

Kék és vörös szemszínű kukoricák nemesítési értékelése

Bódi Zoltán – Pepó Pál – Kovács András

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar, Kertészettudományi és Növényi
Biotechnológiai Tanszék, Debrecen
bodizo@freemail.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A kukoricanevelés csak széles genetikai alapanyagbázisra építve lehet sikeres. A nemesítési célkitűzések bővülése magában rejti új nemesítési alapanyagok felkutatását, tesztelését. Vizsgálatunkban 11 kék, lila és vörös szemszínű egzotikus kukorica fajtát teszteltünk Magyarország két különböző részén. Komplex vizsgálati módszernek vetettük őket alá azért, hogy minél több információhoz jussunk. Vizsgáltunk néhány morfológiai és fenológiai jelleget. Megállapítottuk a legfontosabb minőségi mutatókat (fehérje, zsír, hamu). Bevezettük hazai viszonyok között a Tassel Area Indexet és összehasonlítottuk a genotípusok pollentermelő képességével.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy széles, kiaknázatlan lehetőségeket rejtnek az egzotikus kukorica fajták. Minőségük sok esetben meghaladja a hagyományos sárgaszemszínű kukoricákét. A vizsgált fajták között jelentős különbség van a termésmennyiségben és beltartalmi paraméterek mutatóiban. A kedvező beltartalmi összetétel nem párosul a nagy termőképességgel. Virágzási idejük, agronómiai jellemzőjük alapján hazai viszonyok között is termesztethetők. Az új nemesítési céloknak is megfelelőnek, így funkcionális élelmiszerként, energiakukoricaként is nagy lehetőségeket rejtnek magukban. Bő pollentermelő képességükkel és magas TAI értékekkel, mint jelzőnövényként is hasznosíthatóak a pollenkutatókban a jövőben.

Kulcsszavak: adaptáció, kék és vörös kukorica, speciális kukoricanevelés, pollen termelőképesség, címer terület index, funkcionális élelmiszer

SUMMARY

Corn breeding can be successful only on a broad base of genetic material. The expansion of breeding aims includes the research of germplasm materials. In our experiments, we examined 11 blue, purple and red exotic corn varieties on two locations in Hungary. We conducted a complex study to obtain more information. We studied several morphological and phenological features and determined the most important qualitative parameters (protein, fat, ash). We applied the Tassel Area Index (TAI) under Hungarian conditions and compared it with the pollen producing ability of different genotypes. Results show that there are great opportunities in exotic corn varieties. Their quality exceeds that of the yellow ones in many cases. There are significant differences in yield and nutritional parameters. The favorable nutritional composition is not coupled with great productivity. Based on their flowering time and their agronomical features, they can be cultivated under Hungarian conditions as well. They match the new breeding aims, so they can be used as functional food or energy plants. With their high pollen producing

ability and TAI, they can be utilized as markers in future pollen research.

Keywords: adaptation, blue and red kernel corn, special maize breeding, pollen production, tassel area index, functional food

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A jövő élelmiszeriparának meghatározó részét fogja képezni azon természetes eredetű élelmiszerek előállítása, amelyek tápláló jellegük mellett más tulajdonságaiknál fogva alkalmasak az egészség megőrzésére, továbbá erősítik a szervezet védekező mechanizmusát. Az ilyen típusú élelmiszereket funkcionális élelmiszereknek nevezzük (Bíró, 2002). Napjainkban intenzív kutatások folynak világszerte a fenti megállapításoknak megfelelő élelmiszer alapanyagok felkutatására, vizsgálatba vonására. E kritériumoknak megfelelően, ilyen növények lehetnek a kék, lila, vörös szemszínű kukoricák, melyek értékes beltartalmi értékekkel (fehérje, antioxidánsok, mikroelemek), különleges ízvilágukkal a változatos étrend és az egészséget megőrző, elősegítő funkcionális élelmiszerek alapját képezhetik (Bódi és Pepó, 2006).

