V. cinerea*-ban, így e faj alkalmas lehet hatékony rezisztencia nemesítési alapanyag előállítására. Az első tesztelési eredmények azt mutatják, hogy legalább két gén biztosítja a *Vitis cinerea* feketerothadás elleni tünetmentes rezisztenciát. Az eddigi eredmények megerősítése és a nemesítési alapanyag előállítása érdekében 2014-ben megismételjük a hibridcsalád tesztelését.

### Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat az FP7-es program InnoVine projektje támogatja.

### Irodalomjegyzék

- Barrett, H.C.(1953): A survey of black rot resistance of the foliage of wildgrape species. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* **62**:319-322.
- Barrett, H.C.(1955): Black rot resistance of foliage on seedlings in selected grape progenies. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* **66**:220-224.
- DiGasparo, G., Copetti, D., Coleman, C., Castellarin, S. D., Eibach, R., Kozma, P., Lacombe, T., Gambetta, G., Zvyagin, A., Cindric, P., Kovács, L., Morgante, M., Testolin, R. (2012): Selective sweep at the Rpv3 locus during grape vine breeding for downy mildew resistance. *Theoretical and Applied Genetics.* 124:277-286, DOI 10.1007/s00122-011-1703-8.

## SZŐLŐ FEKETEROTHADÁS ELLENI REZISZTENCIÁJA

---

- Dula, T. (2012): A szőlő feketerothadása. *Agrofórum extra* **46**,24-27.
- Hoffman, L.E., Wilcox, W.F., Gadoury, D.M., Seem R.C.(2002): Influence of grape berry age on susceptibility to *Guignardia bidwellii* and its incubation period length. *Phytopatology*. **92**(10):1068-1076
- Jabco, J.P., Nesbitt, W.B., Werner, D.J.(1985): Resistance of various classes of grape to the bunch and muscadine grape forms of black rot. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.***110**(6):762-765.
- Lehoczky, J., Reichart, G. (1968): *A szőlő védelme*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Rex, F., Fechter, I., Hausmann, L., Töpfer, R. (2011): Etablierung einer Methode zur Phänotypisierung der Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) resistenz in der Weinrebe (*Vitis spec.*). *Drittes Nachwuchswissenschaftlerforum* : 23. - 25.11.2010 in Quedlinburg
- Váczy, Zs., Váczy, K.Z., Schmidt, Á., Kiss, L. (2012): A *Guignardia Bidwellii* által okozott feketerothadás Magyarországi szőlőültvényekben. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2012. február 21-22., Budapest, 38.p.
- Wilcox, W. (2003): Grapes: Black rot (*Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala and Ravaz.) Cornell Cooperative Extension Disease Identification SheetNo. 102GFSG-D4, Cornell University

BURGONYA-*Phytophthora infestans* GAZDA-PATOGEN  
KAPCSOLAT VIZSGÁLATA

SÁRDI ÉVA<sup>1</sup>, VIRÁG BENCE<sup>2</sup>, PALKOVICS LÁSZLÓ<sup>2</sup>

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Budapest

<sup>1</sup>Genetika és Növénynevelés Tanszék

<sup>2</sup>Növénykórtani Tanszék

*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary fertőzéssel szemben különböző ellenállóságú burgonyafajtákat hasonlítottunk össze a leveleikben detektálható szénhidrátok vizsgálatával. További célunk a mesterséges inokulálás hatására bekövetkező mennyiségváltozások tanulmányozása volt. A szénhidrátok frakcionálását műszeres túlnyomásos folyadékromatográfiás technikával (OPLC), minőségi és mennyiségi azonosításukat denzitométeres detektálással végeztük. A levélmintákban fruktózt, glükózt, szacharózt és raffinózt tudtunk mennyiségileg reprodukálhatóan meghatározni. Eredményeink alapján a glükóz mennyisége, és fertőzés hatására bekövetkező mennyiségváltozása alkalmas lehet a fajták betegség-ellenállóságának egymáshoz viszonyított jellemzésére.

**Kulcsszavak:** *Solanum tuberosum*, *Phytophthora infestans*, szénhidrátok

ANALYSIS OF POTATO-*Phytophthora infestans* HOST-PATHOGEN  
INTERACTION

É. SÁRDI<sup>1</sup>, B. VIRÁG<sup>2</sup>, L. PALKOVICS<sup>2</sup>

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Budapest

<sup>1</sup>Department of Genetics and Plant Breeding

<sup>2</sup>Department of Plant Pathology

Potato varieties representing different levels of resistance were compared by examining the detectable carbohydrates in the leaves during infection by *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Another goal was studying the quantitative changes of these compounds after artificial inoculation with the pathogen. Fractionation of the carbohydrates was done by over pressure liquid chromatography (OPLC) technique, qualitative and quantitative identification was carried out by densitometer. Fructose, glucose, sucrose and raffinose were reproducibly determined quantitatively in the leaf samples. Based on our results, the amount of changes of the glucose content by the effect of the infection can be used to characterize the relative disease-resistant level of the varieties.

**Key words:** *Solanum tuberosum*, *Phytophthora infestans*, carbohydrates

## Bevezetés

A burgonyának (*Solanum tuberosum* L.) az egész Földön, így hazánkban is fontos étkezési és takarmányozási szerepe van, világszerte a negyedik, Magyarországon pedig a harmadik legjelentősebb élelmiszernövény. Termesztésének nagyon fontos feltétele a minőségi vetőburgonya használata. Sajnálatos módon a magyarországi burgonyatermesztés jelentős része, mintegy 80%-a külföldi fajtákat alkalmaz, amelyek a hazai ökológiai viszonyokat kevésbé tűrik, így a betegségekre is fogékonyabbak. A hazai nemesítésű rezisztens fajták csak a termesztés együtödében jelennek meg (Polgár, 2008).

A burgonya egyik legjelentősebb betegségét a fitoftóra okozza. A *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary a lombot megtámadva, annak korai leszáradásával a fotoszintetizáló felület pusztulását és ezzel együtt a termésmennyiség csökkenését okozza, másrészt a gumók megfertőzésével azokat károsítja. Az, hogy a kórokozó képes fennmaradni, áttelelni a gumóban, a vetőgumó termesztésben jelent problémát, hiszen csak a teljesen egészséges és fertőzésmentes gumók forgalmazhatók. Több, főként agrotechnikai és kémiai védekezési módszert dolgoztak ki és alkalmaznak a köztermesztésben, azonban a kórokozónak megfelelő környezeti feltételek esetén továbbra is nehéz megakadályozni a járvány kialakulását.

Irodalmi adatok alapján a növények számos endogén vegyülete, vegyületesoportja – köztük a szénhidrátok is – szerepet játszanak különböző abiotikus és biotikus tényezőkkel szembeni ellenállóképességükben, illetve védekezési válaszaikban. A védelmi reakciók beindítása energia- és anyagigényes folyamat, a kórokozókkal való kölcsönhatások megváltoztatják a növények elsődleges anyagcseréjét (Danièle és mtsai., 2003; Heil és Bostock, 2002; Swarbrick és mtsai., 2006).

A szénhidrátok minősége és mennyisége, valamint a fogékonyság vagy rezisztencia kialakulása közötti kapcsolat komplexitását sok tényező befolyásolja (Moghaddam és Van den Ende, 2012). Az endogén szénhidrátok nem csak a növény számára jelentenek tápanyagokat és szignálokat, hanem a fertőzést okozó patogéneknek is, az asszimilátumok szintjében történő változások befolyásolhatják a patogén terjedését és génexpresszióját is. Nem csak a növények, hanem bizonyos kórokozók is rendelkezhetnek extracelluláris cukrokra ható enzimekkel (invertázok, fruktohexohidrolázok, fruktoziltranszferázok), melyek expressziójával a kórokozó képes megváltoztatni a hexóz és szacharóz szinteket az apoplastban (Berger és mtsai., 2007).

## Anyag és módszer

A vizsgált fajták a burgonya különböző betegségeivel szemben hasonló ellenállósági szinteket képviselnek, de a fitoftórával szembeni ellenállóságuk eltérő. A White Lady (WL) és Vénusz Gold (VG) a *Phytophthora infestans* kórokozóval szemben rezisztens, míg a Hópehely (H) és a Katica (K) fitoftórára közepesen fogékony fajták.

A 4 fajta növényeinek nevelése és a mesterséges fertőzések üvegházi és szabadföldi körülmények között azonos vetőgumók használatával, időben egymással párhuzamosan történtek. A levelek szénhidrát tartalmának korfüggését figyelembe véve a fajtaösszehasonlítást azonos korú növények, azonos szinteken található leveleinek vizsgálatával végeztük. A mesterséges fertőzés hatásának vizsgálatához az inokulálást követően 2 és 26 óra múlva gyűjtöttük a kontroll és fertőzött mintákat, az előbbi mintavételi mód figyelembevételével.

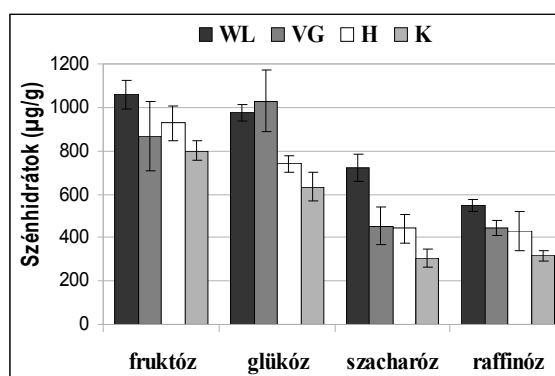
A szénhidrátok frakcionálását műszeres túlnyomásos folyadékkromatográfiás technikával (OPLC), minőségi és mennyiségi azonosításukat standard vegyületek alkalmazásával, denzitométeres detektálással végeztük.

### Eredmények és következtetések

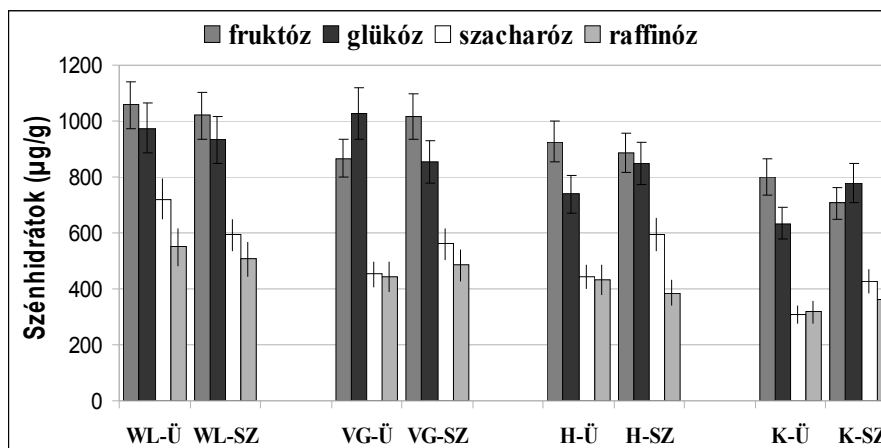
A kutatás célja a *Solanum tuberosum* - *Phytophthora infestans* gazdapatogén kapcsolat vizsgálatával, a gazdanövény leveleiben mérhető szénhidrátok mennyisége és a betegségellenállóság közötti összefüggés tanulmányozása volt. A kísérletben részt vevő hazai nemesítésű, fitoftóra fertőzéssel szemben különböző ellenállóságot mutató burgonya fajtákat egyrészt homeosztázisban hasonlítottuk össze a leveleikben mérhető szénhidrátok mennyiségmérésével, másrészt vizsgáltuk a fertőzés hatására bekövetkező változásokat is. A vizsgálatokat üvegházban, illetve szabadföldön felnevelt növények leveiből vett mintákon egyaránt elvégeztük.

A levélmintákban fruktózt, glükózt, szacharózt és raffinózt tudunk mennyiségileg reprodukálhatóan meghatározni.

A **homeosztázisban**, stresszmentes állapotban végzett fajtaösszehasonlítás eredményét az 1. ábra mutatja. Az eltérő ellenállósági szinteket képviselő fajták leveleiben detektálható cukorfrakciók mennyiségét összehasonlítva, a glükóz koncentrációja összefüggést mutat a *Phytophthora infestans* fertőzéssel szembeni ellenállósággal: mennyisége a rezisztens fajtákban nagyobb, mint a fogékonyakban.



1. ábra Fajta- összehasonlítása a szénhidrát frakciók mennyisége alapján



2. ábra Az üvegházi (Ü) és a szabadföldi (SZ) minták összehasonlítása

A 2. ábra az üvegházban (Ü) és szabadföldön (SZ) nevelt, közel azonos korú növények levélmintáinak összehasonlítását mutatja. A termőhelyről származó minták vizsgálatával végzett fajtaösszehasonlítás eredményei kevésbé mutatják a fajtakülönbségeket, de a legellenállóbb White Lady és a legérzékenyebb Katica fajták közötti különbségek megerősítik a szabályozott körülmények között megfigyelt összefüggést: a fitoftóra fertőzéssel szemben ellenálló fajta levelében a glükóz mennyisége nagyobb, mint a fogékonyában.

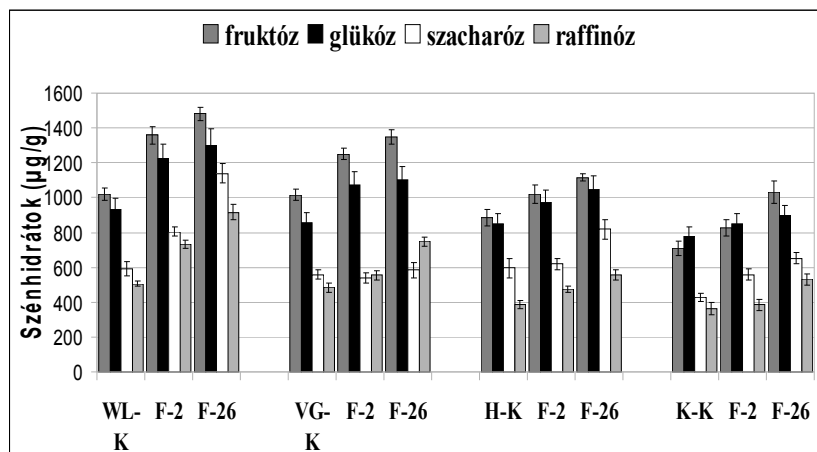
Egy adott fajtára vonatkozóan a szabadföldi és az üvegházi minták között szignifikáns eltérés nem mutatkozik.

**A fertőzés hatását** kontroll levélmintákon és az inokulálást követően 2 és 26 óra elteltével szedett minták vizsgálatával végeztük. A különböző szénhidrát frakciók mennyiségében az inokulálással kiváltott változásokat a 3. ábra mutatja.

A fertőzést követő 2. órában a legellenállóbb fajtában valamennyi szénhidrát mennyisége megnőtt és a többi fajtánál is növekedést detektáltunk a glükóz és fruktóz koncentrációkban. A két monoszacharid mennyiségének kontrollhoz viszonyított %-os növekedése jelentős különbségeket mutat a rezisztens és a fogékony fajták között (1. táblázat), az ellenállóban szignifikánsan nagyobb, mint a fogékonyakban. A 26. órában szedett minták esetében további, fajtánként különböző mértékű növekedést mértünk, melynek tendenciája hasonló, mint a fertőzés után 2 órával tapasztalt változások.

Több, független növénynevelésből származó minta vizsgálatával kapott eredményeink alapján a detektált szénhidrátok közül elsősorban a glükóz mennyiségének, illetve fertőzés hatására bekövetkező mennyiségváltozásának vizsgálata mutatkozik alkalmasnak a burgonya *Phytophthora infestans* kórokozóval szembeni ellenállóságának fajtaösszehasonlító jellemzésére.





3. ábra Kontroll (K), illetve a fertőzés után 2 órával (F-2) és 26 órával (F-26) szedett minták összehasonlítása

1. táblázat A fruktóz és glükóz szint kontrollhoz viszonyított %-os növekedése

A fertőzéstől eltelt idő	2. óra		26. óra	
	FRUKTÓZ	GLÜKÓZ	FRUKTÓZ	GLÜKÓZ
White Lady	33	30	45	39
Vénusz Gold	23	25	32	28
Hópehely	15	14	26	23
Katica	16	9	45	15

## Irodalom

- Berger S., Sinha A. K., Roitsch T. (2007) Plant physiology meets phytopathology: plant primary metabolism and plant-pathogen interactions. *Journal of Experimental Botany*, **58**, (15-16). 4019-4026.
- Danièle, E., Dommes, J., Hausman, J. F. (2003) Carbohydrates and resistance to *Phytophthora infestans* in potato plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, **25**(2). 171-178.
- Heil M., Bostock RM. (2002) Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Annals of Botany*, **89**, 503-512.
- Moghaddam, M. R. B., Van den Ende, W. (2012). Sugars and plant innate immunity. *Journal of Experimental Botany*, **63**(11), 3989-3998.
- Polgár Zs.(2008) A vetőgumó termesztés helyzete és problémái Magyarországon. Burgonya *Ágazati Fórum*, Keszthely.
- Swarbrick PJ., Schulze-Lefert P., Scholes JD. (2006) Metabolic consequences of susceptibility and resistance in barley leaves challenged with powdery mildew. *Plant Cell and Environment*, **29**, 1061-1076.

TUJA FAJTÁK BORÓKA-TARKADÍSZBOGÁRRAL  
(*Lamprodila festiva*) SZEMBENI ÉRZÉKENYSÉGÉNEK  
ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

SCHMIDT GÁBOR, SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Budapest

A hazai kertekbe, parkokba kiültetett, igen népszerű pikkelylevelű örökzöld *Thujaoccidentalis*, *T.plicata*, *Platyclusorientalis* (syn. *Thujaorientalis*) fajtákat az utóbbi évek száraz és forró nyarai erősen megviselték. A legyengült növényeken azután megjelentek a másodlagos betegségek, a gyengeségi kártevők. Közülük a mediterrán elterjedésű boróka-tarkadiszbogár (*Lamprodilafestiva*) okozza jelenleg a legnagyobb károkat. A *Thuja* és *Platyclus* fajok és fajták körében különbséget figyeltünk meg a környezeti tényezőkkel szemben való ellenállás és a boróka-tarkadiszbogár kártételrel való érzékenység tekintetében. A legnagyobb mértékben a *Thujaoccidentalis* fajtái károsodak, különösképpen a 'Smaragd', 'Spiralis', 'Semperaurea', 'Asplenifolia', 'Barabits Gold' és 'Bodmeri' fajták. Csak minimálisan károsodtak a *Thujaplicata* fajtái. A *Platyclusorientalis* fajták közül csak a 'Juniperoides' fajtán találtunk 40%-os károsítást, míg a többi fajta gyakorlatilag kártevőmentes volt. Általában megállapítható volt még, hogy a *Thuja* és a *Platyclus* fajok és fajták közül a tömött koronájú és időskori alakok (különösen pedig az alacsony kompakt gömb és tojásformák) teljesen egészségesek maradtak, míg a lazább koronájú és a juvenilis formák több-kevesebb károsodást mutattak.

**Kulcsszavak:** *Lamprodila festiva*, érzékenység, *Thuja*, *Platyclus*, fajtagyűjtemény

COMPARATIVE STUDIES ON THE SENSITIVITY OF THUJA  
(AND *Platyclus*) CULTIVARS AGAINST THE DAMAGES OF  
*Lamprodila festiva*

G. SCHMIDT, M. SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences,  
Department of Floriculture and Dendrology, Budapest

During investigations in June 2013 and January 2014 at the Central Conifer Collection of Corvinus University Budapest, the highest damages of the cypress borer (*Lamprodilafestiva*) were detected on *Thujaoccidentalis* cultivars *Asplenifolia*, *Bodmeri*, *Recurva Nana*, *Rheingold*, *Smaragd*, *Platyclusorientalis* cv. *Juniperoides*, while the other cultivars, especially the columnar *T. o.Henezia* and *Fastigiata*, the yellow-leaved *T. o. Yellow Ribbon* and *Sunkist*, the globular cultivars, and practically all the *T. plicata* and the remaining *Platyclusorientalis* cultivars proved to be uninfected (yet) by the borer. (Total number of *Thuja* and *Platyclus* cultivars was 108). From the genus *Chamaecyparis* (altogether 69 cultivars) only some juvenile forms, while from the genus *Juniperus* (altogether 218 cultivars) only *J. scopolorum* 'Skyrocket' were damaged.

**Key words:** *Lamprodila festiva*, sensitivity, *Thuja*, *Platyclus*, cultivars

## Bevezetés

A tuják Magyarországon a legkedveltebb örökzöld díszfák díszcserjék közé tartoznak. Közülük legnépszerűbb a *Thujaoccidentalis* (nyugati tuja), mely hatalmas alak- és színgazdagságával igen széleskörű felhasználási lehetőséget kínál, de az óriás tuja (*Thujaplicata*), valamint a keleti tuja (*Thujaorientalis*, jelenlegi hivatalos nevén: *Platyclusorientalis*) alapfaja és fajtái is széleskörűen használtak (Tóth, 2012; Schmidt és Tóth, 2006). Az utóbbi évek száraz és forró nyarai erősen megviselték a kertekbe és közparkokba kiültetett tujákat. A nyári hőség néha olyan mértékű volt, hogy a növények még öntözés ellenére is kiszáradtak, mivel sekély gyökérzetük képtelen volt felvenni annyi nedvességet, mint amennyit a lombzatuk elpárologtatott. Az így próbára tett növények néha kiszáradtak, sokszor azonban csak visszaestek a fejlődésben. A legyengült növényeken azután megjelentek a másodlagos betegségek illetve a gyengeségi kártevők. Ez utóbbiak közül a mediterrán elterjedésű boróka-tarkadiszbogár (*Lamprodilafestiva*) okozza jelenleg a legnagyobb károkat (Bodor, 2012; Németh, 2012; Marácz, 2013).

A díszbogaraknak 119 fajtát ismerjük Magyarországon (Németh 2013a, 2013b). A boróka-tarkadiszbogarat először 1999-ben találták meg a Barcsi Ősborókás Tájvédelmi Körzetben (Muskovits, 2001), és hamarosan védetté nyilvánították. A rovarügyi szakemberek két éve észlelték tömeges felbukkanását Budapest területén, a kertész szakemberek pedig máshol is találtak általa elpusztított növényeket, különösen ott, ahol sok tuját ültettek a kertekbe.

Mivel fejlődési ciklusa egy teljes éven át tart, a károsítás első tüneteit csak gyakorlott szem ismerheti fel (a csúcs felől lefelé induló száradás, a hajtások zöld színe először tompábbá válik, majd azok belülről kifelé világosbarnák lesznek, végül pedig teljesen elszáradnak). Az ovális röplyukak és maguk a bogarak csak a károsítás kezdetét követő év május-júniusában fedezhetők fel és határozhatók meg egyértelműen.

Előzetes megfigyeléseink alapján úgy tűnt, hogy az egyes tuja fajokat és fajtákat nem egyformán támadja meg a kártevő. Feltételeztük ezért, hogy némelyikük ellenálló-képességet mutat azzal szemben.

Vizsgálataink célja a *Thuja* (és a korábban ugyancsak a *Thujanemzetségbe* sorolt) *Platyclus* nemzetség fajtáinak módszeres vizsgálata volt a boróka-tarkadiszbogárral (*Lamprodilafestiva*) való érzékenységgel szemben annak érdekében, hogy típusonként ellenálló vagy legalábbis toleráns fajtákat tudjunk ajánlani a hazai termesztőknek és felhasználóknak.

## Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2013 júniusában és bővebben 2014. január végén végeztük a Budapesti Corvinus Egyetem Kísérleti Üzemének és Tangazdaságának Budapest 23. kerületében (Soroksáron) található 1. számú fenyő központi törzsültetvény és törzsgyűjteményében. A gyűjtemény területe kereken 2 hektár, talaj sík és egyöntetűen homokos. Mivel a város külterületén

## TUJA TARKADÍSZBOGÁRRAL SZEMBENI ÉRZÉKENYSÉGE

helyezkedik el, gyakorlatilag az alföldi klíma szélsőségeinek teljes mértékben ki van téve. A gyűjteményben összesen 584 fenyőfajta, ebből 108 *Thuja* és *Platyclusus* faj és fajta található. Fajtánként minimum 2 ismétlésben, 5-5 példány van kiültetve olyan térállásban, ami lehetővé teszi a növények méretének és habitusának teljes kifejlődését.

A vizsgálatok 2013. júniusi része annak megállapítására irányult, hogy a fenyőket valóban a boróka-tarkadiszbogárként azonosított kártevő támadta-e meg. 2014. januárjában pedig módszeresen végigjártuk a gyűjteményt és minden egyes *Thuja* fajtán megbecsültük a károsodás százalékos mértékét. A vizsgálat mellékágaként a gyűjteményben megtalálható többi pikkelylevelű örökzöldet is megszemléltük, és felértékeljük azt a néhány taxont, amelyek a *Juniperus* vagy *Chamaecypariss* nemzetségből a boróka-tarkadiszbogár károsítás tüneteit mutatta.

### Eredmények és következtetések

Az eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

A 108 taxonból álló *Thuja* és *Platyclusus* gyűjteményben 17-nél találtunk károsodást.

1. táblázat A boróka-tarkadiszbogár okozta károsodás mértéke az 1. számú fenyő központi törzsültetvény és törzsgyűjteményében

Név	Károsodás mértéke (%)
<i>Chamaecyparisslawsoniana</i> 'Silvania'	40
<i>Chamaecyparisslawsoniana</i> 'Stewartii'	10
<i>Chamaecyparisspisifera</i> 'Boulevard'	100
<i>Chamaecyparisspisifera</i> 'Plumosa Aurea'	100
<i>Chamaecyparisspisifera</i> 'SquarossaLombarts'	100
<i>Juniperuscommunis</i> 'Bakony'	50
<i>Juniperuscommunis</i> 'Hibernica'	50
<i>Juniperusscopolorum</i> 'Skyrocket'	100
<i>Platyclusus orientalis</i> 'Juniperoides'	40
<i>Thuja occidentalis</i> 'Barabits Gold'	100
<i>Thuja occidentalis</i> 'Bodmeri'	40
<i>Thuja occidentalis</i> 'Columna'	5
<i>Thuja occidentalis</i> 'Europe Gold'	10
<i>Thuja occidentalis</i> 'Gold Fassel'	10
<i>Thuja occidentalis</i> 'Hoersholmiensis'	80
<i>Thuja occidentalis</i> 'Malonyana'	5
<i>Thuja occidentalis</i> 'Recurva Nana'	90
<i>Thuja occidentalis</i> 'Rheingold'	40
<i>Thuja occidentalis</i> 'Semperaurea'	40
<i>Thuja occidentalis</i> 'Smaragd'	70
<i>Thuja occidentalis</i> 'Stelina'	15
<i>Thuja occidentalis</i> 'Szőlősi klón'	5
<i>Thuja occidentalis</i> 'Yellow Ribbon'	30
<i>Thuja plicata</i> 'Gelderland'	5
<i>Thuja plicata</i> 'Gold Perle'	10

Mint a táblázatból látható, a legnagyobb mértékben károsodottak a *Thujaoccidentalis* fajtái, különösképpen pedig a *Thujaoccidentalis* 'Smaragd', 'Spiralis', 'Semperaurea', 'Asplenifolia', 'Barabits Gold' és 'Bodmeri' fajtái. A felsorolt fajták a 'Barabits Gold' kivételével mind nyugat-európai szelekciók, párás csapadékos klímához és hűvös nyarakhoz szoktak, ezért legyengülésük a magyar kontinentális klímában logikus következmény.

Csak minimálisan károsodtak a *Thujaaplicata* fajtái. A *Platyclusorientalis* (korábbi nevén *Thujaorientalis*) fajták közül csak a 'Juniperoides' fajtán találtunk 40%-os károsítást, míg a többi fajta gyakorlatilag kártevőmentes volt. (Előfordultak viszont rajtuk a *Kabatinathujae* gombafaj által okozott tünetek, azokon a részeken, ahol koronáik összeértek és egymást árnyékolták).

Általában megállapítható volt még, hogy a *Thuja* és a *Platyclus* fajok és fajták közül a tömött koronájú és időskori alakok (különösen pedig az alacsony kompakt gömb és tojásformák) teljesen egészségesek maradtak, míg a lazább koronájú és a juvenilis formák több-kevesebb károsodást mutattak.

A többi *Cupressaceae* családba tartozó faj, fajta közül:

A *Chamaecyparis* nemzetségből a *C lawsoniana* 'Silvania' és a 'Stewartii' fajták károsodtak 40 illetve 10 %-os mértékben, a *C. pisifera* fajtái közül pedig a 'Boulevard', a 'Plumosa Aurea' és a 'SquarossaLombarts' juvenilisfajták, melyek gyakorlatilag teljes mértékben elpusztultak.

A *Juniperus* fajták közül a *Juniperuscommunis* 33 fajtájából csupán a 'Bakony' és a 'Hibernica' fajták mutattak károsodást (a két vizsgálati hely közül ott, ahol a növények árnyékba szorultak), de nem volt egyértelműen megállapítható, hogy a károsítást valóban a boróka-tarkadiszbogár vagy pedig a tujaszú okozhatta. (A két kártevés tünete elégé hasonlóak egymáshoz). A többi *Juniperus* fajból csak a *Juniperusscopolorum* 'Skyrocket' fajta mutatott egy vizsgálati helyen 100%-os pusztulást.

### Következtetések

Az eredmények alapján arra következtethetünk, hogy:

1. A *Thuja* és *Platyclus* fajok és fajták között létezik különbség a környezeti tényezőkkel szemben való ellenállás és a boróka-tarkadiszbogár kártétellel való érzékenység tekintetében.

2. Minden típuson belül találtunk olyan fajtát, amely a típus többi képviselőjénél nagyobb ellenállást mutatott. Ilyenek az oszlopos tuják közül a *Thujaoccidentalis* 'Henezia' és 'Fastigiata' fajtái, a sárga lombú tuják közül a *T. o.* 'YellowRibbon' és 'Sunkist', valamint a *T.plicata* és *Platyclusorientalis* sárgás lombú fajtái, míg a gömb alakú fajták a laza és sárgatarka lombú 'GoldenGlobe' kivételével valamennyien ellenállónak mutatkoztak. Ellenállásuk oka valószínűleg a sűrű tömött koronaforma, ami kisebb párologtató felületénél fogva kevésbé gyengült le a nyári szárazság és túlzott inszoláció hatására. A

*Chamaecyparis* nemzetségből a köztudottan sokat párologtató és érzékeny juvenilis formák károsodtak csak, míg a *Juniperus* fajták közül a *Juniperusscopolorum* 'Skyrocket'. Ez utóbbi károsodásának feltételezhető oka az, hogy olyan mennyiségben telepítették országszerte a kertekben, hogy a károsító az idők folyamán „szakosodhatott” erre a fajtára. (Ez a növény a Budai Arborétumban is elpusztult és budapesti közparkokban is találtunk belőle a boróka-tarkadiszbogár által elpusztított példányokat.)

3. Érdekes és meglepő eredmény volt viszont, hogy a *Juniperuscommunis* 33 fajtából álló gyűjteményéből csak 2 esetben találtunk boróka-tarkadiszbogár által (?) károsított példányokat, azokat is csak ott, ahol a növények a föléjük nőtt nemes nyárok árnyékába szorultak. Az irodalom szerint a boróka-tarkadiszbogár erősen fényigényes melegkedvelő rovar, így lehet, hogy az említett növények pusztulását valamilyen más szúbogárféle okozta. Ezek után viszont felmerül a kérdés: vajon a tujákon megtalált díszbogár pontosan azonos -e a Barcsi Ősborókásból Muskovits (2012) által leírt fajjal? Esetleg annak egy tujákra szakosodott alfaja? A kártevő Németh (2012 és 2013b) feltételezése szerint az ültetett tujákkal került Budapestre. (Szerintünk is, növényimportból).

4. Soroksári vizsgálataink során a *Platyclusorientalis*-ből sokkal kevesebb károsított fajtát találtunk, mint *Thujaoccidentalis*-ből.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk megjelenését a Magnolia Agárd Kert-Park. Kft. támogatta.

### Irodalom

- Bodor J. (2012): A tuják kártevői – *Kertészet és Szőlészet*, **34.**: 24–26.
- Marácz L. (2013): Díszfák, díszcserjék védelme – Nyugat-dunántúli Díszfaiskolások Egyesülete Szombathely pp. 626.
- Muskovits J. (2001): Somogy megye díszbogarai (Coleoptera: Buprestidae). – In: Ábrahám L. (szerk.): *Somogy fauna katalógusa – Natura Somogyiensis*, **3**: 169–178.
- Németh T. (2012): Védett bogárból tujakártevő – National Geographic Online. [http://www.ng.hu/Termesztet/2012/08/vedett\\_bogarbol\\_tujakartevo](http://www.ng.hu/Termesztet/2012/08/vedett_bogarbol_tujakartevo) (Hozzáférés: 2013.VI.11.)
- Németh T. (2013a): A főváros repülő ékkövei – *Élet és Tudomány* **68** (15): 454–456.
- Németh T. (2013b): A boróka-tarkadiszbogár (*Lamprodilafestiva*) megjelenése és kártétele Budapesten – *Növényvédelem*, **49** (8): 367-369.
- Schmidt G., Tóth I. (2006): *Kertészeti Dendrológia* – Mezőgazda Kiadó pp. 404.
- Tóth I. (2012): Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve – Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Dunaharaszti pp. 789.

## MANDULAHIBRIDEK TERMÉKENYÜLÉSE ÖSSZEFÜGGÉSBEN AZ S-GENOTÍPUSOKKAL

SKOLA ISTVÁN<sup>1</sup>, ERDŐS ZOLTÁN<sup>1</sup>, HALÁSZ JÚLIA<sup>2</sup>, HEGEDŰS ATTILA<sup>2</sup>,  
HROTKÓ KÁROLY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Ceglédi Kutató Állomás, Cegléd

<sup>2</sup>BCE Kertészettudományi Kar, Genetika és Növénynevelés Tanszék, Budapest

<sup>3</sup>BCE Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék,  
Budapest

Szárazságtűrő mandula magtermő törzsklonok szelekciója céljából 2010. évben öt hibridet választottunk ki (2/3, 2/78, 3/48, 3/58, 4/45), melyeket 2013-ban az 1/117 hibriddel bővítettünk. Szabadföldi termékenyülési vizsgálatokat végeztünk pergamen izolátorok segítségével reciprok keresztezéssel kiegészítve. A megporzás szempontjából fontos feltétel a fajták együttvirágzása, ezért nyomon követtük a hibridek virágzás menetét és meghatároztuk a fővirágzási időszakok átfedtségét. Megállapítottuk, hogy a hibridek kölcsönösen képesek egymás megtermékenyítésére. Az *S*-RN-áz gén két intronrégiójának PCR-alapú vizsgálatával meghatároztuk a szülők és hibridek termékenyülését meghatározó *S*-genotípusokat. Az *S*<sub>5</sub>, *S*<sub>9</sub>, *S*<sub>11</sub> és *S*<sub>24</sub> allélok mellett 3 olyan allélt is találtunk, amelyek nem azonosak az eddig ismert mandula *S*-allélokkal, ezért ezeket *S*<sub>X</sub>, *S*<sub>Y</sub> és *S*<sub>Z</sub> betűkkel jelöltük. A hibridek között inkompatibilis kombinációkat nem találtunk. Megállapítottuk, hogy a hibridek fővirágzási időszaka átfedi egymást, így a megfelelő megporzásnak nem akadályja a virágzási idő.

**Kulcsszavak:** nemesítés, virágzás fenológia, *S*-genotípus, termékenyülés

## FERTILITY PROPERTIES OF ALMOND HYBRIDS IN THE CONTEXT OF S-GENOTYPES

I. SKOLA<sup>1</sup>, Z. ERDŐS<sup>1</sup>, J. HALÁSZ<sup>2</sup>, A. HEGEDŰS<sup>2</sup>, K. HROTKÓ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>NARIC Research Institute of Pomology, Research Station of Cegléd

<sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of  
Genetics and Plant Breeding

<sup>3</sup>Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of  
Floriculture and Dendrology

Five hybrids (2/3, 2/78, 3/48, 3/58 and 4/45) were selected from drought tolerant seed producing offspring in 2010, they were expanded with 1/117 hybrid in 2013. Field pollination experiments were carried out using pergamin bags as isolators and cross-breeding method completed with reciprocal cross. Parallel the sterility of the hybrids was investigated. Simultaneously blooming varieties are important condition for pollination; therefore we monitored the progress of the blooming and determined the coverage of the main blooming periods. We found that hybrids were able to pollinate each other. PCR was conducted using the degenerate primers EM for the amplification of the second intron region of the *S*-RNase gene and *S*-genotypes in hybrids and parents were identified. *S*<sub>5</sub>, *S*<sub>9</sub>, *S*<sub>11</sub> and *S*<sub>24</sub> were found in addition to 3 alleles that were not identical to the previously known almond *S*-alleles; therefore we indicated them with *S*<sub>X</sub>, *S*<sub>Y</sub> and *S*<sub>Z</sub> letters. Incompatible combinations were not found among the hybrids. We found that the hybrids' main blooming periods overlap; thus they do not prevent adequate pollination.

**Key words:** breeding, blooming phenology, *S*-genotype, fertility

## Bevezetés

A mandula a megfelelő hozamok eléréséhez a virágok nagyfokú önmeddősége miatt feltétlenül idegentermékenyülést igényel (Nyéki *et al.* 2002). A mandulának pollenadó fajtákra van szüksége. A megfelelő pollenellátás szempontjából a fajták virágzási idejét, a fajták együttvirágzását, termékenyülési sajátosságait kell vizsgálni (Soltész 1977). A termékenyülési viszonyokat hagyományosan szabadban izolátorok segítségével végzett mesterséges megporzásokkal térképezték fel. Az önmeddőség mandulánál gametofitikus jellegű (Socias *i Company et al.* 1976) A nagy poliformizmust mutató, multiallélikus *S*-lókuszt által meghatározott inkompatibilitási rendszer határozza meg a termékenyülési fenotípust (De Nettancourt 2001). Ugyanakkor az *S*-genotípus ismerete önmagában nem elégséges feltétele a termékenyülésnek. A fajtákat virágzási időcsoportokba sorolják be (Godini 1977). Az ültetvények fajtatársításánál a fajtáknak egyazon virágzási időcsoportba kell tartozniuk. Az alanymagtermő ültetvényekben is legalább három fajta társítása indokolt a megfelelő pollenellátás érdekében.

Ebben a tanulmányban szelektált magtermő mandulahibridjeink termékenyülési viszonyait és társíthatóságukat vizsgáltuk.

## Anyag és módszer

A szárazságtűrő mandula magtermő hibridek szelekciójából 6 hibridet szelektáltunk ki eltérő szülői kombinációkból (1. táblázat). A hibridekből egy fa állt rendelkezésre a vizsgálatok elvégzéséhez. A hibrideken virágzásfenológiai megfigyeléseket végeztünk. A virághozás gazdagságát 1-5 bonitált mérőszámokkal jellemeztük. A fővirágzási időszakok átfedtségének mértékét a 2006-2009 és 2013 évek adatainak felhasználásával állapítottuk meg.

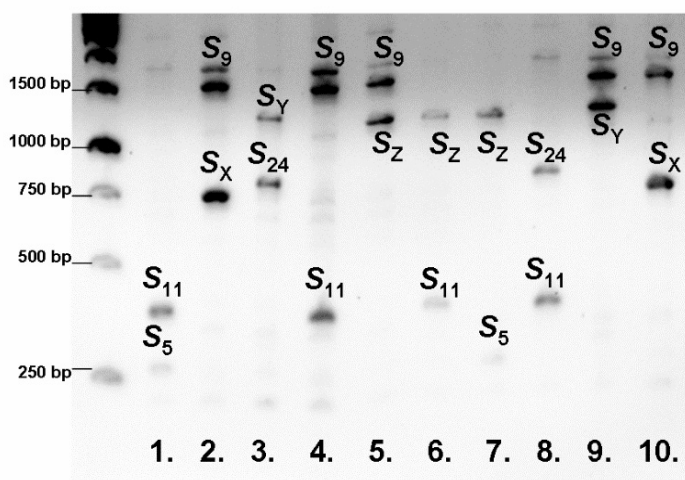
Kölcsönös termékenyülési vizsgálatokat végeztünk 2013. 04. 13-04.18 közötti időszakban a kisselektált 6 hibriden. A virágszedést és pollenfejtést követően a fákon elhelyeztük a pergamen izolátorokat. A keresztezésnél 10 ismétléssel dolgoztunk, így fánként virágrügy berakódottságtól függően 40-60 db izolátort tudunk elhelyezni. A beporzások elvégzésére mindössze 3 nap állt rendelkezésre, amikor a bibék megfelelő fogékonyságot mutattak. A 2/78-as hibridet ki kellett hagynunk az értékelésből és a 3/48-as hibriden is elhagytunk egy kombinációt az alacsony virágrügy berakódottság miatt. A hibrid magvak begyűjtését és a kötődés értékelését 09.06-09.20 közötti időszakban végeztük.

Az *S*-genotípus meghatározása Halász és mts. (2010) módszere alapján történt a hibrideken és a szülőkön. A genomi DNS-t fiatal levelekből a DNeasy Plant Mini Kittal vontuk ki (Qiagen). Az *S*-RN-áz allélok vizsgálatához a PaConsl-F és EM-PC1consRD az első intronrégió amplifikációjához (Sonneveld és mts, 2003; Ortega és mts, 2005), míg az EM-PC2consFD és EM-PC3consRD primerpárt a második intronrégió felszaporításához (Sutherland és mts, 2004) használtuk. A PCR-hez kb. 20-80 ng DNS-t használtunk 25 µl végtérfogatban. Az 1 × PCR puffer (Fermentas) végső koncentrációja 10 mM Tris-HCl (pH 8,3), 50 mM KCl és 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM dNTP, 0,4 µM az adott primerekből és 0,625 U *Taq* DNS-polimeráz (Fermentas). A PCR-t PTC 200 (MJ Research) típusú készülékben végeztük a primerekhez közölt, eltérő protokollok alapján. A PCR-termékeket 1 %-os TAE agaróz gélben választottuk szét (2 h 120 V) és etidium-bromidos festéssel, UV-fénnyel átvilágítva tettük láthatóvá. Az 500 bp-nál nagyobb fragmentumok méretének megállapításához 1 kb + DNS-markert (Promega) használtunk.



**Eredmények és következtetések**

Az *S*-RN-áz gén két intronrégiójának PCR-alapú vizsgálatával meghatároztuk a hibridek termékenyülését meghatározó *S*-genotípusokat (1 ábra). Az *S*<sub>5</sub>, *S*<sub>9</sub>, *S*<sub>11</sub> és *S*<sub>24</sub> allélok mellett 3 olyan allélt is találtunk, amelyek nem azonosak az eddig ismert mandula *S*-allélok egyikével sem, ezért azokat *S*<sub>x</sub>, *S*<sub>y</sub> és *S*<sub>z</sub> betűkkel jelöltük.



1. ábra A vizsgált hibridek és szülők EM jelű, a *Prunus* *S*-RN-áz gén második intronrégióját amplifikáló, konszenzus primerekkel végzett PCR-vizsgálatának eredménye. 1: 4/45; 2: 2/78; 3: 2/3; 4: 3/48; 5: 3/58; 6: 1/117; 7: C.449; 8: C.471; 9: C.446; 10: C.431

A szülők és hibridek *S*-allél összetételét az 1. táblázat mutatja. Az *S*-genotípus adatokból megállapítható, hogy a szelektált hibridek között interinkompatibilitás nem fordul elő. Leggyakoribb allélok az *S*<sub>9</sub> és az *S*<sub>11</sub>. Az 1/117 hibrid pedigében csak az anyai szülő, C. 449 volt eddig ismert, az *S*-allélok meghatározásával sikerült beazonosítani az apai szülőt is, ami a C.471 mandula klón.

A szabadföldön végzett pergamen izolátoros kölcsönös termékenyülési vizsgálatokban összesen 8493 db virágot izoláltunk. Izolátoronként átlag 36 db virág volt. A 2. táblázat adataiból kitűnik, hogy az 1/117 és a 3/58 hibrid alacsonyabb százalékban termékenyült a többi hibridnél. A jó terméshozáshoz szükséges 12-15%-os termékenyülést a 4/45 hibrid 10,37%-os átlagos termékenyüléssel éppen csak elérte, jónak mondható a 2/3 hibrid (19,5%) és a 3/48 hibrid (20,1%) termékenyülése. A hibridek kölcsönösen képesek egymás megtermékenyítésére, bár a porzó partnerekben előforduló közös allél 50 %-kal csökkentheti a pollen felhasználhatóságot, mely kihat a termékenyülésre és a terméshozamra.

1. táblázat Szülők és hibridek termékenyülését meghatározó S-genotípusok

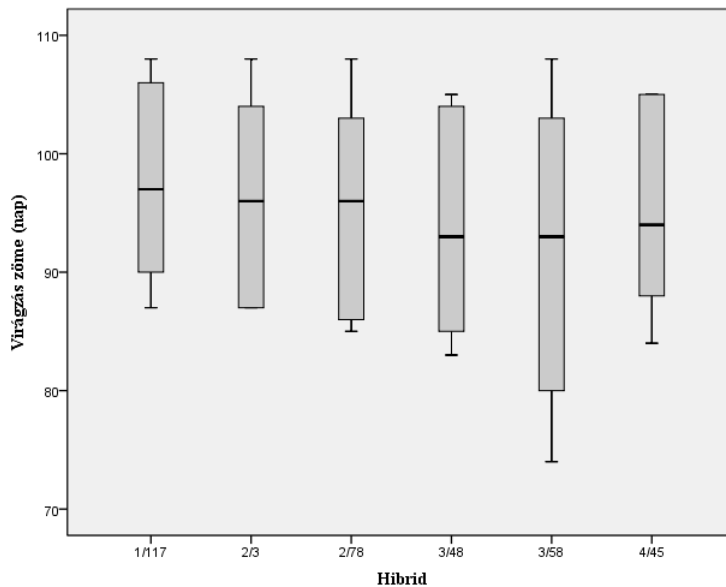
♀ \ ♂	C.471 $S_{11}S_{24}$	C.449 $S_5S_Z$	C.446 $S_9S_Y$	C.431 $S_9S_X$
C.471 $S_{11}S_{24}$		4/45 $S_5S_{11}$	2/3 $S_YS_{24}$	-
C.449 $S_5S_Z$	1/117 $S_ZS_{11}$		-	3/58 $S_9S_Z$
C.446 $S_9S_Y$	3/48 $S_9S_{11}$	-		2/78 $S_9S_X$
C.431 $S_9S_X$	-	-	-	

A kölcsönös termékenyülési kísérletben a 3/48x1/117 (21,8 %) kiváló termékenyülése és a reciprok kombináció 1/117x3/48 (0,9 %) termékenyülése látszólag ellentmondásos. A megtermékenyítésben mindkét esetben ugyanazok az allélok játszottak szerepet. Ez azt mutatja, hogy nem az S-allélok okozták az eltérő eredményeket, hanem az 1/117 anyafát ért egyéb környezeti tényezők, jelen esetben a virágszervek eltérő fagykárosodásának a mértéke.

2. táblázat Mandula hibridek S-genotípusa és átlagos termékenyülése (%), 2013. év adatai

♀ \ ♂	1/117 $S_ZS_{11}$	2/3 $S_YS_{24}$	2/78 $S_9S_X$	3/48 $S_9S_{11}$	3/58 $S_9S_Z$	4/45 $S_5S_{11}$
1/117 $S_ZS_{11}$		15,9	-	21,8	1,4	12,1
2/3 $S_YS_{24}$	4,9		-	13,3	3,8	9,0
2/78 $S_9S_X$	1,3	22,0		-	-	13,3
3/48 $S_9S_{11}$	0,9	9,6	-		1,7	2,9
3/58 $S_9S_Z$	6,2	19,5	-	18,3		14,5
4/45 $S_5S_{11}$	6,1	33,5	-	24,7	3,4	

Az S-allélok ismerete önmagában nem elégséges feltétele a hibridek kölcsönös termékenyülésének, a hatékony megporzás miatt a fővirágzású időszakok legalább 50 %-os átfedtsége is szükséges. Öt év virágzás-fenológiai adataiból megállapítható, hogy a hibridek virágzású időben is lefedik egymást (2. ábra).



2. ábra Fővirágzási időszakok 2006-2009 és 2013 években a mandula hibrideknél

Az *S*-allélok meghatározása kiegészítve a virágzás fenológiai adatokkal a fajták együtt virágzására vonatkozóan, gyorsabb és megbízhatóbb eredményeket szolgáltatnak, mint a hosszadalmasabb és több bizonytalansági tényezőt is magában hordozó szabadföldi hagyományos pergamen izolátoros vizsgálatok a fajták termékenyülési viszonyainak meghatározásában.

### Irodalom

- De Nettancourt, D. (2001): *Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants* (2nd ed.) Springer Verlag, New York
- Halász J., Fodor A., Pedryc A., Hegedűs A. (2010): S-genotyping of Eastern European almond cultivars: identification and characterization of new ( $S_{36}$ - $S_{39}$ ) self-incompatibility ribonuclease alleles. *Plant Breeding*, **129**(2), 227–232.
- Nyéki J., Soltész M., Szabó Z. (2002): Fajtatársítás a gyümölcs ültetvényekben. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Ortega, E., Sutherland, B.G., Dicenta, F., Bošković, R., Tobutt, K.R. (2005): Determination of incompatibility genotypes in almond using first and second intron consensus primers: detection of new *S*-alleles and correlation of reported *S* genotypes. *Plant Breeding*, 124: 188–196.
- Socias i Company, R., Kester, D.E., Bradley, M.V. (1976): *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **101**(5):490-493.
- Soltész M. (1977): *Integrált gyümölcstermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Sonneveld, T., Tobutt, K.R., Robbins, T.P. (2003): Allele-specific PCR detection of sweet cherry self-incompatibility (*S*) alleles  $S_1$  to  $S_{16}$  using consensus and allele-specific primers. *Theor. Appl. Genet.*, **107**: 1059–1070.
- Sutherland, B.G., Robbins, T.P., Tobutt, K.R. (2004): Primers amplifying a range of *Prunus S*-alleles. *Plant Breeding*, **123**: 582–584.

## TARTÓS VÍZHIÁNY HATÁSA KUKORICAHIBRIDEK VIRÁGZÁSI IDEJÉRE

SPITKÓ TAMÁS, NAGY ZOLTÁN, HALMOS GÁBOR, MARTON L. CSABA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A szárazságtűrés vizsgálatakor figyelembe kell venni, hogy az aszály, vagy más néven szárazság stressz egy olyan komplex jelenség, amely évenként és termőhelyenként jelentősen eltérő képet mutat. A vizsgálatba vont genetikai anyagok között jelentős eltéréseket találtunk az aszálytűrés tekintetében. A tulajdonságok közötti korreláció vizsgálatával megállapítottuk, hogy az aszály stressz tűrés vizsgálatakor érdemes a proterandriát kiemelt tulajdonságként vizsgálni, mert mind az aszálytűrés, mind a várható termés mennyisége jobban előre jelezhető és a nagyobb termésre történő szelekció megbízhatóan végezhető. Szárazság stressz vizsgálatokban a rövid proterandria, vagy a teljes virágzási szinkron keresése a cél, mert ezeknél a genotípusoknál a szárazságtűrés vizsgálata mellett egyidejűleg a nagyobb termésre való szelekció is lehetséges.

**Kulcsszavak:** aszály, szárazság tűrés, proterandria, kukorica

## EFFECT OF LONG-LASTING WATER DEFICIT ON FLOWERING DATE OF MAIZE HYBRIDS

T. SPITKÓ, Z. NAGY, G. HALMOS, L. C. MARTON

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of  
Sciences

When investigating drought tolerance, we must take into consideration that drought stress is a complex phenomenon exhibiting quite different characters in different years and locations. Considerable differences in drought tolerance were observed in the genetic materials. An analysis of correlations between the traits revealed that proterandry should be considered as a priority trait when investigating drought stress tolerance, as better predictions can be made of both drought tolerance and potential yields, leading to more reliable selection for higher yields. According to the results, it could be concluded that in response to long-term water deficit the period between tasselling and silking became longer. As the degree of proterandry increased, there was a decline in the grain yield, confirming that the analysis of this trait could be a way of predicting drought tolerance.

**Key words:** drought, drought tolerance, proterandry, maize

## Bevezetés

A kukorica a virágzás idején a legérzékenyebb a szárazságra. Az aszálykár legfontosabb tünetei a növény virágzása idején a következők: a virágzatok kialakulásának késése, virágzási aszinkron, hímvirágzat elégeése, a pollen termékenyítő képességének és életképességének csökkenése, esetleg teljes sterilitás, bibeszálak receptivitásának csökkenése (esetenkénti teljes meddőség), embriók abortálása (Westgate és Boyer, 1985). A kukorica idegentermékenyülő növény, ezért a virágzás idején más gabonaféléknél lényegesen érzékenyebb a vízhiányra és a magas hőmérsékletre, mivel a hím- és a nővirágzat akár 1 m távolságban, elkülönülten fejlődik, ráadásul a pollen és a bibeszálak közvetlenül kitéttek a környezet hatásainak. A kukorica esetében a szemek egyetlen csövön, egyszerre fejlődnek, így egy virágzáskor bekövetkező stressz hatására akár az összes szem egyidejű abortálása is előfordulhat (Tollenaar és Daynard, 1978). A hím- és nővirágzat fizikai szétválásának következtében dichogamia fordul elő (a porzók és a bibe különböző időben való érése). A hímvirágzás általában a nővirágzat megjelenése előtt megkezdődik (proterandria), esetenként nőelőzés (proterogynia), vagy egyidejű virágzás is előfordul. Az olyan fajokban, ahol a virágzatok érésének ideje eltér, a légnedvesség, vagy a hőmérséklet igen jelentősen befolyásolhatja a virágzási szinkront, ezáltal egy, a vegetációs időszakban bekövetkező stressz (pl. aszály) nagymértékben befolyásolhatja annak lefolyását (Struik et al., 1986).