A kukorica igen változatos megjelenésű növény, rasszainak a száma több százra tehető. Szemszín alapján szinte minden színben megtalálható (Dickerson, 2003). Napjainkban legelterjedtebben a sárga és fehér szemszínű típusokat termesztik, az előbbi takarmányozási és ipari, az utóbbit főként élelmiszeripari célra szerte a világban. A kukoricanevelés egyetlen perspektívája a hibridnevelés, a heterózis hatás kihasználása, mely az elmúlt száz évben gyökeresen átalakította a kukoricanevelést, termesztést (Bódi, 2005). A hibridkukoricák megjelenésével a termőképesség és az agronómiai képességek növekedése azonban rendszerint a beltartalmi értékek csökkenéséhez vezetett (Győri és Győriné, 2002). Szerencsére sok helyen fennmaradtak a kukorica régi tájfajtái is, változatos genetikai eredettel. Peruban, Mexikóban napjainkban is a kukoricából készült ételek a meghatározóak. Ezen területen legelterjedtebben termesztett élelmiszeripari kukoricák a különböző kék kukorica fajták. A tudományos érdeklődés ezen növények iránt az elmúlt évtizedben ugrásszerűen megnőtt, több tanulmány készült a festékanyagainak vizsgálatáról (Bridle és Timberlake, 1997; Pascual-Teresa et al., 2002), a bennük fellelhető antioxidánsok egészségre gyakorolt hatásáról (Adom

és Liu, 2002; Pascual-Teresa et al., 2002; Jones, 2005). Kevés publikáció jelent meg azonban a termesztésével (Dickerson, 1998; Kovács, 2000; Thomison és Geyer, 2002), nemesítési perspektívájával (Kovács, 2000; Betrán et al., 2003; Bódi és Pepó, 2006) kapcsolatban.

A vizsgált kukoricák eredete, felhasználása, jellemzői

A kukorica kapcsolatban állt több nagy kultúrával az Új Világban, így többek között az inka, maja és azték civilizációval. Több nevezetes, a mai idők észak-amerikai indián törzsei – Zuni, Hopi és a Navajok – még mindig előnyben részesítik a kék szemszínű lisztes kukoricát. A délnyugat-amerikai indián törzsek a kék kukoricát, mint élelmiszer-alapanyagot is felhasználták. Az új-mexikói konyha kiemelkedő kapcsolatban áll ezen ősi kívánalmakkal, így a kék kukorica termesztése és termékei ezen térségből származnak. A kék kukorica beltartalmi értékei sok esetben meghaladják a hagyományos, ma általánosan termesztett sárga szemszínű kukoricakét (Dickerson, 2003; Bódi et al., 2006). A legtöbb kereskedelmi lófogú hibridkukorica egyöntetű és hektáronként 8-13 tonna szemtermésre képes. A szabad levirágzású kék kukoricafajták szignifikánsan kisebb terméseredményre képesek, így a kék kukorica költsége lényegesen magasabb, mint a lófogú kukoricaké (Kovács, 2000). A kék kukoricafajták nagyon változatosak a növény és a szem jellemzőit tekintve. Léteznek hosszú és rövid virágzási időtartamúak, változó érésidőjük. A kék kukorica fajták gyenge szárszilárdságúak, és gyakran megdőlnek a betakarítás előtt. A viharos szelek letörlik a szárazakat, és jelentős veszteségeket okoznak a termés nagyságban, és a szemek minősége is csökken. A termés gépi betakarítása gyakran nehézkes a megdőlés miatt. A fajták nagyon fogékonyak a kórokozókra és kártevőkre, amikor a származási helyüktől eltérő területeken termesztik őket (Betrán et al., 2003).

Általánosságban a kék kukorica termesztése hasonló, mint a lófogú kukoricáé. Azonban ez a fajta az alkalmazkodás hiányának következtében nem reagál a lófogú kukoricatermesztésben alkalmazott intenzív technológiákra. Kedvező az, ha organikus körülmények között vagy mérsékelt trágyázási szint illetve egyéb technológiai elemek alkalmazása mellett termesztjük. Napjainkban leginkább szabad levirágzású fajtákat termesztünk, de hibrid nemesítés is folyamatban van, illetve kapható már egy-két hibrid is. Nehezen viseli az állománysűrítést és a túlzott trágyázást. Átlagos állománysűrűsége 30-45 ezer növény/ha, a fokozott trágyaadagok szárszilárdsági és minőségi problémákhoz vezetnek (Johnson és Jha, 1993). A termesztés során nagyon fontos a minimális (legalább 230 m) izolációs távolság betartása más típusú kukoricáktól.