Aszály idején tapasztalt általános megfigyelés, hogy a hím- és nővirágzás közötti intervallum (proterandria) megnyúlik (DuPlessis és Dijkhuis, 1967). Ezt leggyakrabban a bibeszálak megjelenésének relatív késése okozza a címer megjelenéséhez viszonyítva (ez utóbbit az aszály kevésbé befolyásolja). A proterandria tehát lényegesebb tulajdonság egy hibrid szárazság tűrésének megítélésében, mint a virágzási idő maga, és független a fajták közti érés csoport különbségektől (Edmeades et al., 1989). A bibeszálak megjelenésének késését okozhatja a bibeszál növekedésének lelassulása, amit nagymértékben meghatároz a növény vízellátottsága (Herrero és Johnson, 1981). A proterandria, ami megfelelő mérőszáma a virágzási aszinkron mértékének, a vízhiány hatására megnövekedik, elsősorban a csőkezdemény és a bibeszálak megjelenésének késése és növekedésének lassulása miatt (Bolaños és Edmeades, 1993).

A proterandria kétség kívül a leggyakrabban használt másodlagos tulajdonság a szárazságstressz tolerancia javítására (Beck et al., 1996). Vega et al. (2001) szerint, a virágzási időszak során mérhető proterandria kiváló tulajdonság a csőképződés és a növényfejlődés ütemének mérésére is. Az újabban előállított, stressz toleráns genotípusok relatíve kisebb proterandria növekedéssel reagálnak az aszályra, mint a régebben előállított hibridek (Bruce et al., 2001), habár nagyszámú „modern” hibrid esetében a proterandria és a szemtermés összehasonlításakor azt találták, hogy a variabilitás mindkét tulajdonságra nézve kifejezett volt.

### Anyag és módszer

A kísérleteket két évben (2011 és 2012), véletlen blokk elrendezésben, két (öntözött: WW), illetve három ismétlésben (öntözetlen: WD) vetettük el a martonvásári kutatóintézet kísérleti terén. A duplasoros parcella hossza 5,6 m volt a tőtávolság 20 cm, a parcellánkénti növényszám 55-60 db növény között volt. A talaj löszön képződött mészlepedékes csernozjom, kedvező vízgazdálkodással, a vályog típusú talaj fizikai állapottal.

A kísérletben az UMR INRA-SUPAGRO, Institut de Biologie Intégrative des Plantes INRA által a DROPS pályázat keretében begyűjtött kukorica beltenyésztéses vonalaktól és egy európai flint teszter (EFT) keresztezésével, chilei téli generációban faktoriális párosítási modell alapján létrehozott beltenyésztéses hibrideket vizsgáltunk. A kísérletbe vont genotípusok száma összesen 83 db volt. A szülővonalak anyai komponense a pályázatban szereplő konzorciumi partnerek (cégek és intézetek) saját fejlesztésű vonalai voltak, és különböző heterózis csoportba tartoztak, ezért a tömegkereszteléses hibrid előállítás során egy olyan partnerrel voltak keresztezve, amely vélhetőleg egyikkel sem mutatott szoros rokonságot. Ezért esett a választás az európai flint teszterre.

Martonvásáron, csapadékkal átlagosan ellátott őszi (143 mm), téli (117 mm) és tavaszi (127 mm) után a júniusi júliusi időszakban (továbbra is átlagos nyári csapadék ellátottság esetén - 172 mm) nem alakul ki a talajok jelentős kiszáradása. Ugyanakkor 2012-ben az előző év vízhiánya (260,1 mm éves mennyiség 2011-ben) és a 2012. januártól júniusig leesett összesen 107,9 mm csapadék már szárazságot, hosszan tartó vízhiányt okozott a növényekben. A 2012-es nyár elejére már közel 300 mm csapadék hiányzott az előző évből és további 91 mm nem hullott le 2012-ben a nyár elejéig, a sokéves átlaggal összevetve.

Öntözés, évente 4-5 alkalommal (nyáron, június és július hónapokban), a talajszenzorok adatainak megfelelően, kizárólag a WW területen történt. A tenziométeres méréseknek megfelelően a víz kijuttatását akkor kezdtük meg, ha a tenziométer értéke -30 cB alá csökkent. Az öntözés lineár rendszerű öntözőberendezésekkel történt, ami egyenletes mennyiségű víz kijuttatását tette lehetővé az teljes terület hosszában. A kijuttatott víz mennyisége esetenként 40-50 mm öntözővíz volt. A WD területeken öntözés csak egy alkalommal a virágzást követő 15. napon történt 15 mm vízmennyiséggel.

Az öntözés a virágzás után (augusztus második és harmadik dekádja) nem folytatódott. Ennek oka, hogy a vizsgálatok során elsősorban a virágzás előtti, alatti és közvetlen virágzás utáni időszakban kívántuk modellezni az aszály által okozott növényi válaszokat és nem pedig a szemtelítődés időszakában fellépő vízhiányból eredő hatásokat.

A hím- és nővirágzást naponként felvételeztük úgy, hogy a parcella növényeit akkor tekintettük virágzónak és a dátumot akkor rögzítettük, amikor a növények legalább 50%-a megkezdte a pollenszórást, illetve a bibeszálak a növények felénél jól láthatóan megjelent. A proterandriát a hím- és nővirágzás időpontja között eltelt napok számában fejeztük ki, a virágzási időt a vetéstől eltelt napok számában adtuk meg.

A statisztikai értékelést az Agronomix Inc. Agrobase szoftverével végeztük el. A tulajdonságokra és a kezelésekre variancia analízist (ANOVA) futtattunk le, vizsgáltuk továbbá a kezelések közötti kölcsönhatásokat is (genotípus, évjárat, öntözés). A tulajdonságok közötti összefüggések feltárására lineáris korrelációt is számoltunk.

### Eredmények és következtetések

A kísérleteinkben vizsgált hibridek 83 különböző anyai beltenyésztett vonal és egy európai flint teszter (EFT) apa keresztezésével jöttek létre. A szülővonalak különböző kutatóintézetek és cégek fejlesztései, eltérő éréscsoportban. A vetéstől számított hímvirágzás ideje a legkorábban virágzó hibrid esetében 58,25 nap (EP51\*EFT), a legkésőbbi 63,25 nap volt (B73\*EFT).

A virágzási időben lévő 5 napos eltérés jelentős, ugyanakkor a vizsgálatok során inkább a proterandria meghatározása, sem mint az éréscsoportba sorolás és ennek megfelelő elkülönített értékelés volt a célunk. A nővirágzás leghamarabb az 59. napon (CO109\*EFT), legkésőbb a 65. napon következett be (B73\*EFT). Aszály stressz hatása a hím- és nővirágzás általában később kezdődött el. Az évek összehasonlításában elmondható, hogy a 2011. évben később történt a virágzás, mint 2012-ben és lényegesen kisebb esetenként nem szignifikáns különbségekkel (1. táblázat).

1. táblázat Proterandria és a vetéstől eltelt napok száma a nő- és a hímvirágzás idejéig 2011 és 2012-ben

	Hímvirágzás		Nővirágzás		Proterandria	
	öntözött	öntöztelen	öntözött	öntöztelen	öntözött	öntöztelen
	napok					
<b>2011</b>	62,28	62,91	63,29	64,34	1,006	1,434
<b>2012</b>	58,38	60,08	60,02	62,37	1,639	2,283
<b>SZD<sub>5%</sub></b>	0,08		0,18		0,161	

A virágzási szinkron vizsgálatok arra a megállapításra jutottunk, hogy az évjáratnak és a csapadékhiánynak jelentős hatása van a hím-és nővirágzatok megjelenésének idejére és a köztük eltelt időtartam hosszára. Kedvezőbb évben, öntözött körülmények között a proterandria időtartama átlagosan 1,23 nap volt (legkevesebb 0,25, de maximum 3 nap), míg aszály stressz hatására, vízhiányos években ez átlagosan 1,96 nap (minimum 0,25; de egyes genotípusoknál akár 6 nap is előfordult). A hosszabb proterandriát a hímvirágzás késése kevésbé, míg a nővirágzás elhúzódása jelentősen befolyásolta. A kísérleteinkben mindkét évben, mind öntözött, mind öntöztelen körülmények között a Lp5, HMv5405, F924, CO109, B73, DKFBHJ, F912, F918, PHB09, PH207, F98902 beltenyésztéses vonalak hibridjeinél találtunk majdnem teljes virágzási szinkront (kevesebb, mint egy napos eltérés) a hím- és nővirágzás között. A proterandria tekintetében tehát ezek voltak a legkiemelkedőbb vonalak, úgy tekinthetjük, hogy az aszály stressz hatására sem változott meg a hibridjeik teljes virágzási szinkronja. A szakirodalom szerint aszályos körülmények között a proterandria mint tulajdonság a legalkalmasabb a stressz tűrésre történő szelekcióra (Troyer, 1983). A fent felsorolt vonalak hibridjei genotípustól függően, egymástól eltérően viselkedtek, de a régebben nemesített hibridekhez képest kisebb mértékben reagáltak a virágzási idő megváltozásával a szárazság stresszre.

A kísérletben mért adatok alapján lineáris korrelációt is számoltunk a virágzási idő és a termékenyült szemszám, valamint a szemtermés között. A virágzási aszinkron negatív korrelációban van a szemterméssel ( $r=-0,36$ ). A nagyobb proterandria tehát kisebb termést jelez előre, ugyanakkor a szelekciót

érdemes aszályos körülmények között végezni, mert a genotípusok közti különbségek ilyenkor erősödnek és a tulajdonságok közötti (negatív) kapcsolat is szorosabb. Ha optimális környezetben szelektálunk a proterandriára a különbségek elmosódnak a genotípusok között és a tulajdonságok közti kapcsolat elhanyagolhatóvá válik ( $r=-0,18$ ). Az aszály stressz tűrés vizsgálatokor érdemes tehát a proterandriát kiemelt tulajdonságként vizsgálni, mert mind az aszálytűrés, mind a várható termés mennyisége jobban kiszámítható és a nagyobb termésre történő szelekció megbízhatóbban végezhető. Szárazság stressz vizsgálatokban a rövid proterandria, vagy a teljes virágzási szinkron keresése a cél, mert ezeknél a genotípusoknál a szárazságtűrés vizsgálata mellett egyidejűleg a nagyobb termésre való szelekció is lehetséges.

Ha kizárólag a nagyobb termőképességre kívánunk szelektálni, akkor a kiválogatást optimális vízellátottság mellett célszerű végezni, de ebben az esetben is érdemes a szelekciót száraz termőhelyen a proterandria vizsgálatával megismételni. Ebben az esetben az eredmények kiegészíthetők a hibridek várható termésstabilitásának előrejelzésével.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az EU FP7 DROPS (FP7-244374) és az EU\_BONUS\_12-1-2012-0017 jelű pályázatok támogatásával készült.

### Irodalom

- Bolaños J., Edmeades G.O., 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. *Field Crops Res.*, **31**: 253–268.
- Bruce W.B., Edmeades G.O., Barker T.C., 2001. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *J. Exp. Bot.* **53**, 13–25.
- DuPlessis D.P., Dijkhuis F.J., 1967. The influence of time lag between pollen shedding and silking on the yield of maize. *S. Afr. J. Agric. Sci.*, **10**: 667–674.
- Edmeades G.O., Bolaños J., Lafitte H.R., Rajaram S., Pfeiffer W., Fischer, R.A., 1989. Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereals. In: Baker F.W.G. (Ed.), *Drought Resistance in Cereals*. ICSU and CABI, Paris and Wallingford, pp. 27–52.
- Struik P.C., Doorgeest M., Boonman J.G., 1986. Environmental effects of flowering characteristics and kernel set of maize (*Zea mays L.*). *Netherlands Journal of Agricultural Science* **34**: 469–484.
- Tollenaar M., Daynard T.B., 1978. Kernel growth and development at two positions on the ear of maize (*Zea mays L.*). *Can. J. Plant Sci.*, **58**: 189–197.
- Vega C. R. C., Andrade F. H., Sadras V. O., Uhart S. A., Valentinuz O.R., 2001. Seed number as a function of growth: A comparative study in soybean, sunflower and maize. *Crop Sci.* **41**, 748–754.
- Westgate M. E., Boyer J. S., 1985. Carbohydrate reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize. *Crop Science* **25**: 762–769.



## *Prunus laurocerasus* FAJTÁK TÉLÁLLÓSÁGÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI MAGDOLNA, SCHMIDT GÁBOR

Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar,  
Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Budapest

A Budai Arborétum a *Prunus laurocerasus* fajták télállósági összehasonlításában a nyugat-európai *P. l.* 'Magnoliifolia' még védett fekvésben is súlyosan visszafagyott. Ugyancsak fagyérzékeny volt a *P. l.* 'Rotundifolia', közepes mértékű fagyáskárt a *P. l.* 'Etna' fajtán észleltünk. A magyar fajtákon nem volt számottevő fagyási sérülés, a *P. l.* 'Mari' fajta azonban mérszérzékenynek bizonyult.

**Kulcsszavak:** *Prunus laurocerasus* fajták, magyar, külföldi, téltűrés, méstűrés

## COMPARATIVE STUDIES ON WINTER-HARDINESS OF *Prunus laurocerasus* CULTIVARS

M. SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI, G. SCHMIDT

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences,  
Department of Floriculture and Dendrology, Budapest

Comparative trials for winter-hardiness and lime-tolerance of the Hungarian-bred and the most current Western European *Prunus laurocerasus* cultivars were carried out during 2012-2013 in the Buda Arboretum of Corvinus University in Budapest. From the W-European cultivars, *P.l.* 'Magnoliifolia' died back almost to the base of the shrubs in both years. *P. l.* 'Rotundifolia' proved to be half-tender (40-50% frost damage), and *P. l.* 'Etna' slightly tender. The Hungarian cultivars were practically not damaged during the two winters.

**Keywords:** *Prunus laurocerasus* cultivars, Hungarian, foreign, winter-hardiness, lime-tolerance

### Bevezetés

Magyarországon a széleskörűen felhasznált *Prunus laurocerasus* legtöbb Nyugat-Európában szelektált fajtáját károsítja a tél. Nemesítése, elsősorban tél-tűrésre, régi múltra tekinthet vissza hazánkban (Schmidt, 1998). Az 1900-as évek elején Amrózy-Migazzi István malonyai birtokán több fagyűrő típust szelektált. Őt követően Sopronban id. Barabits Elemér mintegy 30 esztendővel előtt előállított fajtái közül a 'Miki' és a 'Manó' fajtái meghódították Nyugat-Európát. Jelenleg ifjabb Barabits Elemér erdész mérnök végez komoly nemesítő munkát az Alsótekeresi Faiskola vezetőjeként. Szombathelyen Józsa Miklós kertész mérnök a PRENOR Kertészeti és Parképítő Kft élén 20 éve kezdte el a babérmeggy fajták szelekcióját. Munkásságát nyugdíjba vonulása után is sikeresen folytatja (Tóth, 2012; Kovács Z. és mts. 2002).

A Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétumában a hagyományos európai és magyar babérmeggy fajták már korábban megvoltak. 2010 őszén egy viszonylag jelentős új babérmeggy gyűjteményt létesítettünk. Célunk volt, hogy bemutassuk és egyben kipróbáljuk a magyar nemesítés legjobb termékeit, összehasonlítva azokat a mérvadó Ny-európai fajtákkal.

### Anyag és módszer

Vizsgálatainkat 2011/12 és 2012/13 telén a BCE Budai Arborétumában végeztük, a 10-15 éve eltelepített hagyományos, valamint a 2010 őszén elültetett új magyar és nyugat-európai *Prunus laurocerasus* fajtákon. (Taxononként minimum 3-3 egyeden). Az új telepítéseket követő vegetációs időszak végétől figyeltük a növények téltűrését és részben a talajtűrését.

### Eredmények és következtetések

A téltűrésre vonatkozó eredményeket az 1. sz. táblázat, a vizsgált időszak nyári legmagasabb és téli legalacsonyabb hőmérsékleteit, valamint a vegetációs időszak hosszát (a fagymentes napok számát) a 2. sz. táblázat tartalmazza.

A legismertebb hazai nemesítésű fajták tulajdonságait az alábbiakban foglaljuk össze (Józsa, 2010; Lukács és mts., 2009; Orlóci és mts., 2009; Schmidt, 2001).

(Rövidítések: Á.E.É. = állami elismerés éve; N.É. = nemesítés éve; N: = nemesítő).

**Prunus laurocerasus 'Antonius':** N.É. 2008, N. Józsa Miklós. EU védelem alatt. 1-1,2 m magas, bronzosan kihajtó bokor. Habitusa zárt és felálló, lombja tömött, egészséges. A nemesítő sövénynek ajánlja.

**Prunus laurocerasus 'Baumgartner':** N.É. 1990 körül, N. Baumgartner, Józsa Miklós (Prenor). 2-3 m magas, közepes növekedési erélyű, tölcséres koronájú cserje. Előnyös tulajdonsága a csillogó "porcos" lomb. Vízigényes, napra-félárnyékba-árnyékba is telepíthető.

**Prunus laurocerasus 'Cippora':** N.É. 2004, N. Józsa Miklós. Erős növésű széles bokor, 1-2 m magas, levelei fénylő sötétzöldek. Betegségeknek ellenáll, a teleinket károsodás nélkül tűri. Edényes díszítésre, növénycsoportban vagy alacsonyabb széles sövénynek alkalmas.

**Prunus laurocerasus 'Gabi':** N.É. 2007, N. Józsa Miklós. Középerős növekedésű, fényes, élénkzöld lombozatú cserje. A betegségeknek jól ellenáll, fagytűrése kiemelkedő.

**Prunus laurocerasus 'Hagar':** N.É. 2004, N. Józsa Miklós. 2-3 m magas erősen felfelé növekvő cserje. Levelei világos-bronzosan fakadnak, később fényes világoszöldek. Betegségeknek ellenáll, a teleinket károsodás nélkül tűri. Elegáns sövénynek alkalmas.

**Prunus laurocerasus 'Klári':** Á.E.É. 1998. N. Józsa Miklós, Prenor Kertészeti és Parképítő Kft. 2-3 m magas, közepes növekedési erélyű. Közepes vízigényű, napos vagy félárnyékos fekvésbe való. Elviseli a mérsékelt iparterületi ártalmakat (levegő- és/vagy talajszennyezés, porterhelés). Jó talajtakaró örökzöld cserje. A *Clasterosporium carpophilummal* szemben ellenállóbb mint a többi termesztett fajta.

**BABÉRMEGGY FAJTÁK TÉLÁLLÓSÁGA**

1. táblázat *Prunus laurocerasus* összehasonlító fajtagyűjtemény téltűrése  
a Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétumában

Név	Nemesítő	Magasság, koronaforma, egyéb megjegyzés	Visszafagyás mértéke (%)	
			2011/12 telén	2012/13 telén
<b>Magyar fajták</b>				
'Ani'	Józsa M.	1-1,5 m bronzosan hajt, felálló növésű	0	0
'Antonius'	Józsa M.	1,5-2 m zárt felálló, bronzosan hajt	0	0
'Barabits Silver'	id. Barabits E.	1-2 m, fehér tarka levelű	30	10
'Baumgartner'	Józsa M.	1,5-2 m, „porcos” fénylő levelek	0	0
'Cippora'	Józsa M.	1-2 m, fénylő sötétzöld lomb, felálló	0	0
'Cleopátra'	Józsa M.	2-3 m, bronzosan hajt, szélesen felálló	0	0
'Gabi'	Józsa M.	1,5-2,5 m, gömbölyded	0	0
'Hagar'	Józsa M.	2-3 m, felálló növekedésű	0	0
'Klári'	Józsa M.	1-2 m, terülő növésű	0	0
'Kleopátra'	Józsa M.	2-2,5 m, bronzosan hajt, EU+USA védelem	0	0
'Leander'	ifj. Barabits E.	2-2,5 m, keskeny, csillogó lomb	0	0
'Manó'	id. Barabits E.	2-2,5 m, lapított gömb	0	0
'Malonyai klón'	Ambrózy-M. I.	1,5 m, elterülő	0	0
'Mari'	Józsa M.	2-2,5 m, gömbölyded fagyűrő	0	0
'Miki'	id. Barabits E.	2-2,5 m, keskeny kúp, „heterofília”	0	0
'Parvifolia'	id. Barabits E.	1-1,5 m, elterülő	0	0
'Piri'	Józsa M.	1 m, szabályos gömb	0	0
'Zita'	Józsa M.	1-1,2 m, bronzosan hajt, elhajló ágú, talajtakarónak	0	0
'Zöld Szőnyeg'	ifj. Barabits E.	1-1,2 m, terülő növésű	0	0
<b>Kurrens nemzetközi fajták (kontroll)</b>				
Caucasica	nem ismert	3-5 m, felálló, +/- fagyűrő	0	0
ETNA® 'Anbri'	A. Briant, Franciaó.	2 m, bronzosan hajt	30	20
'Gayo'	nem ismert	0,6-1 m, törpe 'Otto Luyken'	10	5
'Genolia'	Genolier Pepiniers, Svájc	3,5 m, erős növésű, világos lombú	30	20
'Magnolifolia'	nem ismert	6-8 m, terebélyes	100	60
'Marbled White'	nem ismert	1,8-3 m, fehér-tarka levél	20	10
'Mischeana'	Mische, Németo.	0,7-1,1 m régi bevált fajta	0	0
'Mount Vernon'	Carlson, USA	0,3-0,6 m, talajtakaró típus	0	0
'Novita'	nem ismert	1,5-2 m, sövénynek javasolt	20	5
'Rotundifolia'	L.C.B. Billard, Barre	3 m, DNy-EU, sövényként elterjedt	70	40
'Van Nes'	P. van Nes AZ.	1,5-1,7 m, fagyűrőse kérdéses	90	70
'Zabeliana'	L. Späth	1,5-1,7 m, régi fagyűrő	0	0

2. táblázat Az utolsó tavaszi és az első őszi fagy időpontja és a vegetációs időszak fagymentes napjainak száma Budapest központjában, az OMSZ II. kerületi mérőállomásának adatai alapján.(OMSZ, 2010, 2011, 2013)

Utolsó tavaszi fagy és értéke:	Első őszi fagy és értéke:	Fagymentes napok tavasztól ősziig	Legalacsonyabb hőmérséklet
2011. 03. 10. -2 °C	2011. 11. 12. -1 °C	247 nap	2010/11 telén: -9 °C
2012. 04. 10. 0 °C	2012. 10. 30. 0 °C	223 nap	2011/12 telén: -8 °C
2013. 04. 01. 0 °C	2013. 11. 28. -2 °C	238 nap	2012/13telén:-14 °C

**Prunus laurocerasus 'Kleopátra':** N.É: 2007, N. Józsa Miklós. Levelei fakadaskor élénkvröses színűek, a tavaszi kihajtáskor, valamint a nyári második növekedéskor különlegesen díszít. Erős növekedésű, téltűrőse jó, -20 °C-ig a fagyot jól tűri. Betegségekre nem érzékeny. Nyírt vagy szabad sövénynek, szoliterként vagy edényes díszítőnek alkalmas. Védett fajta!

**Prunus laurocerasus 'Leander':** Á.E.É. 2004, N. ifj. Barabits Elemér. A legkeskenyebb levelű a babérmeggyek fajtaválasztékából. 2-2,5 m magasra növő gömbölyded bokor, kezdetben tojásdad koronát nevel, majd fokozatosan egyre szélesebbé válik. A leanderhez hasonló, keskeny, hosszan lándzsás alakú levelei csillogó üdezöldek.

**Prunus laurocerasus 'Manó':** Á.E.É. 2004, N. id. Barabits Elemér. 1,5-2 m magas, kezdetben lapos gömbölyded, később pedig inkább elszélesedő koronával. Lombzata sötétzöld, tompa fényű. A levelek széle ép, formájuk jellegzetes: egy részük kihegyezett végű, széles elliptikus, mások pedig csaknem szabályos kör alakúvá szélesednek. A levéllemez feltűnően sima. Előnyei: Eddig jó fagytürelmet mutat, -18 °C-ig nem károsodik. Sok virágot hoz.

**Prunus laurocerasus 'Mari':** Á.E.É. 1989, N. Józsa Miklós. 1,5-2,5 m magasra növő gömbölyded cserje. Hajtásai felállóak, levele bőrnemű, fénylő sötétzöld. A növény párásabb, kiegyenlített klímában a téli erős (-20 -25°C) fagyokat is károsodás nélkül elviseli, azonban az Alföld kitettebb klímájában már 15-20%-ban károsodott. A babérmeggyek Clasterosporiumos betegségére (*Stigmia carpophyla*) kevésbé hajlamos.

**Prunus laurocerasus 'Miki':** Á.E.É. 2004, N. id.. Barabits Elemér. 1,5-2,5 m magasra növő, lassú kezdeti növekedésű. Alakja kezdetben keskeny kúp, később széles kúp alakú. Levelei heterofiliát mutatnak: a hajtások alsó felén normál ellipszis alakúak, míg a hajtások felső 1/2-1/3-ban a kihegyezett elliptikusak (csaknem lándzsásak), a szélük durván fűrész. Különleges (a magyalra emlékeztető) lombjával és széles kúpos habitusával egyedülálló típust képvisel.

**Prunus laurocerasus 'Piri':** Á.E.É. 1989, N. Józsa Miklós, Prenor Kertészeti és Parképítő Kft.: 0,3-0,6 m magas, lapított félgömb alakú, sűrűn tömött ágrendszerű. Virágot csak idősebb korban hoz. Bőrnemű levelei matt sötétzöldek. A párásabb dunántúli klímában, a téli erős fagyokat is károsodás nélkül elviseli. Meszes talajon (7,5 PH felett) besárgul, fejlődésében visszaesik.

### Következtetések

Megfigyeléseink szerint a nyugat-európai fajták közül a *P. l.* 'Magnoliifolia' még 'K' épület melletti védett fekvésben is súlyosan visszafagyott, az ország más területein kipusztult. Ugyancsak fagyérzékeny a *P. l.* 'Rotundifolia' fajta volt, közepes mértékű fagyáskárt a *P. l.* 'Etna' fajtán észleltünk. A magyar fajtákon a Budai Arborétumban nem volt számottevő fagyási sérülés, a *P. l.* 'Mari' fajta azonban mészerzékenynek bizonyult.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk a Magnolia Agárd Kert-Park. Kft. támogatásával készült. Köszönetet mondunk Dr. Józsa Miklósnak és ifj. Barabits Elemérnek a rendelkezésünkre bocsájtott fajtáikért.

### Irodalom

- Józsa M. (2010): Fajtaismertető – Magánkiadás.
- Kováts Z. – Maráczli L. – Retkes J. – Schmidt G. (2002): Tájtermesztés a dísznövénytermesztésben. IN. Nyéki J. – Papp J.: Kertészeti Hungarikumok. Budapest, 2003. MTA Társadalomkutató Központ. 253-277.
- Lukács Z., Orlóci L., Schmidt G., Csikor J., Honfi P., Sütöriné Diószegi M. (2009): A magyar kertészeti dendrológiai nemesítés felmérése. Hagyomány és haladás a magyar dísznövénytermesztésben. MTA Növénytermesztési Biz., Bpest: 307-311.
- OMSz (2011): Napijelentés kiadvány 2011., Országos Meteorológiai Szolgálat.  
[http://met.hu/idojaras/aktualis\\_idojaras/napijelentes/](http://met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/)
- OMSz (2012): Napijelentés kiadvány 2012., Országos Meteorológiai Szolgálat.  
[http://met.hu/idojaras/aktualis\\_idojaras/napijelentes/](http://met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/)
- OMSz (2013): Napijelentés kiadvány 2013., Országos Meteorológiai Szolgálat.  
[http://met.hu/idojaras/aktualis\\_idojaras/napijelentes/](http://met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/)
- Orlóci L., Lukács Z., Schmidt G. (2009): Kontinentális klímán kipróbált, Magyarországon tesztelt díszfák, díszcserjék. A Magyar Dísznövények Gondnoksága. Hagyomány és haladás a növénytermesztésben. MTA, Növ. nem. Bizottsága, Budapest: 406-411.
- Schmidt G (2001): Magyar nemesítésű díszfák - díszcserjék és melegigényes exóták a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Budai Arborétumában. Kertgazdaság. 33 (4): 41-47.
- Schmidt G. (1998): Selection and breeding of woody ornamentals in Hungary. Hungarian Agricultural Research, 1998/3: 9-12.
- Schmidt G. (2005): A klímaváltozás és hatásai a magyar dísznövénytermesztésre, különös tekintettel a fásszárú kultúrákra. Agro 21” Füzetek, 42. 128-141.
- Tóth I. (2012): Lomblevelű díszfák, díszcserjék kézikönyve – Tarkavirág Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. Dunaharaszti pp. 789.

## BÚZA-ÉVELŐ ROZS (*Secale cereanum*) INTROGRESSZIÓS VONALAK MOLEKULÁRIS CITOGENETIKAI JELLEMZÉSE

SZAKÁCS ÉVA, SCHNEIDER ANNAMÁRIA, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Búza×évelő rozs (Mv9kr1×Kriszta) hibrid búzával visszakeresztezett utódnemzedékeit vizsgáltuk *in situ* hibridizációs módszerek (GISH és FISH) segítségével azzal a céllal, hogy olyan búza-évelő rozs introgressziós vonalakat válogassunk ki, melyek az évelő rozs hasznos tulajdonságait (pl. rezisztencia, szárazságtűrés, évelő jelleg) hordozzák. FISH hibridizációs minázatok alapján eddig négyféle diszómás (1R, 2R vagy 3R, 4R, 6R) és egy monoszómás (7R) addíciós vonalat azonosítottunk, melyek közül a 4R addíció a leggyakoribb. A *S. montanum* eredetű 1R<sup>m</sup> kromoszómát tartalmazó diszómás addíciós vonal fontos génforrás lehet a rezisztencia-nemesítés számára. Számos búza-rozs kromoszóma-átrendeződést is kimutattunk. A jellegzetes pSc119.2 mintázatot mutató 7RS.4BL centrikus fúziót azonosítottuk, a többi transzlokáció azonosítása folyamatban van.

**Kulcsszavak:** *Triticum aestivum*, *Secale cereanum*, introgressziós vonalak, GISH, FISH

## MOLECULAR CYTOGENETIC CHARACTERIZATION OF WHEAT- PERENNIAL RYE (*Secale cereanum*) INTROGRESSION LINES

É. SZAKÁCS, A. SCHNEIDER, M. MOLNÁR-LÁNG

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

Progeny plants of a wheat×perennial rye hybrid backcrossed with wheat were studied using *in situ* hybridization techniques (GISH and FISH) in order to select wheat-perennial rye introgression lines carrying useful traits of the perennial rye (e.g. resistance, drought tolerance and perennial growth habit). Based on their FISH hybridization patterns four disomic (1R, 2R or 3R, 4R, 6R) and one monosomic (7R) addition lines were identified from which the 4R addition was the most frequent. The disomic addition containing 1R<sup>m</sup> chromosomes from *S. montanum* can be an important genetic resource for resistance breeding. Numerous wheat-rye chromosome rearrangements were also detected. The 7RS.4BL centric fusion showing characteristic pSc119.2 pattern has been identified, the identification of the other translocation is in progress.

**Key words:** *Triticum aestivum*, *Secale cereanum*, introgression lines, GISH, FISH

## Bevezetés

Az évelő rozs (*Secale cereanum*) az őszi rozs (*Secale cereale L.*) és a vadon élő, évelő hegyi rozs (*Secale montanum Guss.*) keresztezéséből származó fajhibrid, mely magában egyesíti a két faj kedvező tulajdonságait. 4-5 évig évelő, nagy termőképességgel, kiváló betegség-ellenállósággal (levélrozsda, szárrozsda, lisztharmat) és jó beltartalmi értékekkel rendelkezik, széles ökológiai adaptációs képessége (fagy- és szárazságtűrés, talajjal szembeni igénytelenség) pedig alkalmassá teszi arra, hogy szélsőséges adottságú termőhelyeken is termesszék. A talajt egész évben sűrűn borítja, így kiválóan alkalmas az erózióval vagy deflációval veszélyeztetett talajok védelmére. Hazánkban ezt a hibridet *Kotvics* (1963) állította elő az 1950-es években, hasonló keresztezéseket több országban is végeztek. Később ebből hibridből két fajtát nemesítettek ki. Az egyik *Kriszta* (*Kruppa* 2001), a másik *Perenne* (*Farkas és mtsai* 2005) néven kapott állami elismerést.

Az MTA ATK Mezőgazdasági Intézetének Génmegőrzési és Organikus Nemesítési Osztályán 2001-ben az Mv9kr1 búzatörzset a *Kriszta* évelő rozssal kereszteztük majd búzával többször visszakeresztettük (*Molnár-Láng et al.* 2012) azzal a céllal, hogy az évelő rozs kedvező agronómiai tulajdonságait, elsősorban a rezisztenciát, a szárazságtűrést és az évelőséget átvigyük a termesztett búzába. Kutatómunkánk célja, hogy molekuláris citogenetikai módszerekkel olyan introgressziós vonalakat válogassunk ki és azonosítsunk a búza×évelő rozs keresztezéséből származó utódnemzekékekből, melyek csak bizonyos rozskromoszómákat (addíciók) vagy kromoszóma-szakaszokat (transzlokációk) hordoznak. A repetitív DNS-próbák specifikus hibridizációs mintázatuknak köszönhetően eredményesen alkalmazhatók ezekben a vizsgálatokban a kromoszómák és kromoszómakarok azonosítására, de akár az egyes kromoszómakarokon lévő FISH polimorfizmus kimutatására is.

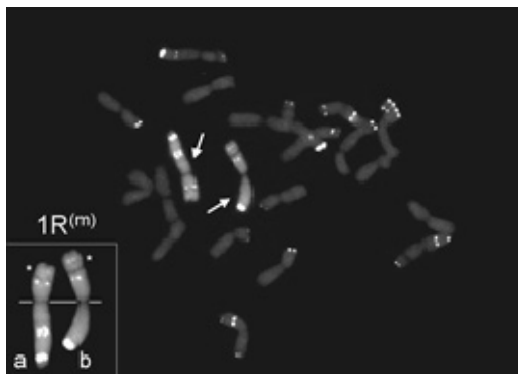
## Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz az Mv9kr1 búza×*Kriszta* évelő rozs hibrid búzával visszakeresztett és öntermékenyített utódaiból csíráztattunk szemeket és az osztódó gyökércsúcsokból metafázisos kromoszóma-preparátumokat készítettünk (*Jiang et al.* 1994). A fluoreszcens (FISH) és genomi *in situ* hibridizációt (GISH) szimultán végeztük el a mintákon. Az eljárás alapjául a hagyományosan alkalmazott FISH módszer (*Linc et al.* 1999) szolgált, melyet a következők szerint módosítottunk. A hibridizációs keverék a FISH és GISH próbát is tartalmazta, azonban a GISH során általánosan használt búza blokkoló DNS-t nem, illetve a hibridizációt nem 37°C-on, hanem 42°C-on végeztük. FISH próbaként biotin-16-dUTP-vel (Roche Diagnostics) jelölt pSc119.2 repetitív DNS-szekvenciát (*Bedbrook et al.* 1980), GISH-próbaként digoxigenin-11-dUTP-vel (Roche) jelölt rozs genomi DNS-t használtunk. A pSc119.2 próba jelölését polimeráz láncreakcióval (PCR), a GISH próba jelölését nick-transzlációval végeztük. A tárgylemezenként 30 µl mennyiségű hibridizációs keverék 2×30 ng jelölt (FISH és GISH) próbát, 50% formamidot, 20×SSC oldatot, 10% dextranszulfátot, 0,1% SDS-t (sodium dodecyl sulphate) és 1,4 µg blokkoló DNS-t (Salmon sperm) tartalmazott. A hibridizációs keverék felvitele után a preparátumokat 80°C-on denaturáltuk, majd egy éjszakán át 42°C-os hibridizációs kamrában inkubáltuk. A nem teljesen homológ, ezért gyengén kötődő DNS-darabokat 42°C-on végzett 2×5 perces 2×SSC-s, majd 1×5 perces 0,1×SSC-

s kezeléssel távolítottuk el. A hibridizációs jelek detektálása streptavidin-FITC-cel (Roche) illetve anti-digoxigenin-Rhodaminnal (Roche) történt. A kontrasztfestékként 1µg/ml DAPI-t (4',6'-diamidino-2-phenylindole, Amersham) használtunk. A fluoreszcens jelölődést Zeiss Axioskop-2 epifluoreszcens mikroszkóppal detektáltuk. A fényképeket Spot CCD kamerával (Diagnostic Instruments) készítettük és az Image ProPlus program (Media Cybernetics) segítségével elemeztük.

### Eredmények és következtetések

Az Mv9kr1×Kriszta hibrid búzával visszakeresztezett utódnemzedékeiből 2012-ben és 2013-ban összesen közel ezer szemet nedvesítettünk be csíráztatás céljából. A szemek 94%-a kicsírázott, ezekről gyökereket szedtünk a citológiai vizsgálatokhoz. A kromoszóma-preparátumokon végzett GISH alapján megállapítható volt, hogy a vizsgált növények közel egyharmadából eliminálódott a rozsgenom. Azok a növények, melyekben a rozsgenom kimutatható volt, rendkívül változatos genomösszetétellel rendelkeztek. FISH mintázatuk alapján eddig négyféle diszómás (1R, 2R vagy 3R, 4R és 6R), valamint egy monoszómás addíciós vonalat (7R) azonosítottunk. A legnagyobb gyakorisággal a 4R kromoszóma adódott át az utódokba. Búza-árpa addíciós vonalak gyakoriságának és stabilitásának vizsgálatokor (Szakács és Molnár-Láng 2010) hasonló eredményt kaptunk a 4H kromoszóma esetén. A 4R kromoszóma pSc119.2 próbával kapott hibridizációs mintázata minden addíciós vonalban megegyezett. Ezzel ellentétben a szatellit 1R kromoszóma morfológiájában is és FISH mintázatában is polimorfizmust mutatott, és ez a polimorfizmus nem csak az egyes addíciós vonalak között volt megfigyelhető, hanem vonalakon belül is. Számos esetben figyeltünk meg olyan 1R kromoszómákat, melyeknek mind a rövid, mind a hosszú karja a *S. cereale* 1R kromoszómájára jellemző pSc119.2 jelektől (Szakács és Molnár-Láng 2008) eltérő jeleket mutatott (1. ábra).



1. ábra Két eltérő kararányú és FISH mintázatú *S. montanum* 1R<sup>m</sup> rozskromoszóma az Mv9kr1 búza × Kriszta évelő rozs keresztezéséből származó addíciós vonalban (részleges sejt). A pSc119.2 repetitív DNS-próba a szatellit (\*) 1RS rövid kromoszómakaron hasonló, míg az 1RL hosszú karon eltérő hibridázációs mintázatot mutat



Az 1a. ábrán bemutatott kromoszóma FISH mintázata megegyezik a Caudrado és Jouve (1995) által publikált 1R<sup>m</sup> (*S. montanum*) kromoszóma mintázatával és feltételezzük, hogy a másik 1R kromoszóma (1b. ábra) is a *S. montanum*-ból származik. Olyan diszómás addíciós vonalakat is azonosítottunk, melyekben a kétféle 1R<sup>m</sup> kromoszóma külön-külön van jelen. A számos termesztett búzafajtában kimutatható 1BL/1RS transzlokáció rozs kromoszómakarja egyetlen *S. cereale* fajtából származik és az általa hordozott négy rezisztenciagén közül három már nem kellőképpen hatékony az új kórokozó-rasszokkal szemben (Molnár-Láng et al. 2010). A *S. montanum* (és a Kriszta évelő rozs) levélrozsdával, szárrozsdával és lisztharmattal szemben ellenálló, ezért a kiválogatott 1R<sup>m</sup> addíciós vonalak fontos rezisztenciaforrásként szolgálhatnak a rezisztencia-nemesítés számára. A 2R vagy 3R kromoszómát hordozó diszómás addíciós vonal a pSc119.2 próbával nem azonosítható egyértelműen, mivel ez a DNS-szekvencia mindkét kromoszómán csak a terminális régiókhöz hibridizál. A pontos meghatározás érdekében ezen a vonalon további molekuláris markeres vizsgálatok elvégzése szükséges.

A GISH elemzések alapján a növényekben meglepő gyakorisággal történtek spontán átrendeződések a búza- és rozskromoszómák között. Centrikus fúziókat, terminális és reciprok transzlokációkat egyaránt kimutattunk. A kromoszómakarok jellegzetes pSc119.2 mintázata alapján egy centrikus fúziót, a 7RS.4BL transzlokációt sikerült beazonosítanunk, a többi kromoszóma-átépülés azonosítását újabb repetitív DNS-szekvenciák és molekuláris (pl. SSR) markerek felhasználásával tervezzük elvégezni.

A kiválogatott addíciós és transzlokációs vonalakat felneveltük további vizsgálatok illetve szaporítás céljából. Az egyes vonalak kalászmorfológiája rendkívül változatos: tar, szálcacsonkos, szálcás, hegyes, bunkós, széles, keskeny, tömött, laza (2. ábra) és ezek variációi figyelhetők meg. Az egyes vonalakat felszaporítás után évelőkertben vetjük el esetleges évelő vonalak kiválogatása céljából.



2. ábra Jellegzetes morfológiájú kalászkok az Mv9kr1 búza×Kriszta évelő rozs keresztezésből származó utódnemzedékekben

### Köszönetnyilvánítás

A vizsgálatokat a TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 számú pályázat támogatta.

### Irodalom

- Bedbrook, J. R., Jones, J., O'Dell, M., Thompson, R.J., Flavell, R.B. (1980): A molecular description of telomeric heterochromatin in *Secale* species. *Cell*, **19**, 545-560.
- Cuadrado, A., Jouve, N. (1995). Fluorescent *in situ* hybridization and C-banding analyses of highly repetitive DNA sequence in the heterochromatin of rye (*Secale montanum* Guss.) and wheat incorporating *S. montanum* chromosome segments. *Genome*, **38**, 795-802.
- Farkas, B., Füle, L., Kotvics, G., Heszky L. (2005): Új takarmánynövényünk, a Perenne élő rozs. *Gyakorlati agroforum*, **16**, 34-36.
- Jiang, J., Friebe, B., Gill, B.S. (1994): Chromosome painting of 'Amigo' wheat. *Theor. Appl. Genet.* **89**, 811-813.
- Kotvics G. (1963): A *Secale cereale* L., *Secale montanum* Guss. és hibridjeinek morfológiai, citogenetikai és fejlődés-életani tulajdonságainak vizsgálata, kandidátusi értekezés, Gödöllő.
- Kruppa J 2001. Róz és triticale nemesítés és tájtermesztés eredményei. PhD értekezés, Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar, Növénytermesztési és Tájökológiai Tanszék, Debrecen
- Linc, G., Friebe, B.R., Kynast, R.G., Molnár-Láng, M., Kőszegi, B., Sutka, J., Gill, B.S. (1999): Molecular cytogenetic analysis of *Aegilops cylindrica* host. *Genome*, **42**, 497-503.
- Molnár-Láng, M., Linc, G., Szakács, É., Molnár I., Cseh A., Schneider, A., Kruppa, K. (2012) Wheat-alien introgression programme in Martonvásár. Proceedings of the third International Vavilov Conference, St Petersburg, Russian Federation, 6-9 November 2012, N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry (VIR), pp. 239-240.
- Molnár-Láng, M., Cseh, A., Szakács, É., Molnár, I. (2010): Development of a wheat genotype combining the recessive crossability alleles *kr1kr1kr2kr2* and the 1BL.1RS translocation, for the rapid enrichment of 1RS with new allelic variation. *Theor. Appl. Genet.*, **120**, 1535-1545.
- Szakács, É., Molnár-Láng, M. (2008): Fluorescent *in situ* hybridization polymorphism on the 1RS chromosome arms of cultivated *Secale cereale* species. *Cereal Res. Commun.*, **36**, 247-255.
- Szakács, É., Molnár-Láng, M. (2010): Identification of new winter wheat-winter barley addition lines (6HS and 7H) using fluorescence *in situ* hybridization and the stability of the whole 'Martonvásári 9 kr1'-'Igr1' addition set. *Genome*, **53**, 35-44.

## KAJSZI FAJTAÉRTÉK-KUTATÁS GÉNBANKI FAJTAGYŰJTEMÉNYBEN

SZALAY LÁSZLÓ, HAJNAL VERONIKA, TÓTH MAGDOLNA

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Gyümölcsstermő Növények Tanszék, Budapest

A kajszi termesztés versenyképességének fenntartása csak a fajtahasználat folyamatos korszerűsítésével lehetséges, melynek forrásai az új hazai és külföldi nemesítésű fajták. Hazánkban több helyen foglalkoznak nemesítéssel és fajtavizsgálattal, de a kajszi komplex fajtaérték-kutatása csak a Budapesti Corvinus Egyetemen folyik. Génbanki fajtagyűjteményünkben 60 kajszi fajta található. A vizsgálatok fő szempontjai a következők: (1) fenológiai jellemzők (virágrügyfejlődés, virágzási idő, gyümölcsfejlődés, érési idő), (2) abiotikus stressztűrés (fagy- és téltűrés), (3) biotikus stresszhatásokkal szembeni ellenállóság (vírusos, gombás és baktériumos betegségekkel szembeni ellenállóság), (4) fahabitus, növekedési jellemzők, alkalmasság intenzív művelési rendszerekre, (5) gyümölcsminőség (fizikai paraméterek, beltartalmi értékek, egészségvédő értékek, tárolhatóság). Az utóbbi 20 év során sokat fejlődött a fajtaérték-kutatás eszköztára, a munkát a legkorszerűbb laboratóriumi eszközökkel végezzük. Kutatási programunk legfontosabb eredményeit foglaljuk össze cikkünkben.

**Kulcsszavak:** fajtainnováció, gyümölcsminőség, fagyűrés, termőhelyi alkalmasság

## EVALUATION OF APRICOT CULTIVARS IN GENE BANK COLLECTION

L. SZALAY, V. HAJNAL, M. TÓTH

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Sciences, Department of  
Pomology, Budapest, Hungary

Innovation of cultivar collection is essential for up to date apricot production, the source of which can be new Hungarian and foreign cultivars. Apricot breeding and evaluation is carried out in different institutes in Hungary, but complex evaluation of cultivars has been done only in the Department of Pomology, Corvinus University of Budapest. There are 60 apricot cultivars in our gene bank collection. The main aims of evaluation are the following: (1) phenological features (flower bud development, blooming time, fruit development, ripening), (2) abiotic stress tolerance (frost hardiness, winter tolerance), (3) biotic stress resistance, (4) growing habit, suitability for intensive growing systems, (5) fruit quality (flesh firmness, sugar- and acid content, antioxidant capacity, storability) which are studied using modern tools. The most important results of this long term research are summarized here.

**Key words:** innovation, fruit quality, frost hardiness

## Bevezetés

A kajszitermesztés versenyképességének fenntartása csak a fajtahasználat folyamatos korszerűsítésével lehetséges. A fajtaválaszték bővítésének forrásai egyrészt a hazai nemesítő műhelyekből kikerülő új fajták, másrészt a külföldön nemesített fajták. A fajtainnováció alapja a minél részletesebb fajtaérték-kutatás. A legjelentősebb kajszitermesztő országokban kiterjedt kutató hálózatok foglalkoznak a fajták folyamatos értékelésével, a termeszők számára fontos információkat szolgáltatva. Hazánkban több intézmény szakemberei szolgáltatnak információkat saját vizsgálataik alapján a kajszifajták jellemzőiről, de komplex fajtaérték-kutatás csak a Budapesti Corvinus Egyetemen folyik. Soroksáron a Gyümölcsstermő Növények Tanszék génbanki fajtagyűjteményében jelenleg 60 kajszifajta található. Fajtagyűjteményünket folyamatosan bővítjük. Célunk a hazai árufajták mellett a hazai termesztés szempontjából ígéretes külföldi fajták, valamint minden olyan genotípus begyűjtése, amelyek génbanki megőrzése indokolt. A fajtagyűjteményben végzett fajtaérték-kutatás céljai:

1. A hazai termesztés számára, a különféle felhasználási célokra leginkább megfelelő kajszifajták kiválasztása,
2. A genotípusok piaci, termesztési és nemesítési értékeinek feltárása (gyümölcsminőség, egészségvédő értékek, fagy- és télállóság, biotikus stressz rezisztencia),
3. A biodiverzitás fenntartása érdekében génbanki megőrzésre szánt genotípusok kiválasztása.

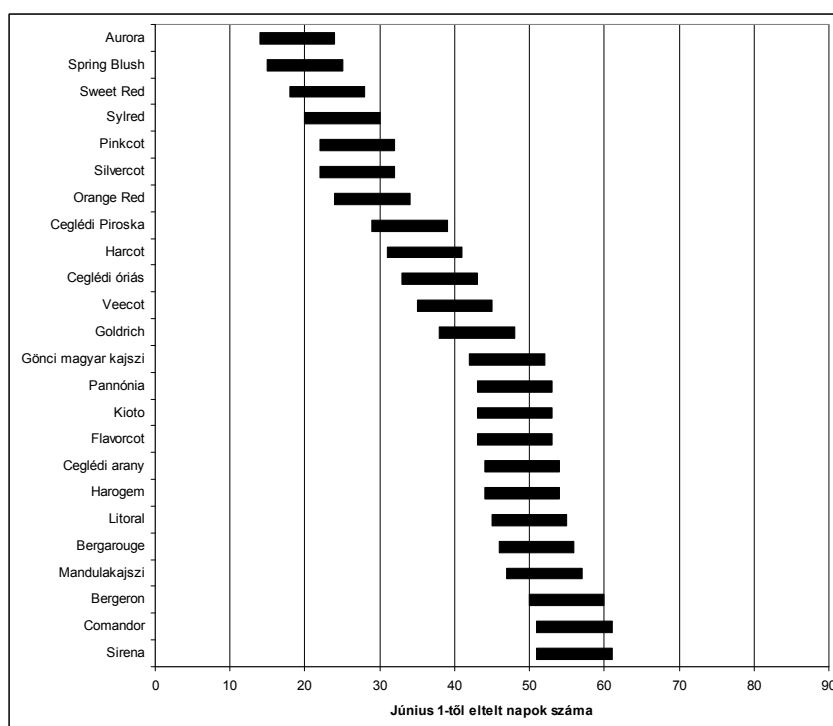
## Anyag és módszer

A fajtaérték-kutatást 1994 és 2004 között Szigetcsépen végeztük, majd a kiöregedett ültetvény helyett Soroksáron létesített új fajtagyűjteményben folytattuk a munkát. A fajtákat, genotípusokat a következő szempontok szerint értékeltük: (1) fenológiai jellemzők (virágrügyfejlődés, virágzási idő, gyümölcsfejlődés, érési idő), (2) abiotikus stressztűrés (fagy- és téltűrés), (3) biotikus stresszhatásokkal szembeni ellenállóság (vírusos, gombás és baktériumos betegségekkel szembeni ellenállóság), (4) fahabitus, növekedési jellemzők, alkalmasság intenzív művelési rendszerekre, (5) gyümölcsminőség (fizikai paraméterek, beltartalmi értékek, egészségvédő értékek, tárolhatóság).

Az áttelelő szervek fagyállóságát mesterséges fagyasztásos kísérletekkel és a természetes fagykárok felvételezésével, a virágrügyfejlődés ütemét a mikrosporogenezis megfigyelésével vizsgáltuk. A virágzás kezdetétől a szüreti időszak végéig felvételeztük a fenológiai folyamatokat. A gyümölcsök minőségi paramétereit az egyszerű és rutinszerűen alkalmazott módszerek mellett korszerű laboratóriumi módszerekkel is vizsgáltuk (Brookfield CT3 Texture Analyser, Konica-Minolta CR 400 színmérő, Hitachi U-2800A spektrofotométer). A fajtagyűjteményben rendszeresen felvételeztük a vírusos, baktériumos és gombás betegségek tüneteit. Növekedés analízissel vizsgáltuk a fajták növekedési jellemzőit, és alkalmasságukat a korszerű művelési rendszerekre.

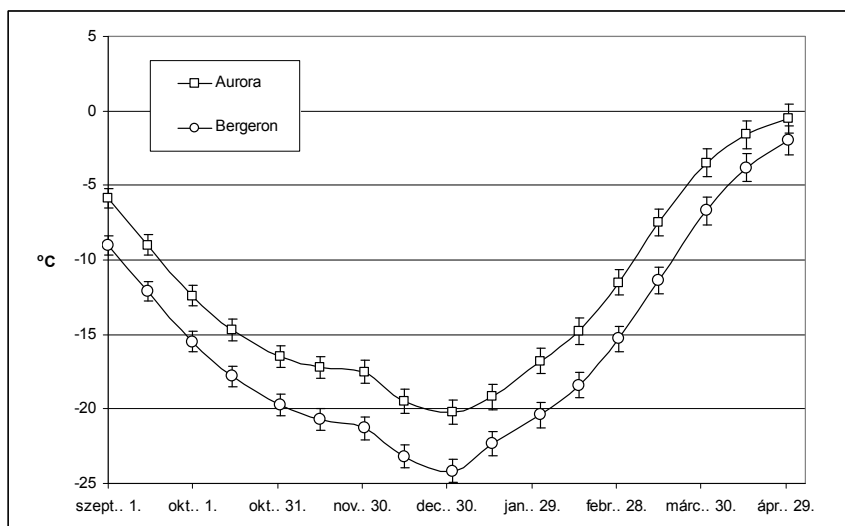
## Eredmények és következtetések

A fenológiai jellemzők közül piaci szempontból az érési idő a legfontosabb. Az 1. ábrán néhány fontos fajta érési időszakát tüntettük föl vizsgálati helyünkön, több év átlagában. A szüreti időszak Budapest környékén június közepén kezdődik és július utolsó napjaiban ér véget. Az évjáratok között akár 8-10 napos különbség is lehet. Piaci szempontból hasznos lenne késői irányban meghosszabbítani az érési időszakot, egészen augusztus közepéig. Az utóbbi időszak nemesítői munkájának eredményeként vannak már ilyen fajták, mi is beszereztünk ilyeneket, de még nem fordultak termőre ültetvényünkben.