A kék kukorica rasszainak a száma még ismeretlen napjainkban. A legelterjedtebben termesztett populáció vagy tájfajta a Hopi blue, Navajo és a Black-Aztec. A hibridnemesítés folyamatban van, illetve létezik már hibrid is. A

probléma a nemesítési, termesztési alapanyag beszerzésében is fellelhető. A kereskedelmi forgalomban csak néhány tájfajtát árulnak általában az észak-amerikai organikus termesztéssel, vetőmag-előállítással foglalkozó vállalkozások. Ez tükröződik a vetőmagárakban is. A másik út vetőmag génbankokból történő beszerzése. A nemesítési alapanyag beszerzésekor és a nemesítés során alkalmazott módszerek is magukban hordozzák a drift veszélyét. Célszerű több forrásból is beszerezni a genetikailag minél változatosabb anyagokat a későbbi sikeres nemesítés érdekében (Bódi és Pepó, 2006). A genetikai drift veszélyére hívja fel a figyelmet Soleri és Smith (1995) is, akik vizsgálatukban szignifikáns különbségeket találtak két Hopi (kék kukorica) kukorica *ex situ* és *in situ* fenntartásában.

Vizsgálatunkban 8 kék, 1 lila és 2 vörös szemszínű kukorica fajtát vizsgáltunk organikus körülmények között magyarországi viszonyok mellett. Célunk a fajtákról minél több információ gyűjtése a termesztésükkel és nemesítésükkel kapcsolatban. Kevés információ létezik az Európában történő termesztésükkel kapcsolatban, így a dolgozat egyik célja az adaptálódási képességük vizsgálata mellett az ilyen irányú szakirodalom bővítése is. Az organikus körülmények melletti termesztés biztosítja a nemesítés későbbi szakaszainak (vonall előállítás, hibrid előállítás) és esetleges állami elismerés esetén az organikus vetőmag minősítés alapját.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Nyolc szabad levirágzású (OP) kék kukoricát, kettő szintén OP vörös és egy OP lila szemszínű kukoricafajtát vizsgáltunk véletlen blokkelrendezésben, három ismétlésben organikus gazdálkodásnak megfelelő körülmények között 2005 és 2006-ban. 2005-ben részleges minőségi vizsgálatokat (Bódi et al., 2006), illetve teljes körű morfológiai leírást végeztünk a genotípusokon. A vizsgált genotípusok eredetét az 1. táblázat mutatja. A kísérlet Kelet-Magyarországon két helyen, Hajdúböszörményben (47° 32' Észak, 21° 36' Nyugat) mindkét évben, és 2006-ban Szerencsen (48° 07' Észak, 21° 09' Nyugat) került beállításra. A kísérleti parcella kétsoros elrendezésű 5 m hosszú volt. A tőszám 44433 növény/hektár volt. Minden egyes parcella ellenőrzött beporzású volt, elkerülve az idegen genotípusoktól származó pollenkeveredést. A betakarítás kézzel történt parcellánként külön kezelve. A csöveket mesterségesen 40°C-on tömegállandóságig szárítottuk szárítószekrényben. Kémiai növényvédelem a kísérleti terekben nem került alkalmazásra. A parcellákat mechanikai gyomirtásban részesítettük. Mindkét vizsgált év (2005-2006) a kukoricatermesztés szempontjából kedvezőnek mondható. Az április és szeptember közötti csapadék mennyisége és eloszlása is előnyös volt. Az átlag hőmérséklet is szintén a kukoricatermesztésnek kedvezett. A beltartalmi vizsgálatok a Debreceni Egyetem Regionális Műszerközpontjában kerültek elvégzésre. A fehérje-

tartalom meghatározása az MSZ 6830-4:1986, a zsírtartalom meghatározása az MSZ 6830-6:1984, míg a hamu-tartalom meghatározása az MSZ ISO 5984:1992 szabványok alapján történt A morfológiai leírás: a vizsgált jellemzőket 15 növény/parcella átlagában határoztuk meg a CPVO TP/2/2 irányelv alapján. A pollentermelő képesség meghatározásához, a pollenyűjtést RácZ et al. (2006b) szerint végeztük. A Tassel Area Index (TAI) megállapítását Fonseca et al. (2003) útmutatása alapján számítottuk. Az adatokat varianciaanalízissel értékeltük.

1. táblázat

A vizsgált genotípusok eredete és szemszíne

Genotípus(1)	Eredet(2)	Szemszín(3)
Hopi Blue	AGES, Genbank Linz, Austria	Kék(4)
Blaumais	AGES, Genbank Linz, Austria	Kékes-barna(5)
Taos Pueblo Black	IPK, Gatersleben, Germany	Kék(4)
Alamo Navajo B.	IPK, Gatersleben, Germany	Kék(4)
Purple Red Flour	IPK, Gatersleben, Germany	Kékes lila(6)
Sandia Pueblo. Black	IPK, Gatersleben, Germany	Lila(7)
Santo Domingo Blue	IPK, Gatersleben, Germany	Kék(4)
Hopi Turquoise	IPK, Gatersleben, Germany	Kék(4)
Rdeci	AGES, Genbank Linz, Austria	Vörös(8)
Rotmais	AGES, Genbank Linz, Austria	Vörös(8)

Table 1: The origin and kernel colour of investigated genotypes

genotype(1), origin(2), kernel colour(3), blue(4), blue-brown(5), blue-purple(6), purple(7), red(8)

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

Széles vizsgálatokat folytatunk mind morfológiai, mind beltartalmi értékek tekintetében a vizsgált genotípusoknál. Néhány morfológiai jellemzőt mutatunk be a 2. táblázatban. A táblázat alapján elmondható, hogy jelentős különbségek vannak az egyes genotípusok között a morfológiai jegyek tekintetében. A legnagyobb növénymagasságot a Santo Domingo Blue fajta érte el (425 cm), és ugyanezt tapasztaltuk a főcsomagasság és szárátmérő tekintetében is. E fajta erőteljes növekedési erélye és habitusa révén a napjainkban fellendülő energiakukorica termesztés sikeres nemesítési alapanyagát képezheti, ezen tulajdonságát sikerrel örökítheti. Daniel és Bajtay (1975) vizsgálataikban a növénymagasság nagy h^2 értékkel bír, jól örökíthető tulajdonság. A legkisebb növénymagasságot a Blaumais érte el (180 cm), és a legkisebb volt a szárátmérő illetve a levelek száma is. A morfológiai jellemzők alapján megállapítható, hogy a késői

érés csoportokba tartozó fajták erőteljes növekedési eréllyel és habitussal rendelkeznek. A nagy növekedési erély, a levelek száma azonban szükségessé teszi az alacsony tőszámot termesztésük során.

2. táblázat

A vizsgált kukoricák néhány morfológiai tulajdonsága (átlag Hajdúböszörmény-Szerencs)

Genotípus(1)	Növény magasság, cm(2)	Főcső eredési magasság, cm(3)	Szár-átmérő, mm(4)	Vetéstől eltelt napok száma a nővirágzásig(5)
Hopi Blue	205	47	25	64
Blaumais	180	45	24	62
Taos P. B.	292	103	27	72
Alamo N. Blue	307	109	28	70
Purple Red Flour	175	37	24	77
Sandia P. Black	360	127	38	86
Santo D. Blue	425	141	41	86
Hopi Turquoise	215	55	25	77
Rdeci	265	81	28	58
Rotmais	245	75	28	67
SzD _{5%} (6)	21,5	14,3	3,4	2,5

Table 2: Some morphological features of investigated corn (avg. Hajdúböszörmény-Szerencs)

genotype(1), plant height(2), height of main ear(3), stalk-diameter(4), number of days from planting to mid-silking(5), LSD_{5%}(6)

A 3. táblázat tartalmazza a vizsgált genotípusok fehérje-, zsír- és hamutartalmának adatait. A Blaumais fehérjetartalma volt a legmagasabb (11,69%). A fehérjetartalom a vizsgált eltérő szemszínű genotípusoknál 8,73 és 11,69% között változott. A kontroll sárga szemszínű hibrid (DK 471) fehérjetartalmát (7,36%) a vizsgált genotípusok jelentős hányada szignifikánsan felülmúlta. Hazai viszonyok között a sárga szemszínű kukorica hibridek fehérjetartalma 8-11% között változik (Győri és Győriné, 2002). De ezt az értéket csak kifinomult technológia (high input) mellett tudják elérni a mai korszerű sárga szemszínű hibridek (Sárvári és Szabó, 1998; Győri, 1998; Pepó, 2001; Jakab, 2003).