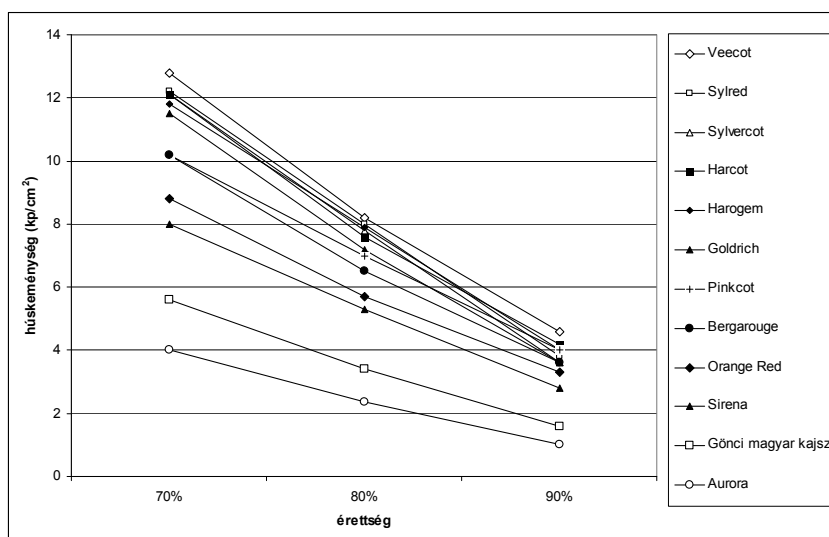
1. ábra A fontosabb kajszifajták érési ideje több év átlagában Soroksáron

A fajták fagy- és téltűrő képessége alapvetően meghatározza a termesztés biztonságát. Mesterséges fagyasztásos kísérleteink eredményei alapján modelleztük az áttelelő szervek fagyűrésének változását. A 2. ábrán két eltérő fagyűrésű fajta ('Aurora', 'Bergeron') virágrügyeinek fagyűrési középértékeit ( $LT_{50}$ ) mutatjuk be több év átlagában. A fajták fagyűrésében a tél közepén 5-6 °C-os különbség is lehet. A rügyfejlődés üteme, a mélynyugalom hossza és a virágzási idő is meghatározóak a téltűrő képesség szempontjából. Ezek részletes vizsgálata alapján lehet csak eldönteni az újonnan nemesített fajták termőhelyi alkalmasságát.



2. ábra Két kajszifajta virágrügyeinek fagyűrési középértékei (több év átlaga)

A gyümölcsminőségi paraméterek közül a méret, a külső megjelenés és a hűskeménység határozzák meg elsősorban a fajták piaci értékét. A hűskeménység a gyümölcsök érése során változik (3. ábra). A szüretet a felhasználási célnak megfelelően az alapszín, a hűskeménység és a cukortartalom alapján kell végezni. Az 1. táblázatban a távoli friss piacra történő szüret optimális paramétereit tüntettük föl vizsgálati eredményeink alapján.



3. ábra Kajszifajták hűskeménységének változása az érés során

## KAJSZI FAJTAÉRTÉK-KUTATÁS

*1. táblázat* Néhány távoli friss piacra alkalmas kajszifajta optimális szüreti paraméterei

Fajta	Alapszín	Húskeménység	Cukortartalom
	(1-10)	kp/cm <sup>2</sup>	Brix%
Bergarouge	6	8	13
Bergeron	5	6	11
Comandor	5	5	12
Goldrich	7	12	12
Harcot	6	12	10
Harogem	7	10	12
Orange Red	7	10	12
Pinkcot	7	10	11
Silvercot	7	10	10
Sirena	5	5	12
Sylred	7	10	11
Veecot	6	12	11

A kajszitermesztésben egyre inkább szétválik a friss fogyasztásra és a feldolgozásra alkalmas fajták használata. Mindkét felhasználási cél nagyon fontos, viszont a gyümölcsminőség szempontjából különböző igényeket támaszt a fajtákkal szemben. A fajtainnovációt segítő munkánk során ezt is figyelembe vettük. Kutatási eredményeinket folyamatosan publikáltuk, azok megjelentek összefoglaló munkákban (Mády és Szalay 2003; Szalay 2004; Szalay et al. 2011) és tudományos cikkekben (Szalay et al. 2005; Szalay et al. 2013) is. A fajtaérték-kutatás területén végzett munkát új fajták bevonásával folytatjuk.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a következő pályázatok támogatták: GOP-1.1.1-09/1-2009-0042, TÁMOP 4.1.2/A/2-10/1-2010-0003; TÁMOP 4.2.1./B-09/01/KMR/2010-0005, "Növényi genetikai erőforrások megőrzése" 263/1301/1/5/2011 EU; "Állami génmegőrzési feladatok" É-45343 (2011), SF/503/2012 (2012)

### Irodalom

- Mády, R., Szalay, L. (2003): Kajszifajták. 85-126. In: Péntes, B., Szalay, L.: Kajsz. Mg. K. Bp.
- Szalay, L. (2004): Kajsz. 209-234. In: Papp J.: A gyümölcsök termesztése. Mezőgazda Kiadó, Bp.
- Szalay, L., Mády, R., Szani, Zs., Honty, K. (2005): La scelta varietale dell' albicocco in Ungheria. *Frutticoltura*, **67**, (6):34-39.
- Szalay, L., Surányi, D., Nyujtó, F. (2011): A sárgabarack fontosabb termesztett fajtái. 254-272. In: Surányi D.: A sárgabarack. Szent István Egyetemi Kiadó. Gödöllő
- Szalay, L., Hajnal, V., Németh, Sz., Ficzek, G., Vécsei, B. (2013): Fruit quality parameters of foreign apricot cultivars in Hungary. *Acta Horticulturae*, **981**, 675-678.

## TERMESZTETT HOMOKTÖVISFAJTÁK GENETIKAI UJJLENYOMATA

SZELÉNYI MAGDOLNA, HALÁSZ JÚLIA

BCE, Genetika és Növénynevelés Tanszék, Budapest

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) népszerűsége egyre nő, mert gyümölcse rendkívül széleskörűen alkalmazható a gyógyászatban és az élelmiszeriparban. Számos tanulmány foglalkozik a természetes populációk genetikai állományának jellemzésével. Ugyanakkor a termesztett fajták molekuláris markerezéséről és DNS-alapú megkülönböztethetőségéről kevés adat érhető el. Munkánk során német és orosz nevelésű, összesen 12 nőivarú és egy porzós fajtát vizsgáltunk a *Hippophae* nemzetségre fejlesztett 7 SSR-primerpárral, teszteltük a primerek alkalmazhatóságát, és az adatok alapján meghatároztuk a fajták egyedi DNS-ujjlenyomatát.

**Kulcsszavak:** *Hippophae rhamnoides* L., homoktövis, SSR, mikroszatellit

## DNA FINGERPRINTING OF CULTIVATED SEA BUCKTHORN

M. SZELÉNYI, J. HALÁSZ

BCE, Corvinus University of Budapest, Department of Genetics and Plant Breeding

Popularity of common sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) has increased recently as its fruit can be used widely for medicinal purposes and in the food industry. A number of studies dealing with the genetic diversity of natural populations have been published, however, there is only little data available on the DNA-based identification of cultivars. In our study, 12 female and one male cultivars bred in Germany and Russia were analysed using 7 SSR markers designed for the *Hippophae* genus.

**Key words:** *Hippophae rhamnoides* L., seabuckthorn, SSR, microsatellite

### Bevezetés

A homoktövis (*Hippophae rhamnoides* L.) az *Elaeagnaceae* családba tartozó lombhullató cserje ( $2n = 24$ ), az északi féltekén a mérsékelt és a szubtrópusi övben él. A gyümölcs felhasználása széleskörű, kifejezetten alkalmas gyógyászati és élelmiszeripari (dzsem, ivólé, szirup, bor, likőr) célokra, de magát a növényt a talajerózió elleni védekezés céljából, illetve dísznövényként is ültetik (Bernáth és Földesi 1992). Mivel termését kiemelkedő beltartalmi értékek jellemzik, ezért azt az immunrendszer erősítésére, és számos betegség esetén terápiás céllal is alkalmazzák (Ercisli et al. 2007; Mishra et al. 2008; Geetha et al. 2009). Az elmúlt években ennek folytán egyre nagyobb népszerűsége telt szert, így a növény genomjáról is egyre több ismeret vált elérhetővé. Számos közlemény foglalkozik a homoktövis növény genetikai diverzitásával, de elsősorban a természetes populációk genetikai állományának jellemzésével. A *Hippophae rhamnoides* faj genetikai változékonysága igen



nagymértékű, több alfajba is sorolható (Bartish *et al.* 2002). Filogenetikai vizsgálatokat izoenzimek segítségével (Yao és Tigersted, 1993), RAPD-markerekkel (Bartish *et al.* 1999; Raun *et al.* 2004; Sheng *et al.* 2006; Ercisli *et al.* 2008), ISSR-technikával (Li *et al.* 2009; Wang *et al.* 2011), valamint AFLP-markerekkel (Shah *et al.* 2009) végeztek. A mikroszatellit markerek nagyfokú polimorfizmusa, genombeli gyakori előfordulása és kodomináns öröklésmenete révén kifejezetten jól használhatók a különböző növényfajokon belüli genetikai variabilitás vizsgálatára és a növényfajta azonosítására (Kalia *et al.* 2011). Az SSR-primerek fejlesztéséhez azonban előzetes szekvenciaismeret szükséges, így mindeztáig a *Hippophae* nemzetségre csak két kutatócsoport írt le primereket (Wang *et al.* 2008; Jain *et al.* 2010).

A homoktövis nemesítésével Európában és Ázsiában is intenzíven foglalkoznak, de az elismert fajták molekuláris markerezéséről és DNS-alapú megkülönböztethetőségéről kevés adat érhető el. Munkánk célja néhány ismert fajta és a Magyarországon sikerrel termesztett, ismeretlen eredetű genotípus mikroszatellit markerekkel történő azonosítása volt.

### Anyag és módszer

A vizsgált 12 termős és egy porzós fajtát a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság, illetve Pető Katalin és Karádi Péter termesztők bocsátották rendelkezésünkre.

A genomi DNS-t levélből a DNeasy Plant Mini Kittel vontuk ki (Qiagen, Hilden, Németország). A mikroszatellit régiók amplifikálásához 7 primerpárt használtunk (1. táblázat). A PCR-t PTC 200 (MJ Research, Quebec, Kanada) típusú készülékben végeztük a primerekhez közölt, eltérő protokollok alapján. A PCR-hez kb. 25 ng DNS-t használtunk 25 µl végtérfogatban: 1 × PCR puffer (Fermentas-Thermo Scientific, Burlington, Kanada), 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 2 mM dNTP, 0,4 µM az adott primerekből és 0,625 U *Taq* DNS-polimeráz (Fermentas-Thermo Scientific, Burlington, Kanada). Az SSR-allélok méretének meghatározása ABI PRISM 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, Kalifornia, USA) automata DNS-szekvenátorral történt, amihez az 5' végen fluoreszcensen jelölt forward primereket használtunk a PCR során. A kapott adatokat az ABI Peak Scanner 1.0 programmal (Applied Biosystems, Foster City, Kalifornia, USA) elemeztük.

1. táblázat A vizsgálatban felhasznált hét mikroszatellit lókuszt jellemzői

Primer neve	Ismétlődő motívum	Allélok száma a forrásmunka alapján	Forrás	A vizsgálatban kimutatott allélszám
HrMS003	(TCA) <sub>6</sub>	5	Jain <i>et al.</i> 2010	9
HrMS012	(CTT) <sub>11</sub>	5	Jain <i>et al.</i> 2010	8
HrMS025	(AG) <sub>8</sub>	4	Jain <i>et al.</i> 2010	12
Hr01	(GA) <sub>11</sub>	12	Wang <i>et al.</i> 2008	7
Hr02	(AG) <sub>9</sub>	6	Wang <i>et al.</i> 2008	7
Hr03	(AG) <sub>10</sub>	11	Wang <i>et al.</i> 2008	6
Hr06	(CA) <sub>9</sub>	12	Wang <i>et al.</i> 2008	4

### Eredmények és következtetések

A vizsgálatban összesen 12 termős és egy porzós fajta szerepelt. Németországban nemesített fajták a 'Frugana', 'Leikora' és a 'Hergo', míg orosz eredetűek az 'Oranzsevaja', 'Jantarnaja', 'Avr', 'Obilnaja', 'Aromata', 'Csujszkaja' és Pető 2, valamint a porzós fajta. A Római 2 és S20 ismeretlen eredetű genotípusok.

A *Hippophae* nemzetségre kifejlesztett SSR-primerek közül hetet választottunk ki a lókuszosokra jellemző allélszámok alapján (Wang *et al.* 2008; Jain *et al.* 2010). A PCR-amplifikáció mindegyik lókuszos esetében sikeres volt, és mind a hét polimorfnek bizonyult. Minden genotípus esetében valamennyi primerpár használatával két vagy egy allélt detektáltunk. Az egy allélt hordozó genotípusokat homozigótának tekintettük. A 7 lókuszosban összesen 53 allélt azonosítottunk, ez átlagban 7,5 allél lókuszonként (1. táblázat). A lókuszonkénti allélszám 4 és 12 között mozgott. Az allélok mérete 73 és 370 bp között változott (2. táblázat). Wang és mts. (2008) a kínai *Hippophae rhamnoides ssp. sinensis* alfaj genomjából izoláltak SSR-lókuszosokat, melyek polimorfizmusát vadon élő, egymástól távol eső populációk 12 egyedén tesztelték. Az általuk leírt négy lókuszosban kevesebb allélszámot találtunk, például a HR01 lókuszos esetében 12-vel szemben csak négyet. Ugyanakkor Jain és mts. (2010) a *Hippophae* nemzetség három fajának genomjából (*H. rhamnoides*, *H. salicifolia* és *H. tibetana*) EST-SSR primereket terveztek, melyeket összesen 14 genotípuson teszteltek. Ezekből három lókuszt vizsgáltunk mi is, amelyek minden esetben nagyobb allélszámot adtak. A legnagyobb különbséget a HrMS025 lókusznál figyeltük meg, ahol a leírt 4 alléllal szemben az általunk vizsgált növényekben 12 fordult elő.

A 7 lókuszos eredményei alapján a kapott fragmentumméretekkel a 13 genotípus megkülönböztethető volt (2. táblázat). A vizsgált primerek megbízhatóan használhatók a fajtanemesítés során a perspektivikus genotípusok molekuláris markerezéssel történő azonosítására. Eredményeinket felhasználjuk populációgenetikai vizsgálatokra is, mert Magyarországon, Budapest egyik legjelentősebb természeti értékeként, Újpesten található az egyedüli őshonos homoktövis-állomány. Az élőhelyét 1974-ben nyilvánították védetté 5,7 hektáron. Mivel a pesti puszták utolsó természetes maradványaként kiemelt jelentőségű, munkánk további célja a homoktövis-populáció genetikai jellemzése a tesztelt és jól működő SSR-markerek alapján.

2. táblázat Homoktövisfajták 7 SSR-lókuszra jellemző fragmentumhossz adatai (bp)

	HR01		Hr03		Hr06		HrMS003		HrMS012		HrMS025		Hr02	
Frugana	163	163	84	86	73	73	340	340	146	167	330	338	157	169
Leikora	171	173	92	94	75	75	340	340	143	155	332	338	159	167
Hergo	163	163	84	86	73	73	340	340	146	164	*	*	157	169
Pető 2.	173	175	94	94	73	73	340	349	149	155	334	346	159	167
Római 2.	165	165	86	86	75	75	*	*	143	149	360	362	159	163
Orosz porzós fajta	167	167	88	90	73	83	337	355	155	161	314	336	163	165
S 20	165	165	86	86	75	93	340	340	143	155	368	370	159	161
Oranzsevaja	169	169	88	90	75	75	346	352	146	161	314	314	163	169
Jantarnaja	169	169	90	90	*	*	346	352	146	149	314	314	163	163
Avr	167	173	88	94	73	73	340	343	143	161	336	338	159	161
Obilnaja	169	169	90	90	73	73	346	352	146	149	314	314	163	163
Aromata	169	171	92	94	75	75	358	361	143	146	314	314	163	163
Csujszkaja	169	169	90	92	75	75	346	355	152	155	314	336	163	169

\* sikertelen PCR-amplifikáció

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a növényi minták szíves biztosításáért Karádi Péternek, Pető Katalinnak és Rácz-Szabó Róbertnek.

### Irodalom

- Bartish I. V., Jeppsson N., Nybom H. (1999): Population genetic structure in the dioecious pioneer plant species *Hippophae rhamnoides* investigated by RAPD markers. *Mol. Ecol.*, **8**, 791-802.
- Bartish I.V., Jeppsson N., Nybom H., Swenson U. (2002): Phylogeny of Hippophae (Elaeagnaceae) inferred from parsimony analysis of chloroplast DNA and morphology. *Syst. Bot.*, **27**,41–54.
- Bernáth, J., D. Földesi (1992):Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): a promising new medicinal and food crop. *J. Herbs Spices Med. Plants* **1**, 27-35.
- Ercisli, S., Orhan E., Ozdemir O., Sengul M. (2007): The genotypic effects on chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey. *Scientia Hort.*, **115**, 27-33.
- Ercisli, S., Orhan E., Yildirim N., Agar G. (2008): Comparison of sea buckthorn genotypes (*Hippophae rhamnoides* L.) based on RAPD and FAME data. *Turk. J. Agri.*, **32**, 363-368.
- Geetha S., Ram M.S., Sharma S.K., Ilavazhagan G., Banerjee P.K., Sawhney R.C. (2009): Cytoprotective and antioxidant activity of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) flavones against tertbutyl hydroperoxide-induced cytotoxicity in lymphocytes. *J. Med. Food*, **12**,151–158.
- Jain, A., Ghangal, R., Grover, A., Raghuvanshi, S., Sharma, P. C. (2010): Development of EST-based new SSR markers in seabuckthorn. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, **16**, 375-378.
- Kalia, R. K., Rai, M. K., Kalia, S., Singh, R., Dhawan, A. K. (2011): Microsatellite markers: an overview of the recent progress in plants. *Euphytica*, **177**, 309-33.
- Li, H., Ruan, C. J., Teixeira da Silva, J. A. (2009): Identification and genetic relationship based on ISSR analysis in a germplasm collection of sea buckthorn (*Hippophae* L.) from China and other countries. *Sci. Hortic.*, **123**, 263-271.
- Mishra K.P., Chanda S., Karan D., Ganju L., Sawhney R.C. (2008): Effect of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) flavone on immune system: an in-vitro approach. *Phytother Res.*, **22**,1490–1495.

- Raun, C., Qin, P., Zheng, J., He, Z. (2004): Genetic relationships among some cultivars of sea buckthorn from China, Russia and Mongolia based on RAPD analysis. *Sci. Hortic.*, **101**, 417-426.
- Shah, A.H., Ahmad, S.D., Khaliq, I., Batool, F., Hassan, L., Pearce, S.L. (2009): Evaluation of phylogenetic relationship among sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. spp. *turkestanica*) wild ecotypes from pakistan using amplified fragment length polymorphism (AFLP). *Pak. J. Bot.*, **41**, 2419-2426.
- Sheng, H.M., An, L.Z., Chen, T., Xu, S.J., Lu, G.X., Zheng, X.L., Pu, L.L., Lu, Y.J., Lian, Y.S. (2006): Analysis of genetic diversity and relationships among and within species of *Hippophae* (Elaeagnaceae) based on RAPD markers. *Plant Syst. And Evol.*, **260**, 25-37.
- Wang, A., Zhang, Q., Wan, D., Liu, J. (2008): Nine microsatellite DNA primers for *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis* (Elaeagnaceae). *Conserv. Genet.*, **9**, 969-971.
- Wang, Y., Jiang, H., Peng, S., Korpelainen, H. (2011): Genetic structure in fragmented populations of *Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis* in China investigated by ISSR and cpSSR markers. *Plant Syst. Evol.*, **295**, 97-107.
- Yao, Y.M., Tigerstedt P.M.A. (1993): Isozyme studies of genetic diversity and evolution in *Hippophae*. *Genet. Resour. Crop. Ev.*, **40**, 153-164.

## A RUKKOLA (*Diplotaxis tenuifolia*) MIKROSZAPORÍTÁSA ÉS REGENERÁCIÓJA

SZEPESI KINGA, OLÁH RÓBERT, ZOK ANIKÓ

Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Genetika és Növénynevelés  
Tanszék, Budapest

Kísérleteink során a *Diplotaxis tenuifolia* mikroszaporítását és regenerációs rendszerének kidolgozását tűztük ki célul. Vizsgálatainkban az alacsony sótartalmú NN táptalaj bizonyult megfelelőnek a további kutatásokhoz. A mikroszaporítás során az *in vitro* növényekről 2 cm-es hajtásdarabokat választottunk le, majd azokból fényszobában növényeket regeneráltunk. Regenerációs kísérleteinkben sziklelevél, lomblevél és hipokotil darabokat helyeztünk hormonmentes, illetve hormont tartalmazó (0,05 mg/l TDZ, 0,5 mg/l BA) táptalajra. A hormontartalmú táptalajokon kalluszosodás indult be, míg a hozzáadott hormont nem tartalmazó táptalajon organogenezist figyelhettünk meg.

**Kulcsszavak:** rukkola, regeneráció, akklimatizáció

## MICROPROPAGATION AND REGENERATION OF WILD ROCKET (*Diplotaxis tenuifolia*)

K. SZEPESI, R. OLÁH, A. ZOK

Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of  
Genetics and Plant Breeding, Budapest

Our aim was to establish an effective regeneration and micropropagation system of *Diplotaxis tenuifolia*. NN media turned out to be the best probably because of its low salt content. Micropropagated plants were obtained from 2 cm long shoot segments and were kept under 16 h light conditions. During the regeneration experiments, parts of leaves, cotyledons and hypocotyls, were placed on hormone-containing (0,05 mg/l TDZ, 0,5 mg/l BA) and hormone-free media. Callus formation occurred on the hormone-containing media, while on hormone-free medium, organogenesis was observed.

**Key words:** rocket, regeneration, acclimatization

### Bevezetés

A *Diplotaxis* nemzetség a *Brassicaceae* családba tartozik és több mint húsz fajt foglal magába, amelyek leginkább a mediterrán térségben terjedtek el. A Földközi-tenger vidékén és Dél-Európában őshonos rukkola Marokkó partvidékén, Portugáliától Törökországig vadon is megterem. Évelő omladéknövény, mely a mediterrán régió homokos és meszes talajain egyaránt megél. Felálló, elágazó szárának magassága a fél métert is meghaladhatja. Hosszúkas levelei általában karéjosak, de levéllemeze ép is lehet. A lombzat fölé emelkednek a sárga, négyziromlevelű virágok. Az egyes szirmok

lekerekítettek és megközelítőleg egy centiméter hosszúak. A termése a káposztafélékre jellemző becőtermés, 3-5 centiméter hosszú. Március és július között virágozik.

A *Diplotaxis tenuifolia* gyógyászati hatásai miatt igen értékes, ám ennek ellenére tudományos szempontból kevésbé vizsgált növényfaj. Termesztése során az állomány felszámolása igen nehézkes. Talajba forgatás után a feldarabolt gyökérdarabokból újra kihajtva erősen gyomosítja a következő kultúrát. Zok Anikó termesztési tapasztalatai alapján olyan nagymértékű regenerációs potenciállal rendelkeznek, hogy a kultúra felszámolásakor a talajba forgatás előtt a növényállomány totális gyomirtószerrel történő kezelésére van szükség. Ez az erőteljes regenerációs hajlam alátámasztja, hogy a fajt *in vitro* körülmények között is érdemes megvizsgálni. Amennyiben szövettenyésztés során is ugyanez tapasztalható, akkor érdemes bevonni különböző biotechnológiai kísérletekbe, hiszen ezen módszerek alapja gyakran egy jól működő regenerációs rendszer. Transzformációs rendszer kialakításával pedig hasznos információkhoz juthatunk különböző gének működésével kapcsolatban.

A mikroszaporítás az *in vitro*, vegetatív szaporításnak egy egyre inkább elterjedő módszere, ami mára már iparaggá nőtte ki magát. Mikroszaporítás során az utódok az anyanövény klónjai lesznek, hiszen nem az ivarsejtek vesznek részt a szaporítás folyamatában, hanem az új egyedek az anyanövény szomatikus sejtjeiből alakulnak ki. Ezeket a testi sejteket, szöveteket steril, kontrollált körülmények között táptalajon tenyésztjük.

A *Brassicaceae* családba tartozó növények esetében több publikáció is született a biotechnológiai módszerek alkalmazásáról. Sjodin (1992) *in vitro* megtermékenyítés és protoplaszt fúzió segítségével valósított meg géntranszfert különböző *Brassica* fajok között. Constantine és munkatársai (2001) *in vitro* tenyésztési és molekuláris biológiai módszerek alkalmazásával vizsgálták a *Brassica* fajok nehézfém toleranciáját, illetve azonosították a fitoremediáció folyamatában résztvevő génjeiket.

*Diplotaxis tenuifolia* esetében gyakorlatilag nem találhatóak irodalmi források, de a köznyelvben szintén rukkolának hívott fajok esetében már publikáltak eredményeket. Sikdar és munkatársai (1987) *Eruca sativa* protoplaszt regenerációs kísérleteikben különböző növekedés szabályozók hatását vizsgálták. Ahloowalia (1987) szövettenyésztési kísérleteiben sikeresen indukált organogenezist hipokotilon, valamint szomatikus embriogenezist a sziklevelek fonáki oldalán. Amla és Dhingra (1991) kéthetes *Eruca sativa* palánták nóduszt tartalmazó részeit MS táptalajon tenyésztették, amihez különböző koncentrációjú citokinin és auxin jellegű hormonokat adtak. Ezek hatására megnőtt a gyökerek és hajtások száma.

### Anyag és módszer

A vetőmagból (Fairbanks Seeds, Ausztrália) felnevelt növényeket, illetve azok részeit használtuk fel a mikroszaporítási és kalluszindukciós kísérletek során. A steril tenyésztés indításához magokat vetettünk táptalajra. A magokat elsőként 70%-os etil alkoholba mártottuk rövid időre (max 30 másodperc), majd egy tíz percig tartó sterilizálás következett 15%-os nátrium-hipoklorit oldatban, amelyhez hozzáadtunk 3 csepp Tween-20 nedvesítőszeret. A tíz perc letele után steril desztillált vízbe kerültek át a magok, amiben ismét tíz percig álltak. Ezt a lépést még kétszer megismételtük. A magvetés MSEM táptalajra történt, amely egy módosított MS (Murashige és Skoog 1962) táptalaj, a makroelemeket az eredetihez képest fele koncentrációban tartalmazza. A pH-t 5,7-5,8-ra állítottuk be. Egy petri-csészébe körülbelül 200 mag került. Az elvetett magokat termosztátba helyeztük, sötétre  $23\pm 1^\circ\text{C}$ -ra. Vetés után tíz nappal lamináris fülkében bébiételes üvegbe tettük át a csíranövényeket MSEM táptalajra, amiket a sterilitás megőrzése érdekében három réteg lélegző fóliával takartunk. A növényeket 1 hónap elteltével felszaporítottuk. A felszaporítás során 2 cm-es hajtásdarabokat raktunk friss táptalajra. A későbbi kísérletekben további négy hormonmentes táptalajt is kipróbáltunk: MS (Murashige és Skoog, 1962), CP (Chée és Pool, 1987), NN (Nitsch és Nitsch, 1969), Gamborg B5 (Gamborg és mtsai., 1968).

A kalluszképződést kétféle táptalajon (NN és Gamborg B5) vizsgáltuk. Mindkét táptalaj esetében a 0,05 mg/l TDZ (thidiazuron) illetve a 0,05 mg/l TDZ és 0,5 mg/l BA (N6-benziladenin) hormonkombináció hatását vizsgáltuk. Kontrollként hormonmentes táptalajokat alkalmaztunk. A kalluszindukciós kísérletekhez hipokotilt és sziklevelet használtunk. A kiindulási anyagot olyan formában daraboltuk, hogy minden növényi részen két vágási seb keletkezzen. A szik alatti szárrészeket fektetve illetve állítva, félig a táptalajba süllyesztve helyeztük el. Ezen kívül szintén két vágásfelülettel ellátott lomblevelet helyeztünk hormonmentes NN és Gamborg B5 táptalajra a levél fonáki oldalával lefelé.

A különböző regenerációs kísérletekben fejlődött illetve a mikroszaporított növényeket akklimatizáltuk, majd üvegházba kiültettük. A különböző táptalajokról lekerülő növényeket perlitbe és tőzegkorongba helyeztük át. A növényeket tartalmazó bébiételes üvegeket továbbra is a fényszobában tartottuk. Azokat szintén három réteg lélegző fóliával takartuk, amit kezdetben a bébiételes üveg szájának egyharmadáig felnyitottunk. Folyamatosan növelve a rést, 14 nap után a fóliát teljesen eltávolítottuk. Az állományt kétnaponta öntöztük csapvízzel. A perlitből és Jiffy-ből a növények tőzeg és perlit 50-50%-os keverékével megtöltött 6x6 cm-es rekeszekkel rendelkező ültetőtálcába kerültek át. A tálcát a továbbiakban klímaszekrénybe helyeztük, ahol a hőmérséklet  $23\pm 1^\circ\text{C}$ , a páratartalom pedig 60-70%-os volt. Jeltáblával jelöltük, hogy melyik növény milyen táptalajról, majd pedig ültető közegből került ki. A növényeket kétnaponta öntöztük 2,2 g/l koncentrációjú NN táptalaj oldattal.

### Eredmények és következtetések

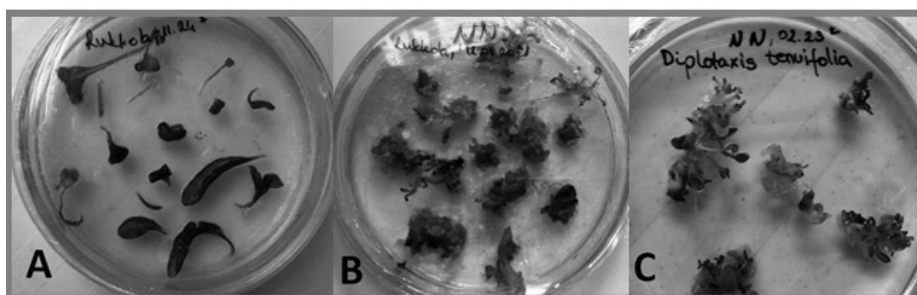
A magvetésből származó növényeket sikeresen felszaporítottuk, a 2 cm-es hajtásdarabokból 3-4 hét elteltével továbbszaporításra alkalmas növények fejlődtek. Az első vetésből származó növények nagy része klorózisra utaló jeleket mutatott MSEM táptalajon, ezért a továbbiakban alacsonyabb sótartalmú táptalajokat (NN, Gamborg B5 és CP) is kipróbáltunk. A kísérletben vetés után két héttel vizsgáltuk a klorotikus növények arányát a táptalajok függvényében.

A *Diplotaxis tenuifolia* csíráztatására és fenntartására a NN táptalaj bizonyult a legalkalmasabbnak, mert ezen a táptalajon tapasztaltuk legkevésbé a klorotikus tüneteket. Ezt az eredményt felhasználva, a továbbiakban a magvetés

már döntően NN táptalajra történt. A szintén alacsony sótartalmú Gamborg B5 táptalaj kipróbálásakor is hasonlóan jó eredményt kaptunk. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a *D. tenuifolia* sóérzékeny növény, alacsony sókoncentrációjú táptalajok használata esetén nem mutatja klorózis jeleit, egészségesen fejlődik.

Kalluszindukciós kísérleteinkben a legszembetűnőbb eredményt a hormon tartalmazó illetve hormonmentes táptalajokon lévő növényi részek összehasonlítása adta. Míg a hormon tartalmazó táptalajokon található növénydarabokon kalluszosodást tapasztalunk, addig a hormonmentes táptalajon erőteljes gyökeresedés indult be. A TDZ+BA hormonkombináció és a TDZ hatása között nem találtunk különbséget, azt tapasztaltuk, hogy a TDZ önmagában is elég volt a kalluszosodás beindításához. A hipokotil kalluszosítása eredményesebb volt, mint a sziklevél daraboké, hormonmentes táptalajon a gyökeresedés mindkét esetben egyforma mértékűnek bizonyult. A két különböző táptalaj (NN és Gamborg B5) használata nem befolyásolta a kalluszosodást illetve gyökeresedést.

A továbbiakban hormonmentes táptalajon lévő levélkorongok fejlődését vizsgáltuk. A levélkorongok vágási felületein kalluszosodást tapasztaltunk, majd további növekedés után - sztereomikroszkóp segítségével - organogenezist figyelhettünk meg. A folyamatot az 1. ábrán követhetjük nyomon.



1. ábra Az organogenezis folyamata rukkola levélkorongokon, balról jobbra: levélkorongok (A), kalluszosodás (B), hajtásképződés (C)

A levélkorongok már egy hónap után látványosan megnagyobbodtak, majd táptalajra helyezés után másfél hónappal kalluszosodást figyelhettünk meg. Két hónap elteltével megjelentek az első levélkék. Amint egy-egy levélkorong vágási felülete mentén ötnél több levélkét találtunk, szétválasztottuk és hormonmentes táptalajra, petri csészékbe helyeztük azokat. A leválasztott részek friss táptalajon is változatlanul fejlődtek tovább, míg végül teljes növényt regeneráltunk belőlük.

A perlitben és Jiffy-ben történő akklimatizáció sikeresnek bizonyult, a fényszobában 30 növényből csupán 2 pusztult el szürkepenész miatt. Amikor a növényeket átültettük perlit és tőzeg 50-50%-os keverékébe és a



klímazekrényben továbbneveltük azokat, nem történt újabb fertőződés. A növények további 30 napot töltöttek itt. Ez idő alatt virágot hoztak, amiből termés fejlődött. A leveleket ötnapoként megszedtük, ami azt eredményezte, hogy az újonnan fejlődött levelek egyre szeldeltebbek lettek. A termések 10 nap alatt értek meg, amelyekből magot fogtunk, amit aztán NN táptalajra elvetettünk.

Kísérleteink során megállapítottuk, hogy a növény egy speciális regenerációs képességgel bír, melyet transzformációs kísérletekben érdemes lehet kihasználni. A tudományos kísérletekben szerzett információk pedig a későbbiekben akár a növény nemesítésében is hasznosulhatnak.

### Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani Dr. Pedryc Andrzej tanszékvezető Úrnak, hogy lehetőséget biztosított a kutatásra, ezen kívül köszönöm Forgács István és Tóth Veronika segítségét. Munkánkat a TÁMOP 4. 2. 1./B-09/01/KMR/2010-0005 pályázat támogatta.

### Irodalom

- Ahloowalia, B.S. 1987. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Eruca sativa*. Crop Sci. 27:813-814.
- Amla, B., Dhingra, M. 1991. Production of plantlets of *Eruca sativa* *in vitro*. J. Phytochemical Res. 4(1):73-77.
- Chée, R., Pool, R.M. 1987. Improved inorganic media constituents for *in vitro* shoot multiplication of *Vitis*. Sci. Hort. 32: 85-95.
- Constantine, P., Suzanne, W. and Wilf, K. 2001. *Brassicaceae (Cruciferae)* family, plant biotechnology and phytoremediation. Int. J. Phytoremed. 3(3):245-287.
- Gamborg, O.L., Miller, R.A., Ojima, K. 1968. Nutrient requirement of suspensions cultures of soybean root cells. Exp. Cell Res. 50: 151.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 155: 473-497.
- Nitsch, J.P. and Nitsch, C. 1969. Haploid plants from pollen grains. Science 169: 85.
- Sikdar, S.R., Chatterjee, G., Das, S., Sen, S.K. 1987. Regeneration of plants from mesophyll protoplasts of the wild crucifer (*Eruca sativa*). Lam. Plant Cell Reports 6:486-489.
- Sjodin, C. 1992. *Brassicaceae*, a plant family well suited for modern biotechnology. Acta Agricult. Scand. 42 (4): 197-207.

## KUKORICA (*Zea mays* L.) MAGMINTÁK FUZÁRIUM FAJÖSSZETÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA

SZŐKE CSABA<sup>1</sup>, SZÉCSI ÁRPÁD<sup>2</sup>, NAGY ZOLTÁN<sup>1</sup>, ZÁBORSZKY SÁNDOR<sup>3</sup>,  
BÓNIS PÉTER<sup>1</sup>, MARTON L. CSABA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MTA ATK, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

<sup>2</sup> MTA ATK, Növényvédelmi Intézet, Budapest

<sup>3</sup> PE Georgikon Kar, Keszthely

Az elmúlt években hazánkban is egyre gyakoribbá váltak az időjárási szélsőségek és az évjáraton belüli jelentős eltérések az ország kukoricatermesztés szempontjából fontos termőhelyei között. Ez a tény minden megközelítésből – tápanyag-utánpótlás, öntözés, növényvédelem – nagyobb termesztési kockázatot jelent a kukoricatermesztésben. Hatványozottan érvényes ez a kukorica fuzáriumos megbetegedéseire. Attól függően, hogy az adott területen melyik *Fusarium* faj dominál, változik a fertőzöttség mértéke, és az általuk termelt mikotoxinok okozta kár. A fertőzöttség mértékét alapvetően a kukoricahibridek rezisztenciális tulajdonságai határozzák meg, melynek vizsgálatához fontos ismernünk hazánk kukoricát károsító *Fusarium* fajösszetételét is. Munkánk célja, hogy meghatározzuk a megváltozott évjáratok hatására változott-e a kukoricát károsító *Fusarium* fajok fajösszetétele és megjelenésük aránya.

**Kulcsszavak:** *Fusarium*, kukorica, fajösszetétel

## DETERMINATION OF THE FUSARIUM SPECIES COMPOSITION OF MAIZE (*Zea mays* L.) KERNEL SAMPLES

C. SZŐKE<sup>1</sup>, Á. SZÉCSI<sup>2</sup>, Z. NAGY<sup>1</sup>, S. ZÁBORSZKY<sup>3</sup>, P. BÓNIS<sup>1</sup>,  
C. L. MARTON<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agricultural Institute, CAS HAS, Martonvásár

<sup>2</sup> Plant Protection Institute, CAS HAS, Budapest

<sup>3</sup> Georgikon Faculty, UP, Keszthely

As in other parts of the world, the frequency of weather extremities has increased greatly in Hungary in the recent years along with considerable differences within a single year between locations important for maize production. This means that maize production faces with greater risks from all aspects: nutrient replacement, irrigation, plant protection. Depending on which *Fusarium* species are dominant at a given location, changes can be expected in the level of infection and in the quality deterioration caused by the mycotoxins they produce. The degree of infection is determined fundamentally by the resistance traits of the maize hybrids which can be investigated effectively based on knowledge of the species composition of the *Fusarium* species attacking maize in Hungary only. The aim of the present work was to determine whether the *Fusarium* species composition and ratio had changed under the effect of the changes in the weather.

**Key words:** *Fusarium*, maize, *Fusarium* species composition

## Bevezetés

Napjainkban a kukorica kórokozói közül a legjelentősebb növényvédelmi problémát a különböző *Fusarium* fajok jelentik. Ezek a fonalas gombák kiváló alkalmazkodóképességüknek köszönhetően kisebb-nagyobb mértékben minden évben károsítják a kukoricát, annak valamennyi részét fertőzhetik, a növény szárától, a kukorica csövéig. A fertőzés csökkenti a terméshozamot is, azonban a fő problémát a kórokozók által termelt mikotoxinok jelentik (Bennett és Klich 2003). Mivel a kukorica ellenállóképességének összefüggései a különböző *Fusarium* fajokkal szemben még nem minden esetben tisztázottak, nagyon fontos, hogy ismerjük az adott termőhelyen károsító *Fusarium* fajok összetételét. Az elmúlt évtizedekben több tudományos publikációban foglalták össze a Magyarországon kukoricát károsító *Fusarium* fajokat (Békési és Hinfner 1970, Mesterházy és Vojtovics 1977, Szécsi 1994, Kizmus et al. 2000). A legfontosabb kórokozóknak a *F. graminearum*-ot, a *F. verticillioides*-t és a *F. culmorum*-ot tartják. Mindhárom faj mikotoxinokat termel. A toxinok káros élettani hatásai jól ismertek (Berek et al. 2001, Krska 2007, Pestka 2010). A toxinszennyezettség szoros összefüggésben van a fertőzés mértékével is (Perkowski et al. 1997, Toldi et al. 2008). A különböző *Fusarium* fajok igen eltérő ökológiai körülmények mellett is sikeresen fertőzik a kukoricát, továbbá minden termőhelyen egyszerre több *Fusarium* faj is jelen lehet. Úgy gondoljuk, hogy a fentiek, valamint az elmúlt évek változó éghajlata miatt indokolt, hogy a több évtizedes múltra visszatekintő országos *Fusarium* fajmeghatározást ismételten elvégezzük. Az eredményekből választ kaphatunk arra, hogy változott-e a kukoricát károsító fajösszetétel, a fajok megjelenésének aránya, netán melegedő éghajlatunknak köszönhetően jelentek-e meg hazánkban új, kukoricát károsító *Fusarium* fajok.

## Anyag és módszer

A vizsgálatokat 2013-ban végeztük Bicsérdén és Sárhatvanban. A vizsgált 24 db kukorica hibridet háromismétléses, latintégla elrendezésben vetettük el. A kétsoros parcella hossza 5,6 m, az ismétléseket elválasztó út pedig 1,4 m volt. A sortáv 76 cm, a tőtáv 20 cm, míg a parcellánkénti növényszám 56 db volt.

A felvételezéseket 2013. szeptember 22-24 között végeztük. Minden parcellában felvételeztük a természetes fertőzés következtében kialakult fuzáriumos csövek százalékos gyakorisági- és borítottsági értékeit, illetve a csövet károsító hernyókártételét is. A csövön található kórokozókat a vizuálisan látható penészgyep, míg a hernyókártételt az általuk okozott rágás alapján értékeltük.

Mindkét területről cső- és szármintákat gyűjtöttünk be a későbbi fajmeghatározás céljából. A mintákat feldolgozásig mélyhűtőben tároltuk. Jelen dolgozatunkban a csőminták eredményeit mutatjuk be.

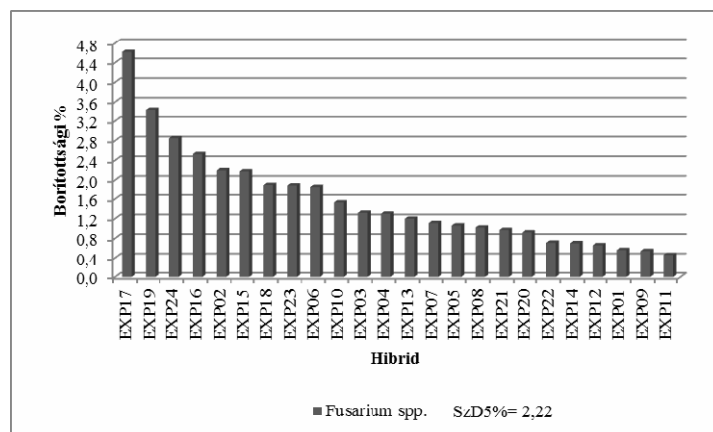
A penészes csövekről egy penészgyep darabot, vagy egy felületileg sterilizált kukoricaszemet helyeztünk PCNB-agarra. A szelektív agarlemezeket tartalmazó petricsészéket inkubátorban 25°C-on tartottuk 7-10 napon keresztül. Azokat az izolátumokat, melyek mikroszkópi képe és telepmorfológiája alapján a *Fusarium* nemzetségbe tartozhatnak, SNA-agarra áttoltottuk és a 14. napot követően elvégeztük az izolátumok morfológiai határozását. Az izolátumok morfológiai meghatározását Leslie és Summerell (2006) határozókulcsa szerint végeztük el.

## KUKORICA MAGMINTÁK FUZÁRIUM FAJÖSSZETÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Vizsgálataink során kapott adataink segítségével több tényezős varianciaanalízist és lineáris regresszió analízist számoltunk. A statisztikai próbák során kapott eredmények értelmezéséhez Sváb (1981) munkáját használtuk fel.

### Eredmények és következtetések

A genotípusokon bekövetkezett gombás csőfertőzések mértékét az 1. ábrán foglaltuk össze. Az ábra adataiból kiderül, hogy a vizsgált hibridek fuzáriumos csőpenész fertőzéssel szembeni ellenállósága között statisztikailag igazolható különbségeket csak néhány hibrid között tudunk kimutatni. A kísérlet főátlagától (1,56%) kilenc hibrid fertőződött nagyobb mértékben, a legerősebben az EXP17 jelű genotípus (4,62%). Ebben az évben – hiába végeztünk két termőhelyen is felvételezést – a természetes fertőzés nem adott kellő fertőzési nyomást ahhoz, hogy a kísérleti anyagaink között hatékony szelekciót végezhessünk. A fuzáriumos megbetegedésekkel szembeni rezisztencianemesítéséhez mindenképpen szükség van mesterséges fertőzés alkalmazására.



1. ábra A vizsgált hibridek csőfuzárium borítottsága a két termőhely átlagában (2013)

A két termőhelyet jellemző felvételezési értékeket az 1. táblázat tartalmazza. A termőhely a felvételezett tulajdonságok előfordulását és annak mértékét szignifikánsan befolyásolta. A két hely közül Bicsérdén határoztunk meg erősebb fuzáriumos csőpenész fertőzöttséget. A betegség nagysága itt sem érte el a 3%-ot, de az előfordulása közel 65% volt (1. táblázat). A fuzáriumos csőpenész kialakulásának a kukorica virágzásakor (július) csapadékos, meleg időjárás kedvez. Ebben az időszakban a lehullott csapadék mennyisége mindkét termőhelyen a sokéves átlag alatt volt, ennek köszönhetően jelentősebb penészbörítottség sem alakult ki. Ugyanakkor a kórokozó jelenlétét támasztja alá az a tény is, hogy 2-3 genotípus esetében 1,5-2%-os penészbörítottséget még a kisebb gyakorisági értékkel (19,10%) jellemezhető sárhatvani területen is megfigyeltünk.

1. táblázat A termőhelyeket jellemző felvételezési értékek (2013)

Tulajdonságok	Bicsérd	Sárhatvan	SzD <sub>5%</sub>
<i>Fusarium spp.</i> borítottsági értéke csövön (%)	2,63	0,49	<b>0,64</b>
<i>Fusarium spp.</i> gyakorisági értéke csövön (%)	64,93	19,10	<b>6,36</b>
Hernyókártétel gyakorisági értéke csövön (%)	83,51	28,99	<b>6,32</b>

Nagyon szembetűnő a különbség a két termőhely hernyókártétel fertőzöttségi szintjét illetően. A Bicsérden megfigyelt hernyókártétel közel háromszorosa volt a Sárhatvaninak. Irodalmi adatok szerint a csövet károsító hernyók kártétele segíti a másodlagos kórokozóként fellépő fuzáriumos csőpenész kialakulását. Mi is pozitív kapcsolatot kaptunk a két tényező között; a háromszor erősebb hernyókártétel mellett Bicsérden közepes, míg Sárhatvanban gyenge volt a két tényező közötti összefüggés. A bicsérdi termőhely időjárása kedvezőbb volt a fuzáriumos csőpenész kialakulásához. Az egész tenyészidőszakban a sokéves átlaghoz képest +36,5mm-el volt csapadékosabb, míg a sárhatvani -57,4mm-el szárazabb (júliusban -47,5mm-el esett kevesebb). Az átlaghőmérsékleti adatokat tekintve mindkét kísérleti hely a sokéves átlaghoz képest melegebb volt, Sárhatvanban több mint 1,5 °C-al. Azaz a csövet károsító hernyók rágása segíti ugyan a fuzárium fajok csövön való megtelepedését, de a betegség kialakulásában a gomba számára kedvező időjárásnak nagyobb a szerepe.

A két termőhelyről 2013-ban begyűjtött csőmintákról izolálást követően morfológiai jegyek alapján meghatároztuk a területen jelenlévő *Fusarium* fajokat. Bicsérden a 16 db mintából 13 db *F. verticillioides* (81,25%) és 3 db *F. proliferatum* (18,75%), míg Sárhatvanban a 20 db mintából 14 db *F. verticillioides* (70,00%), 4 db *F. proliferatum* (20,00%) és 2 db *F. subglutinans* (10,00%) fajt azonosítottunk. Ezeket az adatokat összevetve a régebbi publikációkban megjelentekkel, mi *F. graminearum*-ot nem tudtunk azonosítani ebben az évben a két termőhelyről. Mindkét termőhelyen a *F. verticillioides* volt az uralkodó faj. Ezek részben magyarázhatóak évjáráthatással, szárazabb évjáratban főleg a *F. verticillioides*, míg csapadékosabbban inkább a *F. graminearum* faj dominál. Azonban a kukorica tenyészidejében lehullott csapadékmennyiség alapján a bicsérdi termőhely a sokéves átlagnál +36,5mm-el csapadékosabb volt (IV-V. hó +44,5mm), valamint egy korábbi három éves felmérésünk szerint is szintén a *F. verticillioides* faj volt a leggyakrabban izolálható szármintákból (Szőke et al. 2013). Véleményünk szerint ennek egyik magyarázata az lehet, hogy ez a faj melegigényesebb az eddig kukoricát károsító *Fusarium* fajoknál, így a melegedő éghajlatunk segíti elterjedését. Ezeket az információkat a betegséggel szembeni rezisztencianemesítésnél érdemes figyelembe venni. Ahhoz, hogy megállapítsuk, hogy a *F. verticillioides* faj előfordulásának növekedése tendencia vagy csak az adott évjárat hatása, további vizsgálatok szükségesek, ezért tovább folytatjuk a 2013-ban begyűjtött cső- és szárminták fajmaghatározását, illetve 2014-ben újabb mintákat fogunk kiértékelni.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalom

- Békési P., Hinfner K., (1970): Adatok a kukorica fuzáriumos eredetű megbetegedéseinek ismeretéhez. *Növényvédelem*, **6**, 13-18.
- Bennett J. W., Klich M. (2003): Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, **16**, 497-516.
- Berek, L., Perti I. B., Mesterházy Á., Téren J., Molnár J. (2001): Effect of mycotoxins on human immune functions in vitro. *Toxicol. In Vitro*, **15**, 25-30.
- Kizmus, L., Marton, L.C., Krüger, W., Müller, D., Drimal, J., Pronczuk, M., Zwatz, B., Craicu, D.S. (2000): Data on the distribution in Europe of Fusarium species causing root and stalk rot in maize. In: Bedő Z. (ed.), *50th Anniversary of the Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences*. Scientific Meeting (June 2–3, 1999), Martonvásár, 170–176.
- Krska R., Welzig E., Boudra H. (2007): Analysis of Fusarium toxins in feed. *Animal Feed Science and Technology*, **137**, 241-264
- Leslie J. F., Summerell B. A. (2006): *The Fusarium Laboratory Manual*. Ames, IA, USA: Blackwell Publishing, 388 p.
- Mesterházy Á., Vojtovics M., (1977): Kukorica magminták gombaflórája Magyarországon 1974-1975-ben. *Növényvédelem*, **13**, 441-446.
- Perkowski J., Pronczuk M., Chelkowski J. (1997): Deoxynivalenol and acetyldeoxynivalenol accumulation in field maize inoculated by *F. graminearum*. *J. Phytopathol.*, **145**, 113-116.
- Pestka J. J. (2010): Toxicological mechanisms and potential health effects of deoxynivalenol and nivalenol. *World Mycotoxin Journal*, **3**, 323-347
- Sváb J. (1981): Biometria i módszerek a mezőgazdasági kutatásban. (Biometrical Methods in Agricultural Research.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 490 p.
- Szécsi Á. (1994): A *Liseola* szekcióba tartozó fuzáriumok előfordulása hazai kukoricakultúrákban 1991 és 1992. évben. *Növényvédelem*, **30**, 313-318.
- Szőke Cs., Bónis P., Árendás T., Szécsi Á., Marton L. Cs. (2013): Determination of the *Fusarium* species composition of maize (*Zea mays* L.) kernel and stalk samples in Hungary. In: Marton L. Cs and Spitkó T. (eds), *Years of Hungarian Hybrid Maize*. 2013 Hungarian Science Festival, Hybrid Maize Conference (2013.11.14), Martonvásár, 126-130.
- Toldi E., Bartók T., Varga M., Szekeres A., Tóth B., Mesterházy Á. (2008): The role of breeding in reducing mycotoxin contamination in corn. *Cereal Res. Commun.*, **36**, 175-177.

## MONILIA ELLENÁLLÓ MEGGYFAJTÁK NEMESÍTÉSE

SZÜGYI SÁNDOR, ROZSNYAY ZSUZSANNA, APOSTOL JÁNOS

NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet, Érd

A *Monilinia laxa* (Aderhold & Ruhl.) Honey ex. Dennis / *Monilia laxa* (Ehrenb. ex Pers.) Sacc. & Vogl. az elmúlt 20 évben jelentős károkat okozott Magyarországon. A betegséggel szemben leginkább fogékony meggyfajta az 'Érdi bőtermő'. A fajta a magyarországi meggytermesztésben jelentős helyet foglal el, mivel közel négyezer hektáron termesztik. A meggy rezisztencianemesítési program 1991-ben kezdődött Magyarországon a *M. laxa* kórokozóval szemben ellenálló 'Csengődi' fajta felhasználásával. A fajta tájszelekcióból származik és 1990-ben kapott állami minősítést. Nemesítési programunkban az 'Érdi bőtermő' fajtát anyai szülőként, a 'Csengődi' fajtát pedig pollenadó fajtaként használtuk.

**Kulcsszavak:** meggy, rezisztencia, *Monilinia/Monilia laxa*

## BREEDING OF MONILIA RESISTANT SOUR CHERRY VARIETIES

S. SZÜGYI, ZS. ROZSNYAY, J. APOSTOL

NARIC Research Institute for Fruit Growing, Érd

The *Monilinia laxa* (Aderhold & Ruhl.) Honey ex. Dennis / *Monilia laxa* (Ehrenb. ex Pers. Sacc. & Vogl.) has been caused serious infections in Hungary for 20 years. The most susceptible sour cherry variety is 'Érdi bőtermő'. Its importance in the Hungarian sour cherry growing is high because this variety is grown around 4000 hectare in the country. In Hungary, the sour cherry breeding programme aiming at improving the *M. laxa* resistance started in 1991 by using 'Csengődi' variety as a resistance source. This variety is originated from landscape selection and it is state registered since 1990. In our breeding programme we use the 'Érdi bőtermő' variety as mother plant and the 'Csengődi' as pollen donor plant.