A hamutartalom tekintetében a Hopi Turquoise szemtermése rendelkezik a legnagyobb mennyiséggel (1,61%), míg a Sandia Pueblo Black (1,33%) a legalacsonyabbal a vizsgált kék és lila kukoricafajták közül. Ennél szintén alacsonyabb értéket mutatott a kontroll hibrid (1,23%). Vizsgálataink megerősítik korábbi dolgozatunk eredményét (Bódi et al., 2006), miszerint a kék kukoricák hamutartalma jelentősen meghaladja a sárga kukorica vonalak és hibridek ezen értékeit. Pásztor et al. (1998) több minőségi tulajdonságot vizsgált kukorica vonalaknál és hibrideknél, a hamutartalom tekintetében nem

tapasztaltak eltéréseket a genotípusok között a vizsgált évjáratokban.

A zsírtartalom tekintetében az Alamo Navajo Blue és a Purple Red Flour eredményei voltak a legmagasabbak (6,51 és 6,33%), míg a Blaumais fajtáé (3,22%-kal) a legalacsonyabb. A zsírtartalom növekedés valószínűsíthetően a fehérjetartalom csökkenésével járt együtt. De így is a hagyományos sárga szemszínű kukoricáknál (2,5-4% Prókszané és Harmati, 1988) több, mint 1-3%-kal magasabb értékeket kaptunk Ez stabil paraméter, melyet az évjárat és a műtrágyázás számottevően nem befolyásol (Earle, 1977; Prókszané et al., 1995).

3. táblázat

A vizsgált kék és lila szemszínű kukoricák fehérje-, zsír- és hamutartalma (Hajdúböszörmény, 2006)

Genotípus(1)	Fehérje, %(2)	Zsír, %(3)	Hamu, %(4)
Hopi Blue	10,62*	4,73*	1,59*
Blaumais	11,69*	3,22	1,53*
Taos P. B.	8,65	6,11*	1,42
Alamo N. B.	8,86	6,51*	1,50*
Purple Red Flour	9,79*	6,33*	1,35
Sandia P. Black	8,13	5,11*	1,33
Santo D. Blue	9,81*	4,68*	1,36
Hopi Turquoise	11,26*	-	1,61*
DK 471 (Kontroll)(5)	7,36	3,12	1,23

*Szignifikáns P=5% szinten a kontrollal összehasonlítva(6)

Table 3: Protein, fat and ash contents (%) of investigated blue and purple kernel corn

genotype(1), protein content(2), fat content(3), ash content(4), check yellow corn(5), significant at P=5% probability levels for comparison with control(6)

Pollentermelés, Címer Terület Index (TAI), fenológiai jellegzetességek

Kísérletünkben vizsgáltuk a kék és lila kukoricafajták pollentermelő képességét, ezzel párhuzamos megállapítottuk a Tassel Area Index értékeit is.

Az értékekhez társítottuk a CPVO TP 2/2 vizsgálati irányelv szerinti címer morfológiai eredményeket. Az adatokat a 4. táblázatban közöljük.

A morfológiai leírás tanulmányozása alapján az egyes tulajdonságok CPVO TP2/2 szerinti 1-9 illetve 1-7-ig történő kódolásából már következtetni lehet a TAI értékeit, és az ezzel szoros összefüggésben lévő pollen mennyiségét az egyes genotípusoknál. Szembetűnő az elsődleges elágazások nagy száma, a 9-es kódot e tulajdonság tekintetében a 20 db feletti elsődleges elágazással rendelkező genotípusok kaphatják. A főcímerág hossza pedig minden vizsgált genotípus esetében a – CPVO TP2/2 irányelveiben alkalmazott – standardeknel nagyobb volt. Az egyedi pollen produkció nagyságrenddel meghaladja az irodalmi adatokban közölt sárga szemszínű vonalak (Rác et al., 2006) illetve hibridek mennyiségét. A legnagyobb pollentermelő képességet a Sandia Pueblo Black esetében mértük, az egyedi pollenmennyiség 6,34 g volt, ehhez társult a legnagyobb Tassel Area Index érték is (9289,3). A magas érték eléréséhez az elágazások nagy száma, illetve a kalászkák tömötsége is hozzájárult. A legkisebb értékeket a Pourple Red Flour és a Hopi Turquoise adták mind a pollen mennyiségében, mind a TAI értékekben, a kalászkák tömötsége ennél a két genotípusnál nagyon ritka.

4. táblázat

A pollentermelés és a címer terület index, illetve néhány morfológiai tulajdonság a kék és lila kukoricákban a CPVO TP2/2 irányelv szerint (átlag Hajdúböszörmény-Szerencs, 2006)

Genotípus(1)	Egyedi pollen termelés, g(2)	Címer Terület Index(3)	Címer: a főtenyész és az oldalágak közötti szög(4)	Az oldalágak állása(5)	Az elsőrendű elágazások száma(6)	A kalászkák tömötsége(7)	A legalsó oldalág fölötti főtenyész hossza(8)	A legfelső oldalág feletti főtenyész hossza(9)
CPVO N°	-	-	11	12	13	10	18	19
Taos P. B.	5,27	9078,7	7	5	9	5	9	9
Alamo N. B.	4,99	8765,3	7	5	9	5	9	9
Purple Red Flour	3,45	5229,4	7	5	5	3	9	9
Sandia P. Black	6,34	9289,3	7	9	9	7	9	9
Santo D. Blue	5,08	8823,0	7	7	7	5	9	9
Hopi Turquoise	3,56	5743,1	7	5	7	3	9	9

Table 4: Data of pollen production, Tassel Area Index and some phenological features in blue and purple corn based on CPVO TP2/2 (avg. Hajdúböszörmény-Szerencs)

genotype(1), pollen product per plant(2), Tassel Area Index(3), angle between main axis and lateral branches(4), attitude of lateral branches(5), number of primary lateral branches(6), density of spikelets(7), length of main axis above lowest side branch(8), length of main axis above upper side branch(9)

KONKLÚZIÓ

A kukoricaneemesítés sikeressége a jól megválasztott, szélesbázisú neemesítési alapanyagon múlik. Munkánk célja az volt, hogy minél részletesebb információt nyerjünk a kék, lila és vörös szemszínű kukoricafajtákról.

A fent részletezett tulajdonságok alapján a legjobb habitusú egyedekről vonalindítást kezdtünk, és keresztezéseket végeztünk, illetve további vizsgálatokhoz használjuk fel őket. Neemesítési forrásként felhasználva energiakukorica,

élelmiszeripari célú kukorica előállítására kerülhet sor. Az egyes kék kukorica fajták nagy növénymagasságukkal és bőséges pollentermelő képességükkel jelzőnövény szerepét is betölthetik napjainkban (Bannert, 2006) a GMO (Genetic Modified Organism) kontra konvencionális termesztés, együtt-termesztés vizsgálatokban, hiszen a kék szín, mint domináns jelleg könnyű kimutatást tesz lehetővé. Az organikus termesztés kritériumai számára is megfelelő fajták kiválasztása már elkezdődött, mellyel az egyre növekvő bioélelmiszerek alapanyag igényét lehet kielégíteni.