**Key words:** sour cherry, resistance, *Monilinia/Monilia laxa*

### Bevezetés

A meggy nemesítése során fontos szempont, hogy a keresztezéssel előállított hibridek a jó és kívánatos termesztési, értékesítési adottságok mellett kellő toleranciával rendelkezzenek a meggyfák legveszedelmesebb kórokozóival szemben. A *M. laxa* a meggytermesztés számára a legjelentősebb növényvédelmi problémát okozza. Tájfajta szelekcióval számos betegségekkel szemben ellenálló meggy genotípus begyűjthető. A tájfajta szelekciós munka célja a köztermesztésbe vonható fajták szelektálásán túl olyan betegségekkel szembeni rezisztencia donorok kiválasztása, melyek eredményesen vonhatók be rezisztencianemesítési programunkba. A program legfontosabb eredménye az öntermékeny, a blumeriellával (*Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx) (Apostol et al.,

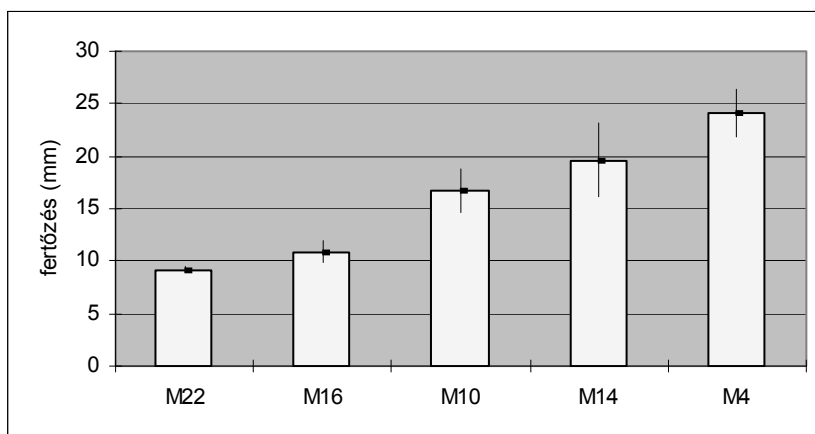
1995), citosporával (*Cytospora cincta* Sacc. és *Cytospora leucostoma* (Pers.) Sacc.) (Rozsnyay & Apostol 2005) és a moniliával (*Monilia laxa* (Ehrenb. ex Pers.) Sacc. & Vogl. / *Monilinia laxa* (Aderhold & Ruhl.) Honey ex Dennis) (Szódi et al., 2008) szemben nagyfokú toleranciát mutató 'Csengődi' meggyfajta, mely 1990-ben állami elismerést kapott.

### Anyag és módszer

A kísérleti ültetvény Érd Elvira majorban található, melyet 1996-ban létesítettek a keresztezéses nemesítés eredményeként létrejött hibrid magoncok vizsgálatának céljából. Az 'Érdi bőtermő' x 'Csengődi' keresztezésből származó hibridmagoncok a 7. és 9. sorban vannak. Jelenleg 120 db, már termőre fordult 'Érdi bőtermő' x 'Csengődi' hibridmagonc populációjának értékelését végezzük *Monilia laxa* kórokozóval történő mesterséges laboratóriumi, illetve spontán szabadföldi fertőzések alapján. Továbbá laboratóriumi tesztfertőzések segítségével kiválasztottuk a különböző gazdanövényekről származó, legnagyobb patogenitású *M. laxa* törzset.

### Eredmények és következtetések

A rendelkezésünkre álló öt darab monília izolátummal laboratóriumi tesztfertőzéseket végeztünk az 'Érdi bőtermő' meggyfajtán, abból a célból, hogy megállapítsuk patogenitásukat (1. ábra). A vizsgált törzsek közül az M22-es, kajszibarackról és az M16-os, meggyről származó izolátumok fertőzték legkisebb mértékben a kontroll fajtát. Az M10-es, M4-es és M14-es izolátumok okozta fertőzések sokkal kifejezőbbek, közülük is a meggyről származó M4-es és a kajszibarackról származó M14-es izolátumok patogenitása volt a legnagyobb közöttük azonban szignifikáns különbséget nem tudtunk kimutatni. További vizsgálatainkhoz a legnagyobb fertőzőképességgel rendelkező M4-es izolátumot használjuk.

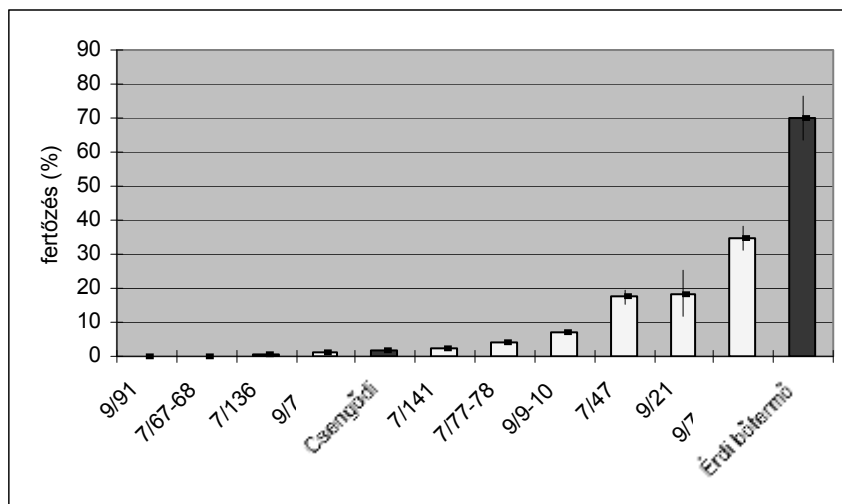


1. ábra *Monilia laxa* törzsek által okozott hányselhalás mértéke 'Érdi bőtermő' meggyfajtán



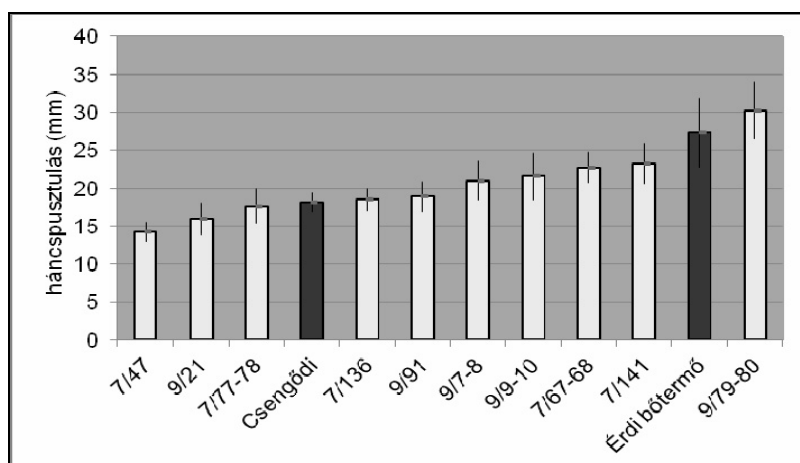
Érd Elvira majorban található kísérleti telepünkön 120 darabos 'Érdi bőtermő' x 'Csengődi' keresztezésből származó meggy hibridmagonc populáció található. Kísérleteink megkezdéséhez szelekciót hajtottunk végre a *Monilia laxa* kórokozóval való spontán fertőzések alapján. Az alappopulációban a spontán vesszőfertőzések mértéke eltérő volt.

Az alappopulációból 10 ellenálló egyedet választottunk ki kontrollként használva a két szülőfajtát (2. ábra). Nagy hangsúlyt fektettünk olyan egyedek kiválasztására, melyek még a nagyfokú toleranciát mutató Csengődi szülőfajánál is ellenállóbbnak bizonyultak. Szabadföldi spontán fertőzések alapján megállapítható hogy az alapfajták a kórokozóval szembeni viselkedése a várakozásunknak megfelelő, az 'Érdi bőtermő' fajtán 70%-os, a 'Csengődi' fajtán mindösszesen 2%-os vesszőfertőzés volt tapasztalható. A tíz hibrid kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a vesszőfertőzés mértéke ne haladja meg az érzékeny szülőfajta vesszőfertőzés mértékének 50%-át. A kiválasztott hibridek közül hat egyed érzékenysége a két szülőfajta közé esett. Ezek közül szignifikánsan legérzékenyebb a 9/79-80-as hibrid volt, a vesszőfertőződésének mértéke 35%, tehát fele az 'Érdi bőtermő' fajtának. A 7/47-es és a 9/21-es hibrid érzékenysége 20% körüli volt, ez már szignifikánsan kevesebb, mint a legfogékonyabb 9/79-80-as hibridé, de még jóval érzékenyebb a toleráns 'Csengődi' fajtánál. A 9/9-10-es, 7/77-78-as és a 7/141-es hibridek fertőzésének mértéke 10% alatt maradt, megközelítve a toleráns szülői fajtát négy darab hibrid viszont még a toleráns 'Csengődi' fajtánál is ellenállóbbnak bizonyult. A 9/7-8-as hibridnél 1%-os, a 7/136-os hibridnél 0,5%-os fertőzést tapasztaltunk, a 9/91-es és a 7/67-68-as kombinációknál spontán szabadföldi fertőzés nem lépett fel.



2. ábra A kiválasztott meggy hibridek spontán szabadföldi fertőződése *Monilia laxa* gombával. Érd-Elvira major 2009-2010

A moníliaval szemben toleranciát mutató kiválasztott hibrideken elvégeztük a mesterséges laboratóriumi fertőzéseket is (3. ábra). A kórokozó számára biztosított optimális körülmények között extrém fertőzéseket tapasztaltunk. Ennek megfelelően a provokatív fertőzések hatására erőteljes vesszőfertőzés volt a hibrideken és a szülőfajtákon egyaránt. A kísérletekből ismét jól látszik a szülőfajták közötti eltérő fogékonyosság. Az 'Érdi bőtermő' fajta ismét a legérzékenyebb csoportba került 27,3 mm-es átlagos háncspusztulással, nála csak 9/79-80-as hibrid bizonyult fogékonyabbnak 30,3 mm-es háncspusztulással. Fogékonyság szempontjából az 'Érdi bőtermő' és a 'Csengődi' fajta közé sorolhatóak a 7/136-os, 9/91-es, 9/7-8-as, 9/9-10-es, 7/67-68-as és a 7/141-es hibridek, melyek közül a 7/136-os és a 9/91-es hibridek az 'Érdi bőtermő' fajtánál már szignifikánsan kisebb fogékonyaságúak voltak. Háncspusztulásuk mértéke 20 mm alatti, tehát a 'Csengődi' fajtával közel azonos volt. A hibridek közül három kombináció (7/77-78, 9/21, 7/47) fertőzöttségének mértéke kisebb volt, mint a toleráns 'Csengődi' fajta. Közülük szignifikánsan a 7/47-es hibrid bizonyult legtoleránsabbnak.



3. ábra Meggy hibridek *Monilia laxa* izolátummal történő mesterséges laboratóriumi fertőződésének mértéke három kísérleti év átlagában. Érd-Elvira major 2010-2012

Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a kontroll fajták *Monilia laxa* kórokozóval szembeni viselkedése megfelelt a várakozásainknak. A szabadföldi spontán fertőzések, a laboratóriumi mesterséges fertőzések alapján az 'Érdi bőtermő' fajta erősen fogékony, a 'Csengődi' fajta pedig toleránsnak bizonyult.

A hibridpopuláció elsődleges vizsgálatát a spontán szabadföldi fertőzésekre alapoztuk. Olyan hibrideket választottunk ki, melyek fertőzöttségének mértéke nem haladta meg az 'Érdi bőtermő', tehát az anyafajta fertőzöttségének ötven százalékát. A 120 hibrid magonc közül 10 felelt meg a

követelményeinknek, melyek közül négy, még a nagyfokú toleranciát mutató apai szülő, a 'Csengődi' toleranciáját is felülmúlta. A 9/91-es és a 7/67-68-as hibriden a spontán fertőződés tünetei nem tapasztalhatók.

A mesterséges fertőzések elvégzéséhez olyan nagyfokú patogenitással rendelkező gomba izolátumokat kerestünk, melyekkel a kísérlet sikeresen elvégezhető. Megállapítottuk a rendelkezésre álló öt monília izolátum patogenitását, melyek közül a meggyről származó M4-es és a kajszibarackról származó M14-es izolátumok fertőzték legerőteljesebben a fogékony 'Érdi bőtermő' fajtát. A fent említett két gomba izolátum tehát megbízhatóan alkalmas a meggyfajták és hibridek moniliával szembeni fogékonyságának meghatározására.

Mesterséges laboratóriumi fertőzések alkalmával már a toleráns 'Csengődi' fajta is megfertőződött. Ennek feltételezhető oka, hogy a levágott vesszők az élő fákhhoz képest immunitás szempontjából másképpen viselkednek, amihez hozzájárulhat a megfertőzött vesszők 35 napig tartó 20-22 °C-on történő inkubációja. Megállapítottuk, hogy az eddigi kísérletekben is jól szereplő 7/136-os, 9/91-es, 9/7-8-as hibridek a mesterséges fertőzések kiértékelését követően is jól teljesítettek. Kissé nagyobb mértékű fertőzést tapasztaltunk ugyan a 'Csengődi' fajtához viszonyítva, de az eltérés mértéke nem volt szignifikáns. Meglepő volt a 7/47-es hibrid szignifikánsan legkisebb fertőzöttsége, hiszen ez a hibrid eddig elvégzett kísérleteink alapján csak közepes mértékű toleranciát mutatott.

### Irodalom

- Apostol J., Véghelyi K., Iezzoni, A., Jones, A. L. (1995): Magyar-amerikai együttműködés a betegségellenálló meggyfajták nemesítése érdekében. *Új Kertgazdaság*, **1** (1-2), 1-3.
- Rozsnyay Zs., Apostol J. (2005): Breeding for sweet and sour cherry disease resistance in Hungary. *Acta Hort. (ISHS)*, **667**, 117-122.
- Szödi Sz., Rozsnyay Zs., Rózsa E., Turóczy Gy. (2008): Susceptibility of sour cherry cultivars to isolates of *Monilia laxa* (Ehrenbergh) Saccardo et Voglino. *International Journal of Horticultural Science*, **14**(1-2), 83-87.

## MAGYAR NEMESÍTÉSŰ DIÓFAJTÁK VEGYESRÜGYEINEK FAGYTŰRŐ KÉPESSÉGE

SZÜGYINÉ BARTHA KRISZTINA<sup>1</sup>, BUJDOSÓ GÉZA<sup>1,2</sup>, HAJNAL VERONIKA<sup>2</sup>,  
SZALAY LÁSZLÓ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ, Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet,  
Érdi Kutató Állomás

<sup>2</sup>Budapesti Corvinus Egyetem, Gyümölcsstermő Növények Tanszék, Budapest

A dió nagy gazdasági jelentőségű faj hazánkban. Biztonságos termesztése és a megfelelő termőhely megválasztásának érdekében ökológiai igényeit, tűrőképességét a lehető legpontosabban ismernünk kell. Munkánk során mesterséges fagyasztásos kísérletekkel határoztuk meg a vegyesrügyek fagyűrő képességét, havonta egy alkalommal, a Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcsstermő Növények Tanszékén található klímakamra segítségével, 2012. szeptember és 2013. március közötti időszakban. A vizsgálati eredmények alapján minden időpontban meghatároztuk a fajtákra jellemző fagyűrési középértékeket ( $LT_{50}$  értékeket). A vizsgálatban szereplő fajták a magyar nemesítésű fajták közül kerültek ki. Közülük a 'Tiszacsécsi 83'-as fajta bizonyult a legnagyobb mértékben fagyűrőnek. Az 'Alsószentiváni 117'-es fajta a tél közepén alacsonyabb  $LT_{50}$  értéket mutatott, mint az 'Alsószentiváni kései' fajta, azonban a hőmérséklet emelkedését követően az 'Alsószentiváni kései' fajta bizonyult fagyállóbbnak. Vizsgálataink során a 'Milotai 10'-es és a 'Milotai intenzív' fagyűrésének alakulásában nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést.

**Kulcsszavak:** magyar diófajták, fagyűrés, termőhely

## FROST HARDINESS EVALUATION OF HUNGARIAN BRED WALNUT CULTIVARS

K. SZÜGYINÉ BARTHA<sup>1</sup>, G. BUJDOSÓ<sup>1,2</sup>, V. HAJNAL<sup>2</sup>, L. SZALAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Agricultural Research and Innovation Centre, Fruitculture Research  
Institute

<sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of  
Pomology

Knowledge of ecological demands of every fruit species and varieties is essential to find the optimal growing site. In the case of varieties adapted to the Hungarian climate conditions, late spring frosts may cause serious damages and may decrease the effectiveness of fruit growing. To determine the frost hardiness of Hungarian bred Persian walnut varieties, we made examinations between September 2012 and March 2013. During this research period, we set up frost hardiness trial using climate chamber which can be found at the Budapest Corvinus University Department of Pomology.

According to our results, the 'Tiszacsécsi 83' variety has the biggest frost hardiness. In the middle of winter, the  $LT_{50}$  value of 'Alsószentiváni 117' variety was lower than that of 'Alsószentiváni kései' variety but after the increase of temperature, the 'Alsószentiváni kései' proved to be more frost tolerant. During our examinations, significant differences were not found between the 'Milotai 10' and 'Milotai intenzív'.

**Key words:** Hungarian bred walnut varieties, frost hardiness, growing site

## Bevezetés

A megfelelő termőhely kiválasztásához tisztában kell lennünk a természeti kívánt faj ökológiai igényeivel, mely a dió (*Juglans regia* L.) esetében felértékelődik. Magyarország a dió termesztés északi határán helyezkedik el, illetve a faj gyenge ökológiai adaptációs képességgel rendelkezik, ezért a külföldi fajták honosítása legtöbb esetben kétes kimenetelű (Gauthier és Jacobs, 2011). A diófajták termesztésének legmeghatározóbb tényezője az adott termőhelyen előforduló késő tavaszi fagyok gyakorisága. Annak ellenére, hogy a dió mediterrán eredetű gyümölcsfaj, magyarországi körülmények között a téli nyugalmi időszak során a közel mínusz 30°C- os lehülést is elviseli jelentős károsodás nélkül (Szentiványi, 1978).

A fagyűrés alakulását genetikailag öröklött tulajdonságok határozzák meg, így a fajok és fajták fagyűrése között különbség tapasztalható. A növények áttelelő szervei a lombhullás után fokozatosan edződnek hozzá a hideghez, tehát a fagyűrés nem statikus jelenség, hanem folyamatosan változik. Laboratóriumi módszerek segítségével megállapítható az egyes növényi részek fagyűrő képessége. Mesterséges fagyasztás után vizsgálva a szöveteket megállapítható, hogy az adott hőmérséklet milyen mértékben károsítja azokat. Ez alapján számítható ki az  $LT_{50}$ , vagyis a fagyűrési középérték (Szalay, 2003).

## Anyag és módszer

A vizsgálatokat 2012/2013-as évjáratban végeztük. A mintaként használt egyéves vesszők, az Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Érd- Elvira majori Kísérleti Telepén létesült központi törzsültetvényéről származtak. A megszedett mintákat a Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcsstermő Növény Tanszékén található Rumed 3301 (Rubarth Apparate GmbH) típusú klímakamrájában vetettük alá a mesterséges fagyasztási kísérleteknek. Minden alkalommal – havonta – fajtánként 10-12 vesszőt vizsgáltunk. A vizsgálatban szereplő fajták az alábbiak voltak: 'Milotai 10', 'Milotai intenzív', 'Alsószentiváni 117', 'Alsószentiváni kései', 'Tiszacsécsi 83'.

A mesterséges fagyasztási vizsgálat során a lehűtés és felmelegítés sebessége óránként 2°C volt, a megválasztott kezelési hőmérsékleten 4 órán keresztül voltak a vesszők. A kezelés után, 12 órai szobahőmérsékleten tartás után a rügyek felvágásával a szövetek elszíneződése alapján határoztuk meg a fagykárt. A zöld szöveteket épnek, az elbarnult szöveteket károsodottnak tekintettük. Vizsgálatunkkal meghatároztunk az adott időpontban a fajtára jellemző  $LT_{50}$  értéket, mely értéket az adott időpontban három eltérő kezelési hőmérséklet alkalmazásával kaptunk. A három eltérő hőmérsékleti kezelés eredményeit lineáris regresszió segítségével értékeltük feltételezve, hogy a kapott szigmoid görbének a 20% és a 80 % közötti szakasza lineárisnak tekinthető (Gu, 1999). A statisztikai elemzéshez az IBM PASW Statistic 18 statisztikai programcsomagot használtuk.

## DIÓFAJTÁK FAGYTŰRŐ KÉPESSÉGE

### Eredmények és következtetések

A január 16.-ai vizsgálati időpontban a választott kezelési hőmérsékletek a  $-25^{\circ}\text{C}$ ,  $-27^{\circ}\text{C}$ ,  $-29^{\circ}\text{C}$  voltak. A 'Tiszacsécsi 83'-as fajta esetében a  $-25^{\circ}\text{C}$ -os kezelési hőmérséklet minimális (17%-os) fagykárt okozott a vegyesrügyekben (1. táblázat).

1. táblázat A vizsgált diófajták vegyesrügyeinek fagykárosodása (%) a 2013. január 16.-i mesterséges fagyasztásos kísérlet során

Vizsgált fajta	$-25^{\circ}\text{C}$	$-27^{\circ}\text{C}$	$-29^{\circ}\text{C}$
'Alsószentiváni 117'	37,5	42	58
'Alsószentiváni kései'	38	47	62
'Milotai 10'	38	53,5	72
'Milotai intenzív'	42	61,5	71
'Tiszacsécsi 83'	17	39	48

A statisztikai adatok alapján is megállapítható, hogy a 'Tiszacsécsi 83'-as fajtának volt ebben az időpontban a legalacsonyabb  $LT_{50}$  értéke,  $-31,3^{\circ}\text{C}$  (2. táblázat).

2. táblázat A vizsgált diófajták vegyesrügyeinek  $LT_{50}$  értékei 2013. január 16-án

Vizsgált fajta	$R^2$	F	$LT_{50}$ érték
'Alsószentiváni 117'	0,925	86,622*	-27,4
'Alsószentiváni kései'	0,910	80,470*	-26,8
'Milotai 10'	0,883	97,918*	-25,6
'Milotai intenzív'	0,904	104,009*	-25,9
'Tiszacsécsi 83'	0,933	56,007***	-31,3

\*  $p < 0,0001$ ; \*\*  $p < 0,001$ ; \*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*\*  $p < 0,1$

A vizsgálatok alapján az 'Alsószentiváni 117'-es és az 'Alsószentiváni kései'  $LT_{50}$  értékei nem mutatnak nagyobb eltérést egymáshoz képest. Ez szintén elmondható a 'Milotai 10'-es és a 'Milotai intenzív' fajta  $LT_{50}$  értékeire is.

2013. március 19.-én a fajták rügyeinek fagyűrése csökkent az enyhébb időjárás miatt, azonban a vizsgált fajták rügyeinek  $LT_{50}$  értéke így sem emelkedett  $-16^{\circ}\text{C}$  fölé (3. táblázat). A vegyesrügyek szempontjából a kora tavaszi fagyok jelentős károkat okozhatnak, ezért fontos szempont a termőhely kiválasztásánál, hogy a diófajták ilyen magas  $LT_{50}$  értékkel rendelkezzenek ebben az időszakban. A márciusi vizsgálat alkalmával a 'Milotai 10'-es fajta mutatta a legnagyobb károsodást, rügyei már a  $-19^{\circ}\text{C}$ -os kezelésen is 70%-ban károsodtak, és a  $-22^{\circ}\text{C}$ -os kezelés esetében ez a százalék tovább nőtt, 75%-ra. A többi

vizsgált fajtánál elmondható, hogy csak a  $-22^{\circ}\text{C}$ -os kezelés során érték el a 70% körüli fagykárt a rügyek (4. táblázat). Továbbra is megfigyelhető a 'Tizsacsécsi 83'-as fajta kiemelkedő fagyűrése. Márciusban is megfigyelhető, hogy a 'Milotai 10'-es és a 'Milotai intenzív'  $LT_{50}$  értékei közel azonosak voltak. Az 'Alsószentiváni 117'-es és az 'Alsószentiváni kései'  $LT_{50}$  értékei között  $1^{\circ}\text{C}$  különbség volt (3. táblázat).

3. táblázat A vizsgált diófajták vegyesrügyeinek  $LT_{50}$  értékei 2013. március 19-én

Vizsgált fajták	R <sup>2</sup>	F	$LT_{50}$ érték
'Alsószentiváni 117'	0,897	95,904*	-19,4
'Alsószentiváni kései'	0,960	193,934*	-20,4
'Milotai 10'	0,835	45,590*	-16,01
'Milotai intenzív'	0,857	23,973***	-16,1
'Tizsacsécsi 83'	0,932	41,004***	-22,6

\*  $p < 0,0001$ ; \*\*  $p < 0,001$ ; \*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*\*  $p < 0,1$

4. táblázat A vizsgált diófajták vegyesrügyeinek fagykárosodása (%) a 2013. március 19-i mesterséges fagyasztásos kísérlet során

Vizsgált fajták	$-15^{\circ}\text{C}$	$-19^{\circ}\text{C}$	$-22^{\circ}\text{C}$
'Alsószentiváni 117'	42	48	72
'Alsószentiváni kései'	37	39	70
'Milotai 10'	47,5	70	75
'Milotai intenzív'	38,5	54	69
'Tizsacsécsi 83'	30	32	67

A vizsgált fajták vegyesrügyeinek fagyállóság-változását a 2012/2013-as évjáratban a 4. táblázatban tüntettük föl. A 'Tizsacsécsi 83'-as fajta, rendelkezett a legnagyobb ellenálló képességgel. A 'Milotai 10'-es fajta a tél első felében körülbelül  $1,5^{\circ}\text{C}$  alacsonyabb hőmérsékletet is elviselt, mint a 'Milotai intenzív'. A két fajta között hónapról-hónapra fokozatosan csökkent a különbség, és a tél második felében hasonló fagyűrési értékeket mutattak. A fajták maximális fagyűrése a decemberi időpontban volt mérhető, és ettől az időponttól kezdve fokozatosan veszítették el fagyűrési képességüket.

Az 'Alsószentiváni 117' és 'Alsószentiváni kései' esetében nem találtunk lényeges eltérést a fagyűrés tekintetében. Az 'Alsószentiváni 117'-es és az 'Alsószentiváni kései' maximális fagyűrése decemberre alakult ki, a fagyűrés a decemberi időpont után fokozatosan csökkent.

## DIÓFAJTÁK FAGYTŰRŐ KÉPESSÉGE

5. táblázat A vizsgált fajták fagyállóság-változása a 2012/2013 évjárat során  
(LT<sub>50</sub> értékben megadva)

Vizsgálati időpontok	Vizsgált fajták				
	A 117	A. kései	M 10	M. intenzív	T 83
2012.09.18.	-7,1	-5,3	-9,7	-7,8	-11,4
2012.10.14.	-16,2	-17,1	-17,6	-16	-20,2
2012.11.12.	-22,3	-21,7	-23	-21,7	-26,6
2012.12.04.	-28,2	-28	-27,8	-26,6	-29,2
2013.01.16.	-27,4	-26,8	-25,6	-25,9	-31,3
2013.02.18.	-25,3	-24,5	-21,2	-21,2	-25,1
2013.03.19.	-19,4	-20,4	-16,01	-16,1	-22,6

Adataink az Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Érd-Elvira majori Kísérleti Telepén található ültetvényben érvényesek, egyéves vesszők vegyesrügyeinek esetében.

Vizsgálataink alapján egyértelműen megállapítható volt, hogy a ‘Tiszacsécsi 83’ bizonyult a faggyal szemben leginkább toleráns fajtának, mivel a fajtának már októberben -20°C körül alakult az LT<sub>50</sub> értéke, míg a vizsgálatban szereplő többi fajta LT<sub>50</sub> értéke ekkor még csak -15°C körül alakult (5. táblázat). Megállapítottunk, hogy az ‘Alsószentiváni 117’ és az ‘Alsószentiváni kései’ fajta fagyűrőse között a maximális különbség 1°C volt.

A ‘Milotai 10’-es és a ‘Milotai intenzív’ fajták között, a januári és márciusi vizsgálatok során vegyesrügyeik fagyűrőse között még 1°C-os eltérést sem tapasztaltunk a két fajta.

A hazánkban termesztett diófajták fagyűrő képességére eddig csak a természetes fagykárok szabadföldi felvételezéseinek eredményei, és termesztési tapasztalatok alapján következtethettünk.

### Irodalom

- Gauthier, M.M., Jacobs, D.F. (2011): Walnut (*Juglans* spp.) ecophysiology in response to environmental stresses and potential acclimation to climate change. *Crop Biotech Update*. <http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=8845>
- Gu, S. (1999): Lethal temperature coefficient- a new parameter for interpretation of cold hardiness. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74(1):53-59.
- Szalay, L. (2003): A kajszi ökológiai igényei. In Péntes B.- Szalay L. (szerk.): *Kajszi. Mezőgazda Kiadó, Budapest.* p. 43-50
- Szentiványi, P. (1978): A gesztenye- és diótermesztés délnyugat Dunántúlon, a fiatal gesztenye- és dióültetvények agrotechnikája. In Vig, P. (szerk.): *Újabb kutatási eredmények a gyümölcsstermesztésben. Gyümölcs- és Disznóvénytermesztési Kutató Intézet, Budapest.*



## REZISZTENCIA FORRÁSOK KERESÉSE A PAPRIKA TSWV REZISZTENCIÁT ÁTTÖRŐ TÖRZSÉVEL SZEMBEN

TÓBIÁS ISTVÁN<sup>1</sup>, SALÁNKI KATALIN<sup>1</sup>, ALMÁSI ASZTÉRIA<sup>1</sup>, TIMÁR ZOLTÁN<sup>2</sup>,  
PALKOVICS LÁSZLÓ<sup>3</sup>, CSILLÉRY GÁBOR<sup>4</sup>

<sup>1</sup>MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet, Budapest

<sup>2</sup>Fűszerpaprika Kutató és Fejlesztő Nonprofit Közhasznú kft., Kalocsa

<sup>3</sup>Budapest Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Növénykórtani Tanszék, Budapest

<sup>4</sup>Budakert kft., Budapest

A paradicsom foltos hervadás vírus (TSWV) jelentős hazai kártételére a 90-es években figyeltek fel. A kórokozó hazai terjedése a nyugati virág tripsz (*Frankliniella occidentalis*) behurcolása után gyorsult fel. Nyugat Európában és az USA-ban már a 90-es években megindult a *Capsicum chinense* fajból származó *Tsw* gén a termesztett paprika fajtákba történő beépítése. Az elmúlt 20 év nemesítési munkájának köszönhetően a fontosabb magyar fajtatípusokban rendelkezünk rezisztens fajtákkal. 2010-től, a külföldi termesztő körzetekben már ismert TSWV áttörő törzs hazánkban is megjelent. A *Capsicum annuum* fajhoz közel álló és könnyen keresztezhető fajokban eddig nem találtunk az áttörő törzzsel szemben rezisztenciát. Külföldi adatok a *C. baccatum* var. *pendulum* fajt említik rezisztencia forrásként, de a keresztezhetőségnek komoly gátjai vannak.

**Kulcsszavak:** paprika, TSWV

## SEARCHING FOR RESISTANCE SOURCES IN PEPPER AGAINST RESISTANCE BREAKING STRAIN OF TOMATO SPOTTED WILT VIRUS

I. TÓBIÁS<sup>1</sup>, K. SALÁNKI<sup>1</sup>, A. ALMÁSI<sup>1</sup>, Z. TIMÁR<sup>2</sup>, L. PALKOVICS<sup>3</sup>, G. CSILLÉRY<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of Sciences, Budapest; <sup>2</sup>Red Pepper Research and Development Nonprofit Ltd., Kalocsa

<sup>3</sup>Corvinus University of Budapest, Department of Plant Pathology, Budapest

<sup>4</sup>Budakert Ltd., Budapest

*Tomato spotted wilt virus* (TSWV) has emerged as an important pathogen in Hungary in 1995 when its most effective vector, *Frankliniella occidentalis*, was introduced. In Western-Europe and in the USA, a resistant breeding program was started already at the beginning of the 1990s and the *Tsw* resistance gene from *Capsicum chinense* was introduced into pepper cultivars. Thanks to the breeding efforts in the last 20 years, *Tsw* resistance was incorporated into the most important Hungarian pepper types. The presence of the new resistance breaking strain was demonstrated by virological (test plants, serological and RT-PCR) methods from 2009. Hitherto no resistance source was found to resistance breaking strain of TSWV. According to foreign data, resistance is available in some line of *C. baccatum* var. *pendulum* but the hybridization is very difficult with *C. annuum*.

**Key words:** pepper, TSWV

## Bevezetés

A paradicsom foltos hervadás vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV, *Tospovirus* nemzetség, *Bunyaviridae* család) egyike a legjelentősebb és legszélesebb gazdanövénykörrel rendelkező növényi vírusoknak. Több száz növény fajt képes megfertőzni, melyek közül számos gazdaságilag is jelentős zöldség- és dísznövény. A vírust a világon több tripsz faj terjeszti perzisztens propagatív módon. A vírus felvételére csak a lárva (L1) képes, ezt követően a vírus a rovarban szaporodik, majd az imágó (és néha a L2 lárva) terjeszti. A TSWV egyedülállónak számít a növényi vírusok körében mind morfológiáját, mind a genom szerkezetét és működését tekintve. A szabálytalan szférikus alakú virion kb. 85 nm átmérőjű. A TSWV genom három egyszálú RNS molekulából épül fel: S-RNS (kicsi), M-RNS (közepes) és L-RNS (nagy), ez utóbbi negatív polaritású, míg a másik kettő ambiszensz.

A vírus hazai előfordulását elsőként 1972-ben írták le dohányról (*Ligeti és Nagy, 1972*). Egészen az 1990-es évekig nem okozott jelentős gazdasági kárt a kertészeti termesztésben. Ekkor került be Magyarországra a kórokozó leghatékonyabb vektora, a nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis*), amely kapcsolatba hozható a vírus robbanásszerű elterjedésével és járványok kitörésével a paprika, paradicsom, uborka és krizantém termesztésében (*Csilléry és mtsai 1995, Gáborjányi és mtsai 1995*), ahol súlyos termésveszteségeket okozott.

A fertőzött paprika levelein és a bogyókon klorotikus vagy nekrotikus foltok vagy gyűrűs mintázottság figyelhető meg. A védekezés elsősorban a vírus vektora, valamint a gyomnövények ellen irányult. Ez utóbbiak egyrészt a vírus természetes gazdanövényei, másrészt a tripsz ezeken telet át, ezáltal folyamatos fertőzési forrást biztosítva, főként az üvegházakban vagy fóliasátrakban termelt növényeink számára.

Viszonylag hamar megjelentek a termesztésben a vírussal szemben ellenálló paprika fajták. Néhány *Capsicum* fajban találtak TSWV rezisztenciaforrást, közülük is a *C. chinense* PI152225 és PI159236 mutatta a legnagyobb ellenállóságot a vírussal szemben. A *C. chinense* fajból származó domináns *Tsw* gént a paprika 10. kromoszómáján lokalizálták (*Jahn et al. 2000*). A *Tsw* rezisztencia gént hordozó paprika növényeken a mesterséges TSWV fertőzés hatására lokális nekrotikus foltok alakulnak ki a leveleken, de a vírus nem szisztemizálódik.

A paprikatermesztés a *Tsw* rezisztencia gént hordozó fajtákra támaszkodik, mint egyik hatékony megoldás a vírussal szembeni védekezésre. A rezisztens paprikafajták termesztésbe vonását követően megjelentek a rezisztenciát áttörő (resistance breaking, RB) TSWV törzsek. *Boiteaux and Nagata (1993)* először figyelték meg a rezisztencia áttörő törzset *Capsicum annuum* fajtákon, melyek tartalmazták a *Tsw* gént, majd világszerte több helyen is észlelték, többek között Olaszországban (*Roggero et al. 2002*), Spanyolországban (*Margarita et al., 2004*), Ausztráliában (*Thomas-Carrol et al. 2003*), valamint Magyarországon (*Csilléry 2010* közöletlen adat, *Bese et al.*

2012). 2012-ben súlyos növénypusztulást és jellegzetes TSWV tüneteket figyeltünk meg Szentes környékén a *Tsw* rezisztenciagént hordozó paprikafajtákon. A kórokozó meghatározása során bizonyítottuk, hogy a TSWV rezisztencia áttörő törzse (TSWV-RB) okozza a súlyos termés veszteséget. 2013-ban szintén megfigyeltük az új törzs előfordulását és kártételét. A vírusok elleni védekezés egyik hatékony módszere a rezisztenciára nemesítés, ezért kísérleteket kezdtünk az új TSWV-RB törzs ellen hatásos rezisztencia források feltárására.

### Anyag és módszer

*Vírus izolátumok és inokulálás:* A szentesi és szegvári üvegházakban illetve fóliaházakban termesztett paprikán a paradicsom foltos hervadás vírus fertőzés jellegzetes tüneteit mutató növényekről gyűjtöttünk mintákat. A minták részben *Tsw* rezisztencia gént tartalmazó fajtákról, másrészt rezisztencia gént nem tartalmazó fajtákról származtak. A korábbi tapasztalatok alapján vírus tünetet mutató bogyókat szedtünk. A minták begyűjtését követően tesztnövény, szerológiai és RT-PCR vizsgálatokat végeztünk, majd az eredeti anyagot – 70 C°-on tároltuk. A tesztelesek során igazoltuk a paradicsom foltos hervadás vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) egyedüli előfordulását a mintákban. A tesztelesekhez a vírus normál (TSWV-WT) és a rezisztencia áttörő törzsét (TSWV-RB) használtuk fel. Az inokuláláshoz a fertőzött bogyót foszfát pufferrel (pH 7) homogenizáltuk 1:3 arányban, és a présnedvet a celittel beszórt növények levelére dörzsöltük. A TSWV-RB törzse minden esetben a BRENDON F1 paprikafajtáról származott, mely tartalmazta a *Tsw* rezisztenciagént. Ellenőrzésként néhány esetben ezekből a bogyókból származó magvakat elvetettük és a kikelt növényeket TSWV-WT törzsével fertőztük, és ennek során minden esetben nekrotikus léziót kaptunk, ami bizonyította a *Tsw* rezisztenciagén jelenlétét. A tünetek megjelenését az inokulációt követő 7., 14. és 21. napon értékeltük.

*Növény minták:* A két helyről származó vírus izolátumok összehasonlító vizsgálatához a *Capsicum annuum* faj olyan fajtáit és nemesítési teteleit vontuk be a kísérletbe, amelyek a TMV rezisztenciáért felelős *L* gén valamelyik allélját (*L1*, *L3*, *L4*) tartalmazták, de a *Tsw* gént nem. A másik csoportba olyan fajtákat és nemesítési vonalakat tettünk, amelyek a *L3* allél mellett a *Tsw* gént is tartalmazták. A vad *Capsicum* fajok gyűjteményből 58 tételt (*C. chinense* – 24 tétel, *C. frutescens* – 18 tétel, *C. chacoense* - 3 tétel, *C. baccatum* var. *baccatum* - 3 tétel, *C. baccatum* var. *pendulum* – 10 tétel) vizsgáltunk. A tesztelesek során csak olyan *Capsicum* fajokat választottunk, melyek viszonylag könnyen keresztezhetőek a *C. annuum* fajjal vagy olyan *C. annuum* ideális genotípusúak amelyek sikeresen keresztezhetőek a vad *Capsicum* fajokkal.

### Eredmények és következtetések

A TSWV rezisztencia áttörő (RB) törzsének vizsgálatához a TSWV vírus mintákat egy szentesi és egy szegvári fóliatelepről gyűjtöttük be. Mindkét területen termálvízzel fűtött fóliában január végén történt a növények kiültetése. A szentesi fólia egyik felében a *Tsw* rezisztenciagént nem tartalmazó Cibere F1 fajta volt, míg a másik felében a *Tsw* rezisztenciagént tartalmazó Brendon F1 fajtát ültették. A szegvári fóliatelepen kizárólag a Brendon F1 fajtát ültették.

A szentesi fóliában az első TSWV tünetek március elején jelentek meg, de csak a Cibere F1 fajtán. A Brendon F1 fajtán kezdetben semmilyen tüneteket nem tapasztaltak. A termesztési szezon végén a Cibere F1 fajtán súlyos lomb és bogyótüneteket láttunk és a tünetes bogyókról mintát gyűjtöttünk. A vírus

fertőzött és ezért kidobott növények aránya júniusban közel 30-40% volt. A Brendon F1 termésfalán fekete nekrotikus foltokat figyeltünk meg, ami a *Tsw* rezisztenciagén egyértelmű jelenlétére utal és egyben azt is jelzi, hogy csak a TSWV normál törzse van jelen.

A szegvári telepen is március elejétől jelentek meg az első lombtünetek, ami nagy riadalmat keltett, hiszen a 2012. évben is hasonló tüneteke előfordulását tapasztalták TSWV rezisztens paprika fajtákon. A termesztési szezon végére a fertőzött, vagyis a fertőzés miatt kidobott növények száma egyes fóliákban a 30-50%-ot is elérte. A szentesi megfigyeléssel ellentétben szegváron a *Tsw* rezisztenciagént tartalmazó fajtán semmilyen nekrotikus foltot nem találtunk, a bogyókon tipikus TSWV fertőzésre utaló gyűrűs foltok voltak. A látottak alapján egyértelműnek látszott, hogy a TSWV rezisztenciát áttörő törzse okozta a súlyos növénypusztulást. A TSWV erős tüneteit mutató termésekből mintát gyűjtöttünk. A mintákból tesztnövény-, szerológiai- és RT-PCR módszerrel igazoltuk a paradicsom foltos hervadás vírus jelenlétét. A TSWV normál és rezisztencia áttörő törzseit hasonlítottuk össze, de a tesztnövényeken mutatott tünetek, valamint az ELISA szerológiai vizsgálatokban használt kitek alapján nem lehetett különbséget tenni. Az irodalmi adatok szerint a genom rövid RNS-én kódolt N és NSs génekben lehet eltérés a két törzs között. Eddigi vizsgálataink szerint az NSs fehérjében találtunk olyan aminosavakat, amelyek csak a rezisztencia áttörő törzsekre jellemzők. Ezek igazolása még további vizsgálatokat igényelnek.

A TSWV rezisztenciát áttörő törzsének vizsgálatához egy olyan kísérletet állítottunk be, amelynek első csoportjába a *Capsicum annuum* faj olyan termesztett és piacvezető fajtáit vizsgáltuk, amelyek nem tartalmazták a TSWV normál törzsével szemben semmilyen rezisztencia gént. Az esetleges vírus kontamináció kizárása miatt olyan fajtákat választottunk, amelyek a TMV rezisztenciagén *L1* allélját (Mitosz F1, Mágus F1, Bihar F1), vagy a TMV rezisztenciagén *L3* allélját (Ciklon F1, Carma F1, Crete F1, Fókusz F1, Rapires F1, Apolló F1), sőt egy fajta a TMV rezisztenciagén *L4* allélját (Century F1) tartalmazta. A kísérletben 10 olyan homozigóta tételt is bevontuk, amelyek a TMV rezisztencia *L3* allélját tartalmazták, de a *Tsw* gént nem, valamint 10 olyan homozigóta tételt, amelyek az *L3* allél mellett a *Tsw* gént is tartalmazták.

A kísérlet második csoportjába a jelenleg termesztett és piacvezető TSWV rezisztens fajtákat vontuk be. Valamennyi fajta a *Tsw* gén mellett a TMV rezisztenciagén *L3* allélját is tartalmazta (Censor F1, Corvinus F1, Brendon F1, Karakter f1, Zalkod F1).

A kísérlet legfontosabb célja a *Tsw* rezisztenciagént áttörő TSWV törzsével szemben újabb rezisztencia gén keresése. A fajgyűjteményünk 58 vad *Capsicum* tételét (*C. chinense* – 24 tétel, *C. frutescens* – 18 tétel, *C. chacoense* - 3 tétel, *C. baccatum* var. *baccatum* - 3 tétel, *C. baccatum* var. *pendulum* – 10 tétel) vontuk be a kísérletbe. Újabb vad *Capsicum* tételeket a korábban jól működő nemzetközi kapcsolataink révén nem tudtunk beszerezni, de a kutatási eredményekről sem kaptunk semmilyen hasznosítható tájékoztatást. Egyetlen szóbeli közlés alapján az valószínűsíthető, hogy a *C. baccatum* valamelyik tétéle

tartalmaz rezisztenciát az RB törzssel szemben. A tesztelési kísérlethez olyan *Capsicum* fajokat választottunk, melyek viszonylag könnyen keresztezhetőek a *C. annuum* fajjal vagy a korábbi tapasztalataink alapján olyan ideális genotípusú *C. annuum* tételek, amelyek sikeresen keresztezhetőek a vad *Capsicum* fajokkal. A kísérletbe megvizsgáltuk azokat a korábban készített és a nemzetközi kapcsolataink során beszerzett *C. annuum* x *C. baccatum* var. *pendulum* fajhibrideket is, amelyeket fenntartunk.

A kísérletbe bevont *C. annuum* fajták és fajhibridek, valamint az 58 vad *Capsicum* tétel tesztelési eredménye sajnos semmilyen pozitív eredményt nem hozott, mert a TSWV rezisztenciát áttörő törzsével szemben valamennyi tétel fogékony volt.

### Irodalom

- Bese G., Krizsbai L., Takács A.P. (2012): A paradicsom foltos hervadás vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) rezisztencia áttörő törzs első megjelenése Magyarországon. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Budapest pp 49.
- Boiteaux, L. S., and Nagata, T. (1993): Susceptibility of *Capsicum chinense* PI159236 to *Tomato spotted wilt virus* isolates in Brazil. *Plant Dis.* **77**:219.
- Csilléry G., Gáborjányi R., Tóbiás I. és Jenser G. (1995): Új paprika és paradicsom kórokozó. Paradicsom foltos hervadás vírus. *Kertészet és Szőlészet*, **29**:8-9.
- Gáborjányi R., Csilléry G., Tóbiás I., Jenser G. (1995): *Tomato spotted wilt virus*: A new threat for pepper production in Hungary. *IXth Eucapia Meeting, Budapest*, 159-160.
- German T. L., Adkins S., Witherell A., Richmond K. E., Knaack W. R., Willis D. K. (1995): Infection of *Arabidopsis thaliana* Ecotype Columbia by tomato spotted wilt virus. *Plant Mol Biol Rep* **13**(2):110–117
- Jahn, M., Paran, I., Hoffmann, K., Radwanski, E. R., Livingstone, K. D., Grube, R. C., After-goot, E., Lapidot, M., and Moyer, J. W. (2000): Genetic mapping of the *Tsw* locus for resistance to the *Tospovirus Tomato spotted wilt virus* in *Capsicum* spp. and its relationship to the *Sw-5* gene for resistance to the same pathogen in tomato. *Mol. Plant-Microbe Interact.* **13**:673-682.
- Ligeti L and Nagy Gy. (1972): A *Lycopersicum* vírus 3 dohányültetvényeink új, veszedelmes kórokozója. *Dohányipar*: 41–43.
- Margaria, P., Ciuffo, M., and Turina, M. (2004): Resistance breaking strains of *Tomato spotted wilt virus* (*Tospovirus-Bunyaviridae*) on resistant pepper cultivars in Almeria (Spain). *Plant Pathol.* **53**:795.
- Roggero, P., Masenga, V., and Tavella, L. (2002): Field isolates of *Tomato spotted wilt virus* overcoming resistance in pepper and their spread to other hosts in Italy. *Plant Dis.* **86**:950-954.
- Thomas-Carrol, M. L., and Jones, R. A. C. (2003): Selection, biological properties and fitness of resistance-breaking strains of *Tomato spotted wilt virus* in pepper. *Ann. Appl. Biol.* **142**:235-243.

## ŐSZI BÚZA KALÁSZFUZÁRIUM ELLENÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ INOKULÁCIÓS MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁVAL

TÓTH BEÁTA<sup>1</sup>, VARGA MÓNICA<sup>1</sup>, GYÖRGY ANDREA<sup>1</sup>,  
LEHOCZKI-KRSJAK SZABOLCS<sup>1</sup>, CSEUZ LÁSZLÓ<sup>1</sup>, SZABÓ-HEVÉR ÁGNES<sup>1</sup>,  
MARC LEMMENS<sup>2</sup>, MESTERHÁZY ÁKOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged

<sup>2</sup>IFA-Tulln, Tulln

A kalászfuzariózisos kalászos gabonáink - köztük a búza (*Triticum aestivum* L.) - egyik legsúlyosabb károkat okozó betegsége világszerte. Kísérleteink során a különböző rezisztencia vizsgálatokban és búzanemesítési programokban használt mesterséges inokulációs módszereket hasonlítottuk össze. Négy kísérleti évben (2009-2012) negyven búza genotípuson három módszert teszteltünk: permetezéssel inokuláció, amelyet 48 órás polietilén zacskós takarás követ, permetezéssel inokuláció, amit párasító öntözés követ és *Fusarium* fertőzött kukoricaszár kiszórása, amelyet ugyancsak párasító öntözés követ. Vizsgáltuk a kalász- és szemfertőzöttséget valamint a minták dezoxinivalenol toxin tartalmát, melyek alapján az első vizsgálati módszer adta a nemesítési szempontból leghasználhatóbb eredményeket. Ennél a módszernél volt a fertőzöttség a legnagyobb, és ez adta a genotípusok legjobb differenciálását is. A másik két eljárás az aszályra hajló viszonyok miatt nem megbízható.

**Kulcsszavak:** kalászfuzariózis, őszi búza, inokulációs módszerek

## EXAMINATION OF FUSARIUM HEAD BLIGHT RESISTANCE OF WINTER WHEAT VARIETIES USING DIFFERENT INOCULATION METHODS

B. TÓTH<sup>1</sup>, M. VARGA<sup>1</sup>, A. GYÖRGY<sup>1</sup>, SZ. LEHOCZKI-KRSJAK<sup>1</sup>, L. CSEUZ<sup>1</sup>,  
Á. SZABÓ-HEVÉR<sup>1</sup>, M. LEMMENS<sup>2</sup>, Á. MESTERHÁZY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cereal Research Non-Profit Ltd., Szeged

<sup>2</sup>IFA-Tulln, Tulln

*Fusarium* head blight is a destructive disease of wheat (*Triticum aestivum* L.). In this study we compared three different inoculation methods used in *Fusarium* resistance studies and wheat breeding programs. In four experimental years (2009-2012) 40 wheat genotypes were tested by three inoculation methods: the spray inoculation of 15-20 heads which is followed by a covering with polyethylene bags for 48 hours to secure humidity for inoculation; the spray inoculation combined with mist irrigation and the spawn method combined also with mist irrigation. We examined the severity of *Fusarium* head blight, the rate of *Fusarium*-damaged kernels and the deoxynivalenol toxin content. The results of the study show that the first method is the most reliable for breeding purposes; the disease severity was the largest, the differentiation of the genotypes the best. The other two methods are often not reliable under drought and hot weather conditions in Hungary.

**Key words:** *Fusarium* head blight, winter wheat, inoculation methods

## Bevezetés

A kalászfuzariózis a gazdasági szempontból fontos kalászos gabonáink, köztük a búza (*Triticum aestivum* L.), egyik legjelentősebb károkat okozó betegsége. Több különböző *Fusarium* faj hozható összefüggésbe e betegséggel, ezek közül a *Fusarium graminearum* (ivaros forma *Gibberella zeae*), *F. culmorum* és a *F. avenaceum* (ivaros forma *Gibberella avenacea*) tekinthetők a legjelentősebb kórokozóknak (Parry et al. 1995). Magyarországon a *F. graminearum* fajkomplexen belül a *F. graminearum sensu stricto* a leggyakrabban előforduló kórokozó. A betegség termés-hozam kiesés és minőség romlás mellett a terményben mikotoxin felhalmozódáshoz vezet, ami komoly humán- és állategészségügyi, így jelentős élelmiszerbiztonsági problémát jelent. A *F. graminearum* és *F. culmorum* fajok trichotecéneket és ezek származékait, valamint zearalenont termelnek. A trichotechén toxinok közül a dezoxinivalenol (DON) előfordulása a leggyakoribb (Bottalico és Perrone 2002, Gang et al. 1998). Provokációs tesztekben elegendő egy vagy két jelentős kalászfuzariózist okozó *Fusarium* faj agresszív törzsével szemben tesztelni a genotípusokat, mivel a kalászfuzárium rezisztencia horizontális, nem specifikus természetű (van Eeuwijk et al. 1995, Mesterházy 1977, Mesterházy et al. 2005, Tóth et al. 2008).

A kalászfuzariózissal szembeni rezisztencianemesítés fő célja, olyan jó terméshozamú fajták létrehozása, amelyeknél a betegségtünetek erős infekciós nyomás mellett is csak kismértékben fejeződnek ki. A különböző nemesítési programok, fajta regisztrációs és rezisztenciakutatási vizsgálatok során alkalmazott mesterséges inokulációs módszerek stabilitásának vizsgálatára és részletes összehasonlítására nincsen példa a szakirodalomban. Ez különösen igaz a *Fusarium*-mal fertőzött kukoricaszár kiszórásával történő inokulációra, mely a tarlómaradványok jelenlétét modellezi, és amely módszert viszonylag alacsony költsége miatt egyre gyakrabban alkalmaznak a provokációs vizsgálatokban.

A kísérletsorozat célja az, hogy összehasonlítsuk a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott mesterséges inokulációs módszereket és meghatározzuk azt a fő módszert, amelyre a szelekció, illetve a rezisztencia vizsgálatok alapulhatnak.

## Anyag és módszer

Négy kísérleti évben (2009-2012) negyven őszi búza genotípust (20 szegedi és 20 osztrák genotípus) vizsgáltunk. A kísérletet két ismétléses véletlen blokk elrendezésben vetettük, a parcellákon belül 4-4 izolátummal fertőztünk (*F. culmorum* és *F. graminearum*) 2-2 ismétlésben. A szuszpenziók Mesterházy (1995) módszere szerint készültek. A fertőzéseket május közepén végeztük, három különböző mesterséges inokulációs módszert alkalmaztunk: (1) 15-20 kalászt tartalmazó csokor permetezéssel inokulációja, melyet 48 órás polietilén zacskós takarás követ, (2) permetezéssel inokuláció, amit 48 órás párasító öntözés követ, a tünetek megjelenése után parcellánként és izolátumonként 2-2 csokrot különítettünk el, és (3) *Fusarium*-mal természetes úton fertőződött kukoricaszár kiszórása vetés után, amelyet a második módszerrel összehangolt ugyancsak 48 órás párasító öntözés követ a virágzás időszakában. Ez utóbbi módszernél még a zöld állományban parcellánként 4-4 csokrot különítettünk el.

## ŐSZI BÚZA KALÁSZFUZÁRIUM ELLENÁLLÓSÁGA

---

Az egyes genotípusok ellenállóságának meghatározására kalászfertőzöttséget és szemfertőzöttséget, valamint DON toxin tartalmat vizsgáltunk (Mesterházy 1995). A kalász- és szemfertőzöttség százalékos arányát vizuálisan értékeltük. A kalászfertőzöttség súlyosságának megfigyelését az inokuláció után tíz nappal kezdtük és négy naponta végeztük egészen addig, míg a kalászon az érés tünetei jelentkeztek. A vizsgálatok során jelentős adattömeget értékeltünk, a kalász- és szemfertőzöttség 7680, míg a toxinanalízisek száma 3840 volt, mivel a parcellán belüli ismétlések anyagát egyesítettük. A csokrok aratását követően a mintákat alacsony légsebességgel mellett csépeztük, majd kis légárammal tisztítottuk tovább úgy, hogy a töppedt, zsugorodott fuzáriumos szemeket ne veszítsünk. A termés DON tartalmának meghatározásához a teljes kiörlésű mintákat többlépcsős mintaelőkészítésnek vetettük alá. Egy 2,5 órás extrakciós lépést követően, a mintákat szilárd fázisú extrakcióval tisztítottuk, bepároltuk, majd visszaoldás után nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával (HPLC), diódasoros detektálás (DAD) mellett vizsgáltuk a DON tartalmat.

### Eredmények és következtetések

A kalászfertőzöttség (FHB), szemfertőzöttség (FDK) és dezoxinivalenol (DON) tartalom négy éves átlagértékeit az 1. táblázat foglalja össze. A legtöbb esetben a polietilén zacskós takarással kombinált permetezéssel inokuláció adta a legmagasabb értékeket az összes vizsgált tulajdonság esetén, és nagy genotípusos varianciát mutatott. A másik két módszer alkalmanként adott nagyobb mértékű fertőzöttséget. A szárazabb 2009. évben a tünetek megjelenését jelentősen segítette a párasító öntözés, ugyanakkor 2010-ben, amikor a virágzás idején jelentős mennyiségű csapadék hullott, a kiszórt *Fusarium*-mal fertőzött kukoricaszár is kiváló fertőzési forrás volt (1. táblázat). Gyakran a kalász- és szemfertőzöttségi értékek és a DON tartalom olyan alacsony volt, hogy a genotípusok ellenállóságának megbízható vizsgálatára az adatok nem voltak alkalmasak. A fajta, fertőzési módszer és év hatások nagymértékben szignifikánsak voltak.

A 2. táblázat a három inokulációs módszerrel vizsgált összes tulajdonság korrelációjának értékeit tartalmazza. A legjobb korrelációs értékeket a permetezéssel inokulációt követő polietilén zacskós takarásos módszer esetében kaptuk. E módszer kalászfertőzöttségi adatainak nagy része szignifikánsan korrelál a másik két módszer adataival (2. táblázat). A legalacsonyabb korrelációs értékeket a fertőzött kukoricaszár kiszórásával történő inokulációs módszer és a másik két módszer adatai között kaptunk, de ebben az esetben is több szignifikáns érték volt. A felvételezett adatokon elvégzett varianciaanalízisek azt mutatták, hogy a genotípus különbségek nagymértékben szignifikánsak és a genotípus x környezet (évek, izolátumok, módszerek) kölcsönhatás sokkal kisebb, mint a genotípus fő hatás minden vizsgált tulajdonság esetében.



TÓTH BEÁTA és mtsai

1. táblázat A kalászfertőzöttség, szemfertőzöttség és dezoxinivalenol (DON) tartalom négy éves (2009-2012) átlag értékei

Kalászfertőzöttség (%)					
Inokulációs módszer	2009	2010	2011	2012	Átlag
Permet + PE	2,66	14,09	15,41	14,37	11,63
Permet + PÖ	4,70	12,21	8,86	1,37	6,78
FK	0,09	26,91	11,54	2,26	10,20
Átlag	2,48	17,73	11,94	6,00	9,54

Szemfertőzöttség (%)					
Inokulációs módszer	2009	2010	2011	2012	Átlag
Permet + PE	3,20	16,19	22,17	31,09	19,41
Permet + PÖ	0,81	8,99	8,85	4,25	5,72
FK	0,20	7,92	7,19	3,15	4,62
Átlag	1,40	11,03	14,40	12,83	9,92

DON (mg/kg)					
Inokulációs módszer	2009	2010	2011	2012	Átlag
Permet + PE	2,12	12,82	33,66	9,27	14,47
Permet + PÖ	0,72	5,43	9,55	1,62	4,33
FK	0,40	1,56	4,79	1,82	2,14
Átlag	1,08	6,60	16,00	4,24	6,98

Permet + PE: permetezéssel inokuláció polietilén zacskós takarással

Permet + PÖ: permetezéssel inokuláció párasító öntözéssel

FK: fertőzött kukoricaszár kiszórása

2. táblázat A három inokulációs módszerrel vizsgált összes tulajdonság korrelációjának értékei

Korreláció	FHB PE	FDK PE	DON PE	FHB PÖ	FDK PÖ	DON PÖ	FHB FK	FDK FK	DON FK
FHB PE	1.0000								
FDK PE	0.4929**	1.0000							
DON PE	0.7208***	0.7500***	1.0000						
FHB PÖ	0.2593	0.3017	0.1009	1.0000					
FDK PÖ	0.4786**	0.5660***	0.6143***	0.0284	1.0000				
DON PÖ	0.4020*	0.4840**	0.6660***	0.0259	0.8051***	1.0000			
FHB FK	0.6680***	0.2133	0.2353	0.3136	0.3883*	0.2265	1.0000		
FDK FK	0.4073**	0.2767	0.3473*	0.0905	0.6306***	0.4935**	0.5520***	1.0000	
DON FK	0.4823**	0.2369	0.3597*	0.2743	0.5795***	0.6022***	0.4724**	0.7651***	1.0000

\*\*\* P=0,1 %, \*\* P=1 %, \* P=5 %

FHB: kalászfertőzöttség, FDK: szemfertőzöttség, DON: dezoxinivalenol tartalom, PE: permetezéssel inokuláció polietilén zacskós takarással, PÖ: permetezéssel inokuláció párasító öntözéssel, FK: fertőzött kukoricaszár kiszórása

Eredményeink azt mutatják, hogy a különböző inokulációs módszerek használata bizonyos mértékben befolyásolja a genotípus sorrendet, különösen kisebb járványsúlyosság esetén, de bármelyik módszer használható, amennyiben a környezeti kockázatok jól kezelhetők. A szárazabb éghajlati viszonyok között a permetezéssel inokuláció polietilén zacskós takarással kombinálva megbízhatóbb ellenállósági eredményeket ad, azonban más éghajlati viszonyok között a másik két módszert is eredményesen alkalmazható.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az Európai Unió FP7 MycoRed KBBE-2007-2-5-05 222690 sz. pályázat támogatásával készült. Tóth Beáta Bolyai János Kutatási Ösztöndíjban részesül.

### Irodalom

- Bottalico, A., Perrone, G. (2002): Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals. *European Journal of Plant Pathology*, **108**, 611-624.
- Gang, G., Miedaner, T., Schuhmacher, U., Schollenberger, M., Geiger, H. H. (1998): Deoxynivalenol and nivalenol production by *Fusarium culmorum* isolates differing in aggressiveness toward winter rye. *Phytopathology*, **88**, 879-884.
- Mesterházy, Á. (1977): Reaction of winter wheat varieties to four *Fusarium* species. *Phytopathol. Z.*, **90**, 104-112. p.
- Mesterházy Á. (1995): Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Breeding*, **114**, 377-386.
- Mesterházy, Á., Bartók, T., Kászonyi, G., Varga, M., Tóth, B., Varga, J. (2005): Common resistance to different *Fusarium* spp. causing *Fusarium* head blight in wheat. *European Journal of Plant Pathology*, **112**, 267-281.
- Parry, D. W., Jenkinson, P., McLeod, L. (1995): *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review. *Plant Pathology*, **44**, 207-238.
- Tóth, B., Kászonyi, G., Bartók T., Varga, J., Mesterházy Á. (2008): Common resistance of wheat to members of the *Fusarium graminearum* species complex and *F. culmorum*. *Plant Breeding*, **127**, 1-8.
- Van Eeuwijk, F. A. van, Mesterházy, Á., Kling, C. I., Ruckebauer, P., Saur, L., Burstmayr, H., Lemmens, M., Keizer, L. C. P., Maurin, N., Snijders, C. H. A. (1995): Assessing non-specificity of resistance in wheat to head blight caused by inoculation with European strains of *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale* using a multiplicative model for interaction. *Theoretical and Applied Genetics*, **90**, 221-222.

## LEVENDULAJAJTÁK PRODUKCIÓ-BIOLÓGIAI VIZSGÁLATA

TÓTH FRIDA<sup>1</sup>, SÁROSI SZILVIA<sup>2</sup>, DEMJÁN ILDIKÓ<sup>3</sup>,  
TULOK MÁRIA<sup>1</sup>, KOCZKA NOÉMI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SZIE Kertészeti Technológiai Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup>BCE Gyógy-és Aromanövények Tanszék, Budapest

<sup>3</sup>Dörgicsei Levendula Major Kft., Dörgicse

A Balaton-felvidéken található Dörgicsei Levendula Major Kft.-ben 2013-ban, másodéves fajtagyűjteményben 10 külföldi származású levendula-fajta (7 *Lavandula angustifolia* és 3 *Lavandula x intermedia*) összehasonlító értékelését végeztük el. A morfológiai tulajdonságok és növekedési jellemzők mellett mértük a friss- és a drogtömeget. A VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben is szereplő *Lavandulae flos* és *Lavandulae aetheroleum* mennyiségi és minőségi vizsgálatát a BCE Gyógy- és Aromanövények Tanszékén határozták meg. A statisztikai értékelés a *L. angustifolia* 'Essence Purple' és a *Lavandula x intermedia* 'Edelweiss' szignifikánsan magas droghozamát mutatta ki. A beltartalmi tulajdonságok szempontjából kiemelkedő a *L. angustifolia* 'Ellagance Purple' fajta. A kísérlet folytatását (nagyobb egyedszámmal) tervezzük, hiszen a levendula maximális termőképességét a 3-4. évben éri el, másrészt a fajta – droghozam mellett – legfontosabb értékét jelző illóolaj-tartalom és -összetétel alakulását számtalan tényező mellett az időjárás is jelentősen befolyásolja.

**Kulcsszavak:** *Lavandula angustifolia*, *Lavandula x intermedia*, fajta

## COMPARATIVE EVALUATION OF LAVENDER CULTIVARS

F. TÓTH<sup>1</sup>, S. SÁROSI<sup>2</sup>, I. DEMJÁN<sup>3</sup>, M. TULOK<sup>1</sup>, N. KOCZKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent Istvan University, Institute of Horticultural Technologies, Gödöllő

<sup>2</sup>Corvinus University of Budapest, Dept. of Medicinal and Aromatic Plants, Budapest

<sup>3</sup>Dörgicsei Levendula Major Ltd., Dörgicse

Ten foreign lavender cultivars (7 *Lavandula angustifolia* and 3 *Lavandula x intermedia*) were investigated at the two-year old plantation of Dörgicsei Levendula Major Ltd. situated in the Balaton highland region. Besides morphological and growing parameters, fresh weight and dry weights of the drugs were also measured. Quantitative and qualitative analyses of *Lavandulae flos* and *Lavandulae aetheroleum*, described in the Ph.Hg. VIII., were carried out at the Dept. of Medicinal and Aromatic Plants, Corvinus University of Budapest. *L. angustifolia* 'Essence Purple' and *L. x intermedia* 'Edelweiss' had significantly the highest drug production. Essential oil content and composition were the most favourable in *L. angustifolia* 'Ellagance Purple'. We plan to continue the investigation with a higher number of plants since lavender reaches its maximum productivity in the 3rd/4th year and since concentration and composition of its essential oil – the most important characteristic of lavender cultivars beside their drug production – are highly influenced by several factors, e.g. weather conditions.

**Key words:** *Lavandula angustifolia*, *Lavandula x intermedia*, cultivar

## Bevezetés

A levendulafajok a *Lamiales* (árvacsalán-virágúak) rendjén belül, a *Lamiaceae* (ajakosvirágúak) családjába, a *Lavandula* nemzetségbe tartozó évelő félcserjék, melyek gyenge termőképességű, lejtős területek hasznosítására kiválóan alkalmasak (Svábné és Heltmanné 2013).

Drogjait (szárított, morzsolt virág – *Lavandulae flos* és a friss virágos szárból vízgőz-desztillációval kinyert illóolaj – *Lavandulae aetheroleum*) napjainkban is széleskörűen felhasználják a gyógyászatban, a kozmetikai és illatszeriparban. Farmakológiai hatását tekintve a virágdrog nyugtató, epe kiválasztást fokozó, antibakteriális hatású. Forrázatát alvási zavaroknál, „gyomoridegesség”, nyugtalanság, felfűvódás esetén, epebántalmaknál alkalmazzák. Az illóolajat külsőleg kenőcsökben bedörzsölő szerként reumás fájdalmak, idegzsába kezelésére használják (Tóth 2008). Mindkét drog hivatalos a világ legtöbb gyógyszerkönyvében, így a *VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben* (2004) is.

A téma aktualitását a levendula-termesztés iránt az elmúlt években fokozódó érdeklődés is bizonyítja, valamint az a tény, hogy a hazánkban ismert 2 levendulafajnak (valódi és hibrid levendula) jelenleg csak 1-1 államilag elismert fajtája van forgalomban (*Nemzeti Fajtajegyzék* 2012). A feldolgozók és nem utolsósorban a fogyasztók érdekei megkövetelik az olyan fajták használatát, amelyekkel lehet teljesíteni a termékekben a standard minőségű drogok hármas követelményrendszerét: biztonság, hatékonyság, stabilitás. A termesztők részéről is felmerült az igény, hogy a külföldi fajtákról a hazai viszonyok között is megbízható tájékoztatást kapjanak.

Munkánk célja két levendulafaj (*Lavandula angustifolia* MILL. – valódi levendula, *Lavandula x intermedia* EMERIC – hibrid levendula) 10 külföldi eredetű fajtájának (7 valódi levendula, 3 hibrid levendula) összehasonlítása morfológiai jellemzőik, droghozamuk és hatóanyag-tartalmuk alapján.

## Anyag és módszer

A több évre tervezett kísérletet a Balaton-felvidéken található Dörgicsei Levendula Major Kft. fajtabemutató állományában állítottuk be 2013-ban. A szaporítóanyag Németországból származott, amelyet a szombathelyi Prenor Kertészeti és Parképítő Kft -ben neveltek tovább. A kétéves palántákat, ill. dugványokat 2012. szeptemberében ültették ki állandó helyre, ikersorban, hármas kötésben. A tenyésztőterület 0,5 m<sup>2</sup>/tő, az ösztérület 350 m<sup>2</sup>.

A megfigyeléseket 7 *Lavandula angustifolia* ('Aromatico Silver', 'Dwarf Blue', 'Ellagance Purple', 'Essence Purple', 'Hidcote Blue Strain', 'Lavance Purple', 'Rosea') és 3 *Lavandula x intermedia* ('Edelweiss', 'Grappenhall', 'Grosso') fajtán végeztük. A tenézszezidőszakban háromszor mértük fel az állományt, fajtánként 5-5 véletlenszerűen kiválasztott egyeden.

A morfológiai tulajdonságok közül – melyek a fajok díszítő értékét is meghatározzák – rögzítettük a levélméretet, levél- és virágszint, virágzati szárak hosszát, a virágzatban lévő álvörök számát. A növekedési erély jellemzéséhez 2 alkalommal felvételeztük a növénymagasságot,

## LEVENDULAJFÉLTÉK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

---

tóátmérőt, tövenkénti virágzati szárok számát. Betakarításkor a hozam meghatározásához mértük a tövenkénti friss- és drogtömeget, virág és szár arányát és a beszáradási arányt.

A hatóanyag-tartalmi vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszékén végezték. A száraz drogból vízdesztillációval, Clevenger készülék segítségével határozták meg az illóolaj-tartalmat, a *VIII. Magyar Gyógyszerkönyv*ben (2004) leírtak szerint. Az illóolaj-összetételét Agilent Technologies 6890 N GC System gázkromatográffal analizálták (GC-FID módszer) és Class UP számítógépes elemző program segítségével értékelték ki a kapott eredményeket.

A mérési adatok elemzése során a szóródás jellemzésére átlag-, szórás- variációs koefficiens-számítást végeztünk. A fajták statisztikai összehasonlításához az egytényezős variancia-analízist és a Cluster-analízist alkalmaztuk.

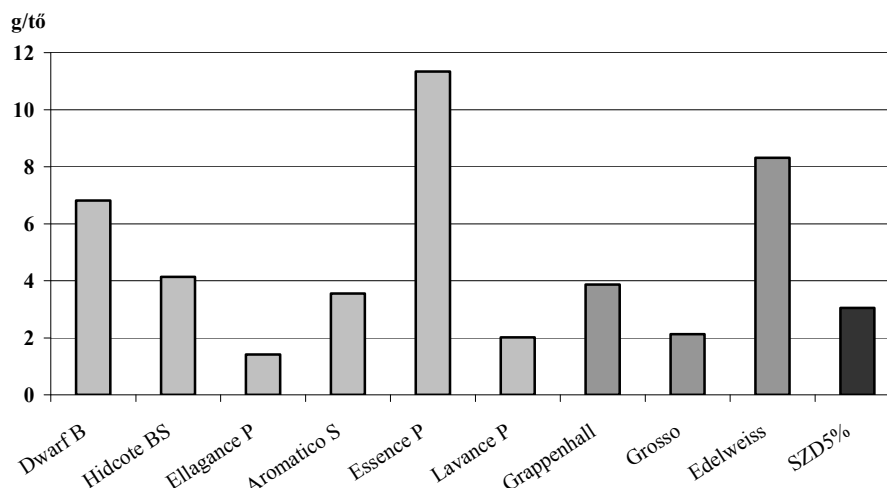
### Eredmények és következtetések

A fenofázisok és a morfológiai tulajdonságok alapján a két faj a szakirodalomnak megfelelően – egy fajta kivételével – jól elkülönült. A kisebb levélméretű *L. angustifolia* fajták május végén érték el a teljes virágzás állapotát, míg a *L. x intermedia* fajhoz tartozó fajták betakarítására egy hónappal később került sor. A kivételt a *L. angustifolia* 'Rosea' fajta jelentette, amelynél a kiültetett anyag nagymértékű heterogenitása, elhúzódo virágzása nem tette lehetővé az egy időben történő betakarítást. (Ezért ennél a fajtánál a drogtömeget nem mértük és beltartalmi vizsgálatokra sem került sor.) Virágszín alapján a fajták nagy változékonyságot mutattak, a fehéres rózsaszíntől ('Rosea') a tipikus levendulakéken át előfordult sötétlila színű fajta is ('Dwarf Blue', 'Lavance Purple').

A hibrid fajták erőteljesebb növekedése (növénymagasság, virágzati szárok hossza, virágzatban lévő álvörök száma tekintetében) a betakarítás időpontjában már statisztikailag bizonyított. A tóátmérő és a tövenkénti virágzati szárok esetében a variancia-analízis ezt nem minden esetben támasztotta alá. Ennek oka az állománylétesítéshez felhasznált szaporítóanyag heterogenitása (fajon és fajtákon belül a palánták, ill. dugványok eltérő fejlettségi állapota) és az alacsony mintaszám.

A drogtömeg 1,4 és 11,3 g/tő között változott. A *L. angustifolia* 'Essence Purple' és a *L. x intermedia* 'Edelweiss' hozama – statisztikailag is igazoltan – kiemelkedő volt (*I. ábra*). A valódi levendulák átlagos drogtömege 4,9 g/tő, a hibrid levendulaké 4,8 g/tő. Ezek az eredmények nem igazolják a *L. x intermedia* faj erőteljesebb növekedését. Egyéves mérési adatokból nem lehet messzemenő következtetéseket levonni, főként akkor nem, ha az állomány erősen változékonny. Ezt támasztja alá, hogy a legfontosabb paraméter – a drogtömeg – esetében a variációs koefficiens 29% és 126% között ingadozott.

A gyógyszerkönyvben szereplő *Lavandulae flos* (valódi levendula szárított virág) illóolaj-tartalma az előírás szerint minimum 13 ml/kg<sup>-1</sup>. A vizsgált fajták mindegyike elérte ezt az értéket, az illóolaj-tartalom 13,10-32,87 ml/kg<sup>-1</sup> között ingadozott.



1. ábra Levendulafajták virág-droghozama. Dörgicse, 2013.

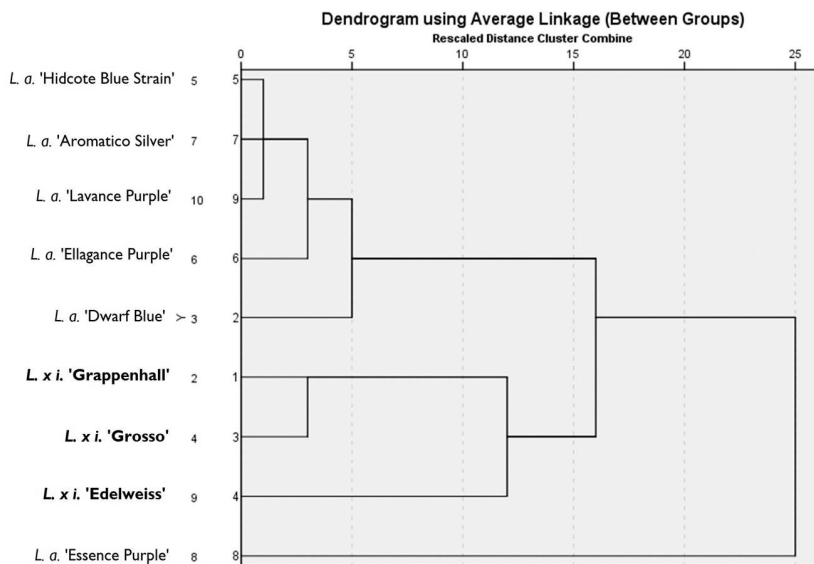
Az azonosított illóolaj-komponensek szempontjából a gyógyszerkönyvi előírásoknak legjobban a 'Dwarf Blue' (linalil-acetát 30,28%, linalool 35,6%, terpinén-4-ol 3,63%, kámfor 0,29%, limonén 0,53%, lavandulil-acetát 4,02%, 1,8 cineol 4,33%) és az 'Essence Purple' (linalil-acetát 25,08%, linalool 40,22%, terpinén-4-ol 3,77%, kámfor 0,33%, limonén 0,44%, lavandulil-acetát 5,07%, 1,8 cineol 4,93%) fajták feleltek meg. A *L.x intermedia* fajták illóolaj-tartalma – a szakirodalomnak megfelelően – magasabb volt (46,08-59,02 ml/kg<sup>-1</sup>). A hibrid levendula drogjai nem hivatalosak a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben, ezért az illóolaj összetételére nincsenek gyógyszerkönyvi előírások. A három vizsgált hibrid fajta közül a linalil-acetát aránya legkedvezőbb az 'Edelweiss' fajtánál (13,05%). A fajtára jellemző a linalool alacsony aránya (21,28%) és a magas kámfor-tartalom (14,5%).

A Cluster-analízis 9 fajta 17 tulajdonságainak vizsgálata alapján készült. Kedvező tulajdonságai alapján egyértelműen elkülönül a *L. angustifolia* fajhoz tartozó fajták közül az 'Essence Purple'. Viszonylag külön csoportot képeznek a vizsgált hibrid levendulafajták ('Grappenhall', 'Grosso', 'Edelweiss') (2. ábra).

A kísérlet körülményei között a vizsgált levendula-fajták közül termesztési szempontból (droghozam, illóolaj-tartalom, illóolaj-összetétel) perspektivikusnak tűnnek a *L. angustifolia* fajták közül, a 'Dwarf Blue', és az 'Essence Purple', a hibrid levendula-fajták közül az 'Edelweiss' fajta.

A másodéves állományban végzett, egy vizsgálati éven alapuló eredmények tájékoztató jellegűek, a kísérlet folytatása – nagyobb egyedszám bevonásával – indokolt.

## LEVENDULAFAJTÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA



2. ábra Levendulafajták tulajdonságainak értékelése Cluster-analízissel. Dörgicse 2013.

### Köszönetnyilvánítás

A vizsgálat elvégzését a „Béres Nívódíj” hallgatói pályázat támogatta.

### Irodalom

- Magyar Gyógyszerkönyv (2004) VIII. kiadás, Medicina Kiadó, Budapest. 2171-2172.  
Nemzeti Fajtajegyzék (2012): Zöldségnövények, gyógy- és fűszernövények. Nemzeti Élelmiszerlánc-Biztonsági Hivatal Kiadványa, Budapest. 58.  
Sváb J.-né, Heltmanné Tulok M. (2013): *Lavandula* spp. - Levendulafajok. In: Bernáth J. (szerk.) Vadon termő és termesztett gyógynövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 320-325.  
Tóth L. (2008): Gyógynövények Drogok Fitoterápia. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 77-79.

## BOGYÓSZÍN SZELEKCIÓ MOLEKULÁRIS MARKEREKKEL A 'NEKTÁR' X 'JACQUEZ' SZŐLŐ UTÓDNEMZEDÉKBEN

TÓTH-LENCSES A. KITTI<sup>1</sup>, KERESKES ADRIENN<sup>1</sup>, SZŐKE ANTAL<sup>1</sup>,  
LAJTERNÉ FARKAS BERNADETT<sup>2</sup>, LÖNHARD TAMÁS<sup>2</sup>,  
KISS ERZSÉBET<sup>1</sup>, KOCSIS LÁSZLÓ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, Keszthely

A legtöbb *Vitis vinifera* eredetű szőlőfajta fogékony a betegségekkel és kártevőkkel szemben. Hagyományos szőlőnevelési intézetként, kiváló minőségű, fűszeres, lizstarmattal szemben ellenálló fajta előállítását a célunk. Ezért nevelési és genetikai elemzés céljából kereszteztük az aromaanyagokban gazdag, de lizstarmatra fogékony fehér borszőlőfajtát, a 'Nektár' (*Vitis vinifera*), a semleges ízű, sötétkék/fekete bogyójú, betegségekkel szemben ellenálló 'Jacquez'-val (*V. Bourquina* / *V. aestivalis* x *V. vinifera*). Az utódnemzedék 42 egyedét, 'Barbera', 'Chardonnay', 'Pinot noir' fajtákkal és egy *Vitis aestivalis* mintával együtt *VvmybA1* allélvariációkra teszteltük a színes és fehér bogyójú genotípusok szelekciója céljából. A választott CAPS marker restrikciós emésztés nélkül is alkalmas volt a várhatóan fehér és színes bogyójú utódok megkülönböztetésére és kiválogatására a *V. aestivalis*-specifikus *VvmybA1* alléleknek köszönhetően.

**Kulcsszavak:** *Vitis vinifera*, *VvMYBA1*, szőlőnevelés, CAPS, bogyószín marker, MAS utódpopuláció

## MARKER ASSISTED SELECTION FOR BERRY COLOUR IN A 'NEKTÁR' X 'JACQUEZ' GRAPE PROGENY

A. K. TÓTH-LENCSES<sup>1</sup>, A. KERESKES<sup>1</sup>, A. SZŐKE<sup>1</sup>, B. LAJTERNÉ FARKAS<sup>2</sup>,  
T. LÖNHARD<sup>2</sup>, E. KISS<sup>1</sup>, L. KOCSIS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Szent István University, Institute of Genetics and Biotechnology, Gödöllő

<sup>2</sup>University of Pannonia, Georgikon Faculty, Department of Horticulture, Keszthely

Genetic pool of the grapevine cultivars in production is very narrow and most of the grape cultivars of *Vitis vinifera* L. origin are susceptible to diseases and pests. As a traditional grape breeding institute, we would like to breed aromatic, mildew resistant cultivars for the future meanwhile, we would like to use the already established knowledge of grape genetics. Therefore we have established a progeny by crossing an aromatic, susceptible white wine cultivar ('Nektár', *V. vinifera*) with fungus resistant, non-aromatic, black berried variety ('Jacquez', *V. bourquina laestivalis* x *vinifera*) for breeding and multipurpose genetic study. As a first step, we analysed 42 individuals from the 'Nektár' x 'Jacquez' cross together with the 'Barbera', 'Chardonnay', 'Pinot noir' reference varieties, and one *Vitis aestivalis* L. accession to identify and select the white/colour berried offspring based on *VvmybA1* allele variations. Based on the results, the expected white and colour berried individuals could be discriminated even without digestion of the chosen CAPS marker with restriction enzyme due to the presence of *V. aestivalis*-specific *VvmybA1* alleles in the black berried offspring.

**Key words:** *Vitis vinifera*, *VvMYBA1*, grape breeding, CAPS, berry colour marker, MAS progeny



## Bevezetés

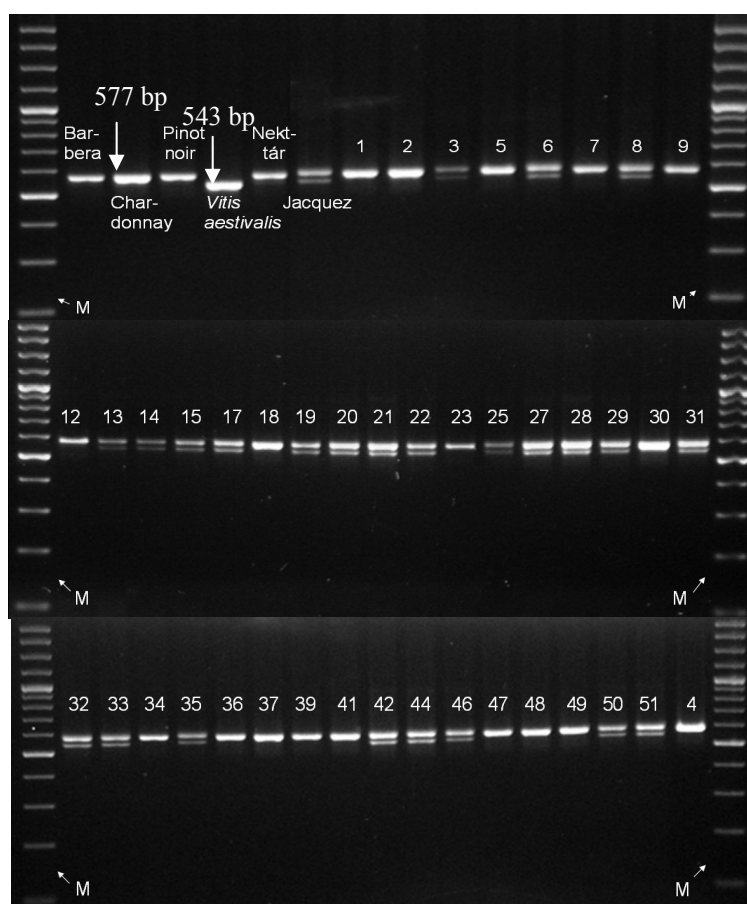
A szőlő az emberiség egyik legrégebb kultúrnövénye, amit számos bizonyíték támaszt alá szerte a világban. Gyümölcséért és boráért természetik világszerte. A *Vitis vinifera* faj adja a világ bortermelésének 90%-át. A szőlőnemesítők célja a filoxérával, a peronoszpórával, a lisztharmattal és a szürkerothadással szemben rezisztens vagy toleráns, de kiváló borminőségi tulajdonságokkal rendelkező fajták előállítására. Ez volt a szempont a 'Nektár' x 'Jacquez' kombinációban is, melyben a betegségekre fogékony, de aromaanyagokban gazdag fehér borszőlő fajtát, a 'Nektárt' és a rezisztens semleges ízű sötétkék/fekete bogyójú 'Jacquez'-t kereszteztük egymással (*V. Bourquina* /*V. aestivalis* x *V. vinifera*). A 'Nektár' x 'Jacquez' utódnemzedékének markerekre alapozott szelekciója során abból indultunk ki, hogy a mai fehér bogyójú szőlőfajták a sötét, színes bogyójú ősi szőlőből rügymutációval jöttek létre. Az antocián bioszintézis gátlást okozó mutáció egyik oka az, hogy a *VvMYBA1* transzkripciós faktort kódoló gén promóterébe egy retrotranszpozon (*Gret1*) inszerció történt (Kobayashi et al. 2004). Ugyanezek a szerzők azt is megállapították, hogy a retrotranszpozon kivágódása következtében a fehér bogyójú fajtákból színesek is kialakulhatnak. Walker et al. (2006) színes és fehér bogyójú *V. vinifera* fajták genotípusának meghatározását végezte *VvMYBA1* transzkripciós faktorról kapcsolt 20D18CB9 CAPS markerrel. Vizsgálataink célkitűzése a 'Nektár' x 'Jacquez' utódnemzedék egyedeinek genotipizálása volt ezzel a markerrel a bogyószín előrejelzése céljából.

## Anyag és módszer

A 'Jacquez' x 'Nektár' keresztezéséből származó 42 hibridet, a két szülőt és referenciaként a 'Barbera', 'Chardonnay', 'Pinot noir' fajtákat és egy génbanki *V. aestivalis* tételt vizsgáltunk. A PCR vizsgálatokhoz cetiltrimetilammonium bromidos (CTAB) módszerrel levelekből DNS-t izoláltunk (Doyle és Doyle, 1990). A polimeráz láncreakciókat (PCR) Bio-Rad iCycler készülékben végeztük. Az elegy 20 ng DNS templátot, 6-6 pM primert, 75  $\mu$ M-t dNTP-t, 2 mM MgCl<sub>2</sub>-ot, 1 x PCR puffert és mintánként 1 egység (unit) *Taq*-polimerázt (West-Team Biotech, Pécs) tartalmazott. A reakciókörülmények a következők voltak: 2 perces 94°C-os előciklus, majd 10 cikluson keresztül 94°C-on 30 mp-ig denaturálás, 65°C-on 30 mp-ig primerkapcsolódás, 72°C-on 1 percig DNS-szintézis. A kapcsolódási hőmérséklet ciklusonként 1°C-kal csökkent, majd 24 cikluson keresztül 56°C volt, amit a végén 5 perces 72°C-on történő utópolimerizáció zárt. A 20D18CB9 CAPS marker az antocián bioszintézisben szerepet játszó *Vvmyb* génnel kapcsolt (Walker et al. 2006), a forward primer szekvenciája: 5'-GAT GAC CAA ACT GCC ACT GA-3', a reverz: 5'-ATC ACC TTG TCC CAC CAA 3'. A mintákat 1,5%-os, etidium-bromiddal festett agaróz gélen futtattuk meg 10 V/cm feszültséggel, majd a mintázatokat 313 nm-es UV fényben digitális kamerával fényképeztük, és detektáltuk két ismétlésben. A PCR termékek emésztését Walker et al. (2006) leírása alapján *HpyF31* enzimmel (Thermo Scientific) végeztük. A minták szekvenálását ABI PRISM 310 Genetic Analyser (Applied Biosystem) készülékben végeztük el M13 univerzális primerekkel. A kapott szekvenciákat BioEdit és DNASTAR (Megalyn és Editseq) szoftverekkel értékeltük ki.

## Eredmények és következtetések

*VvMYBA1* génnel kapcsolt 20D18CB9 CAPS primerpárral a sötétkék/fehér bogyójú 'Jacquez' (*V. bourquina* /*V. aestivalis* x *V. vinifera*), a fehér bogyójú 'Nektár' (*V. vinifera*) keresztezéséből származó 42 utódban, a *Gret1* retrotranszpozon inszerciót nem tartalmazó kék bogyójú 'Barbera', a *Gret1*-re heterozigóta kék bogyójú 'Pinot noir' és a *Gret1*-re homozigóta fehér bogyójú 'Chardonnay' *V. vinifera* fajtákban és a *V. aestivalis* mintában kapott eredményeket az 1. ábra szemlélteti.

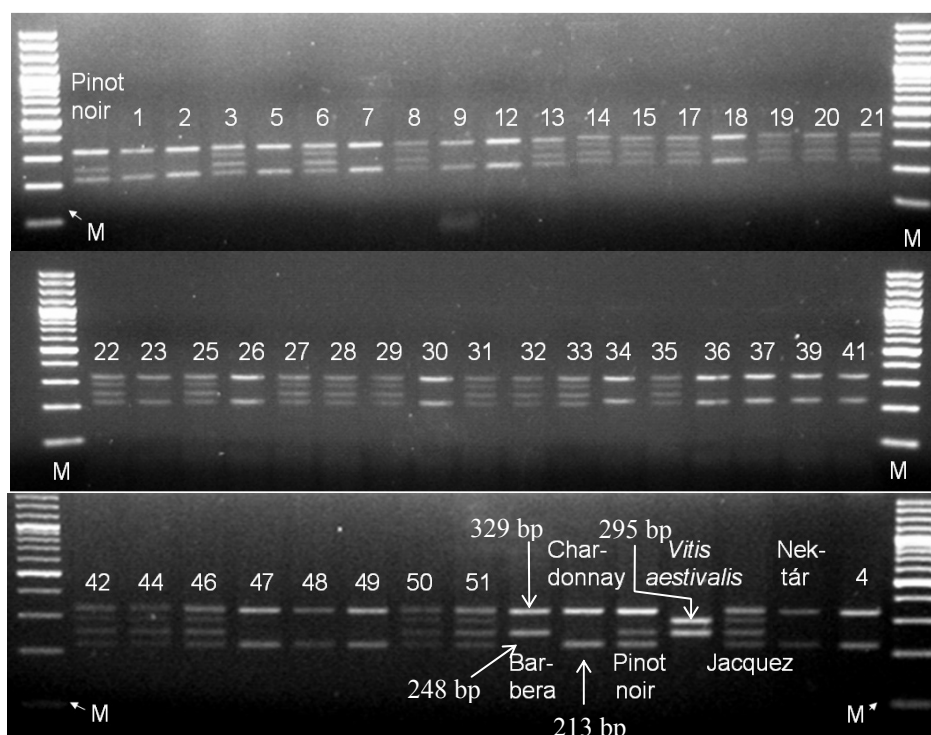


1. ábra 20D18CB9 CAPS markerrel végzett PCR eredménye 1,5%-os agaróz gélen M: molekulatömeg marker (Fermentas Gene Ruler 100 bp Ladder Plus)(magyarázat a szövegben)

A referenciaként alkalmazott mintákban, a 'Nektár' és 17 hibrid esetén 20D18CB9 CAPS markerrel egy 577 bp méretű fragmentum jelent meg (1. ábra). A *V. aestivalis* mintában a *V. vinifera* fajtákban amplifikálódott 577 bp fragmentumnál kisebb, 543 bp méretű terméket kaptunk. A 'Jacquez' és 24 hibrid esetében mindkét allélméret detektálható volt (1. ábra). A pontos fragmentum méreteket szekvenálással határoztuk meg.

Ez az eredmény azért jelentős, mert már restriktációs emésztés nélkül is egyértelműen el tudtuk különíteni a *V. aestivalis*-t, illetve a feltételezhetően színes bogyójú hibrideket a 'Jacquez'-t is beleértve; utóbbit (és a 'Nektár'-t) kivéve azonban fenotípusos adat még nem áll rendelkezésünkre.

A *HpyF31* (*DdeI*) emésztést követően (2. ábra) minden referencia *V. vinifera* fajtában és hibridben megjelent egy 329 bp méretű fragmentum. A homozigóta fehér mintákban - 'Chardonnay', 'Nektár' és 17 hibrid - a 329 bp mellett egy 213 bp méretű fragmentum is detektálható volt, a homozigóta kék bogyójú mintában - 'Barbera' - a 329 bp mellett egy 248 bp méretű fragmentumot is kaptunk, a heterozigóta kék bogyójú fajta - 'Pinot noir' - esetén pedig mind a 3 méret megfigyelhető.



2. ábra *HpyF31*(*DdeI*) emésztés után a termékek elválasztása 2%-os agarózon M: molekulatömeg marker (Fermentas Gene Ruler100 bp Ladder Plus)(magyarázat a szövegben)

A *V. aestivalis* 543 bp nagyságú terméke két fragmentumra emésztődött, egy 295 bp méretűre és egy kisebbre, amely megegyezik a homozigóta kék bogyójú *V. vinifera* 248 bp-os fragmentumával. A 'Jacquez' és 24 hibrid esetén 4 DNS szakaszt kaptunk egy 329 bp, egy 295 bp, egy 248 bp és egy 213 bp méretűt.

A *VvMYBA1* génnel kapcsolt 20D18CB9 CAPS markerrel kapott eredményeink azt bizonyítják, hogy már emésztés nélkül is kétféle genotípust lehetett elkülöníteni a vizsgált fajtákban, illetve a 'Nektár' x 'Jacquez' utódnemzedékben. Az egyik a várhatóan fehér bogyójú csak egy 577 bp méretű fragmentummal jellemezhető, míg a másik kettővel, az 577 bp mellett a *V. aestivalis*-ban kapott 543 bp méretű szakasszal, amely a sötétkék/fehér bogyójú 'Jacquez'-ben és 24 hibridben is felszaporodott. Az irodalomban leírt *HpyF31* (*Ddel*) emésztés megerősíti ezt az eredményt. A 'Chardonnay'-val megegyezően (homozigóta fehér) 2 fragmentumot kaptunk azokban az utódokban, amelyekben a PCR egy 577 bp DNS-t eredményezett. Azokban viszont, amelyek 543:577 bp genotípusúak voltak, a PCR termékek 4 fragmentumra emésztődtek, ezek a feltételezhetően heterozigóta sötétkék/fehér bogyójú hibrid egyedek, melyek a *V. vinifera* allélok mellett a *V. aestivalis* fajspecifikus alléljeit is hordozzák. A 'Nektár' x 'Jacquez' utódnemzedék további egyedeinek vizsgálatához tehát elegendő a 20D18CB9-specifikus primerekkel végzett egyszerű PCR is.

#### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a SZIE MKK KTIA, -AIK-12-1-2012-0012, a Kutató Kari Kiválóságai Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL és a COST FA 1003 pályázatok támogatták.

#### Irodalom

- Kobayashi, S., Goto-Yamaoto, N., Hirochika H. (2004): Retro-transposon-induced mutations in grape skin color. *Science* **304**:982-982
- Walker, A.R., Lee, E., Robinson S.P. (2006): Two new grape cultivars, bud sports of Cabernet Sauvignon bearing pale-coloured berries, are the result of deletion of two regulatory genes of the berry colour locus. *Plant Molecular Biology*, **62**:623-635

KLÍMAVÁLTOZÁS KÁROS HATÁSAIVAL SZEMBENI  
REZISZTENCIANEMESÍTÉS A NAPRAFORGÓ  
(*Helianthus annuus L.*) ESETÉBEN

TÓTH SZILÁRD, VINCZE SÁNDOR, PEPÓ PÁL

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Központ, MÉK Növénytudományi Intézet,  
Genetika Csoport, Debrecen

Kiváló beltartalmi értékekkel rendelkező hántolási, fekete kaszathéjjal rendelkező napraforgó állományok szárszilárdság javítását tűztük ki célul. 2010-től kezdve tányérizolációs szelekció alkalmazásával kiválasztottuk a megfelelő genotípusokat. 2011-ben a már kiválogatott vonalakat tettük ki jelentős stresszhatásnak egy kiválasztott mély fekvésű, vízállásos táblarészen. Ezeket a vonalakat szelektáltuk tovább 2012-ben, így 2013-ra több kiváló szárszilárdsági mutatókkal rendelkező vonalat állítottunk elő. Ezek egy ellenőrző szelekciót követően a felszaporítás alapját képezhetik és kikerülhetnek a termelésbe a termőképesség fokozása érdekében, melyet a klímaváltozással szembeni ellenálló képesség fokozásának oldaláról értünk el.

**Kulcsszavak:** hántolási étkezési napraforgó, kinetikus stressz, szárszilárdság

RESISTANCE BREEDING AGAINST THE NEGATIVE EFFECT  
OF THE CLIMATE CHANGE IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus L.*)

SZ. TÓTH, S. VINCZE, P. PEPÓ

Debrecen University of Debrecen, Faculty of Agricultural Food Sciences and  
Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Group of Genetics Sciences,  
Debrecen

Our aim was to increase the lodging resistance of sunflower of excellent nutritional value, husking and black pericarp. Suitable genotypes were selected by the application of head isolation selection from 2010. In 2011, the selected lines were subjected to significant stress on a deep laying field of high water level. In 2012, these lines were further selected, thus in 2013, more lines of excellent lodging resistance were produced. These lines of enhanced resistance against climate change could form the basis of propagation and could get into production in favour of increasing productivity.

**Key words:** husking sunflower, kinetic stress, lodging resistance

**Bevezetés**

A hazai napraforgó (*Helianthus annuus L.*) termesztésének jelentősége napjainkban évről évre növekvő tendenciát mutatott. Ennek alapjait az étolajfogyasztás növekedése, az egészséges életmód, a zsírt helyettesítő étrendek terjedése, illetve a kukoricabogár károsítása miatti vetésváltási kényszer adta. Ezzel egyidejűleg az étkezési, valamint a madáreleségként történő hasznosítás is előtérbe került.

Kiváló beltartalmi értékekkel rendelkező hántolási, fekete kaszathéjjal rendelkező napraforgó állományok esetében elsőként 2009-ben jelentős megdőlés volt tapasztalható. A hosszan tartó nyár végi és őszi eleji esőzések, illetve a klímaváltozás miatt megnövekedett gyakorisággal jelentkező jelentős erejű széllekeések miatt a 45.000 tó/ha állományból a meggyengült szárszilárdság következtében 20-25.000 tó/ha állomány maradt, amely jelentős termés kiesést, gazdasági kárt okozott. Gyakorlatban a nemesítők gyakran alkalmazzák a kinetikus rezisztenciára történő szelekciót (Frank és Szendrő, 2011).

A nitrogén műtrágya hatóanyaga a növények egyik legfontosabb tápanyaga. A napraforgónál azonban elmondható, hogy a nitrogén műtrágyázás nagymértékben növeli a terméshozamot, viszont csökkentheti a kaszat olajtartalmát, a beltartalmi értékeket. A túlzott nitrogén felhasználás következtében romlik a kaszat olajtartalma, nő a növény betegségekkel szembeni fogékonysága és csökken a szárszilárdság (Pepó, 2008).

A fajta iránti kereslet és a beltartalmi értékei miatt viszont termelése továbbra is nagy jelentőségű maradt, így célként tűztük ki a rendelkezésre álló teljes állományból a szárszilárdság szelekcióval történő javítását az elvetett tőszám megőrzése így a termőképesség növelése érdekében.

Ennek elvi alapját az képezte, hogy az állományokban mindig maradtak olyan genotípusok, genotípus csoportok, amelyek ezekkel a stresszfaktorokkal szemben jelentős ellenállóképességgel rendelkeztek és a káros hatások fellépése ellenére megdőlést, szártörést nem mutattak. Ezek kiválogatását terveztük meg és végeztük el 2010 évtől kezdve tányérizolációs szelekció alkalmazásával.

### Anyag és módszer

Hántolási fekete kaszattal rendelkező napraforgó fajta még állami elismeréssel nem rendelkező nemesítési törzsanyag populációja képezte a vizsgálatok növényi anyagát. A kísérleteket a DE AGTC MÉK Növénytudományi Intézet Genetika csoport Kísérleti Terén állítottuk be. A bemutatókert talajtípusa kilúgzott csernozjom, a feltalaj meszet nem tartalmaz. A humuszréteg vastagsága szerint a közepes humuszrétegű kategóriába esett (50-70 cm). A talaj humusztartalma 2,57 %. A talaj felső szintje a mézhiányból eredően száraz, aszályos évszakokban cserepesedésre hajlamos volt (BÓDI, 2007) (1. táblázat).

1. táblázat A DE AGTC Bemutatókert kísérleti tér talajának jellemzése

pH		CaCO <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Al-oldható		Humusz %	K <sub>A</sub>
H <sub>2</sub> O	KCL				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	K <sub>2</sub> O mg/kg		
7	6,5	Ny.	5	8	100	165	2,57	42

Első lépésként 2010-ben a rendelkezésre álló teljes állományból származó vetőmagot elvetettük, amely még tartalmazta a gyenge szárszilárdsági mutatókkal rendelkező genotípusokat. Ez képezte az első szelekciós rendszer alapját. A vizsgálatokhoz a vetést ebben az évben április 10-én végeztük. A beállított parcellák hossza 5 m volt, egy parcella 2 sorból állt, így parcellánként

22 növényt tudunk vizsgálni négy ismétlésben. A sortávolság 70 cm, a tőtávolság 40 cm és a vetésmélység 6 cm volt. Ismétlésenként húsz sor került elvetésre.

A tenyésztés során elvégeztük a pozitív szelekciót az egyes vonalak esetében. A kiváló szárszilárdsággal, megfelelő betegségrezisztenciával és a fajtára jellemző megfelelő morfológiai tulajdonságokkal rendelkező egyedeket válogattuk ki, izoláltuk és vittük tovább. Izoláció előtt és után is végeztünk szelekciót, amely a hatékonyságot jelentősen növelte.

Az izolációt csillagbimbós állapotban, virágzás előtt végeztük el vonalanként 3 növény esetében. Rovarizoláló szövetzsákokat alkalmaztunk (35x50 cm). A virágzás során elvégeztük az izolált növények öntermékenyítését. A tányéron belülről kifelé haladva végeztük el a mesterséges beporzást tányéronként váltott ecset alkalmazásával.

Ismétlésenként felvételeztük a megdőlés értékeit, majd az átlagok alapján a szárszilárdsági hibát a parcellák összes növényszámához viszonyítva százalékos értékekben fejeztük ki, amely a végső szelekció alapját képezte.

Azokat a genotípusokat vittük tovább, amelyek egyöntetűek voltak, illetve megfelelő növénymagassággal és szárszilárdsággal rendelkeztek.

A következő vizsgálati évben, 2011-ben a már kiválogatott vonalakat tettük ki jelentős stresszhatásnak egy kiválasztott mély fekvésű, vízállásos táblarészen, ahol a szelekciót nagy hatékonysággal tudtuk elvégezni, ahol csak a legkiemelkedőbb szárszilárdsággal rendelkező genotípusok nem mutattak csak megdőlést, illetve szártörést.

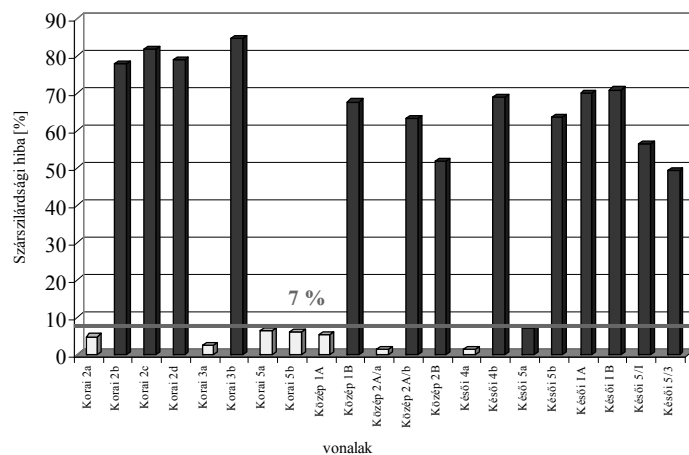
Ezeket a már jelentős szárszilárdsággal rendelkező vonalakat szelektáltuk tovább 2012-ben, így 2013-ra több kiváló szárszilárdsági mutatókkal rendelkező vonalakat állítottunk elő, melyek esetében sikeresen továbbléphettünk a tányér- és szárbetegségekkel szembeni rezisztenciára, illetve a korai fagyokkal szembeni ellenállóképességre irányuló szelekcióra. Az így létrejött vonalak egy ellenőrző szelekciót követően a felszaporítás alapját képezhetik és kikerülhetnek a termelésbe a termőképesség fokozása érdekében, melyet a klímaváltozással szembeni ellenálló képesség fokozásának oldaláról értünk el.

### Eredmények és következtetések

A 2009-es kiindulási populációból 2010-ben 22 különböző érési idejű (korai, közép és késői) kiváló szárszilárdsággal rendelkező vonalat választottunk ki a további szelekció elvégzésére.

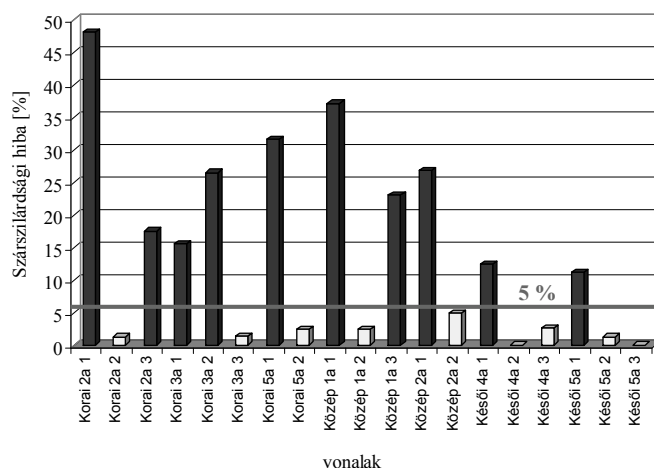
A 2010-ben izolált vonalak elkülönülése jól megfigyelhető volt a gyengébb szárszilárdsággal rendelkező vonalokhoz képest. A gyenge szárszilárdságú vonalokon erőteljes megdőlés volt megfigyelhető az állományon belül.