IRODALOM

- Adom, K.K.-Liu, R.H. (2002): Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:21:6182-6187.
- Bannert, L. (2006): Simulation of transgenic pollen dispersal by use of different grain colour. PhD Dissertation, Swiss Federal Institute of Technology Zurich.
- Bertán, J.F.-Bockholt, J.A.-Rooney, W.L. (2003): Blue corn. In: Specialty corns. Second Edition, Ed. Hallauer, R.A. CRC Press LLC, Boca Raton FL. 293-301.
- Bíró, Gy. (2002): Functional foods, the role of natural antioxidants in health promotion. MTA Kémiai Tudományok Osztálya. www.kfki.hu/chemonet/osztaly/eloadas/birgyorgy.html
- Bódi Z. (2005): A genetikai változatosság szerepe a kukoricaneemesítésben. Tavasz Szél Konferencia, Debrecen 413.
- Bódi, Z.-Borbély, M.-Pepó, P.-Győri, Z. (2006): Preliminary data of chemical contents and thousand kernel weight in special and conventional maize. *Cereal Research Communications*, 34. 1:413-416.
- Bódi Z.-Pepó P. (2006): A dísz- és kék kukoricafajták termesztése és neemesítési lehetőségei. *Acta Agraria Debreceniensis*, 23:15-19.
- Bridle, P.-Timberlake, F.C. (1997): Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. *Food Chemistry*, 58, 1-2:103-109.
- Dániel, L.-Bajtay, I. (1975): The manifestation of some quantitative traits in the diallel crosses of 11 sweet corn (*Zea mays* L. conv. *saccharata* Koern.) inbreds. *Növénytermelés*, 24, 285-294.
- Dickerson, G.W. (1998): Blue corn production and marketing in New Mexico. College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University, http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h-226.htm
- Dickerson, G.W. (2003): Nutritional analysis of New Mexico blue corn and dent corn kernels. College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University, http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h-233.htm
- Earle, F.R. (1977): Protein and oil in corn: Variation by crop years from 1907 to 1972. *Cereal Chemistry*, 54:70-79.
- Fonseca, A.E.-Westgate, M.E.-Grass, L.-Dornbos, D.L. Jr. (2003): Tassel morphology as an indicator of potential pollen production in maize. Online. *Crop Management* doi: 10.1094/CM-2003-0804-01-RS.
- Győri Z. (1998): A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. Akadémiai doktori (DSc) értekezés tézisei. Debrecen.
- Győri Z.-Győriné Mile I. (2002): A kukorica minősége és feldolgozása. Szaktudás Kiadó Ház.
- Jakab, P. (2003): The importance of nutrient supply in the hybrid specific corn production. PhD thesis, Debrecen
- Johnson, D.L.-Jha, N.M. (1993): Blue corn. In: New crops. Eds.: Janick, J.-Simon, J.E. Wiley, New York.
- Jones, K. (2005): The potential health benefits of purple corn. *HerbalGram*, 65:45-49.
- Kovács, G. (2000): Blue corn-past, present and prospects of the cultivation of an ancient form of maize. *Növénytermelés*, 49, 4:421-429.
- Pascual-Teresa de, 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, 8:1003-1006.
- Pásztor, K.-Győri, Z.-Szilágyi, Sz. (1998): Changes in the protein, starch, ash, fibre and fat contents of maize parental lines and their hybrids. *Növénytermelés*, 47, 3:271-278.
- Pepó Pé. (2001): A genotípus és a vetésváltás szerepe a kukorica tápanyagellátásában csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 50. 2-3:189-202.
- Prokszáné Paplógó, Zs.-Harmati, I. (1988): Starch, protein and oil content of maize hybrids. *Növénytermelés*, 37, 1:17-26.
- Prokszáné Paplógó Zs.-Szél E.-Kovácsné Komlós M. (1995): A nitrogén műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára, eltérő évjáratokban réti öntéstalajon. *Növénytermelés*, 44, 1:33-42.
- Rácz, F.-Hidvégi, Sz.-Záborszky, S.-Pál, M.-Marton, Cs.L. (2006): Pollen production of new generation inbred maize lines. *Cereal Research Communications*, 34:1:633-636.
- Sárvári M.-Szabó P. (1998): A termesztési tényezők hatása a kukorica termésére. *Növénytermelés*, 47, 2:213-221.
- Soleri, D.-Smith, E.S. (1995): Morphological and phenological comparisons of two hopi maize varieties conserved *in situ* and *ex situ*. *Economic Botany*, 49, 1:56-77.
- Thomison, P.-Geyer, A. (2002): Evaluation of blue- and red food-grade corns. The Ohio State University, Bulletin Special Circular 190.