Az általunk vizsgált különböző érésidőjű vonalak a 2011-es tenyésztésidőszakban eltérő megdőlési értékeket mutattak. Az eredmények kiváló kiindulási anyagot biztosítottak, melyek további szelekcióra adtak lehetőséget. Adott érési csoportban szereplő vonalak tányérszármazékai is jelentős eltéréseket mutattak. A Korai 2b, 2c, 2d, 3b, 5b, a Közép 1B, 2A/b, 2B, a Késői 4b, 5b, JA, JB, 5/J, 5/3 vonalak nagy megdőlési értékek miatt kiszelektálásra kerültek, viszont a többi tányérszármazékot tovább tudtuk vinni a nemesítési programban. A szelekció alapját a szárszilárdsági hiba % vizsgálat eredményei képezték. A 7 % érték feletti vonalak kiszelektálásra kerültek. Legkisebb megdőlési értékeket **hét vonal** esetében kaptunk (Korai 2a, 3a, 5a, 5b; Közép 1A, 2A/a; Késői 4a.) (1. ábra).



1. ábra A hántolási étkezési napraforgó vonalak szárszilárdossági hiba vizsgálat eredményei (Debrecen 2011)

Az általunk vizsgált különböző érésidejű vonalak a 2012-es tenyészidőszakban eltérő megdőlési értékeket mutattak. Ezen értékek már sokkal kisebbek voltak, mint a kiindulási populáció értékei, melyek további szelekcióra adtak lehetőséget. Az 5 % érték feletti vonalak kiszelektálásra kerültek. Legkisebb megdőlési értékeket **kilenc vonal** esetében kaptuk (Korai 2a 2, Korai 3a 3, Korai 5a 2; Közép 1a 2, Közép 2a 2; Késői 4a 2, Késői 4a 3, Késői 5a 2, Késői 5a 3.) (2. ábra).



2. ábra A hántolási étkezési napraforgó vonalak szárszilárdossági hiba vizsgálat eredményei (Debrecen 2012)



Az általunk vizsgált és kiválogatott különböző érésidejű vonalak a 2013-as tenyészidőszakban már kiváló szárszilárdsággal rendelkeztek. A szelekciót tovább folytattuk és hat kiváló, a korai fagyokra kevésbé érzékeny, a szár- illetve tányérbetegségekkel szemben rezisztens vonalat tudunk kiválasztani, amelyeknek a növénymagassága és tányérátmérője is megfelelőnek bizonyult, jelentős egyöntetűséget mutattak.

Az általunk végzett megfigyelés alapján a kitűzött célok a szelekció elvégzésével megvalósíthatónak bizonyultak. Az első évben (2010) a teljes populációból érésidő szerint pozitív szelekciót végeztünk. A szelekciót a kívánt tulajdonság tekintetében el tudtuk végezni. A második év (2011) körülményei lehetővé tették, hogy biztonságos szelekciót végezzünk a vizsgált tulajdonság tekintetében. Hét vonalat választottunk ki, amelyeknél egyértelműen eldőlt, hogy az általunk vizsgált tulajdonság megfelelő volt. A harmadik évben (2012) a szelektálást tovább folytattuk. A növények szárszilárdsága tovább javult és megfigyelhető volt az állomány homogenitása. A negyedik évben (2013) bizonyossá vált, hogy a növény szárszilárdsága a szelekcióval történt javítás után, négy év eredményei alapján megbízhatóan öröklődik.

A szelektált tulajdonságok köre a vizsgált tulajdonság javítása után tovább bővíthető. A szelektálást tovább végezhetjük növényi kórokozókkal szembeni rezisztencia növelésére, korai fagyokkal szembeni érzékenység csökkentésére illetve egyöntetűség növelésére. A módszer más napraforgó populációk, illetve más tulajdonságok esetében is megbízhatóan alkalmazható a jövőben.

### Irodalom

- Bódi, Z., Pepó, P. (2007): Komplex vizsgálati módszerek alkalmazása a kukorica nemesítési alapanyagok értékelésében. XIII. Növény-nemesítési Tudományos Napok (Szerk.: Kiss, J.-Heszky, L.) MTA, Budapest, 139.
- Frank, J., Szendrő P. (2011): A napraforgó. Abiotikus stresszfaktorok, kinetikus stressz. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő 177. ISBN 978-963-269-262-3. 174-178.
- Pepó, P. (2008): Az olajnövények termesztésének helyzete, a napraforgó termesztéstechnológiájának, tápanyagellátásának fejlesztése. *Agrofórum*, 19. évfolyam, 11. ICoSTAF2008 konferencia, Szeged. 34-38.

TÖRPESÉG GÉNEK (*RhtB1b* ÉS *RhtD1b*) AZONOSÍTÁSA  
MOLEKULÁRIS MARKEREKKEL MARTONVÁSÁRI NEMESÍTÉSŰ  
BÚZA TÖRZSEKBEN

TÓTH VIOLA, MAYER MARIANNA, KUTI CSABA, LÁNG LÁSZLÓ, BEDŐ ZOLTÁN

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A búzafajták hazánkban optimális (80-110 cm) növénymagassága eltérő hatású törpésítő gének beépítésével biztosítható. A nagy hatású törpésítő gének közül a modern őszi búza fajtákban az *RhtB1b* (*Rht1*) és *RhtD1b* (*Rht2*) gének fordulnak elő nagy gyakorisággal, és e gének jelenléte molekuláris markerekkel igazolható. Laboratóriumi vizsgálatokkal nagyszámú genotípus allélikus mintázatát lehet azonosítani, az eredmények pedig összevethetők szántóföldi adatokkal. Az elmúlt tíz évben Martonvásáron nemesített 255 fejlett törzsből izoláltunk DNS-t és vizsgáltuk az *RhtB1b* és *RhtD1b* gének jelenlétét. Hét kivétellel minden genotípus hordozza a két törpésítő gén valamelyikét, de mindkét gént egy genotípus sem. 228 törzsből (89%) van jelen az *RhtB1b* gén mutáns alléja a vizsgált vonalakban, sokkal nagyobb arányban, mint az *RhtD1b*, amely csak 20 törzsből (8%) fordult elő. Ezt az eredményt szántóföldi adatok is igazolják, 2013-ban a törzsek növénymagassága 55-99 cm közötti értéket mutatott.

**Kulcsszavak:** őszi búza, törpeség gének, növény magasság

THE IDENTIFICATION OF DWARFING GENES (*RhtB1b* AND  
*RhtD1b*) IN WHEAT LINES BRED IN MARTONVÁSÁR WITH  
MOLECULAR MARKERS

V. TÓTH, M. MAYER, CS. KUTI, L. LÁNG, Z. BEDŐ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The optimal (80-110 cm) plant height of wheat varieties can be assured by the incorporation of dwarfing genes with different effect. From the dwarfing genes of great efficiency, the modern winter wheat varieties frequently contain the *RhtB1b* (*Rht1*) and *RhtD1b* (*Rht2*) genes, the presence of which can be verified with molecular markers. The identification of allelic marking of many genotypes is possible with laboratory analyses, and the results can be compared to field data accordingly. We have isolated DNA from the 255 developed lines bred in the past ten years in Martonvásár and have examined the presence of *RhtB1b* and *RhtD1b* genes. With the exception of 7, every genotype contains either of the two dwarfing genes, but none of them both genes. From the examined lines, 228 lines (89%) carry the *RhtB1b* gene's mutant allele, which is a much higher proportion compared to the *RhtD1b* gene, which was present in only 20 lines (8%). This result was verified by field data, since the plant height of the lines ranged from 55 to 99 cm in 2013.

**Key words:** winter wheat, dwarfing genes, plant height

## Bevezetés

A modern búzanemesítésben a törpeség, vagy Rht (reduced height) gének használatával csökkenthető a növények magassága, ezáltal javítható a megdőléssel szembeni ellenállóság és a termésveszteségek mérséklése révén növelhető a terméshozam. Búzában (*Triticum aestivum* L.) napjainkig 21 gént azonosítottak, melyek jelentős hatással vannak a növény magasságára (*McIntosh és mtsai.* 2003). Ezek a gének két csoportra oszthatók gibberellin sav (GS) érzékenységük alapján, úgy mint GS-érzékeny (pl. Rht8) és GS-érzéketlen (pl. RhtB1b-Rht1, RhtD1b-Rht2, RhtB1e-Rht11) (*Ellis és mtsai.* 2004, *Haque és mtsai.* 2012).

Az agronómiailag fontos GS-inszenzitív gének közül az RhtB1b és RhtD1b búzában a 4B és a 4D kromoszóma rövid karján található, és a Norin 10 japán búzafajtaból származnak. Széleskörű elterjedésük a CIMMYT búzanemesítési programjának köszönhető (*Borlaug 1986, Gale és Youssefien 1985*). Ezen törpeség gének homológok a hexaploid búza genomban és mutáns alléljaikat egy pont mutáció jellemzi, mely stop kodont eredményezve a translációt röviddel a megkezdését követően leállítja (*Peng és mtsai.* 1999). Mindkét gén több allélos. Ellis és munkatársai (2004) dolgozták ki azokat a PCR alapú specifikus markereket, melyek segítségével a magas, vad típusú allélok RhtB1a és RhtD1a megkülönböztethetők a törpe, mutáns alléloktól RhtB1b és RhtD1b.

Élettani szempontból az RhtB1b és RhtD1b gének fenotípusosan is megjelenő hatása csökkent koleoptil hosszt, rövidebb leveleket és rövidebb szártag hosszt eredményeznek. Ezek a hatások függenek a környezettől és a genetikai háttértől, a vad típusúval összehasonlítva 20-25%-kal képesek csökkenteni az adott genotípusú növény magasságát (*Evans 1998, Butler és mtsai.* 2005, *Mathews és mtsai.* 2006).

Napjainkban a modern búza fajták és vonalak több mint 70%-a tartalmaz nagy hatású törpésítő gént (*Evans 1998*).

## Anyag és módszer

A törpésítő gének jelenlétét 2005, 2003 és 2013 közötti években Martonvásáron nemesített „D” és „E” törzsekben vizsgáltuk.

A molekuláris vizsgálatokhoz a DNS-t búza leveléből, Qiagen DNeasy Plant Mini Kit-tel és Qiagen Biosprint96 DNA Plant Kit segítségével vontuk ki, a gyártó által megadott protokoll szerint. A gének kimutatása PCR alapú markerekkel történt (*Ellis és mtsai.* 2002). RhtB1a/b esetében (ahol a: vad típusú/normál magasságú, b: mutáns típusú/törpe allél) BF/WR1 illetve BF/MR1 primer párokat, míg az RhtD1a/b allélok kimutatásához a DF2/WR2 és DF/MR2 primer párokat alkalmaztuk. Az allélok külön reakcióban történő kimutatását a DNS fragmentek közel azonos mérete teszi szükségessé (RhtB1a/b egyaránt 273bp, RhtD1a 264bp, RhtD1b 254bp). A PCR termékeket 1,5%-os agaróz gélen választottuk el és ethidium bromiddal tettük láthatóvá. A marker, primer, gén és allél adatok rögzítése és az eredmények megjelenítése a martonvásári fejlesztésű „Breeder” program csomag alkalmazásával történt (*Kuti és mtsai.* 2014).

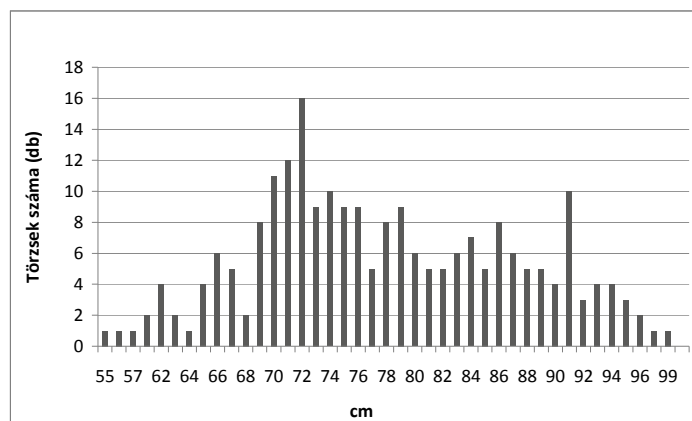
**Eredmények és következtetések**

A molekuláris vizsgálatok folyamán megállapítottuk, hogy az RhtB1b gént a 255 vizsgált törzs közül 228 (89,41%), míg az RhtD1b gént csupán 20 törzs (7,84%) hordozza. A törzsek 96,86%-ában megtalálható a két törpeség gén valamelyike viszont mindkét gén egyikben sem. 7 törzs bizonyult vad típusúnak.

*1 táblázat* Az RhtB1b és RhtD1b törpeség gének alléljainak eloszlása a különböző években létrehozott fejlett búzatorzsekben.

Évszám	RhtB1b	RhtB1a	RhtD1b	RhtD1a	Törzsek száma/év
2003	12	3	3	12	15
2004	6	3	1	8	9
2005	14	4	4	14	18
2006	8	4	3	9	12
2007	10	4	2	12	14
2008	16	1	1	16	17
2009	21	0	0	21	21
2010	31	1	1	31	32
2011	29	2	3	28	31
2012	22	2	1	23	24
2013	31	2	1	32	33
2014	28	1	0	29	29
Összes:	228	27	20	235	255

A molekulárisan vizsgált törzsek közül 232-ről rendelkezünk szántóföldi adatokkal. A növények magassága a 2013-as száraz évben 55 cm és 99 cm között változott. A fajták kb. 10-15 cm-rel voltak alacsonyabbak, mint átlagos években. A vizsgált genotípusok az RhtB1b és az RhtD1b génen kívül egyéb Rht géneket is hordozhatnak, de ezekről jelenleg még nem állnak rendelkezésünkre információk.



*1. ábra* Az RhtB1b-t vagy RhtD1b törpésítő gént hordozó törzsek növény magassága (Martonvásár, 2013)

**Köszönetnyilvánítás**

Kutatásainkat a Prebázis Kft. támogatta.

**Irodalom**

- Borlaug, N. E. (1968): Wheat breeding and its impact on world food supply. In: Finlay, K. W., Sheperd, K. W. (eds.) *Proceedings of the 3rd International Wheat Genetics Symposium. Australian Academy of Science, Canberra*, 5-15.
- Butler, J. D., Byrne, P. F., Mohammadi, V., Chapman, P. L., Haley, D. S. (2005): Agronomic performance of Rht alleles in spring wheat population across a range moisture levels. *Crop. Sci.* **45**, 939-947.
- Ellis, M. H., Rebetzke, G. J., Chandler, P., Bonnett, D. G., Spielmeyer, W., Richards, R. A. (2004): The effect of different height reducing genes on the early growth of wheat. *Funct. Plant Biol.* **31**, 583-589.
- Ellis, M. H., Spielmeyer, W., Gale, K. R., Rebetzke, G. J., Richards, R. A. (2002): "Perfect" markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat. *Theor. Appl. Genet.*, **105**, 1038-1042.
- Evans, L. T. (1998): Feeding the Ten Billion. Plants and Population Growth. *Cambridge University Press, Cambridge*, 133-150.
- Gale, M. D., Youssefien, S. (1985): Dwarfing genes in wheat. In: Russel, G. E. (ed.) Progress in plant breeding. *Butterworths and Co., London*, 1-35.
- Haque, M. A., Martinek, P., Kobayashi, S., Kita, I., Ohwaku, K., Watanabe, N., Kuboyama, T. (2012): Microsatellite mapping of genes for semi-dwarfism and branched spike in *Triticum durum* Desf. var. *ramosoobscurum* Jakubz. „Vetvistokoloskaya”. *Genet. Resour. Crop Evol.* **59**, 831-837.
- Kuti, Cs., Láng, L., Tóth, V., Bedő, Z. (2014): A molekuláris genetikai adatok felhasználása a búzanemesítési döntéshozatalban. In: *Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban.* (Szerk. Veisz Ottó) 274-278.
- Mathews, K. L., Chapman, S. C., Trethowan, R., Singh, R. P., Crossa, J., Pfeiffer, W., van Ginkel, M., DeLacy, I. (2006): Global adaptation of spring bread and durum wheat lines near-isogenic for major reduced height genes. *Crop. Sci.* **46**, 603-613.
- McIntosh, R. A., Yamazaki, Y., Devos, K. M., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., Appels, R. (2003): Catalogue of gene symbols for wheat. <http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/wgc/2003>. Accessed 09 March 2012.
- Peng, J. R., Richards, D. E., Hartley, N. H., Murphy, G. P., Devos, K. M., Flintham, J. E., Beales, J., Fish, L. J., Worland, A. J., Pelica, F., Sudhakar, D., Christou, P., Snape, J. W., Gale, M. D., Harberd, N. P. (1999): "Green revolution" genes encode mutant gibberellin response modulators. *Nature*, **400**, 256-261.

## A NAC TRANZKRIPCIÓS FAKTOR SZEREPE A LISZTHARMAT ELLENI VÉDEKEZÉSBEN

TÓTH ZSÓFIA<sup>1</sup>, KOVÁCS LÁSZLÓ<sup>2</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup>Missouri State University, Biology Department, Springfield

Az obligát biotróf patogének összetett védekezési reakciót váltanak ki a fogékony gazdanövényben. Korábbi kutatások kimutatták, hogy lisztharmat gomba fertőzés hatására szalicilsav halmozódik fel a szőlő (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon) levél szöveteiben, ami arra enged következtetni, hogy a szalicilsav része a növény védekezési rendszerének. Microarray módszerrel összehasonlítottuk 3000 gén expressziójának lisztharmat és szalicilsav hatására történő változását, és azt tapasztaltuk, hogy a legtöbb gén hasonlóan reagált mindkét kezelésre. Néhány stressz-függő gén expressziója, köztük a NAC transzkripciós faktort kódoló géné is azonban csak a patogén jelenlétében emelkedett, szalicilsav kezelésre nem reagált. Ezen eredmények alapján feltételezhető, hogy a szalicilsav nem szükséges, illetve szükséges, de önmagában nem elegendő a NAC transzkripciós faktor gén indukálásához. Hogy megvizsgáljuk a NAC működését a gén promóter régióját izoláltuk, amelyet összekapcsoltunk a GUS riportert génnel és a konstrukcióval egy vad és két mutáns *Arabidopsis* típust transzformáltunk. A mutáns vonalakban a szalicilsav-jelátviteli rendszer gátolva van. Mindhárom típusú transzgenikus vonal GUS alapexpressziót mutatott, viszont *Golovinomyces orontii* és *Oidium neolycopersici* fertőzést követően a GUS expressziója szalicilsav szignál-átvitelben blokkolt növényekben is megnövekedett a kontrollhoz képest, ami azt jelenti, hogy a NAC transzkripciós faktor lisztharmat hatására bekövetkező expressziós változása független a szalicilsav-jelátviteli rendszertől.

**Kulcsszavak:** szalicilsav, patogén, szignál transzdukció, szőlő

## ROLE OF NAC TRANSCRIPTION FACTOR IN THE DEFENSE SYSTEM AGAINST POWDERY MILDEW

ZS. TÓTH<sup>1</sup>, L. KOVÁCS<sup>2</sup>, E. KISS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent Istvan University, Institute of Genetics and Biotechnology, Godollo

<sup>2</sup>Missouri State University, Biology Department, Springfield

The obligate biotroph pathogens trigger complex defence reactions in susceptible host plants. Earlier, studies have showed that powdery mildew infection induces salicylic acid accumulation in grape (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon) leaf tissue which suggests that salicylic acid may play a role in the plant defence system. We compared the expression changes of 3000 genes triggered by powdery mildew and salicylic acid using microarray and observed that most of the genes reacted in the same way to both treatments however, the expression of some stress-dependent genes, such as NAC transcription factor gene increased only in the presence of powdery mildew and not because of the effect of salicylic acid treatment. Based on the results, we can presume that salicylic acid is not required, or required but insufficient by itself to induce the NAC transcription factor gene expression. To analyse the NAC regulation, we isolated the promoter region of the gene, fused to GUS reporter gene and transferred into a wild and two mutant *Arabidopsis* types. The mutants are deficient in salicylic acid-mediated signal transduction. All three

transgenic lines showed a basic expression of *GUS* but, following the *Golovinomyces orontii* and *Oidium neolycopersici* infection, a high increase of *GUS* expression could be observed even in the salicylic acid deficient plants compared to the control. It suggests that powdery mildew-mediated regulation of NAC transcription factor is independent of salicylic acid signal transduction.

**Key words:** salicylic acid, pathogen, signal transduction, grape

## Bevezetés

A lisztharmatgombák obligát biotróf patogének, amelyek a korókozók között a legnagyobb károkat okozzák a szőlőművelésben. Habár sok kutatási terület foglalkozik a növény-patogén közti kapcsolat megismerésével, még mindig keveset tudunk a védekezési mechanizmusról, ami magába foglalhatja gének, jelmolekulák, jelátviteli rendszerek együttes működését.

Előzetes kutatások kimutatták, hogy lisztharmat fertőzés hatására szalicilsav halmozódik fel a fogékony növényben, amelyről már bizonyították, hogy része lehet a védekezési mechanizmusnak (*Fung et al., 2008*). Egy korábbi expressziós kísérletünkben összehasonlítottuk a lisztharmat és szalicilsav kezelés hatására bekövetkező változásokat a gének működésében. Az eredmények alapján azt tapasztaltuk, hogy a legtöbb gén hasonló módon és mértékben reagált mindkét kezelésre, azonosítottunk azonban olyan stressz-függő géneket amelyek expressziója egyedül a lisztharmat fertőzést követően emelkedett. Ebben a csoportban sztilbén szintáz gének, transzkripciós faktorok génjei szerepelnek, köztük a *WRKY71* és *NAC* gének, amelyeknek a kórokozók elleni védekezésben betöltött szerepét már mind bizonyították. A Cabernet Sauvignon szőlőben általunk megfigyelt *NAC* gén *Arabidopsis*-ban azonosított ortológjáról (*ANAC042*) tudjuk, hogy fitoalexinek termeléséért felelős, amelyek közismerten a növény patogének ellen bevetett „vegyszerei”. Az *ANAC042* génről már azt is bizonyították, hogy a patogén hasonló expressziót váltott ki a szalicilsav-mentes mutáns növényben, mint a kontrollban (*Saga et al. 2012*). Az eredményekből arra következtettünk, hogy a szalicilsav nem szükséges, vagy szükséges, de önmagában nem elegendő a *NAC* transzkripciós faktor indukciójához. A szalicilsavtól való függés, vagy függetlenség meghatározásához a *NAC* gén promóterét izoláltuk Cabernet Sauvignon fogékony fajtából, összekapcsoltuk *GUS* riportergénnel, és az így létrehozott vektorral egy vad és két szalicilsav-jelátvitelben gátolt mutáns *Arabidopsis*-t transzformáltunk.

## Anyag és módszer

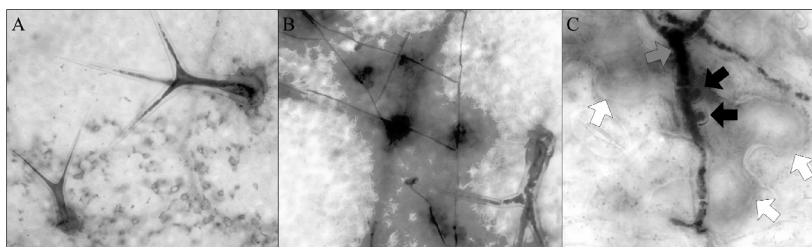
A *NAC* gén működését a gén promóterének izolálásához a Grape Genome Browser-Genoscope adatbázis alapján a Vv3989 F 5'-*CACCTCAATCACACTCAAAAACCA*-3' és a Vv\_24 R 5'-*AGTGCTAGTCTTCTCCACCTCCAT*-3' primereket terveztük. Ezzel a primerpárral egy 3981 bp hosszú DNS szakaszt szaporítottunk fel a gén ATG start kodonja előtti régióból. A promóter szekvenciájának elemzését a PLACE adatbázissal végeztük (*Higo et al. 1999*).

A promóter szakaszt Gateway<sup>®</sup> technológiával *bar* szelekciós markert és *GUS* riportergént tartalmazó pGWB633 (Nakamura *et al.* 2010) típusú bináris vektorba klónoztuk. A vektort *Agrobacterium tumefaciens* GV3101 pMP90-es törzsébe juttatva egy Wassilewskija (WS) ökotípusú vad és két szalicilsav-jelátvitelben gátolt (WS-*nim1-1* szalicilsav-jelátvitel blokkolt mutáns; WS-*nahG* szalicilát dehidrogenáz enzimet tartalmazó transzgenikus) (Ryals *et al.* 1997; Gaffney *et al.* 1993) *Arabidopsis* vonalat transzformáltunk, melyhez a „floral dip” (Clough és Bent 1998) módszert alkalmaztuk. A virágokból fejlődő következő generációhoz a magokat Petri csészékben csíráztattuk és a növényeket hosszú nappalos hideg fehér fény és 22°C-os hőmérséklet mellett neveltük. A 2 hetes növényeket glüfozinát tartalmú Finale vegyszerrel permeteztük és a túlélőket kiválogattuk. Az egymást követő generációkból kiválogattuk mindhárom típusú növényből 3-3 olyan vonalat, melyek egy kópiában tartalmazzák a transzgént. A NAC promóter gombafertőzés hatására indukálódó működését 4 hetes egy kópiás növényeken teszteltük. A fertőzéshez *Oidium neolycopersici* (paradicsomlisztharmat) és *Golovinomyces orontii* (dohánylisztharmat) gombákat használtunk. A fertőzést követően 11 nappal a *GUS* expressziót hisztokémiai festéssel (Jefferson *et al.* 1987) állapítottuk meg. A gombát gyapotkéssel festettük. A mikroszkópos vizsgálatokhoz az Olympus Leica Leitz DMRB típusú fény- és WILD M3Z sztereomikroszkópot használtuk.

### Eredmények

A kiválogatott vonalakat előzetes vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a növények környezeti hatásoktól függetlenül *GUS* alap-expressziót mutatnak mindhárom típusú növényben. Ez a konstitutív működés leginkább a levélszőrökben, vaszkuláris szövetekben, merisztémákban és a fejlődő becőkben volt megfigyelhető. Tizenegy napos fertőzést követően azt tapasztaltuk, hogy mindhárom típusú növény azokon a területeken növeli meg a *GUS* expresszióját, ahol a levél felülete érintkezik a gombával. Mikroszkópos vizsgálatok során azt figyeltük meg, hogy azokban a sejtekben, amelyekben a gomba hausztóriumot fejlesztett, nagyobb a *GUS* kifejeződése, mint az érintetlenekben (1. ábra).

A jelenség mindkét gombafaj fertőzését követően és mindhárom típusú transzgenikus növény esetében azonosítható volt. A NAC promóter szekvenciáját elemezve a következő stressz- és hormon-függő motívumokat azonosítottuk: szalicilsav-, etilén, jazmonsav- és elicitor-érzékeny elemek (1. táblázat), amelyek mindegyike felelős lehet a NAC gén transzkripciójának indukálásáért a lisztharmatfertőzésben.



1. ábra *Al*-fertőzött (A) és *Golovinomyces orontii*-val fertőzött (B) transzgenikus növény. (C) A NAC promóter kifejeződése az érintett sejtben (*Oidium neolycopersici* fertőzés) Fekete nyíl: a gomba által fejlesztett hausztóriumok; szürke nyíl: gomba hifa; fehér nyíl: Gomba által megtámadott sejt, amely a  $\beta$ -glükuronidázt expresszálja



1. táblázat A NAC promóter szekvenciájában azonosított regulátor (*cis*)-elemek

	<i>Cis</i> -elem	Indukció	<i>Cis</i> -elem helye bp-ban az 'ATG' start kodontól számítva
Biotikus stressz	'TTGACC'	Gomba-elicitor	99, 967, 1722, 3360
	'TTGAC'	Szalicilsav indukált WRKY-kötő	100, 485, 761, 968, 1317, 1599, 1723, 2752, 2934, 3360, 3708
	'CTGACY'	Elicitor	2595, 3901
	'YTGTCWC'	Silencing-elem	2009, 3663
	'GCCGCC'	Patogén/ERF <sup>1</sup> *-kötő	1297
	'GAAAAA'	Patogén/só	442, 666, 1258, 1565, 1866, 1985, 2017, 2456, 2830, 3771, 3812
Abiotikus stressz	'TGACG'	Auxin/ szalicilsav	270, 1751, 2751, 2927
	ACTTTA	Auxin	2393
	'TGTCTC'	ARF <sup>2</sup> *-kötő	2009, 3101, 3664
	'ACACNNG'	Abszizinsav	844
	'AWTTCAAA'	Etilén	493, 1015, 1423, 2656, 3052, 3537
	'CCGAAA'	Hideg stressz	3090
	'AAACAAA'	Anaerób stressz	569, 897, 1575, 2273, 2586, 3492
	'ACGTG'	Fényhiány stressz	1756, 2929

<sup>1</sup>\*Ethylene Response Factor, <sup>2</sup>\*Auxin Response Factor

### Következtetések

Kutatásunk célja, hogy megismerjük a NAC transzkripciós faktor liszt-harmat fertőzés során betöltött szerepét, működésének hátterét. A NAC-promóter::GUS riporter gén konstrukcióval transzformált *Arabidopsis* növények vizsgálatakor megfigyeltük, hogy a NAC promóter környezeti hatásoktól függetlenül alap-expressziót mutat, ami leginkább a növények levélszőrében, vaszkuláris szöveteiben, merisztémákban és fejlődő becőkben volt látható. A jelenség alapján feltételezhető, hogy a NAC transzkripciós faktor liszt-harmat elleni védekezésben betöltött szerepe mellett más, talán alap/metabolikus funkciókat is ellát a növényben. Mivel mindhárom típusú transzgenikus növényben azonosítottuk a GUS alapműködését, ezért valószínűsíthető, hogy e funkciók ellátásához nem szükséges a szalicilsav jelenléte, sem a szalicilsavas jelátviteli rendszer működése. A NAC gén liszt-harmat elleni védekezésben betöltött szerepét viszont a fertőzést követő megemelkedett GUS expresszió bizonyította. A gomba hatására bekövetkező indukció mindhárom típusú növényben azonosítható volt, tehát a NAC gén megnyilvánulásának a liszt-harmattól függő megnövekedése is független a szalicilsavtól, ami összhangban van az *Arabidopsis*-ban található ANAC042 gén patogén által kiváltott reakciójával szalicilsav-mentes növényben (Saga et al. 2012). Ezek az eredmények azt bizonyítják, hogy nem a szalicilsav a felelős jelmolekula a liszt-harmat és NAC gén közötti kapcsolatban, viszont a promóter szekvenciáját elemezve elicitor és etilén-érzékeny elemeket azonosítottunk, amelyek szintén jelmolekulaként működhetnek a biotikus stresszekben. A NAC génnek a fertőzés helyén megfigyelhető specifikus megnyilvánulásából és egy

korábbi kutatás eredményéből (Chandran *et al.* 2010), amely kimutatta a hausztórium körül fokozottan expresszált, a védekezésben szerepet játszó géneket, arra következtethetünk, hogy a NAC transzkripciósfaktort a növény termeli védekezés céljából és nem a gomba irányítja működését.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az OTKA 77867, a TÁMOP-4.2.2.B-10/1 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat és a Kutató Kari Kiválósági Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL támogatta.

### Irodalom

- Chandran, D., Inada, N., Hather, G., Kleindt, C. K., Wildermuth, M. C. (2010) Laser microdissection of *Arabidopsis* cells at the powdery mildew infection site reveals site-specific processes and regulators. *Proceeding of the National Academy of Sciences* **107**, 460-465
- Clough, S. J., Bent, A. F. (1998) Floral dip: a simplified method for *Agrobacterium*-mediated transformation of *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal* **16**, 735-743.
- Fung, R. W. M., Gonzalo, M., Fekete, C., Kovács, L. G., He, Y., Marsh, E., MyIntyre, L. M., Schachzman, D. P., Qiu, W. (2008) Powdery mildew induces defense-oriented reprogramming of the transcriptome in a susceptible but not in a resistant grapevine. *Plant Physiology* **146**, 236-249.
- Gaffney, T., Friedrich, L., Vernooij, B., Negrotto, D., Nye, G., Uknes, S., Ward, E., Kessmann, H., Ryals, J. (1993) Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. *Science* **261**, 754-756.
- Higo, K., Ugava, Y., Iwamoto, M., Korenaga, T. (1999) Plant *cis*-acting regulatory DNA elements (PLACE) database: 1999. *Nucleic Acids Research* **27**, 297-300.
- Jefferson, R. A., Kavanagh, T. A., Bevan, M. W. (1987) *GUS* fusions: beta-glucuronidase as a sensitive and versatile gene fusion marker in higher plants. *The EMBO Journal* **6**, 3901-3907.
- Nakamura, S., Mano, S., Tanaka, Y., Ohnishi, M., Nakamori, C. (2010) Gateway binary vectors with the bialaphos resistance gene, bar, as a selection marker for plant transformation. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* **74**, 100184-100181-100185.
- Ryals, J., Weymann, K., Lawton, K., Friedrich, L., Ellis, D., Steiner, H. Y., Johnson, J., Delaney, T. P., Jesse, T., Vos, P., Uknes, S. (1997) The *Arabidopsis* NIM1 protein shows homology to the mammalian transcription factor inhibitor I $\kappa$ B. *The Plant Cell Online* **9**, 425-439.
- Saga, H., Ogawa, T., Kai, K., Suzuki, H., Ogata, Y., Sakurai, N., Shibata, D., Ohta, D. (2012) Identification and characterization of *ANAC042*, a transcription factor family gene involved in the regulation of camalexin biosynthesis in *Arabidopsis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* **25**, 684-696.

## SILÓKUKORICA HIBRIDEK EMÉSZTHETŐ SZÁRAZANYAG TERMÉSÉNEK ALAKULÁSA VIRÁGZÁSTÓL BETAKARÍTÁSIG

TÓTHNÉ ZSUBORI ZSUZSANNA, PÓK ISTVÁN, PINTÉR JÁNOS,  
MARTON L. CSABA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A szilázs mennyisége és minősége nagymértékben függ a betakarítás helyes időzítésétől. Az érés előrehaladtával a csőben egyre több tápanyag halmozódik fel, míg a többi növényi rész emészthetősége fokozatosan romlik. A virágzástól kezdve 10 naponként vett növényi mintákból vizsgáltuk a szárazanyag felhalmozódás és a beltartalmi összetevők, elsősorban a lignin és az emészthető szervesanyag tartalom alakulását a csőben és a többi növényi részben, valamint a csőarány változását. A teljes növényi szárazanyaghoz viszonyítva a cső részaránya folyamatosan nőtt, ezzel párhuzamosan szárazanyag tartalma és emészthető szervesanyag tartalma is. A leveles szár emészthető szervesanyag tartalma ezzel szemben a kezdeti enyhe emelkedés után csökkenő tendenciát mutatott. A lignintartalom a csőben folyamatosan csökkent, míg a többi növényi részben enyhe csökkenés után a betakarítás idejére jelentősen megnőtt. Az emészthető szárazanyag hozam 35-40% közötti szárazanyag tartalomnál érte el a maximumát, azután csökkent.

**Kulcsszavak:** silókukorica, emészthető szárazanyag, termés

## DIGESTIBLE DRY MATTER YIELD TRENDS FROM FLOWERING TO HARVEST OF SILAGE MAIZE HYBRIDS

Z. TÓTHNÉ ZSUBORI, I. PÓK, J. PINTÉR, C. L. MARTON

Agricultural Institute Centre for Agricultural Research  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The harvest date for silage maize has a substantial influence on the quantity and quality of the silage. As ripening proceeds, increasing quantities of nutrients accumulate in the ear while the digestibility of the other plant organs gradually deteriorates. The accumulation of dry matter and changes in the chemical components, primarily the lignin and digestible organic matter content in the ear and the other plant organs, were examined together with changes in the ear ratio in plant samples taken every 10 days from flowering onwards. The proportion of the ear compared with the whole plant dry matter gradually increased with a simultaneous increase in the dry matter content and digestible organic matter content. By contrast, the digestible organic matter content of the leafy stalks rose slightly at first but then exhibited a declining trend. The lignin content in the ear gradually decreased while in the other plant organs, after a slight initial reduction, it rose considerably by harvest. The digestible dry matter yield reached a maximum at a dry matter content of 35–40%, after that it declined.

**Key words:** silage maize, digestible dry matter, yield

## Bevezetés

Az emészthetőség erősen függ a növény érettségi állapotától és szárazanyag tartalmától, ezért is kiemelten fontos a betakarítási idő helyes megválasztása. A silókukorica optimális betakarításkori szárazanyag tartalma 35% körül van. Egyes szerzők ennél alacsonyabb (*Argillier és Barrière, 1996, Kim et al., 1999*), mások magasabb szárazanyag tartalomnál mérték a maximális emészthetőséget (*Giardini et al., 1976; Hunt et al., 1989*). Az érés előrehaladtával a szár szárazanyagának lebonthatósága csökken, mivel a növényi szövetekben - elsősorban a szárban - egyre több lignin halmozódik fel, ami az emészthetőséget rontja (*Bal et al., 2000; Russell, 1986*). A teljes növény emészthetősége viszont a csóarány növekedésének köszönhetően javul (*Gul et al., 2008*). Összességében az optimális szárazanyag hozam, minőség és tejhozam 30-40% közötti szárazanyag tartalomnál várható (*Darby és Lauer, 2002*).

*Ma et al. (2006)* azt tapasztalták, hogy 35% szárazanyag tartalomnál volt a legnagyobb a szárazanyag akkumuláció, amit a tejes- és viaszérés közötti állapotban mértek. Ez az északabbra fekvő területeken 50 nappal, délebbre 35 nappal a virágzás után következik be. *Giardini et al. (1976)* szerint a legnagyobb szárazanyag termés és a legjobb beltartalom virágzás után 40-45 nappal (38-42% szárazanyag) várható. Irodalmi adatok alapján a szár szénhidrát tartalma a hímvirágzás után egy ideig emelkedik, majd a 35. naptól csökken (*Dwyer et al., 1995*). Az *in vitro* emészthető nem oldódó szénhidrátok mennyisége szintén a virágzás utáni 35. nappal stabilizálódik (*Argillier és Barrière, 1996*).

Fentiek alapján célkitűzésünk volt megvizsgálni a szárazanyag termés és a beltartalom változásait az érés során néhány martonvásári nemesítésű silókukorica hibrid esetében, hogy meghatározzuk a betakarítás optimális időpontját, amikor a legnagyobb emészthető szárazanyag hozamot érhetjük el.

## Anyag és módszer

A kísérletben szereplő silókukorica hibrideket Martonvásáron vetettük el 2013-ban, véletlen blokk elrendezésű 4 soros parcellákban, 3 ismétlésben, öntözött körülmények között. A vizsgált genotípusok az Mv Nutrisil, Mv Siloking, Mv Kámasil, és Mv Megasil voltak. Az első mintavétel közvetlenül virágzás után történt (július 15.), majd betakarításig 10 naponként megismételtük (július 25., augusztus 5., 15. és 26.). Ismétléseként három növényt kivágtunk, a csöveket csuhévelekkel együtt eltávolítottuk, majd a visszamaradt növényi részeket egyben leszecskáztuk. A csöveket külön szecskáztuk. Az aprított növényi anyag kémiai összetételét egy Bruker MPA típusú NIR spektrométerrel mértük, és INGOT kalibrációs szoftver segítségével értékeltük. A szárazanyag tartalom és csóarány meghatározásához minden ismétlésből külön növényeket vettünk, melyekről a csöveket eltávolítottuk, majd szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig történő szárítás után visszamértük külön a csövet és a többi növényi részt. A kapott adatokat kéttényezős varianciaanalízissel értékeltük. Az emészthető szárazanyag hozam meghatározásához a következő képletet használtuk:

$$IVDMY = DMY \cdot IVDOM / 100$$

ahol IVDMY= emészthető szárazanyag hozam (t/ha), DMY= szárazanyag hozam (t/ha), IVDOM= *in vitro* emészthető szervesanyag tartalom (%). A hektáronkénti szárazanyag hozam kiszámításához az egy növényre vetített szárazanyag hozamot szoroztuk a kísérletben beállított 80.000 tó/ha tőszámmal.

**Eredmények és következtetések**

A kísérletben szereplő hibridek nővirágzása július 10. és 15. közé esett. Az első mintavétel közvetlenül a virágzás után történt. Szakirodalmi adatok és a korábbi évek tapasztalatai alapján az utolsó mintavételt a virágzás utáni 40. napra időzítettük. A nyári súlyos aszály és extrém magas hőmérséklet miatt a növényeknél kényszerérés, korai fel- és leszáradás következett be, így a betakarításkori szárazanyag tartalmuk kissé magasabb volt a vártnál, 40,63% a hibridek átlagában.

A cső szárazanyag tartalma dinamikusabb növekedést mutatott, mint a többi növényi rész (1. táblázat). A leveles szár virágzáskor mért szárazanyag tartalma a betakarítás idejére közel kétszeresére, míg a cső esetében ötszörösére nőtt. A cső nyers tömege eleinte nőtt a szemek kifejlődésével, majd a száradás és a szemek vízleadása miatt a betakarítás idejére kissé visszaesett. A többi növényi rész tömege eleinte csak enyhén, majd az utolsó két mintavétel időpontja között nagyobb mértékben csökkent. A betakarítás idejére a Nutrisil hibrid érte el a legnagyobb zöldtömeget (1004 g/növény).

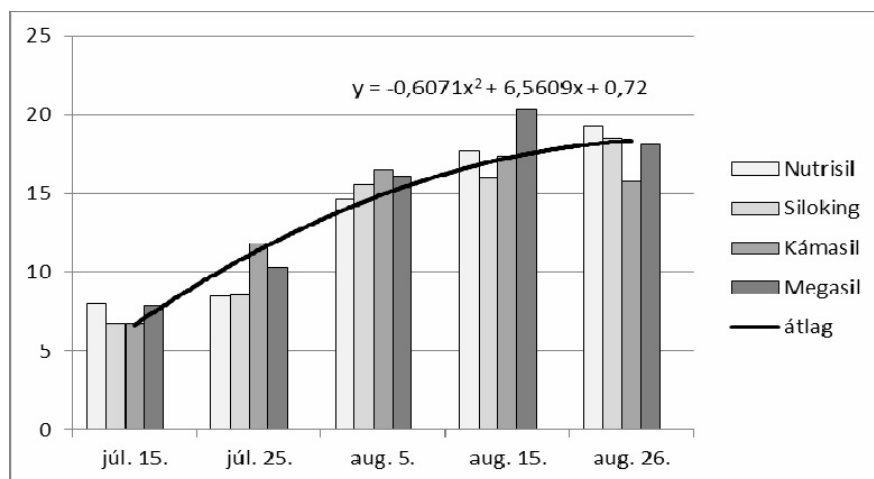
A beltartalmi mutatók közül az emészthető szervesanyag tartalom az érés előrehaladtával a szárban folyamatosan csökkent, míg a csőben nőtt, ami megfelel a szakirodalomban található adatoknak (Bal et al., 2000; Gul et al., 2008). Silóérettségben a cső emészthető szervesanyag tartalma csaknem 30%-kal volt több, mint a többi növényi részé összesen (75,18% és 57,23%). Az utolsó két mintavétel között ez az érték már nem növekedett, sőt az adatpontokra illesztett görbe alapján a betakarítás idejére enyhe csökkenést mutatott. Az emészthetőséget befolyásoló másik fontos paraméter, a lignintartalom esetében fordított tendenciát tapasztaltunk: a szárban enyhén nőtt, míg a csőben jelentősen csökkent a lignin mennyisége az érés folyamán. A genotípusok között azonos mintavételi időpontban mért különbség nem volt szignifikáns egyik tulajdonságra sem. Egyes szerzők szerint a növényi részek emészthetősége nem annyira a genotípustól, mint inkább az érettségi állapottól függ (Masoero et al., 2006).

1. táblázat A leveles szár és a cső főbb beltartalmi mutatóinak alakulása különböző mintavételi időpontokban (IVDOM=emészthető szervesanyag). Martonvásár, 2013

	júl. 15.	júl. 25.	aug. 5.	aug. 15	aug. 26.
<i>Leveles szár</i>					
szárazanyag (%)	17,05	19,83	19,95	25,54	30,68
lignin (%)	5,10	5,08	4,92	5,01	5,71
IVDOM (%)	66,11	66,29	64,92	61,25	57,23
<i>Cső</i>					
szárazanyag (%)	10,94	11,68	25,68	39,26	50,58
lignin (%)	4,31	3,59	2,80	2,66	2,44
IVDOM (%)	69,33	71,88	77,40	74,31	75,18

A silókukorica hibridek fontos értékmérő tulajdonsága a csőarány és a szárazanyag hozam. A Nutrisil hibrid csőaránya volt a legkisebb a vizsgált hibridek között (52,07%), szárazanyag hozama azonban a legnagyobb volt (28,90 t/ha). A cső részaránya a teljes növényi szárazanyagban minden hibrid esetében folyamatosan nőtt. A második és harmadik mintavételezés közötti időszakban (az 50%-os nővirágzás utáni 10. és 20. nap között) jelentősebb ugrás volt tapasztalható. A csövek és a leveles szár emészthető szervesanyag tartalmában a genotípusok között nem volt szignifikáns különbség. Az emészthető szárazanyag hozam eleinte nagyobb, majd kisebb mértékű emelkedést mutatott (1. ábra). A Kámasil és Megasil hibridek esetében a betakarítás idejére csökkent is. A hibridek átlagában a virágzás utáni 40. naptól volt tapasztalható az emészthető szárazanyag hozam csökkenése.

Eredményeink azt mutatják, hogy 40% szárazanyag tartalom felett a silókukorica minősége már kevésbé jó. Beltartalmi mutatói kedvezőtlen irányba változnak, lignintartalma nő, miközben emészthető szervesanyag tartalma csökken. Ezzel együtt hektáronkénti emészthető szárazanyag hozama is csökken. A túl nagy szárazanyag tartalom a tárolás (tömörítés és erjedés) szempontjából sem kedvező. A silókukorica betakarítását tehát 35-40% szárazanyag tartalomnál érdemes elvégezni, ami száraz, aszályos években a virágzás utáni 35-40. napra esik a vizsgált hibridek esetében.



1. ábra Silókukorica hibridek emészthető szárazanyag hozamának (t/ha) alakulása az érés folyamán. Martonvásár, 2013

**Irodalom**

- Argillier O., Barrière Y. (1996): Genotypic variation for digestibility and composition traits of forage maize and their changes during the growing season. *Maydica*, **41**, 279-285.
- Bal M. A., Shaver R. D., Shinnors K. J., Coors J. G., Lauer J. G., Straub R. J., Koegel R. G. (2000): Stage of maturity, processing and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **86**, 83-94.
- Darby H. M., Lauer J. G. (2002): Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality and preservation. *Agronomy J.*, **94**, 559-566.
- Dwyer L. M., Andrews C. J., Stewart D. W., Ma B. L., Dugas J. A. (1995): Carbohydrate levels in field-grown leafy and normal maize genotypes. *Crop Sci.*, **35**, 1020-1027.
- Giardini A., Gaspari F., Vecchietini M., Schenoni P. (1976): Effect of maize silage harvest stage on yield, plant composition and fermentation losses. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **1**, 313-326.
- Gul I., Demirel R., Kilicalp N., Sumerli M., Kilic H. (2008): Effect of crop maturity stages on yield, silage chemical composition and in vivo digestibilities of the maize, sorghum and sorghum-sudangrass hybrids grown in semi-arid conditions. *J. Anim. Vet. Adv.*, **7**, 1021-1028.
- Hunt C. W., Kezar W., Vinande R. (1989): Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by maturity. *J. Prod. Agric.*, **2**, 357-361.
- Kim J. D., Kim D. A., Lee J. G., Lee H. Y. (1999): Yield and quality of corn for silage as affected by hybrid and kernel milkline stage. *Kor. J. Dairy Sci.*, **21**, 207-220.
- Ma B. L., Subedi K. D., Stewart D. W., Dwyer L. M. (2006): Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dual-purpose corn hybrids. *Agron. J.*, **98**, 922-929.
- Masoero F., Rossi F., Pulimeno A. M. (2006): Chemical composition and in vitro digestibility of stalks, leaves and cobs of four corn hybrids at different phenological stages. *Italian J. Anim. Sci.*, **5**, 215-227.
- Russell J. R. (1986): Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. *Anim. Feed Sci. Tech.*, **14**, 11-27.

## ÚJ BÚZA/ÁRPA DITELOSZÓMÁS ADDÍCIÓS VONALAK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS AZONOSÍTÁSA FLUORESzcENS *IN SITU* HIBRIDIZÁCIÓVAL ÉS MOLEKULÁRIS MARKEREKKEL

TÜRKÖSI EDINA, CSEH ANDRÁS, LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A búza és árpa keresztezésével lehetővé válik, hogy az árpa agronómiailag fontos tulajdonságait a búzába átvigyük (pl. koraiság, szárazságtűrés, sőtűrés, minőségi paraméterek). Ehhez szükséges a búza keresztezése jól alkalmazkodó árpa genotípusokkal. A Martonvásáron előállított 'Asakaze komugi' japán fakultatív búzafajta és 'Manasz' ukrán hatsoros árpafajta hibridek utódaiból búza/árpa diteloszómás addíciós vonalakat állítottunk elő. A vonalakat a BC<sub>2</sub> növények öntermékenyített utódai közül válogattuk ki. Az árpa kromoszómakarokat hordozó addíciós vonalakban az idegen kromoszóma szegmentumokat genomi *in situ* hibridizációval (GISH) mutattuk ki. Az árpa kromoszómákat fluoreszcens *in situ* hibridizációval (FISH) azonosítottuk repetitív DNS próbák segítségével (HvT01, GAA, pTa71, Afa family), majd az azonosítást molekuláris markerek (SSR és STS) felhasználásával erősítettük meg. A 2H, 3H, 4H, 6H, 7H árpa kromoszómák rövid- vagy hosszú karját hordozó vonalak alkalmasak az adott kromoszómakaron lokalizált gének térképezésére.

**Kulcsszavak:** *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, búza/árpa diteloszómás addíciós vonalak, *in situ* hibridizáció, molekuláris markerek

## DEVELOPMENT AND IDENTIFICATION OF NEW WHEAT/BARLEY DITELOSOMIC ADDITION LINES USING FLUORESCENCE *IN SITU* HYBRIDIZATION AND MOLECULAR MARKERS

E. TÜRKÖSI, A. CSEH, M. MOLNAR-LÁNG

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

The intergeneric hybridization of wheat and barley makes possible to transfer agronomically useful traits (e.g. earliness, drought tolerance, salt tolerance, and nutritional parameters) from barley into wheat. To utilize these traits of barley cultivars, it is necessary to produce wheat–barley addition and introgression lines with an agronomically adaptable six-rowed winter barley cultivar. A wheat × barley hybrid was produced in Martonvásár from a cross between a Japanese facultative wheat 'Asakaze komugi' (Asakaze) as female and a Ukrainian six-rowed winter barley 'Manas' as male. The ditelosomic addition lines were selected from the progenies of self-fertilized BC<sub>2</sub> plants using genomic *in situ* hybridization (GISH). The addition lines were identified by fluorescence *in situ* hybridization (FISH) using repetitive DNA probes (HvT01, GAA, pTa71, and Afa family), followed by confirmation with barley molecular markers. Using the ditelosomic addition lines containing the short and long arm of 2H, 3H, 4H, 6H and 7H barley chromosomes it is possible to assign the chromosomal localization of genes responsible for the agronomically useful traits.

**Key words:** *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*, wheat–barley ditelosomic addition lines, *in situ* hybridization, molecular markers



## Bevezetés

A búza rokonsági körébe tartozó termesztett és vad fajok rendkívül széles genetikai diverzitással rendelkeznek számos agronómiai tulajdonság tekintetében. Az árpa (*Hordeum vulgare* L.), fontos termesztett gabonafélének, számos értékes, búzától eltérő tulajdonságot hordoz. Az őszi árpa az őszi búzánál általában egy héttel korábban aratható, ami a korai aszályos időszakban kedvezőbb szemfejlődést eredményezhet. A minőségi paraméterek tekintetében fontos különbség, hogy bizonyos létfontosságú aminosavak (pl. lizin) az árpában nagyobb arányban fordulnak elő. Egyes árpa genotípusok kiváló só- és szárazságtűrők.

Martonvásáron, az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetben évtizedek óta foglalkoznak a termesztett búza és az árpa keresztezésével, melynek eredményeként különböző kombinációban hibrideket, illetve a hibridek búzával végzett visszakeresztezésével fertilis BC<sub>2</sub> utódokat, egyes kombinációkban addíciós vonalakat és egy szubsztitúciós vonalat állítottak elő (Molnár-Láng és mtsai 1985, 2000, 2012). A hibridekben és utódvonalaikban az árpa kromoszómák GISH-sel kimutathatók, FISH-sel és molekuláris markerekkel egyértelműen azonosíthatók. A búza/árpa addíciós vonalak felhasználásával lehetővé válik, hogy a kedvező tulajdonságokért felelős gének kromoszomális lokalizációját meghatározzuk.

A Martonvásáron létrehozott 'Asakaze komugi' × 'Manasz' búza × árpa hibrid utódai közül árpa kromoszómakarokat (2HS, 2HL, 3HS, 3HL, 4HS, 4HL, 6HS, 6HL, 7HS, 7HL) hordozó ditelosómás vonalakat válogattunk ki. A ditelosómás vonalak alkalmasak arra, hogy az adott kromoszómakaron lokalizált géneket térképezzük. Segítségükkel meghatározható, hogy az egyes árpa gének búza háttérben hogyan befolyásolják a fontosabb agronómiai tulajdonságokat. A ditelosómás vonalaktól az árpa kromoszómakaron áramlásos citometriával kiválogathatók, amelyek ezután szekvenálhatók. A szekvencia adatok ismeretében jól összehasonlítható az őszi és a tavaszi árpa genotípusokban a fontosabb agronómiai tulajdonságokért felelős genom régiók nukleotid sorrendje.

## Anyag és módszer

Növényi anyag: 'Asakaze komugi' × 'Manasz' búza × árpa hibridek búzával történt visszakeresztezéséből származó utódnemzedékek és diszómás addíciós vonalak (Molnár-Láng és mtsai 2000, 2012).

Módszerek: gyökércsúcsokból metafázisos kromoszóma dörzspreparátumot készítettünk és -20 °C-on tároltuk felhasználásig.

A GISH-t Molnár-Láng et al. (2000) leírása szerint végeztük. A GISH során árpából izolált, genomi DNS-próbát hibridizálunk a búza kromoszómák mellett jelenlévő idegen eredetű kromoszómákhoz, kromoszóma-szegmensekhez. A hibridizáció során a hibridizációs keverék tartalmazza mind a jelölt idegen fajú próba DNS-t, mind a nem jelölt búza DNS-t (blokkoló DNS). A próba jelöléshez digoxigenin-11-dUTP-t (Roche) és biotin-16-dUTP-t (Roche) használtunk.

FISH vizsgálatainkban a következő DNS-próbákat alkalmaztuk: pTa71 (Gerlach és Bedbrook 1979), GAA (Pedersen et al. 1996), HvT01 (Schubert et al. 1998), Afa-family (Nagaki et al. 1995).

## BÚZA/ÁRPA DITELOSZÓMÁS ADDÍCIÓS VONALAK

A hibridizációs jeleket anti-digoxigenin- Rhodamine (Roche) és streptavidin-FITC (Roche) felhasználásával detektáltuk. A DAPI-val (4',6-diamidino-2'-fenilindol) történő kontraszt festés után a hibridizációs jelek dokumentálása fluoreszcens mikroszkóphoz kapcsolt CCD-kamerával és digitális képfeldolgozó rendszer segítségével történik.

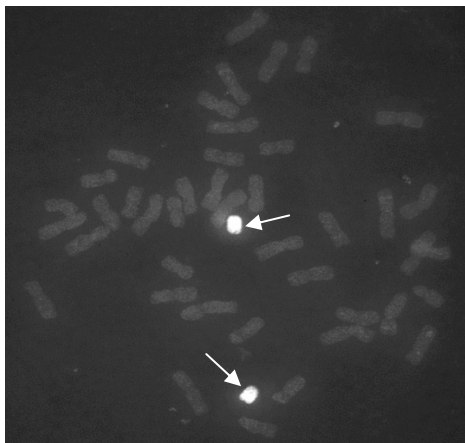
Az 'Asakaze komugi'/'Manasz' diteloszómás addíciós vonalak FISH-sel történő azonosítását molekuláris (SSR és STS) markerek segítségével erősítettük meg. A vizsgálatokhoz genomi DNS-t izoláltunk az addíciós vonalaktól, valamint kontrollként a szülői (búza és árpa) genotípusokból. Az árpa kromoszómák rövid és hosszú karjára specifikus mikroszatellit markereket a Ramsay és mtsai (2000) által közölt árpa genetikai térkép alapján választottuk ki. 2HS: HvCsIF4; 2HL: Bmag0125; 3HS: HvLTPPB; 3HL: HvM60; 4HS: HvM40; 4HL: HvM67; 6HS: Bmac0316; 6HL: Ebmac0806; 7HS: HvM4; 7HL: HvCsIF6. A reakciókat Eppendorf Master Cycler típusú PCR-készülékben hajtottuk végre. A PCR-termékeket agaróz gélen választottuk szét vagy fragmentanalizátorral értékeltük ki.

### Eredmények és következtetések

A 2H, 3H, 4H, 6H és 7H árpa kromoszómák rövid és hosszú karját hordozó búza/árpa diteloszómás addíciós vonalakat az 'Asakaze komugi' × 'Manasz' búza × árpa hibrid 860 vizsgált utódnövénye közül válogattuk ki molekuláris citogenetikai módszerekkel, elsősorban monoszómás addíciós vonalaktól. A 3HS vonalat 3H diszómás addíciós vonalból, a 6HS, 6HL, 7HS, 7HL diteloszómás addíciós vonalakat dupla monoszómás növényekből állítottuk elő. A vizsgált egyedek 30%-a volt homozigóta teloszómás növény és a növények mintegy 46%-ból az árpa kromoszómák kiestek.

A legtöbb vonalat a BC<sub>2</sub>F<sub>3</sub> generáció növényei közül szelektáltuk (2HS, 2HL, 3HS, 4HS, 4HL, 6HS), a BC<sub>2</sub>F<sub>2</sub> nemzedékből 3 vonalat (6HL, 7HS, 7HL), míg a BC<sub>2</sub>F<sub>4</sub> nemzedékből 1 vonalat (3HL) válogattunk ki.

A kísérleti munka során első lépésben a GISH-sel kiválogatott vonalakban FISH-sel repetitív DNS próbák segítségével meghatároztuk az árpa kromoszómákat, melyek rövid és hosszú karján térképezett SSR és STS markerek segítségével a citológiai azonosítást megerősítettük.



*1. ábra* Árpa kromoszómák kimutatása GISH-sel (4HS diteloszómás addíciós vonal). A két jelölődött (világos) kromoszóma az árpa telocentrikus kromoszómápar (nyilak)

1. táblázat A diteloszómás vonalak kiválogatása során az utódokban GISH-sel detektált árpa kromoszómák száma

Vizsgált genotípusok	A vizsgált szemekben kimutatott árpakromoszómák							
	2 telo	1 telo	cf	1 v. 2 árpa	1 v. 2 árpa+telo	Egyéb	Ø	Vizsgált szemek száma
2HS	17	6					14	37
2HL	19	4	6				17	46
3HS	51	19			1		38	109
3HL	12	24		1		2	86	125
4HS	33	45				1	115	194
4HL	23	10					16	49
6HS	13	19		17	6	2	56	113
6HL	29	13					6	48
7HS	10	6					8	24
7HL	53	17		1	5		39	115
Összesen	260	163	6	19	12	5	395	860

telo = telocentrikus kromoszóma, cf = centrikus fúzió, Ø= eliminálódott

A kiválogatott vonalak mindegyike fertilisnek bizonyult, a növényenkénti szemszám a legtöbb esetben meghaladja a 100-at. Jelenleg mindegyik vonalból több száz szemmel rendelkezünk.

Morfológiai analízis céljából a tíz diteloszómás addíciós vonalat és a szülői genotípusokat fitotroni növénynevelő kamrákban neveljük fel. Mindegyik vonal esetében a csírázási képesség 100%-os volt, kivéve a 7HS vonalat, amelyiknél csak a szemek 77%-a csírázott. Az eddigi citológiai vizsgálatok kimutatták, hogy a vonalak stabilitása minden esetben meghaladja a 60%-ot, egy kivétellel: a 6HS vonal esetében egy diteloszómás növényről származó 20 levizsgált szemből csak 6 volt homozigóta (31%). A 3H diszómás addícióval összehasonlítva, – melynél a homozigóta növények aránya jóval alacsonyabb 50%-nál – mind a 3HS, mind a 3HL vonal jóval stabilabb.

### Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a K 104382 és PD 105594 OTKA, és a 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 TÁMOP pályázat támogatásával készült.

### Irodalom

Molnár-Láng, M., Sutka, J., Barnabás, B., Sági, L., Belea, A. (1985): Árpa (*Hordeum vulgare* L.) x búza (*Triticum aestivum* L.) hibrid előállítás. *Növénytermelés* 34: pp. 257-262.

## BÚZA/ÁRPA DITELOSZÓMÁS ADDÍCIÓS VONALAK

---

- Molnár-Láng, M., Linc, G., Logojan, A., Sutka, J. (2000) : Production and meiotic pairing behaviour of new hybrids of winter wheat (*Triticum aestivum*) x winter barley (*Hordeum vulgare*). *Genome* 43: pp. 1045-1054.
- Molnár-Láng, M., Novotny, C., Linc, G., D. Nagy, E. (2005): Changes in the meiotic pairing behaviour of a winter wheat-winter barley hybrid maintained for a long term in tissue culture, and tracing the barley chromatin in the progenies using GISH and SSR markers. *Plant Breeding* 124: pp. 247-252.
- Molnár-Láng, M., Kruppa, K., Cseh, A., Bucsi, J., and Linc, G. (2012): Identification and phenotypic description of new wheat – six-rowed winter barley disomic additions. *Genome* 55: pp. 302-311.

## AZ EMELT LÉGKÖRI CO<sub>2</sub> ÉS A VÍZMEGVONÁS KOMBINÁLT HATÁSAI ÓSZI BÚZAFAJTÁK VÍZFORGALMÁRA

VARGA BALÁZS, VEISZ OTTÓ

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

Üvegházi modellkísérletekben őszi búza genotípusok CO<sub>2</sub> reakcióját vizsgáltuk optimális vízellátásnál, valamint a fejlődés két, a vízigény és a termésképzés tekintetében is kritikus fázisában, a szárbainduláskor és a kalászoláskor szimulált aszályhelyzetben. A növények vízfogyasztását (WU; m<sup>3</sup>) öntözésről-öntözésre mérlegeléssel határoztuk meg hetente három alkalommal és ezt a szemtermés mennyiségéhez (kg) viszonyítva számítottuk ki a transpiráció produktivitását (WUE; kg/m<sup>3</sup>). Jelentős különbségeket tapasztaltunk a fajták vízmegvonással szembeni érzékenységében, valamint azt, hogy az átmeneti vízhiány hogyan befolyásolta a teljes tenyészidőszakban felvett vízmennyiség hasznosulását. A 700 és 1000 ppm szintre emelt légköri CO<sub>2</sub> koncentráció a fajták egy részénél jelentősen javította a vízhasznosító képességet mind a kontrol állományban, mind pedig a kezelt növényeknél. Eredményeink alapján az emelt CO<sub>2</sub> kedvezőbb vízhasznosítást eredményezett mindamellet, hogy csökkentette a vízhiány okozta termésveszteséget.

**Kulcsszavak:** őszi búza, vízfelhasználás, transpirációs produktivitás

## COMBINED EFFECTS OF THE ELEVATED ATMOSPHERIC CO<sub>2</sub> CONCENTRATION AND THE DROUGHT STRESS ON THE WATER USE PROPERTIES OF WINTER WHEAT GENOTYPES

B. VARGA, O. VEISZ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research,  
Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

Interaction of the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration and simulated drought on winter wheat genotypes were investigated in a model experiment. Plants were grown either with optimum water supplies or with simulated drought in two phenophases. Measurements were made on the yield parameters, phenological traits and water use parameters of the plants. Water use of plants was monitored irrigation to irrigation three times a week and at the end of the vegetation, the total water use was calculated. The water use efficiency (WUE; kg m<sup>-3</sup>) was calculated by dividing the grain yield (kg) by the water used during the vegetation period (WU; m<sup>3</sup>). Significant differences were determined investigating the influence of the water shortage on the water use efficiency of plants during the vegetation period but also meaningful alterations were found among the drought and CO<sub>2</sub> sensitivity of varieties examined. Elevated CO<sub>2</sub> concentration improved the water use efficiency typically but there was found some differences among the genotypes that could be followed not only by the control but also by the drought treated plants.

**Key words:** winter wheat, water use efficiency, water uptake

## Bevezetés

Az egyik legnagyobb kihívás, mellyel a jövő mezőgazdaságnak szembe kell néznie az, hogy a folyamatosan növekvő népességet kell ellátni élelemmel, miközben ehhez egyre csökkenő vízkészletek állnak rendelkezésre (Pask és Reynolds, 2013). Az előrejelzett trendek alapján melegebb és szárazabb nyarak várhatók Európában különösen a kontinens déli és középső részén (IPCC 2007) és ez az aszály egyre gyakoribb kialakulásához vezethet (Lehner és mtsai., 2006). A limitált vízkészletek mellett történő gazdálkodás miatt kiemelkedő jelentőségű, hogy a növények a talajban rendelkezésre álló vízkészletekkel a leghatékonyabban gazdálkodjanak. A hőhullámokkal párosuló aszályhelyzetek és az extrémításokból eredő, növekvő termésvariabilitás (Jones és mtsi. 2003) várhatóan a potenciális termésmennyiség elérését jelentősen csökkentik (Trnka és mtsi. 2004). A hőmérsékletemelkedés várhatóan csökkenti a tenyészidőszak hosszát, ennek hatása nem csak a termésmennyiség csökkenésében, hanem a felhasznált vízkészletek hasznosulásában is változásokat fog okozni. Az átlaghőmérséklet emelkedésének elsődleges oka a légköri CO<sub>2</sub> szint növekedése. A nagyobb koncentrációban rendelkezésre álló CO<sub>2</sub> az abiotikus stresszhatások, így a vízhiány terméscsökkentő hatását is mérsékelheti (Varga és Bencze, 2009). Számos szerző, a világ különböző pontján kimutatta, hogy jelentős különbség van az egyes őszi búzafajták transpirációs produktivitása között (Dong és mtsai., 2011; Miranzadeh és mtsai., 2011) azonban annak ismerete is fontos, hogy a WUE értéke hogyan változik, ha a növény vízellátása limitált (Varga és mtsai., 2013). Aszályos körülmények között Xue és mtsai (2006) azt tapasztalta, hogy a WUE értékei a nagyobb termőképességű genotípusoknál relatív magasak.

Vizsgálataink célja annak meghatározása volt modellkísérletek eredményei alapján, hogy az őszi búza fejlődésének különböző, a vízfelvétel és a termésképződés tekintetében jelentős periódusokban jelentkező aszályhelyzetek hogyan befolyásolják a növények vízfelvételének dinamikáját és a vegetációs periódusban felhasznált vízmennyiség hasznosulását. Kutatásokat folytattunk annak meghatározására is, hogy a különböző szintekre emelt légköri CO<sub>2</sub> koncentráció hogyan befolyásolja a vízforgalmi paraméterek alakulását.

## Anyag és módszer

Öt őszi búza (*Triticum aestivum* L.) genotípust (Mv Toborzó /TOB/; Mv Mambó /MAM/; Bánkúti 1201 /BKT/; Plainsman /PLA/ és Cappelle Desprez /CAP/) vizsgáltunk üvegházi modellkísérletben az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézetben, Martonvásáron. Ezek közül a Plainsman fajta szárazságtűrő, míg a Cappelle Desprez fajta szárazságra érzékeny kontrollként szerepel a kísérletben. A Bánkúti 1201 régi magyar fajta, az Mv Toborzó a martonvásári fajtasortiment legkorábban érő tagja, míg az Mv Mambó egy keményszemű, nagy termőképességű fajta, mely már számos kísérletben bizonyította kiváló stressztoleranciáját (Varga és mtsi. 2012). 42 napos vernalizációt követően 10 literes tenyészedenyekbe 8 növényt ültettünk. A növényeket hetente háromszor locsoltuk súlyra öntözéssel, a tápanyag-utánpótlást hetente végeztük a szárazságstressz kezdetéig Volldünger komplex műtrágya alkalmazásával. A vízhiányt két fejlődési fázis elérésekor, a szárbainduláskor és kalászoláskor szimuláltuk, 7-10 napig tartó teljes vízmegvonással. A tenyészedenyek talajának

## A CO<sub>2</sub> ÉS VÍZMEGVONÁS EGYÜTTES HATÁSA ŐSZI BÚZAFAJTÁKRA

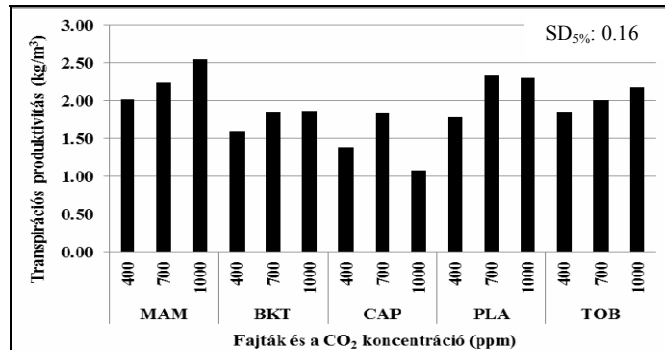
víz tartalmát a szántóföldi vízkapacitás 60%-os szintjére állítottuk be és a kontrol kezelésben és a teljes tenyészidőszakban ezen a szinten tartottuk, mely 20-25 v/v%-os víztartalomnak felelt meg. A talaj víztartalma a stresszkezelés végére 3-5 v/v%-ra csökkent. A stresszállapotot követően a növények vízpótlását helyreállítottuk és a teljes érésig optimális szinten adagoltuk a vizet. A tenyészedényeket folyamatosan mérlegeltük, így határoztuk meg a két öntözés közötti időszakban a vízfelhasználást. Az evaporáció kiküszöbölésére a tenyészedények talaját fóliával borítottuk. A teljes érést követően elvégeztük a teljes növényanalízist, minden kezelésben 3 ismétlésben. Meghatároztuk a tenyészedényekben felnevelt növények összes szemtermését, valamint kiszámítottuk a tenyészidőszak kumulált vízfogyasztását, a transpirációs produktivitását (WUE, kg/m<sup>3</sup>) a szemtermés és a vízfogyasztás hányadosaként számítottuk. A növénynevelést három azonos módon beállított üvegházi kamrában végeztük, eltérést csak a légköri CO<sub>2</sub> koncentráció jelentett, melyet rendre 400, 700 és 1000 ppm-re állítottunk be.

### Eredmények és következtetések

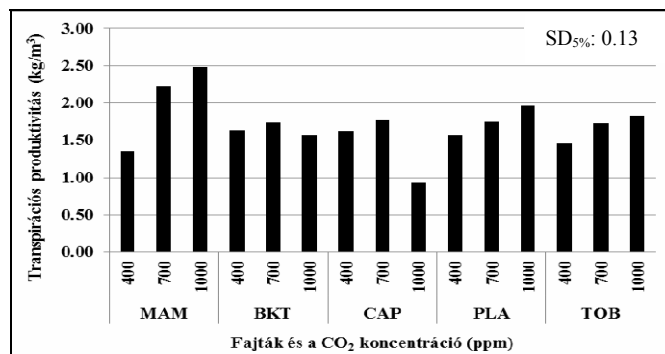
A teljes tenyészidőszakban optimális szintre öntözött kontroll állományban a Mambó és Toborzó modern fajtáknál azt tapasztaltuk, hogy minél magasabb a légkör CO<sub>2</sub> koncentrációja a növénynevelés során, a WUE értéke annál magasabb. A Bánkúti 1201-es és a Plainsman fajtáknál már 700 ppm koncentráción is jelentősen magasabb WUE értékeket mértünk, mint 400 ppm mellett, azonban a koncentráció további növelésének már nem, vagy kisebb hatása volt a WUE értékeire. A Capelle Desprez fajtánál a 700 ppm CO<sub>2</sub> koncentráció WUE növekedést eredményezett, viszont 1000 ppm koncentrációjú környezetben még a 400 ppm-es szintnél is alacsonyabb értékeket kaptunk (*1. ábra*).

A szárbainduláskori vízmegvonás jellemzően csökkentette a WUE értékeket a kontrol vízellátáshoz viszonyítva, azonban jelentős különbségeket tapasztaltunk a CO<sub>2</sub> koncentráció függvényében (*2. ábra*). 400 és 700 ppm koncentráción a Capelle Desprez és a Bánkúti 120-es WUE értéke nem változott a kontrol állományhoz képest, azonban 1000 ppm koncentráción 15%-os WUE csökkenést állapítottunk meg. Az optimális szinten öntözött állományhoz képest a legkisebb mértékű WUE csökkenést 700 ppm koncentráción mértük. A szárbainduláskor alkalmazott stressz hatására az Mv Mambó, Plainsman és Mv Toborzó fajtáknál azt tapasztaltuk, hogy a magasabb légköri CO<sub>2</sub> koncentráció kedvezőbb vízhasznosítást eredményezett. A Bánkúti 1201-es fajta esetében a CO<sub>2</sub> koncentrációjának nem volt kimutatható hatása, míg a Capelle Desprez fajtánál hasonlóan a kontrol állományhoz, jelentős WUE csökkenést tapasztaltunk 1000 ppm koncentráción (*2. ábra*).

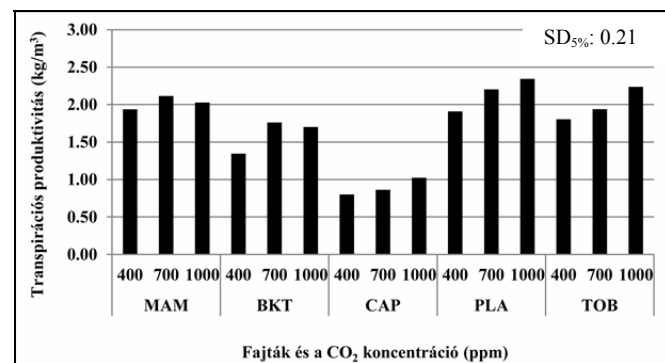
Az éréskori vízmegvonás a Plainsman és Mv Toborzó fajtáknál nem módosította a WUE értékét egyik CO<sub>2</sub> koncentráción sem, a kontrol állományhoz képest, mi azt jelentette, hogy a termésmennyiséggel arányosan csökkent a vízfelhasználás (*3. ábra*).



1. ábra Őszi búza genotípusok transpirációs produktivitása különböző CO<sub>2</sub> szinteken optimális vízellátásnál



2. ábra Őszi búza genotípusok transpirációs produktivitása különböző CO<sub>2</sub> szinteken a szárbainduláskor szimulált aszály esetén.



3. ábra Őszi búza genotípusok transpirációs produktivitása különböző CO<sub>2</sub> szinteken kalászoláskor szimulált aszály esetén

A kontroll vízellátáshoz képest, az Mv Mambó esetében 1000 ppm koncentráción a WUE szignifikáns csökkenését állapítottuk meg érés kori szárazságstressz hatásaként. A Bánkúti 1201-es fajtánál 400 ppm koncentráción csökkent a WUE értéke, azonban emelt CO<sub>2</sub> koncentráción a normál vízellátású,



kontroll kezeléssel azonos értékeket kaptunk. A Capelle Desprez fajtánál 400 és 700 ppm-en jelentősen csökkent a WUE értéke, azonban 1000 ppm koncentráción ezt nem tapasztaltuk. Az Mv Mambó kivételével - melynek eleve magas volt a transpirációs produktivitása - minden fajtánál az emelt légköri CO<sub>2</sub> koncentráció kedvezőbb WUE értékeket eredményezett az éréskor vízmegvonással kezelt állományokban, mint 400 ppm koncentráción. Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a légkör emelkedő CO<sub>2</sub> koncentrációja kedvezően befolyásolhatja a búzafajták transpirációs produktivitását a vízellátás szintjétől függetlenül, azonban a fajták CO<sub>2</sub> reakciói között jelentős különbségek lehetnek.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatáshoz szükséges eszközök beszerzése valamint a segédszemélyzet foglalkoztatása a TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 számú projekt által biztosított forrásból valósult meg. A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt által nyújtott személyi támogatással valósult meg. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalom

- Dong B., Shi L., Shi C., Qiao Y., Liu M., Zhang Z. (2011): Grain yield and water use efficiency of two types of winter wheat cultivars under different water regimes. *Agricultural Water Management*, **99**, 103-110.
- IPCC (2007): IPCC fourth assessment report-climate change 2007. Available on-line at: <http://www.ipcc.ch>.
- Jones J.W., Hoogenboom G., Porter C. H., Boote K.J., Batchelor W.D., Hunt L.A., Wilkens P.W., Singh U., Gijsman A.J., Ritchie J. T. (2003): DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, **18**, 235-265.
- Lehner B., Döll P., Alcamo J., Henrichs T., Kaspar F. (2006): Estimating the impact of global change on flood and drought risk in Europe: a continental integrated analysis. *Climatic Change*, **75**, 273-299.
- Miranzadeh H., Emam Y., Pilešjő P., Seyyedi H. (2011): Water use efficiency of four dryland wheat cultivars under different levels of nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology*, **13**, 843-854.
- Pask A.J.D., Reynolds M. P. (2013): Breeding for yield potential has increased deep soil water extraction capacity in irrigated wheat. *Crop Science*, **53**, 2090-2104.
- Trnka M., Dubrovsky M., Zálud Z. (2004): Climate change impacts and adaptation strategies in spring barley production in the Czech Republic. *Climatic Change*, **64**, 227-255.
- Varga B., Bencze S. (2009) Comparative study of drought stress resistance in two winter wheat varieties raised at ambient and elevated CO<sub>2</sub> concentration. *Cereal Research Communications*, **37**, 209-212.
- Varga B., Janda T., Varga-László E., Veisz O. (2012): Influence of abiotic stresses on the antioxidant enzyme activity of cereals. *Acta Physiologiae Plantarum*, **34**, pp. 849-858.
- Varga B., Varga-László E., Bencze S., Balla K., Veisz O. (2013): Water use of winter cereals under well watered and drought stressed conditions. *Plant Soil and Environment*, **59**, 150-155.
- Xue Q.W., Zhu Z.X., Musick J.T., Stewart B.A., Dusek D.A. (2006): Physiological mechanisms contributing to the increased water use efficiency in winter wheat under different irrigation. *Journal of Plant Physiology*, **163**, 154-164.

PILLANGÓS VIRÁGÚ FÁK (*Fabaceae*) -  
A FEHÉRAKÁC (*Robinia pseudoacacia*) MOLEKULÁRIS ELEMZÉSE

VERES ANIKÓ<sup>1</sup>, GYULAI GÁBOR<sup>1</sup>, LÁPOSI RÉKA<sup>1,2</sup>, LUTHER WATERS JR.<sup>3</sup>,  
DEMKU TAMÁS<sup>1</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>1</sup>, TOLDI OTTÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, MKK GBI, Gödöllő

<sup>2</sup>Károly Robert Főiskola, KI, Gyöngyös

<sup>3</sup>Dept of Horticulture, Auburn University, Alabama, USA

A pillangós virágú fák (*Fabaceae*) közül 31 fajt, köztük a fehéarakác (*Robinia pseudoacacia*) 31 példányának, illetve klónjának molekuláris taxonómiai elemzését végeztük el sejtmagi (nuDNA) és kloroplaszt DNS (cpDNA) lokuszokon. A legelső európai (Párizs, 1601) és a legelső magyarországi (Bábolna, 1710) akácpéldány különböző genetikai eredetet mutatott. A rügykultúrában *in vitro* klónozott Bábolna-1710 akác molekuláris mintázata megegyezett az ősi példánnyal, ezzel sikerül igazolni az identikus ősklónok előállítását. A *Fabaceae* fajok genetikai rokonsága, a *Colutea* kivételével, követte a *Fabaceae* család három alcsaládjának (*Faboideae*, *Caesalpinioideae*, *Mimosoideae*) morfológiai alapú rendszerét.

**Kulcsszavak:** *Fabaceae*, *Robinia*, molekuláris taxonómia

MOLECULAR TAXONOMY OF LEGUME TREES (*Fabaceae*)  
INCLUDING BLACK LOCUST (*Robinia pseudoacacia*)

A. VERES<sup>1</sup>, G. GYULAI<sup>1</sup>, R. LÁPOSI<sup>1,2</sup>, WATERS JR.<sup>3</sup>, T. DEMKU<sup>1</sup>, E. KISS<sup>1</sup>,  
O. TOLDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Genetics and Biotechnology, St. István University, Gödöllő

<sup>2</sup>Institute of Environmental Sciences, Károly Róbert College, Gyöngyös

<sup>3</sup>Dept of Horticulture, Auburn University, Alabama, USA

Legume trees (1-31) of *Fabaceae* and clones of genus *Robinia* (1-31) were analysed by nuclear (nuDNA) and chloroplast DNA (cpDNA) markers. The first European (Paris, 1601) and the first Hungarian (Bábolna, 1710) black locust (*Robinia pseudoacacia*) tree showed different clonal origin. By 'clones of living fossils', *in vitro* bud clones of 'Bábolna-1710' were found identical to ancient tree. The molecular taxonomy of legume trees (*Fabaceae*) followed the morphological taxonomy of the three fabaceous subfamilies (*Faboideae*, *Caesalpinioideae*, *Mimosoideae*) but *Colutea*.

**Key words:** *Fabaceae*, *Robinia*, molecular taxonomy

## Bevezetés

A növényi fás szár (fák, cserjék, liánok, stb.) az evolúció során a nyitvatermőknél (*fenyőfélék*) jelent meg először (a fatermetű páfrányok, amelyek a Karbon kor óta maradtak fenn Ausztrália és Új Kaledónia erdeiben csak méretük szerint 'fák'). Minden nyitvatermő növényfaj fa (nincsen lágyszárú nyitvatermő), egyivarú virággal, szélbeporzással, és *homxyl* szöveti szerkezetű fatörzsszel. Ezért a fás szár ősbibb, mint a zárvatermők lágy szára. A zárvatermőkben is 'fennmaradt' a fás szár (csak a *Gunnerales* és a *Geraniales* rendekben nem fordul elő fa; Groover, 2005), azonban az evolúció során a lágyszárú fajok már többségbe kerültek, a zárvatermők lágy szára evolúciósan 'sikeresebb' lett, összevetve a nyitvatermő fajok számát (alig 870 faj) a zárvatermők 250.000 fajszámával.

Az akác (*Robinia*) a *Fabales* rend tagja, amely rend a fészkes virágúak (*Asteraceae*, 27.790 faj) után a második legnagyobb fajszámú rend, melynek négy családja (*Fabaceae*, *Polygalaceae*, *Quillajaceae*, és *Surianaceae*), 754 génuszban, közel 20.055 fajt foglal magába. (*Angiosperm Phylogeny Website. Version 5, 2004*). Ezek között számos fafaj értékes genetikai állományú, mert önálló fejlődésű, endemikus fajok (*szigethatás*; Nopcsa, 1914), mint pl. a Karib-szigeteki *Hebestigma* és *Poite*, valamint az Ausztrál egy-fajú *Castaneospermum australe*.

A *Fabaceae* család három alcsaládra különül: a Mimózafélék (*Mimosoideae*; 80 nemzetség 3200 faj; pl. *Mimosa*, *Acacia*, *Albizia*), a Lepényfafélék (*Caesalpinioideae*; 170 nemzetség 2000 faj; pl. *Senna*, *Cassia*, *Gleditsia*, *Caesalpinia*) és a Pillangósok (*Faboideae*; 470 nemzetség, 14.000 faj; pl. *Robinia*) (*1a. ábra*).

Az akácnemzetség (*Robinia*) kevés fajszámú génusz (29 faj illetve fajhibrid). Génbanki (NCBI) adatbankban csak 4 faj szerepel: a *R. pseudoacacia* (fehéarakác, black locust; 1601-ben került Európába), a genetikailag legközelebb álló (*1b. ábra*) *R. viscosa* (enyves akác, clammy locust; 1797-ben került Európába É-Amerikából), a *R. hispida* (rózsás akác, bristly locust; 1743-ban került Európába), és a *R. neomexicana* (pirosvirágú akác, New Mexico locust) (*Keresztesi* 1983).

A fehéarakác É-amerikai eredetű, de nem idegen a hazai és európai flórától, mert a Miocén kori flóra eleme volt, ahogy ezt a geológiai leletek és kőületek igazolják, de 3.8 millió évvel ezelőtt kihalt a kontinensünkről (*Gyulai et al.* 2010).

Vizsgálataink célja a legrégebbi európai (Párizs, 1601) és a legrégebbi magyarországi (Bábolna, 1710) akácpéldány – és ennek *in vitro* klónjainak (*Gyulai et al.* 2010) – genetikai összehasonlítása, valamint a hazai ültetésű többi pillangósvirágú fa molekuláris taxonómiai vizsgálata volt (*Demku et al.* 2013).

## A FEHÉRAKÁC MOLEKULÁRIS GENETIKAI ELEMZÉSE

### Anyag és módszer

*Növényanyag.* A pillangósvirágú (*Fabaceae*) fajok vizsgálatához mind a három alcsaládból gyűjtöttünk a magyarországi arborétumokból összesen 31 fajt és klónt:

I. *MIMOSOIDEAE: Albizzia julibrissin.*

II. *CAESALPINIOIDEAE: Ceratonia siliqua, Cercis chinensis, Cercis griffithii, Cercis siliquastrum, Gleditsia triachanthos, Gleditsia triachanthos var. inermis, Gleditsia triachanthos var. inermis 'Sunburst', Gleditsia triachanthos var. inermis 'Ruby Lace', Gymnocladus dioica.*

III. *FABOIDEAE: Amorpha fruticosa, Caragana arborescens, Caragana frutex, Caragana turkestanica, Colutea arborescens, Coronilla emerus, Genista tinctoria, Glycyrrhiza lepidota, Laburnum anagyroides, Lespedeza thunbergii, Robinia pseudoacacia '1601-Párizs', Robinia pseudoacacia '1710-Bábolna', Robinia pseudoacacia, Robinia pseudoacacia var. inermis, Robinia hispida, Robinia viscosa, Robinia neomexicana, Sophora japonica, Sophora japonica f. pendula, Wisteria sinensis var. alba, és a Wisteria sinensis.* A fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) klónális variabilitását 31 fehérakác klón vizsgálatával végeztük, köztük a 'Bábolna-1710' őspéldány rügykultúrában regenerált *in vitro* klónjait.

1. táblázat Az alkalmazott primerpárok szekvenciái és várható fragmentum méretei  
(a - gomák; b - *Vitis*; c - egyszikűek és kétszikűek; f - zártermők és nyitvatérők).

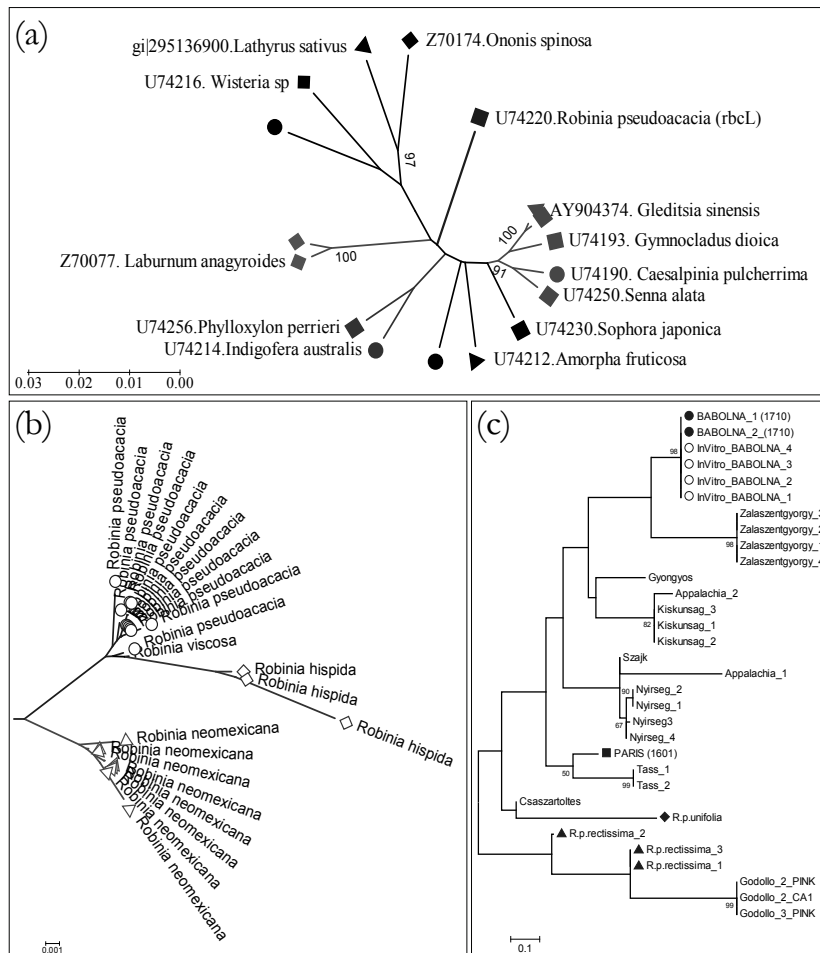
Primer	Szekvenciák (5'-3')	Irodalom (in Láposi 2011)	fragm. (bp)
<b>nuDNS</b>			
[1] ITS1	CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA	Gardes és Bruns 1993	300 - 400 <sup>(a)</sup>
ITS2	GCTGCGTTCCTCATCGATGC	White et al. 1990	
[2] <i>scu7</i> (ACC) <sub>5</sub>	CCTAACTTGAAACGAAAGGACTGC CCGAAGAGGAATATGGGTTTGAG	Scott et al. 2000	203- 235 <sup>(b)</sup>
[3] <i>scu10</i> (CAA) <sub>6</sub>	TTCTCCGCCACCTCCTTTTCAC TACCCCAACCCCTTTTCCC	Scott et al. 2000	205 - 274 <sup>(b)</sup>
<b>cpDNS</b>			
[4] <i>ccmp6</i> (T) <sub>5</sub> C(T) <sub>17</sub>	GTTTCATTCGGCTCCTTTAT CGATGCATATGTAGAAAGCC	Weising és Gardner 1999	93 - 103 <sup>(c)</sup>
[5] a-b ( <i>trnT-trnL</i> )	CATTACAAATGCGATGCTCT TCTACCGATTTCGCCATATC	Taberlet et al. 1991	298 - 800 <sup>(d)</sup>
[6] c-d ( <i>trnL-trnL</i> )	CGAAATCGGTAGACGCTACG GGGGATAGAGGGACTTGAAC	Taberlet et al. 1991	298 - 653 <sup>(d)</sup>
[7] e-f ( <i>trnL-trnF</i> )	GGTTCAAGTCCCTCTATCCC ATTGGAAGTGGTACACCAG	Taberlet et al. 1991	200 - 500 <sup>(d)</sup>

*Genetikai vizsgálatok.* A *Fabaceae* fajok sejtmagi DNS variabilitását az *scu7* (ACC<sub>5</sub> ismétlődés) (Scott et al. 2000), és az ITS1-5.8S-ITS2 lokuszon vizsgáltuk. A *Fabaceae* fajok cpDNS variabilitását az A-B (*trnT-trnL*), az E-F (*trnL-trnF*) és a ccSSR *ccmp6* [(T)<sub>5</sub>C(T)<sub>17</sub> ismétlődés] lokuszon elemeztük (1. táblázat). A 31 fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) klónális variabilitását három lokuszon vizsgáltuk: *scu7* (ACC<sub>5</sub> ismétlődés), *scu10* (CAA<sub>6</sub> ismétlődés), és ITS1-5.8S-ITS2 (1. táblázat). Az alkalmazott primerek szekvenciáit irodalmi adatok alapján szintetizáltuk (Prof. †Bottka S., SzBK, Szeged). Az *in silico* (1a, b. ábra) és a kísérleti eredmények kladogramjait (1c. ábra) MEGA4 programmal készítettük.

**Eredmények és következtetések**

A *Fabaceae* fajok sejtmagi DNS variabilitásának vizsgálatában a *scu7* lokuszon 11-allélt (135 bp, 149 bp, 153 bp, 160 bp, 170 bp, 210 bp, 212 bp, 217 bp, 230 bp, 239 bp, 261 bp), az ITS1-5.8S-ITS2 lokuszon 6-allélt (372 bp, 376 bp, 378 bp, 380 bp, 382 bp, 384 bp) mutattunk ki.

1. ábra (a) A cpDNS (*rbcL* gének, 1325 bp) adatok *in silico* radiális rokonsági kladogramja az akácot elkülöníti a többi pillangós virágú fától. (b) A négy *Robinia* faj ITS1–5,8S–ITS2 (684 bp) alapú *in silico* rokonsági kladogramja (ld. génbanki számok, és genetikai távolság - mérce). (c) A fehérakác (*R. pseudoacacia*) klónjainak ML kladogramja (28 allél, 170 fragmentum)



A *Fabaceae* fajok cpDNS vizsgálatában az A-B (*trnT-trnL*) lokuszon 4-allélt (430 bp, 460 bp, 730 bp, 880 bp), az E-F (*trnL-trnF*) lokuszon 9-allélt (190 bp, 260 bp, 300 bp, 360 bp, 380 bp, 470 bp, 490 bp, 500 bp, 520 bp), és a ccSSR ccmp6 lokuszon 10-allélt (74 bp, 80 bp, 100 bp, 104 bp, 106 bp, 108 bp, 110 bp, 116 bp, 118 bp, 126 bp) azonosítottunk. A *Fabaceae* fajok genetikai rokonsága, a *Colutea* kivételével, követte a *Fabaceae* család három alcsaládjának (*Faboideae*, *Caesalpinioideae*, *Mimosoideae*) morfológiai alapú rendszerét (Láposi 2011).

A fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) 31 klónjában a vizsgált három lokuszon összesen 28 különböző méretű (bp) allélt és ennek 170 fragmentumát mutattuk ki: az *scu7* lokuszon a *Fabaceae* 11 allélét, a *scu10* lokuszon is 11 allélt (172 bp, 200 bp, 206 bp, 242 bp, 245 bp, 252 bp, 262 bp, 265 bp, 272 bp, 276 bp, 282 bp), és a ITS1-5.8S-ITS2 lokuszon a *Fabaceae* 6 allélét határoztuk meg. A rügykultúrában *in vitro* klónozott 'Bábolna-1710' akác molekuláris mintázata identikus volt az ősi példánnyal, és a csoport a legközelebbi genetikai hasonlóságot a földrajzilag nem a legközelebbi, Zalaszentgyörgyi példányokkal mutatta (*lc. ábra*).

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a SZIE MKK kiválósági támogatásának (Kutató Kari Kiválósági Támogatás (Research Centre of Excellence, 17586-4/2013/TUDPOL) támogatásával készült.

### Irodalom

- Demku, T., Gyulai, G., Láposi, R., Veres, A. (2013): Magyarország legidősebb fehér akác egyedének *in vitro* klónozása. *Erdészeti Lapok* **CXLVIII.1**, 6-8.
- Groover, A. T. (2005): What genes make a tree a tree? *Trends Plant Sci* **10**, 210-4.
- Gyulai, G., Láposi, R., Renneberg, H., Veres, A., Herschbach, C., Fábán, Gy., Waters, L. Jr. (2010) Conservation genetics (1710 - 2010) – Cloning of living fossils: micropropagation of the oldest Hungarian black locust tree (*Robinia pseudoacacia*) planted in 1710 (Bábolna, Hungary). *In*. Plant Archaeogenetics. ed. G. Gyulai. Nova Science Publishers, Inc. USA. ISBN 978-1-61122-644-7. Ch.**10**, 117–127.
- Keresztesi, B. (1983): Breeding and cultivation of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. *Forest Ecology and Management* **6**, 217–244.
- Láposi, R. (2011): A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) és rokon fajainak genetikai jellemzése SSR, ITS és cpDNS szekvenciák alapján. PhD Disszertáció, SZIE, Gödöllő. Témavezető: Gyulai G. és Veres A.
- Lavin, M., Wojciechowski, M.F., Gasson, P., Hughes, C., Wheeler, E. (2003): Phylogeny of robinoid legumes (*Fabaceae*) revisited: *Coursetia* and *Gliricidia* recircumscribed, and a biogeographical appraisal of the Caribbean endemics. *Systematic Botany* **28**, 387–409.
- Nopcsa, F. (1914): Die Lebensbedingungen der obercretacischen Dinosaurier Siebenbürgens. *Centralbl Mineral Geol Paläontol* **1914**, 564–574.

## ŐSZI DURUMBÚZA FAJTÁK TECHNOLOGIAI MINŐSÉGE ÉS AGRONÓMIAI JELLEMZŐI

VIDA GYULA, VEISZ OTTÓ

MTA Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár

A kiváló minőségű durumbúza iránti igény világszerte nő, ugyanakkor a faj vetésterületének nagysága különböző környezeti és gazdasági okok miatt csökken. Ez az ellentmondás részben feloldható lenne jó téztaipari minőségű őszi durumbúza fajták termőterületének növelésével. Az őszi durumbúza hazai körülmények között biztonságosan termesztendő, bőtermő gabonafaj. Négy egymást követő évben 10 országból származó 70 fajta nedvessikér-tartalmát, siker- és sárga indexét, kalászolási idejét, levélfoltosság fertőzöttségét és növénymagasságát vizsgáltuk. A genotípus hatása valamennyi tulajdonság esetén igazolható volt. A környezet legkevésbé a siker index ( $h^2 = 0,95$ ) értékét befolyásolta, de az ismételhetőség a sárga index és a kalászolási idő esetén is meghaladta a 0,86-ot. A származási ország szerinti csoportosítás alapján az olasz fajták átlagosan korábban kalászoltak és alacsonyabbak voltak a többi országból származókéknál, azonban technológiai minőségük számottevően nem különbözött. A több évtizeddel ezelőtt megkezdett szelekció eredményeként az új őszi durumbúza fajták technológiai minősége már versenyképes a tavaszi fajtákéval.

**Kulcsszavak:** *Triticum durum*, téztaipari minőség, variancia komponensek, ismételhetőség

## TECHNOLOGICAL QUALITY AND AGRONOMIC TRAITS OF WINTER DURUM WHEAT VARIETIES

GY. VIDA, O. VEISZ

Agricultural Institute, Centre for Agricultural Research, Hungarian Academy of  
Sciences, Martonvásár

The demand for high quality durum wheat is increasing worldwide, while the production of this crop species is in decline for various environmental and economic reasons. This contradiction could be resolved partially by expanding the production area of winter durum wheat varieties with good pasta-making quality. The winter durum wheat can be safely produced under Hungarian conditions and it is a high yielding cereal species. Wet gluten content, gluten and yellow index, heading time, plant height and leaf spot symptoms of 70 winter durum varieties and breeding lines from 10 countries were examined in four consecutive years. The genotype effect could be demonstrated for all tested traits. The environment had the least impact on the gluten index value ( $h^2 = 0.95$ ) and the repeatability exceeded 0.86 in the case of yellow index and heading time. The Italian varieties were earlier and shorter than those from the other countries, but significantly not differed in technological quality traits. As a result of selection started several decades ago, the technological quality of the new winter durum wheat varieties is already competitive with that of spring ones.

**Key words:** *Triticum durum*, pasta-making quality, variance components, repeatability

## Bevezetés

A durumbúza termését elsődlegesen a száraztészta-ipar dolgozza fel, Európában, Amerikában és Ausztráliában a teljes mennyiség 94-98%-ából olasz típusú termék készül (*Impiglia et al.*, 2000). E növényfaj több kedvező tulajdonsága is előnyt jelent a feldolgozási folyamat során. Nagy sárga pigment tartalma tojás hozzáadása nélkül is esztétikus termék előállítását teszi lehetővé (*Matsuo és Irvine*, 1967). Fehérjeter tartalma is nagy, de emellett még a sikérszerkezete is különleges. Az erős sikérváz a feldolgozás, majd a főzés során képes visszatartani a keményítő molekulákat és ennek következtében a tészta felülete nem nyálkásodik, nem ragad, alakját stabilan megőrzi (*Dexter és Matsuo*, 1980).

A durumbúza elsősorban a száraz, forró nyarú vidékek növénye. Az ilyen területeken elvetett fajták többsége tavaszi életformájú, azonban a kereslet bővülésének következtében felmerült az igény olyan valódi őszi típusú, jó minőségű, bőtermő fajták nemesítésére, amelyek a tradicionálisan nem durumbúza-termő területeken is sikerrel termesztethetők. Az International Grain Council adatai szerint a durumbúzát a világon évente 16-18 millió ha-on termesztik (*Gillen* 2013), de ezen belül nem ismert az őszi durumbúza vetésterületének aránya. Az interneten elérhető és személyes kapcsolatok útján beszerzett információk alapján ennek nagysága megközelítőleg 450 ezer ha. A termőterület legnagyobb részben Kelet- és Közép-Európában, valamint Kis-Ázsiában található, legnagyobb előállítók a volt szovjet tagköztársaságok (elsősorban Ukrajna és Oroszország) és Törökország (*Palamarcsuk* 2005). Magyarországon a durumbúza vetésterülete a KSH (2012) adatai szerint az elmúlt 10 évben 7874 (2007) és 13512 (2010) hektár között változott, melynek nagy részét őszi típusú fajták foglalták el.

Az elmúlt évek során intézetünkben létrehoztunk egy őszi durumbúza fajtákból és nemesítési törzsekből álló kollekción, melyben a hazai elismert fajták mellett a környező országokban nemesített genotípusok is helyet kaptak. Dolgozatunkban az utóbbi négy év adatait elemezve szemléltetjük a különböző nemesítési programokban előállított durumbúza fajták jellemzőit és bemutatjuk az általunk vizsgált technológia minőségi és agronómiai tulajdonságok évjárat-függőségét.

## Anyag és módszer

Összesen 10 országból (Magyarország, Románia, Ukrajna, Oroszország, Szlovákia, Ausztria, Németország, Horvátország, Törökország, és Olaszország) származó 70 őszi és fakultatív típusú durum búzafajta és nemesítési törzs technológiai minőségét és agronómiai tulajdonságait vizsgáltuk 2010 és 2013 között négy egymást követő évben. A vizsgált genotípusok száma országonként eltérő volt, 1 (oroszl) és 16 (magyar) között változott. Az obszervációs kísérletet minden évben azonos táblán állítottuk be (Martonvásár, 47°18'É/18°49'K). Az erdőmaradványos csernozjom talaj a felszínhez közel meszet és káros sókat nem tartalmazott, gyengén savanyú kémhatású, fizikai féleségét tekintve vályog. Humusztartalma alapján közepes N-ellátottságú, az AL-oldható értékek szerint a foszfor-tartalom a „jó - igen jó” kategóriák közös



## DURUMFAJTÁK MINŐSÉGI ÉS AGRONÓMIAI JELLEMZŐI

határértékéhez (200 mg/kg) közeli, míg a K-ellátottság egyöntetűen jó volt. A mikroelemeket tekintve a talaj Zn tartalma gyenge, rézzel pedig jól ellátott. A fajtákat 2×1 m alapterületű parcellákba ismétlés nélkül vetették el, 20 cm-es sortávval. A vetést HEGE-90 típusú vetőgéppel (Hans-Ulrich Hege GmbH und Co., Waldenburg, Germany) végeztük, a növény-sűrűség 400 csíra/m<sup>2</sup> volt. A tenyészidőszakban gyomok és rovarkártevők ellen védekezünk, fungicides kezelés nem történt. A parcellákat a teljes érést követően Wintersteiger parcellakombájjal (Wintersteiger AG, Reid, Austria) takarítottuk be.

A technológiai minőség meghatározása során a sikérvizsgálatokat ICC158 (ICC, 1995) szabvány alapján, Perten Glutomatic 2200 és Perten 2015 Centrifuge (Perten Instruments AB, Hägersten, Sweden) készüléken, a sárga index mérését Minolta CR-300 színmérővel végeztük, szemolinából. Szántóföldön feljegyeztük a növényállomány kalászolási időpontját (január 1-től számított napok száma), a levélfoltosság fertőzöttségét (0–9 skála; 0=tünetmentes, 9=nagyon fogékony) és a növénymagasságot.

Az adatokat SPSS16 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kevert lineáris modell programjával elemeztük Longin *et al.* (2013) útmutatása alapján. A genotípus hatását REML (restricted maximum likelihood = korlátozott legnagyobb valószínűség) analízissel határoztuk meg. A BLUE (best linear unbiased estimator = legjobb lineáris torzítatlan becslés) értékek alapján kiszámítottuk a vizsgált tulajdonságok fenotípusos korrelációját.

### Eredmények és következtetések

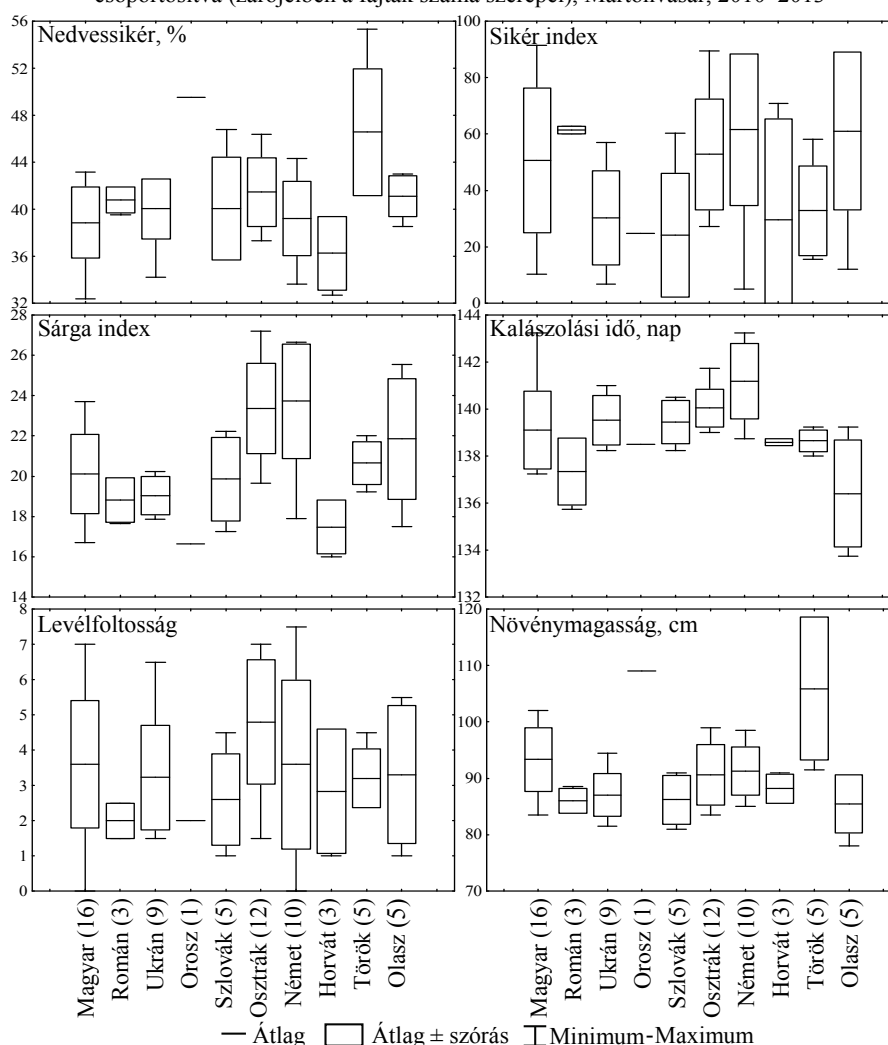
Eredményeink szerint (1. táblázat) a vizsgált durumbúza fajták és törzsek technológiai minőségi és agronómiai tulajdonságai széles intervallumon belül változtak. A variancia komponensek alapján valamennyi megfigyelési változót a genotípus határozta meg szignifikáns mértékben. Az ismételhetőségi adatok alapján a fajták hatása a siker index esetén volt a legnagyobb ( $h^2 = 0,952$ ). A 0,8-es ismételhetőséget meghaladó értéket számítottunk a sárga index és a kalászolási idő adatok alapján. A technológiai minőségi tulajdonságok közül a nedvessikértartalom, az agronómiai tulajdonságok közül pedig a levélfoltosság-fertőzöttség függött legkevésbé a genotípustól. Eredményeink alátámasztják Longin *et al.* (2013) megfigyeléseit, akik szintén a siker index (0,90) és a kalászolási idő (0,92)  $h^2$  értékét számították a legnagyobboknak.

1. táblázat Őszi durumbúza fajták nedvessikértartalma, siker- és sárga indexe, kalászolási ideje, levélfoltosság fertőzöttsége és növénymagassága, valamint a tulajdonságok variancia komponensei ( $\sigma^2_G$  = genotípus;  $\sigma^2_E$  = évjárat;  $\sigma^2_e$  = hiba variancia). Martonvásár, 2010–2013

	Nedves-siker, %	Siker index	Sárga index <sup>a</sup>	Kalászolási időpontja <sup>b</sup>	Levélfoltosság <sup>c</sup>	Növénymagasság, cm
Átlag	40,432	46,894	21,029	139,339	3,507	91,250
Maximum	55,338	91,530	27,201	143,250	7,500	118,500
Minimum	32,375	3,535	15,990	133,750	0,000	78,000
Szórás	3,820	25,35	2,804	1,773	1,809	7,569
$\sigma^2_G$	10,464 ***	611,462 ***	1,339 ***	2,705 ***	2,204 ***	43,491 ***
$\sigma^2_E$	35,532	198,396	0,182	11,969	2,115	121,955
$\sigma^2_e$	16,503	124,585	0,756	1,751	2,135	27,595
Ismételhetőség	0,717	0,952	0,876	0,861	0,674	0,759

Az 1. ábrán vizsgálati eredményeinket országonkénti bontásban ismertetjük. A négyéves átlagadatok alapján valamennyi fajta nedvessikér-tartalma meghaladta a 32%-ot. Kimagaslóan nagy adatokat mértünk a török és az orosz fajtáknál. Az őszi durumbúza fajták többsége az olasz fajtáéhoz hasonló sikértartalmú volt. A siker indexnél rendkívüli változatosság figyelhető meg. Az átlag alapján a román német és olasz fajták sikérszerkezete volt a legerősebb, de a hazai fajták között is található 85-öt meghaladó értékű fajta, ami a kiváló minőség küszöbértéke.

1. ábra Durum búzafajták technológia minősége és agronómiai tulajdonságai országonként csoportosítva (zárójelben a fajták száma szerepel), Martonvásár, 2010–2013



Az ábráról leolvasható, hogy az osztrák és a német nemesítők a sárga pigment tartalom növelését különösen fontosnak tekintették. A magyar fajtáknál

ez a tulajdonság tág határok között változott, azonban figyelembe kell venni, hogy a vizsgált genotípusok között több mint harminc éve minősített fajták is szerepeltek. A céltudatos szelekció eredményeként a nagy sárga index már az újabb hazai fajtákban is kimutatható. Az olasz fajták kalászoltak a legkorábban, ezeket a román genotípusok követték. Általánosságban megállapítható, hogy délről észak felé haladva nő a durumbúza fajták tenyészidejének hossza. Nemesítési tenyészterületünkben a levélfoltosság rendszeresen megjelenik és csapadékosabb évjáratban a levélfelület jelentős hányadát károsíthatja. A tünetekért felelős kórokozót még nem sikerült pontosan azonosítanunk, de adataink alapján lehetséges kiváló rezisztenciaforrásokat azonosítani a kollekciónkban. A hazánknál szárazabb klímán nemesített fajták (török és orosz) többsége egyértelműen magasabb a többi országból származó anyagokénál, míg az olasz fajták voltak a legalacsonyabbak.

A korreláció analízis eredménye alapján közepes erősségű pozitív összefüggést mutattunk ki a siker és a sárga index ( $r = 0,485^{***}$ ), valamint a nedvessikér-tartalom és a növénymagasság ( $r = 0,436^{***}$ ) között. Gyenge, de szignifikáns összefüggés állt fenn a nedvessikér-tartalom és a siker index ( $r = -0,246^*$ ), valamint a sárga index és a kalászolási idő ( $r = 0,319^{**}$ ) között.

Eredményeink igazolták, hogy őszi vetésben a hazai nemesítésű őszi durumbúza fajták jelentős hányadának technológiai minősége versenyképes a tradicionális termőterületen előállított fajtákéval.

### Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat az OTKA K68127 és a GOP-1.1.1-09/1-2009-0053 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Dexter, J.E., Matsuo, R.R., 1980. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *J Agric & Food Chem*, **28**, 899–902.
- Gillen, C. (2013): World durum outlook. <http://www.internationalpasta.org/resources/IPO%20BOARD%202013/2%20Chris%20Gillen.pdf>
- ICC (International Association for Cereal Science and Technology) (1995): ICC Standard No. 158: Gluten index method for assessing gluten strength in durum wheat (*Triticum durum*).
- Impiglia, A., Mullan, B., McTaggart R., 2000. Special wheats. In: Anderson, W.K., Garlingep J.R. (Eds.) The wheat book, principles and practice. Bulletin 4443. Agriculture Western Australia, Perth, pp. 273–305.
- KSH (Központi Statisztikai Hivatal) (2012): Tájékoztató adatbázis. Növénytermesztés. Fontosabb szántóföldi növények és zöldségfélék, valamint a gyep és a nád terméseredményei. <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/themeSelector.jsp?page=2&szst=OMN>.
- Longin, C.F.H., Sieber, A.N., Reif, J.C. (2013): Combining frost tolerance, high grain yield and good pasta quality in durum wheat. *Plant Breeding* **132**, 353–358.
- Matsuo, R. R., Irvine, G.N., 1967. Macaroni brownness. *Cereal Chemistry*, **44**, 78–85.
- Palamarchuk, A., 2005. Selection strategies for traits relevant for winter and facultative durum wheat. In: Royo, C., Nachit, M., Di Fonzo, N., Araus, J.L., Pfeiffer, W.H., Slafer, G.A. (Eds.) Durum wheat breeding: current approaches and future strategies. Food Products Press, New York, pp. 599–644.

## OIV AMPELOGRÁFIAI LEÍRÓKULCSOK ALKALMAZÁSA *Vitis sp.* MAGONC POPULÁCIÓK JELLEMZÉSÉRE

VRŠIČ STANKO<sup>1</sup>, PELENGIĆ RADOJKO<sup>2</sup>, KEREKES ADRIENN<sup>3</sup>, KISS ERZSÉBET<sup>3</sup>,  
KOC SIS LÁSZLÓ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture and Life Sciences, Hoče, Slovenia

<sup>2</sup>Agricultural Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia

<sup>3</sup>Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>4</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, Keszthely

Az OIV bélyegeket széleskörűen alkalmazzák a szőlőfajták fenotípusos jellemzésére. A rendszer nagy szakértelmet igényel, mivel olyan kódokat kell alkalmazni, amelyek nehezen felismerhető részletek megfigyelésén alapulnak. Az ampelográfiai leírások közül néhány, vizuálisan könnyen megkülönböztethető bélyeget használnak, mint amilyen a hajtás csúcs, a levelek, fürtök, bogyók alakja, mérete, szőrözöttsége, pigmentációja. Vizsgálatainkban mi 57 OIV jellemzőt alkalmaztunk három magonc populáció (*Vitis riparia*, *Vitis rupestris* és *Vitis berlandieri*) jellemzésére, hogy meghatározzuk, melyik a leghatékonyabb az egyedi fenotípusok megkülönböztetésére.

**Kulcsszavak:** szőlő, fenotípus, ampelográfia, *Vitis berlandieri*, *Vitis rupestris*, *Vitis riparia*

## APPLICATION OF OIV DESCRIPTORS FOR CHARACTERIZATION OF *Vitis sp.* SEEDLING POPULATION

S. VRŠIČ<sup>1</sup>, R. PELENGIĆ<sup>2</sup>, A. KEREKES<sup>3</sup>, E. KISS<sup>3</sup>, KOC SIS L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture and Life Sciences, Hoče, Slovenia

<sup>2</sup>Agricultural Institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia

<sup>3</sup>Szent István Egyetem, Genetika és Biotechnológiai Intézet, Gödöllő

<sup>4</sup>Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Kertészeti Tanszék, Keszthely

The OIV descriptors are widely used for phenotypic characterization of grape varieties. The system requires high-level experience as such a code system has to be applied that is based on the observation of hardly recognizable details. At the same time, among the ampelographic characterizations, there are visually easily distinguishable phenotypic markers like shape, size, hairiness, pigmentation of the shoot-tips, leaves, clusters or berries. In our research, we have used 57 OIV descriptors to characterize three seedling populations (*Vitis riparia*, *Vitis rupestris* and *Vitis berlandieri*). Our aim was to determine which descriptors are the most powerful tools to distinguish individuals among seedling population.

**Key words:** grape, phenotype, ampelography, *Vitis berlandieri*, *Vitis rupestris*, *Vitis riparia*

### Bevezetés

Földünk fajtagyűjteményeiben fenntartott szőlőfajták száma ~10 000 körüli (This et al., 2006). Megkülönböztetésük elsődlegesen a fenotípusukban megjelenő különbségeken alapul. A szőlőfajták morfológiai bélyegeinek

leírásával foglalkozó tudomány az ampelográfia, mely görög eredetű szó (ampelos=szőlőtő, graphos=leírás) (Keller, 2010). A fajtaleírásokhoz leírókulcsokat használunk, melyek összehasonlíthatósága érdekében a Nemzetközi Szőlőtermesztési és Borászati Hivatal (OIV – Organisation Internationale de la Vigne et du Vin) 2001-ben publikálta a szőlőfajták és -fajok leírására szolgáló kódjai második kiadását. Ebben a kiadványban megjegyzésre kerül, hogy céltól függően változhat a leírásra felhasznált jellemzők száma. Mivel a helytelen leírásnak nagy a kockázata, ezért a különböző szervezetek által alkalmazott leírókulcsokat (OIV=International Office of the Vine and Wine; UPOV=International Union for the Protection of New Varieties of Plants; és Bioversity, korábban IPGRI néven ismert=International Plant Genetic Resources Institute) dolgozták össze a minél pontosabb szőlőfajta leírások készítése érdekében. Munkánk során a kiadványban publikált kódok felhasználásával jellemeztünk három észak-amerikai szőlőfaj (*Vitis riparia* Michaux, *Vitis rupestris* Scheele, *Vitis berlandieri* Planchon) magoncaiból álló populációkat, az egyes egyedek megkülönböztetésére, vagy csoportba sorolására.

### Anyag és módszer

A szőlőmagokat a kaliforniai egyetem Davis-i kampuszának Szőlőtermesztési és Borászati Tanszékéről kaptuk. A magokat 2008-ban vetettük el és a növényeket egy évig üvegházban neveltük majd 2010 tavaszán kiültettük azokat. 2013 nyarán 264 genotípust értékeltünk, az alábbi megoszlásban: *Vitis riparia* (113), *Vitis rupestris* (95) és *Vitis berlandieri* (52). Minden egyes magonc esetében 57 OIV leírókulcsot használtunk (1. táblázat), melyek a hajtás, a fiatal és idősebb, érett levelek jellemzőit tartalmazták az azonosságok, vagy különbségek megállapítására. Összesen 15 048 adatot gyűjtöttünk. Az adatokat főkomponens-analízissel dolgoztuk fel és értékeltük ki. A főkomponens-analízis fő célja a változók számának a „csökkentése”, így a legnagyobb súlyú komponenseket választjuk ki és használjuk fel az adataink becslésére. Az egyes komponensek egymástól függetlenek lesznek.

### Eredmények és következtetések

A Pannon Egyetem Georgikon Kar cserszegtomaji kísérleti szőlőtelepén folyó szőlő alanynemesítési programhoz kapcsolódóan magoncok felnevelésére került sor *V. riparia*, *V. rupestris* és *V. berlandieri* fajokból. A magoncpopulációk egyedeit az elsődlegesen alkalmazott ampelográfiai leírás módszerével jellemeztük. Az 57 leírókulcs által kapott adatokból meghatároztuk főkomponens-analízissel, hogy mely jellemzőkkel tudjuk egy adott populáción belül leginkább megkülönböztetni az egyedeket.

*Vitis* sp. MAGONCPOPULÁCIÓK JELLEMZÉSE

I. táblázat A magoncpopulációk leírására használt OIV leírókulcsok jegyzéke. Az egyes kódokhoz tartozó jellemzők a „2nd edition of the OIV descriptor list for grape varieties and species” című műben található meg ([www.oiv.int](http://www.oiv.int)).

Kód	Tulajdonság	A jellemző leírására használt érték skála
001	Hajtáscsúcs alakja, színének és szőrözöttségének kiterjedtsége	1-zárt, 3-félig nyitott, 5-teljesen nyitott
002		1-hiányzik, 2-foltokban, 3-mindenütt
003, 004, 005, 011, 012, 013, 014, 053, 054, 055, 056,	Hajtáscsúcs színének és szőrözöttségének intenzitása. Elsimuló és felálló szőrözöttség mértéke a hajtás és a fiatal levél különböző részein.	1-nincs vagy nagyon alacsony, 3-alacsony, 5-közepes, 7- magas, 9-nagyon magas;
006	A hajtás kötözés előtti habitusa, internódiumainak és nóduszainak színe, szőrözöttsége a hajtás oldalai szerint, valamint a rügyek alapjainál.	1-felálló, 3-félig felálló, 5-horizontális, 7-félig csüngő, 9-lehajló
007, 008, 009, 010,	szőrözöttsége a hajtás oldalai szerint, valamint a rügyek alapjainál.	1-zöld, 2-zöldes piros, 3-piros
015-1,		1-hiányos, 2-alapi, 3- a rügy alap $\frac{3}{4}$ -e, 4-a teljes rügyalapot fedi
015-2		1-nincs vagy nagyon gyenge, 3-gyenge, 5-közepes, 7-erős, 9-nagyon erős
016	A folyamatosan fejlődött kacsok száma	1-2 vagy kevesebb, 2-3 vagy több
017	Kacs hossza	1-nagyon rövid, 3-rövid, 5-közepes, 7-hosszú, 9-nagyon hosszú
051	Fiatallévelem színének színezettsége	1-zöld, 2-sárga, 3-bronz, 4-rézvörös
065, 077, 078	A teljesen kifejlesztett levél nagysága, afogak mérete a levéllemez méretéhez képest, a fogak hossza a szélességükhöz képest	1-nagyon kicsi, 3-kicsi, 5-közepes, 7-nagy (hosszú), 9-nagyon nagy (hosszú)
067	A levéllemez alakja	1-szív, 2-boríték, 3-ötszögletű, 4-kerek, 5-vese
068	A levéllemez karéjainak száma	1-egy, 2-három, 3-öt, 4-hét, 5-több mint hét
069	A levéllemez felsőoldalának színe	3-halványzöld, 5-középzöld, 7-sötétzöld
070, 071	A levélerek színeződésének mértéke a levéllemez színén és fonákán	1-hiányzik, 2-csak a levélnyélnél, 3- az első érágazásig, 4-a2. érágazásig, 5-túlnyúlik a 2. érágazáson

1. táblázat folyt.

Kód	Tulajdonság	A jellemző leírására használt érték skála
072, 075, 351, 352	A levéllemez térbeli elhajlása, felszínén található hólyagosság. Hajtás és oldalhajítás vigor.	1-nincs vagy nagyon gyenge, 3-gyenge, 5-közepes, 7-erős, 9-nagyon erős
073, 081-1, 083-2, 088, 089	Fő és oldalsó erek közötti hullámosság. A vállöbölben és felsőoldalöbölben található fog. A levelek szőrözöttsége.	1-hiányzik (nincs), 2-megtalálható (van)
074	A levéllemez keresztmetszetének alakja.	1-lapos, 2-V-alakú, 3-kanalásodó, 4-visszahajló, 5-hullámos
076	A levéllemez szélén található fogak alakja.	1-mindkét oldal konkáv, 2-mindkettő egyenes, 3-mindkettő konvex, 4-egyik konkáv, másik konvex, 5-vegyes (2 és 3)
079	A vállöböl nyitottságának és zártságának aránya	1-szélesen nyitott, 3-nyitott, 5-zárt, 7-átfedő 9-erősen átfedő
080, 083-1	A vállöböl és felső oldalöböl alakjának alakja.	1-U-alakú, 2-kapcsolójel alakú({), 3- V-alakú
081-2	A vállöböl erek általi határoltsága.	1-nem határolt, 2-egy oldali, 3-mindkét oldali
082	Az oldalöböl zártságának mértéke.	1-nyitott, 2- zárt, 3- enyhén átfedő, 4-erősen átfedő, 5-teljesen hiányzó
084, 085, 086, 087, 090, 091	A levéllemez különböző részeinek felálló, illetve elhajló szőrözöttsége.	1-nincs vagy nagyon alacsony, 3-alacsony, 5-közepes, 7- magas, 9-nagyon magas;
093	A levélnyel hosszának aránya a levéllemez főéréhez viszonyítva.	1-sokkal kisebb, 3-kicsit kisebb, 5-egyenlő, 7-kicsit hosszabb, 9-sokkal hosszabb
094	A felső oldalöböl mélysége.	1-nagyon sekély, 3-sekély, 5-közepes, 7-mély, 9-nagyon mély
353	Az internódiumok hossza.	1-nagyon rövid, 3-rövid, 5-közepes, 7-hosszú, 9-nagyon hosszú
618	A vállöböl nyitottsága	1-szélesen nyitott, 3- nyitott, 5- zárt, 7-átfedő, 9- nagyon átfedő

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy elegendő a vizsgált magoncpopulációk leíró megkülönböztetésére 9 leírókulcsot használni (2. táblázat). A legnagyobb variabilitás a *Vitis riparia* magoncok között az idős levelek levéllemezének a méretében adódott (OIV 065). A leírás során minden egyes egyed esetében 10 kifejlődött levelet a hajtás alapjának egyharmadától mérünk és vesszük az átlagát. A nagyon kicsitől (1) a nagyon nagyig (9) terjedt a levéllemez mérete.

## *Vitis* sp. MAGONCPOPULÁCIÓK JELLEMZÉSE

2. táblázat A főkomponens-analízis során a *Vitis riparia* magoncok 100%-os megkülönböztetéshez elegendő leíró bélyegek kódja és azok súlya a meghatározásban

	<i>Component</i>	<i>Component</i>	<i>Component</i>
	1	2	3
OIV 065	0,357076	0,0520029	-0,0979077
OIV 087	0,133675	-0,327349	0,56929
OIV 094	0,318412	-0,164376	-0,356287
OIV 081-2	0,30012	0,135288	-0,585986
OIV 075	0,431955	-0,157163	-0,0525113
OIV 072	0,48836	0,277838	0,264576
OIV 073	0,463588	0,179025	0,337365
OIV 004	-0,0477953	0,604272	0,0243814
OIV 005	-0,144534	0,587986	0,0939951

Eredményeink igazolták, hogy a levéllemez nagyságát követően fontos ampelográfiai bélyeg még az idősebb levelek fonák oldalán a levél ereken megtalálható vagy éppen hiányzó szőrözöttség (OIV 087); az idősebb levéllemezen a felső vállöböl mélysége (OIV 094); a vállöböl levélér által történő határolása (OIV 081-2); a levéllemez felszínén található hólyagosodás mértéke (OIV 075); a levélerek közötti ráncosodás mértéke (OIV 072); az idős levél levéllemez elhajlása (OIV 073); a vitorla elterülő szőrökkel való borítottsága (OIV 004) és a vitorlán található felálló szőrök száma (OIV 005). Megállapítottuk, hogy nem szükséges a gyorsmeghatározáshoz az OIV ajánlásaként megadott 14 leírókulcsot alkalmazni szőlőalany magoncpopulációk esetében.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 projekt, a SZIE Kutató Kari Kiválósági Támogatás-17586-4/2013/TUDPOL, a maribori Egyetem ERASMUS oktató-kutató csereprogramja és a COST FA 1003 pályázatok támogatták.

### Irodalom

- Keller, M. (2010): *The science of grapevines – Anatomy and Physiology*. Academic Press of Elsevier, London, UK,  
OIV (2011): 2nd edition of the OIV descriptor list for grape varieties and species. <http://www.oiv.int>  
This, P., Lacombe, T., Thomas, M. R. (2006): Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, **22**(9):511-519.



## A FURMINT SZŐLŐFAJTA BIOLÓGIAI ALAPJAINAK FEJLESZTÉSE A KLÓNVALASZTÉK BŐVÍTÉSÉVEL

WERNER JÁNOS, KOZMA PÁL

PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet, Pécs

Magyarország szőlészetében és borászatában kiemelt helyet elfoglaló Furmint egyben a külföldön legismertebb szőlőfajtánk. Az aszúkészítésben meghatározó szerepet betöltő fajta száraz bortípusára az utóbbi időszakban egyre nagyobb kereslet mutatkozik.

Ezen igényeket kielégítve Intézetünk egyik célja a Furmint biológiai alapjainak fejlesztése nagy száraz furmint bor előállítására alkalmas klónokkal, a fajtajelleget jobban érvényesítő klónok kiválasztásával. A 2009-ben indított új szelekciós programot egy Tokaj-Hegyaljáról származó formagazdag állományban végezzük. A szelekciós programba bevontuk a génbankban megőrzött, évtizedekkel ezelőtt Pécsen kiemelt klónokat és elvégeztük azok szőlészeti-borászati újraértékelését. Eredményeink alátámasztják, hogy a korábbi és a most indított szelekciós munkából született klónjelöltek a száraz Furmint bor előállításában eredményesen használhatók.

**Kulcsszavak:** Furmint, száraz bortípus, klónszelekciós nemesítés

## THE DEVELOPMENT OF THE BIOLOGICAL BASIS OF VARIETY FURMINT WITH THE AMPLIFICATION OF CLONES

J. WERNER, P. KOZMA

Research Institute for Viticulture and Oenology, University of Pécs

The Furmint plays significant role in the viticulture and winery of Hungary and it is the best known Hungarian variety abroad. Furmint is important in aszu-wine making and recently, there has been a growing interest for the dry wine version as well.

The aim of our institute was the development of the biological basis of Furmint. Out of the clones applicable for the production of dry-wine, we used the ones that showed the character of the variety better. The selection program started in 2009 from a heterogeneous plantation derived from Tokaj-Hegyalja. This work was expanded by the viticultural and enological reevaluation of clones selected and conserved in gene bank in previous decades in Pécs. Our results confirm that the clone candidates of the previous and the recently launched selection work can be used successfully in the production of dry wine of Furmint.

**Key words:** Furmint, dry wine, clonal selection

## Bevezetés

A Furmint Magyarország második legnagyobb felületen (4124 ha) termesztett fehér bort adó szőlőfajtája (HNT 2012). Hazánk mellett jelentős szerepet Szlovénia és Horvátország szőlészetében, borászatában tölt be (Májér *et al.* 2007). Korábban a Fertő-tó mai ausztriai részén (Ruszt és Kismarton környéke) is termesztették. A Furmint főleg a Tokaj-Hegyaljai borvidék minőségi bortermelésével, elsősorban az aszúkészítéssel hozható összefüggésbe. Az elmúlt évszázadokban méltán váltak híressé a somlói, a balatonfelvidéki, az ászár-neszmélyi és a mecsekaljai borai is (Rapaics 1940, Németh 1966, Diófási 1996).

A Furmint biológiai alapjainak fejlesztését a korábbi időszakokban kevés számú és elsősorban az aszúkészítésre alkalmas (nemesrothadásra – rothadásra fogékonyabb) klónok szelektálásával (P. 26, T. 85, P. 92) végezték (Németh 1966, Leskó 1996, Májér *et al.* 2007). A fajta száraz bortípusára azonban Tokaj-Hegyalja mellett az ország több borvidékén is egyre nagyobb kereslet mutatkozik.

A Furmint biológiai alapjának - Intézetünk által szervezett -megújítása ezen igény kielégítését szolgálja. Ennek leghatékonyabb módja a formagazdag ültetvények felkutatása, a variábilis állományok megőrzése, a száraz borkészítésnek legjobban megfelelő klónok kiválasztása és elszaporítása. A minőségi termelés érdekében azonban a szőlészeti és a borászati technológia egyes elemeinek továbbfejlesztése is szükséges.

## Anyag és módszer

A szelekció célja a kevésbé aszúsodó, lazább fürtszerkezetű, vastagabb bogyóhéjú változatok, valamint a fajtajelleget jobban érvényesítő klónok kiválasztása. Ehhez fajta formagazdagságát és értékeit jól reprezentáló, szelekcióra alkalmas állományokat (1.) és meglévő klónokat (2.) kerestünk.

1. A szelekció ültetvénye a Zalai borvidéken, Csörnyeföldön, egy Tokaj-Hegyaljáról származó, idős variábilis állomány szaporítóanyagából létesült. A tengerszint felett 220-250 m magasan elhelyezkedő, dél-délnyugati kitétségű, Guyot művelésmódú ültetvény tőkét 1999-ben 2,0 × 0,6 m-re ültették. A 2009-ben megkezdett vizsgálataink során felmértük az állomány variabilitását és részletesebb egyedi vizsgálatra 37 anyatókét emeltünk ki. Felvételeztük (bonitáltuk) az anyatókék fürtszerkezetét, a bogyók alakját, héjvastagságát, a rothadás mértékét, meghatároztuk a termés mennyiségét, a fürtök és bogyók átlagtömegét, a must cukor- és savtartalmát, pH-ját. Az anyatókéket 20-25 tőkés parcellákban a Tokaj-Hegyaljai borvidéken, a Szepsy Birtokon felszaporítottuk, ahol a további szőlészeti és borászati vizsgálatukat végezzük el.

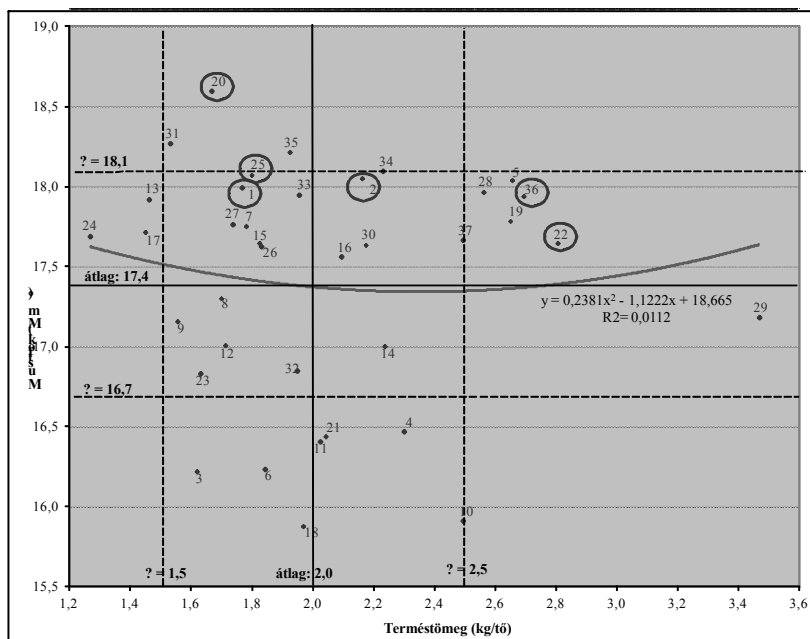
2. Agénbankban megőrzött, az évtizedekkel ezelőtt Pécsen kiemelt klónok szőlészeti-borászati újraértékelésének kísérleti ültetvénye Szentmiklós-hegyen, a tengerszint felett 220 m magasan helyezkedik el. Kitétsége déli, művelésmódja közép magas kordon. A tőkét 1995-ben 2,0 x 1,0 m sor- és tőtávolságra ültették. Az 1999 óta folytatott vizsgálatok során meghatároztuk a rothadás mértékét, a termés mennyiségét, a must cukor- és savtartalmát, pH-ját. Klónonként bort készítettünk, melyeket analitikai és érzékszervi bírálattal értékeltünk.

**Eredmények és következtetések**

1. Megállapítottuk, hogy a szelekcióra kiválasztott Furmint ültetvény a vizsgált tényezők tekintetében jelentős variabilitást mutatott.

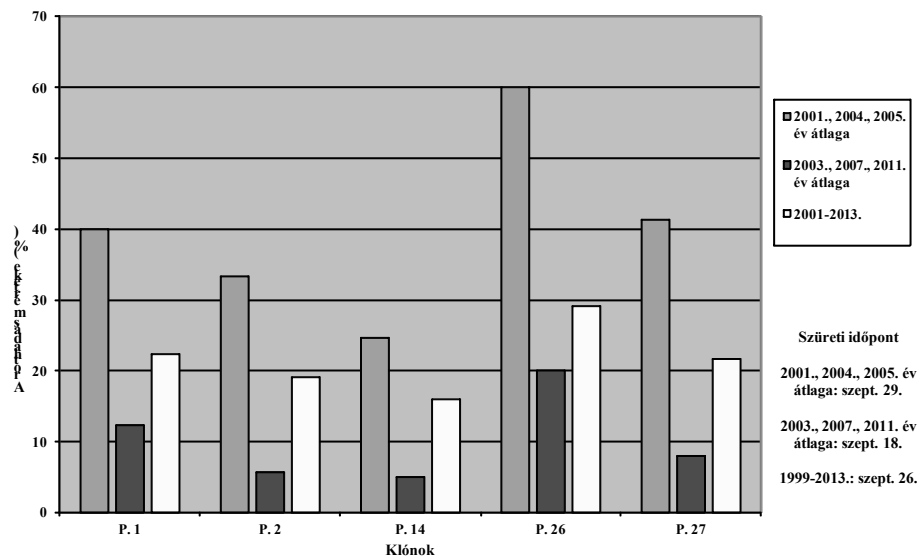
A kiválasztott 37 egyed (anyatóke) négy évi (2009-2012) átlagadatai alapján a tőkénkénti termésmennyiség 1,3 és 3,5 kg között változott, az átlagértékek szórása 0,5 kg volt. A fürt átlagtömege 119 és 262g között, szórása 5 és 78 g között változott. Az átlagos legalacsonyabb mustfok 15,9 Mm<sup>o</sup>, a legmagasabb 18,6 Mm<sup>o</sup> volt. A mustfok átlagos szórása 0,7 Mm<sup>o</sup> volt. A must titrálható savtartalma 6,2 és 8,7 g/l között változott.

A bonitált és a mért adatok elemzése során megállapítottuk, hogy egyes szelektált tőkék az állomány átlagához képest kiemelkednek, vagyis felülműlják az alapsokaság értékeit. Teljesítőképességük meghatározása céljából a tőkék adatait a vizsgált mutatók (termésmennyiség, fürtátlagtömeg, mustfok, must savtartalom) összefüggései alapján is elemeztük (1. ábra). A száraz típusú borkészítéskörülményeit (kevésbé rothadékonny, fajtára jellemző határozottabb ízérzet) szem előtt tartva, azok a tőkék értékesek, melyek a korrelációs görbe és a mustfok átlaga, valamint felső szórása felett szerepelnek, legalább közepes termékenységgel (min. 1,5 kg/tő) mellett. A vizsgálatok során hat olyan tőkét emeltünk ki, melyeknél a megfelelő termésmennyiség kiváló minőséggel párosul (1., 2., 20., 22., 25., 36.).



1. ábra Az anyatókék termés mennyiségének és a must cukortartalmának összefüggése (2009-2012) - Csörnyeföld

A korábbi szelekciós munkából kiemelt klónok rothadási fogékonyságát a 2. ábra szemlélteti. Legalacsonyabb fűrtrohadással a csapadékos évjáratokban (2001., 2004., 2005.), a száraz, meleg évjáratokban (2003., 2007., 2011.) és a kísérlet 15 évi átlagadatai alapján is a P. 2 és a P. 14 klónok rendelkeztek.



2. ábra Pécsen szelektált Furmint klónok fűrtrohadásának mértéke csapadékos (2001., 2004., 2005.), száraz (2003., 2007., 2011.) évjáratokban és a sokévi átlag (1999-2013.) alapján (Pécs – Szentmiklóshegy)

Az évjáratok jellege szerint csoportosított szüreti adatokból látható, hogy a klónok a száraz évjáratokban alacsonyabb termésmennyiséggel és savtartalommal, valamint magasabb mustfokkal rendelkeztek (1. táblázat). A klónok között jelentősebb különbség a termésmennyiségében mutatkozott, amelyet a klónok eltérő rothadása, illetve az eltérő mértékű bogyótöppedéséből eredő vízvesztés is befolyásolt. A P. 14 klón magas minőségi mutatói mellett a termékenységevel (kb. 10 t/ha) is kiemelkedett, ami alacsonyabb fűrtrohadási fogékonyságával is magyarázható.

A Furmint száraz típusú borkészítésénél a bogyókban kifejlődő fajtajelleges aromaanyagok borba történő átmentése különösen fontos. Az ezt jelentősen meghatározó erjedési körülményre a mustban lévő egyes tápelemek magasabb koncentrációja kedvező hatású. A klónok must tápelem-tartalmának sokévi adatai azt mutatják, hogy a rothadásra kevésbé hajlamos klónok közül a P. 2 foszfor, kálium, magnézium, bór és mangán tartalma is kiemelkedő (2. táblázat).

Eredményeink alapján igazolódni látszik, hogy a legjobb minőségű száraz Furmint bor előállításához több magas minőségű klón együttes termesztésére van szükség. Vizsgálatainkat a jövőben tovább folytatjuk.

FURMINT SZŐLŐFAJTA BIOLÓGIAI ALAPJAINAK FEJLESZTÉSE

1. táblázat Pécsen szelektált Furmint klónok szüreti eredményei  
(Pécs – Szentmiklóshegy, 1999-2013)

	2001., 2004., 2005. átlag	2003., 2007., 2011. átlag	1999-2013. átlag
<b>Klónok</b>	<b>Termésmennyiség (kg/m<sup>2</sup>)</b>		
P. 1	0,9	0,6	0,8
P. 2	0,5	0,5	0,5
P. 14	1,5	0,9	1,2
P. 26	0,5	0,6	0,6
P. 27	0,8	0,6	0,7
<b>Klónok</b>	<b>Mustfok (Mm<sup>o</sup>)</b>		
P. 1	15,3	20,6	19,3
P. 2	16,8	21,0	19,3
P. 14	16,1	20,4	19,5
P. 26	16,7	21,4	20,1
P. 27	17,0	21,6	20,0
<b>Klónok</b>	<b>Must títr. savt. (g/l)</b>		
P. 1	12,7	6,7	8,7
P. 2	10,8	6,8	8,3
P. 14	10,9	6,7	7,8
P. 26	11,4	6,6	8,4
P. 27	11,8	6,7	8,4

2. táblázat Pécsen szelektált Furmint klónokmust tápelem-tartalma(ppm)  
(Pécs – Szentmiklóshegy, 2000-2009.)

Klón / Tápelem	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	B	Mn
P. 1	527	83	971	65,8	73	3,33	1,10	10,60	0,68
P. 2	503	90	986	62,0	90	2,25	1,03	11,70	0,79
P. 14	521	67	948	56,5	70	2,57	0,91	7,39	0,57
P. 26	447	81	966	68,1	77	1,96	1,25	6,24	0,66
P. 27	558	90	1102	61,8	76	2,29	1,11	8,06	0,73

### Irodalom

- Diófási, L. (1996): Mit ér a Furmint ma? A Furmint fajta termesztése a Mecsekalkján. *Borászati Füzetek. Fórum*, **8** (2): 7-8.
- HNT (Hegyközségek Nemzeti Tanácsa)(2012): Szőlőültetvények területi adatai borvidékenként. [www.hnt.hu](http://www.hnt.hu)
- Leskó, I. (1996): Mit ér a Furmint ma? Tokaj-Hegyalja fő fajtája a Furmint. *Borászati Füzetek. Fórum*, **8** (2): 3-4.
- Májner, J., Lakatos, A., GyörffynéJahnke, G. (2007): A Furmint helyzete Magyarországon. *Borászati Füzetek. Kutatás*, **18** (2): 1-4.
- Németh, M. (1966): Borszőlőfajták. In: Hegedűs, Á., Kozma, P., Németh, M. (1966): A szőlő (*Vitisvinifera L.*). Magyarország kultúrflórája. *Akadémiai Kiadó. Budapest.* (325) 221-257.
- Rapaics, R. (1940): A magyar gyümölcs. *Királyi Magyar Természettudományi Társulat. Budapest.* (350)

A TÁPANYAGELLÁTÁS HATÁSA A KÜLÖNBÖZŐ SPÁRGA  
(*Asparagus officinalis* L.) HIBRIDEK TERMÉSÉNEK  
ALAKULÁSÁRA NYÍRSÉGI HOMOKTALAJON

ZSOMBIK LÁSZLÓ, ERDŐS ZSUZSA

Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Nyíregyházi Kutató Intézet, Nyíregyháza

A magyar háztartások számára a spárga kevésbé ismert zöldségnövény. Nyugat-Európában, így Németországban, Ausztriában és Svájcban azonban tradicionális növénynek számít. Hazai fogyasztása igen alacsony, egy főre vetítve az éves fogyasztása el sem éri a 0,1 kg-ot, addig Németországban ez az érték meghaladja a 2 kg/fő/év értéket. Kísérleteinket a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ Nyíregyházi Kutató Intézetében lévő spárgaültetvényben végeztük. Célunk az, hogy megismerjük a külföldi nemesítésű hibridek termesztéstechnológia paramétereit és alkalmazkodóképességét helyi viszonyaink között. Azonos termesztéstechnológiai feltételek mellett három hibrid (Vitalim, Cumulus, Grolim) sítermését hasonlítottuk össze. A Grolim hibrid esetében az eltérő tápanyagellátási módok (istállótrágya, juhtrágya komposzt, műtrágya) termésre gyakorolt hatását is vizsgáltuk. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a három vizsgált hibrid közül a legnagyobb termést a Vitalim hibrid adta, míg a tápanyagellátási módok közül a műtrágya alkalmazása bizonyult a leghatékonyabbnak.

**Kulcsszavak:** spárga, termés, savanyú homoktalaj, tápanyaggazdálkodás

EFFECTS OF NUTRIENT SUPPLY ON THE YIELDS OF DIFFERENT  
ASPARAGUS (*Asparagus officinalis* L.) HYBRIDS ON THE SANDY SOIL  
OF 'NYÍRSÉG'

L. ZSOMBIK, ZS. ERDŐS

University of Debrecen Centre for Agricultural Sciences Research Institute of  
Nyíregyháza, Nyíregyháza

The asparagus is a less known vegetable plant in the Hungarian households. Hungarian consumption of asparagus is very low, a person does not reach the annual consumption of 0.1 kg, while in Germany it is more than 2 kg/person/year. Our experiments were performed at the University of Debrecen Centre for Agricultural Sciences Research Institute of Nyíregyháza's 1,500 m<sup>2</sup> large asparagus plantation. Our aim was to get to know the cultivation parameters and the adaptability of foreign hybrids grown under local conditions. We compared the cultivation parameters of spears in three asparagus hybrids (Vitalim, Cumulus, Grolim) under the same conditions. In Grolim hybrids, we examined the effect of the different nutrient supply (manure, compost, fertilizer) on the spears. The results showed that from among the three hybrids, the Vitalim hybrid produced the highest yields, while the most effective method of the nutrient supply was the application of fertilizer.

**Key words:** asparagus, seed, acidic sandy soil, nutrient management

## Bevezetés

A Nyugat-Európában közkedvelt spárga (*Asparagus Officinalis* L.) évelő zöldségnövény, a magyar háztartások számára kevésbé ismert. Míg Magyarországon az éves fogyasztás a 10 dkg/fő értéket is alig éri el, addig Németországban, Svájcban ez a mennyiség a 2 kg/fő értéket is meghaladja. A spárga sárgájában nagy mennyiségben találhatóak antioxidánsok, fenolos vegyületek, számos vitamin (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, C, E, stb.), ásványi anyagok (mangán, magnézium, szelén, stb.) és egyéb az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen anyag.

Az Európában termesztett spárgafajok döntően a *Asparagus tenuifolius*, *A. maritimus*, *A. acutifolius*, illetve a leggyakoribb az *A. officinalis* (Cerne et Kacjan Marsic 2002). A spárga még Dél- és Délkelet-Európában is termesztendő, mert ezekben a régiókban a hőmérséklet nem limitáló tényező (Markovic 2007).

Magyarországon kis területen termesztenek spárgát, mely terület nagyság még az 1000 hektárt is alig haladja meg. Csak sajátos adottságokkal rendelkező termőközetekben termesztendő, mivel a spárga növénynek speciális igényei vannak a talajjal, a tápanyaggal és a hőmérséklettel szemben. Átlagos időjárási körülmények között szedése április közepétől június közepéig tart. Optimális hőigénye 19 °C, azonban még ettől az értéktől a ±14°C-os eltérést a sárgák még károsodás nélkül átvészelik. A spárga fénykedvelő és szárazságtűrő növény. Az intenzív termesztésben lévő ültetvények a kiegyenlített terméseredményhez legalább 600 mm/év vízmennyiségre van szüksége (Fehér B-né. 2005). A spárgaültetvény talajai jellemzően könnyű szerkezetű homoktalajok (Laczkó 2005), a talaj szervesanyag-, humusztartalma ne legyen kevesebb, mint 0,5%. Az ültetvény talajának mentesnek kell lenni kövektől, évelő gyomnövényektől, tömörödött rétegektől és az ingadozó talajvízszinttől. A gazdaságos termesztéshez megfelelő mennyiségű és minőségű síphozamra van szükség, ami csak kiegyenlített tápanyagellátás mellett valósítható meg. Az ültetvényre kijuttatott tápanyagokat a spárga növény eltérő időpontokban és eltérő intenzitással képes felvenni. A nitrogénfelvétel a legerőteljesebb, mely április közepétől június közepéig tart. A kálium- és foszforfelvétel lassabb, ami eltarthat egészen augusztus végéig is. A termő spárgaültetvényre a tápanyagokat a legcélszerűbb oldat formájában a csepegtető öntözőrendszeren keresztül kijuttatni. Laza szerkezetű homoktalajon 1 tonna halványított spárgatermés előállításához fajlagos 30 kg N, 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 36 kg K<sub>2</sub>O, 3,6 kg Mg, és 2,1 kg Ca tápanyagra van szükség (Fehér B-né. 2005).

## Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Kutatóintézetek és Tangazdaság Nyíregyházi Kutató Intézetében végeztük. Az 1500 m<sup>2</sup>-es spárgaültetvény telepítése 2011-ben történt. A hazánk nem rendelkezik saját nemesítésű spárga hibridekkel, így holland és francia nemesítésű hibridek termesztése folyik. Az ültetvényben már a telepítés évétől kezdve folyamatos vizsgálatokat végzünk. A kísérleti ültetvény talaja jó kultúrállapotú humuszos homoktalaj, melynek legfontosabb paramétereit az 1. táblázat tartalmazza.

## SPÁRGA HIBRIDEK TERMÉSÉNEK ALAKULÁSA

1. táblázat A spárga kísérleti helyszínének talajára vonatkozó legfontosabb paraméterek  
(Nyíregyháza 2012)

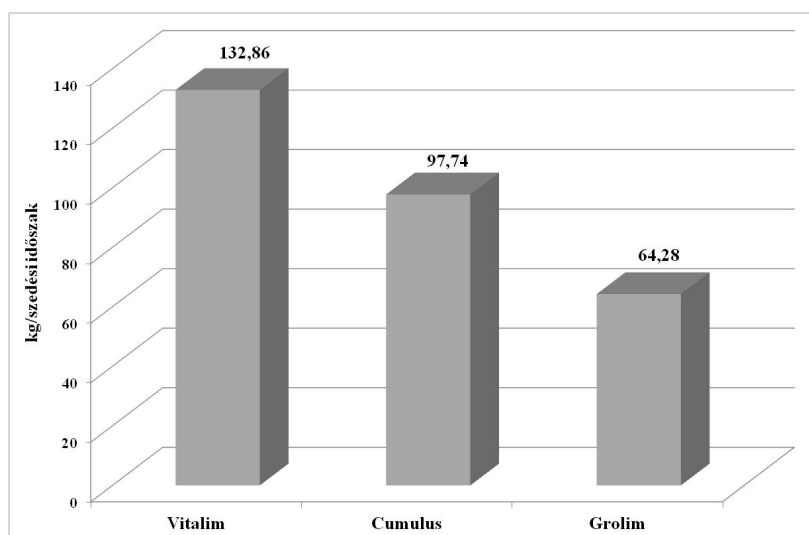
Vizsgálat	Eredmény	Mértékegység
pH (KCl)	4,70	
Kötöttség ( $K_A$ )	27	
Vízdíszható összes só	< 0,02	%(m/m)
Összes karbonát tartalom CaCO <sub>3</sub> -ban kifejezve	N.N.	%(m/m)
Humusz %	1,203	%(m/m)
Szulfát	24,4	mg/kg
(NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> ) - N	4,82	mg/kg
Foszfor tartalom P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -ben kifejezve	72,7	mg/kg
Kálium tartalom K <sub>2</sub> O-ban kifejezve	113	mg/kg
Magnézium	55,3	mg/kg
Nátrium	< 2	mg/kg
Cink	1,223	mg/kg
Réz	2,448	mg/kg
Mangán	129	mg/kg

A spárgaültetvény telepítésére 2011-ben került sor 180 cm-es sortávolságra, 25 cm-es tőtávolságra, 22300 tóha<sup>-1</sup> állománysűrűséggel. 2013-ban a csapadékos tavasz az ültetvény kezdeti előkészítését nagyban megnehezítette. A kísérletek beállítását csak április közepén tudtuk megvalósítani. A Vitalim, a Cumulus és Grolim hibridek esetén a kísérletben 40 t/ha mennyiségnek megfelelő istállótrágyát juttattunk ki, illetve különböző tápanyagellátási módok hatását vizsgáltuk a Grolim hibrid termésére. A kialakított 36 m<sup>2</sup>-es kezelt parcellákra 40 t ha<sup>-1</sup> istállótrágyát, 40 t ha<sup>-1</sup> istállótrágyának megfelelő juhtrágya komposztot és 40 t ha<sup>-1</sup> istállótrágyával ekvivalens műtrágyát juttattunk ki. Ezt követően a elkészítettük bakhákat április 16-án. A bakhákat fekete-fehér zsebes fóliával takartuk. A szedést 2013. április 23-án kezdtük, majd 2013. május 17-ig 11 alkalommal takarítottunk be spárgasípot.

### Eredmények és következtetések

A kijuttatott műtrágya hatására a legnagyobb terméseredménnyel a Vitalim hibrid rendelkezett 0,92 kg/m<sup>2</sup>/szedési időszak értékkel. A Vitalim hibridet a Cumulus hibrid követte 0,68 kg/m<sup>2</sup>/szedési időszak értékkel. A legkisebb termést a Grolim hibrid esetén regisztráltunk 0,45 kg/m<sup>2</sup>/szedési időszak terméseredménnyel.





1. ábra A genotípus hatása a vizsgált spárga hibridek síphozamára (Nyíregyháza, 2013)

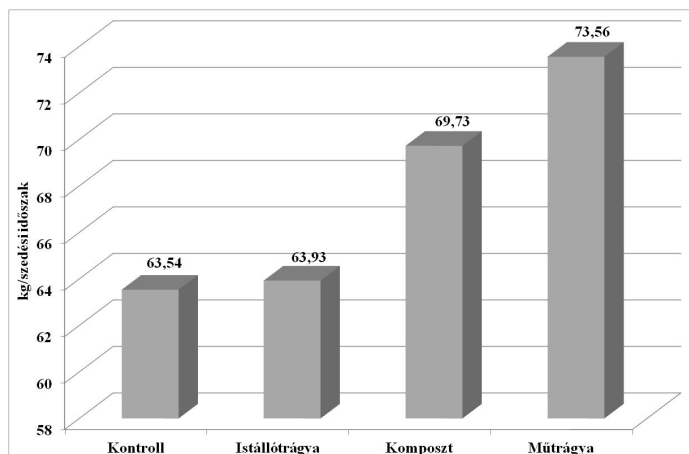
Az eredmények kiértékeléséhez statisztikai elemzést is végeztünk, melyek eredményeként megállapítható, hogy 0,05 szignifikancia szint mellett mind három hibrid esetén szignifikáns különbség tapasztalható (2. táblázat).

2. táblázat A vizsgált hibridek síphozamának statisztikai elemzése Nyíregyháza 2013

	Vitalim	Cumulus	Grolim
Vitalim	0	0,79818 *	1,55864 *
Cumulus	-0,79818 *	0	0,76045 *
Grolim	-1,55868 *	0,76045 *	0

A Grolim hibrid esetében háromféle kezelést alkalmaztunk, mely a műtrágyás, juhtrágya komposztos és istállótrágyás kezelés. A terméseredmények tekintetében megállapítható, hogy a 11 alkalmat jelentő szedési időszak ideje alatt a kontroll kezeléstől mindegyik kezelés nagyobb síphozamot produkált (2. ábra).

## SPÁRGA HIBRIDEK TERMÉSÉNEK ALAKULÁSA



2. ábra A kezelések hatására a terméseredmények alakulása a Grolim hibridnél Nyíregyháza, 2013

A kezelések hatását vizsgálva megállapítható, hogy a kontroll kezeléshez képest ( $0,44 \text{ kg/m}^2/\text{szedési időszak}$ ) a legkisebb termésnövekedést az istállótrágyás kezelés ( $0,45 \text{ kg/m}^2/\text{szedési időszak}$ ) esetén regisztráltunk, majd ezt követte a komposztos kezelés ( $0,48 \text{ kg/m}^2/\text{szedési időszak}$ ). A legnagyobb termésnövekedés a műtrágyás kezelés ( $0,51 \text{ kg/m}^2/\text{szedési időszak}$ ) esetén volt megfigyelhető. A statisztikai elemzés során megállapítottuk, hogy kezelések között nincs szignifikáns különbség (3. táblázat).

3. táblázat A Grolim hibrid síphozamának statisztikai elemzése a kezelések függvényében Nyíregyháza 2013

	Kontroll	Istállótrágya	Juhtrágya komposzt	Műtrágya
Kontroll	0	-0,00886	-0,14068	-0,22773
Istállótrágya	0,00886	0	-0,13182	-0,21886
Juhtrágya komposzt	0,14068	0,13182	0	-0,08705
Műtrágya	0,22773	0,21886	0,85705	0

A vizsgálataink során összességében megállapítható az, hogy a spárgatermesztés szempontjából a kijuttatott tápanyag formája, mennyisége és minősége igen meghatározó tényező. Intenzív termesztés esetén a gazdaságosság fenntartásához és az ültetvény egyöntetű fejlődéséhez elengedhetetlen a kiegyenlített tápanyagellátás biztosítása.

### Irodalom

- Cerne, M. – Kacjan Marsic, N. (2002): Asparagus. *Sodobno-kmetijstvo* 35 (5) 207-211.  
 Fehér B-né (2005): A spárga termesztése. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 113-121 .  
 Laczkó B. (2005): Családi gazdaságokból az Unióba. Káposztafélék, spárga és görögdinnye exportra. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 77-81.  
 Markovic, V. (2007): Asparagus (*Asparagus officinalis*). *Povrtarski glasnik* 5. (19) 5-10.

A XX. Növénynevelési Tudományos Nap Szervező Bizottsága  
köszönetét fejezi ki a kéziratok bírálóinak

ÁCS PÉTERNÉ  
APOSTOL JÁNOS  
BEKE BÉLA  
BENCZE SZILVIA  
BÓNA LAJOS  
BÓNIS PÉTER  
CSÖSZ LÁSZLÓNÉ  
CSEUZ LÁSZLÓ  
CSILLÉRY GÁBOR  
HADI GÉZA  
HAJÓS LÁSZLÓNÉ  
HESZKY LÁSZLÓ  
HOFFMANN BORBÁLA  
JÁGER KATALIN  
JANDA TIBOR  
JÓZSA MIKLÓS  
KARSAI ILDIKÓ  
KISS ERZSÉBET  
KOC SIS LÁSZLÓ  
KOC SY GÁBOR  
KOZMA PÁL  
LÁNG LÁSZLÓ  
LÁNGNÉ MOLNÁR MÁRTA  
MARTON L. CSABA  
MATUZ JÁNOS  
MESTERHÁZY ÁKOS  
MOLNÁR DÉNES  
MURÁNYI ISTVÁN  
PÁL MAGDA  
PALÁGYI ANDRÁS  
PAUK JÁNOS  
PETRÓCZI ISTVÁN  
POLGÁR ZSOLT  
PORPÁCZY ALADÁR  
PUSKÁS KATALIN  
RAKSZEGI MARIANN  
RUDNÓY SZABOLCS  
SÁRDI ÉVA  
SPITKÓ TAMÁS  
SZALAI GABRIELLA  
SZÉL SÁNDOR  
TÓTH BALÁZS  
TÓTH BEÁTA  
TÓTHNÉ ZSUBORI ZSUZSANNA  
VARGA BALÁZS  
VIDA GYULA

*Angol nyelvi lektor:*  
TIMÁR NÓRA

*A kötet technikai szerkesztője:*  
KŐSZE GI BÉLA

*Címlapterv:*  
VÉCSY ATTILA

