

Az eredeti tervtől eltérően kutatási projektünk nem négy, hanem 5 éven keresztül tartott. A hosszabbítás oka a témavezető munkahelyi feladatokban, majd a munkahelyben bekövetkező változása volt. Mindezek nem érintették a projekt munkatervét, költségvetését, sem a projektben részt vevők személyét, csupán a vállalt feladatok teljesítésére egy év haladékosként kértünk, amit az OTKA Iroda engedélyével meg is kaptunk.

A kutatási eredményeinket az alábbiakban foglaljuk össze.

Virológiai vizsgálatok

Öt éven keresztül ruderális területekről, és kultúr-ökoszisztémákból, az ország több pontjáról a munkatervben felsorolt inváziós „özöngyomok” (*Asclepias syriaca*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Abutilon theophrasti*, *Solidago gigantea*, *Cyperus esculentus*, *Phytolacca americana*) vírustüneteket mutató és tünetmentes egyedeit gyűjtöttük be (több száz mintát) a természetes vírushordozó felmérése céljából. A növényi minták vírushordozóit DAS-ELISA szerológiai módszer segítségével értékeltük, amelyhez 12, gazdaságilag jelentős vírus antitestet használtunk fel. Vektormentes virológiai üvegházunkban mesterséges gazda-vírus kapcsolatok feltárására is sor került. A vírushordozóknál mechanikai vírusátvitelt, a paradicsom bronzfoltosság vírusnál vektorátviteli módszert alkalmaztunk (*Thrips tabaci*). A vírushordozókat szimptomatológiai úton, szerológiai és visszaizolálással értékeltük. Eredményeink megerősítettek már korábban leírt gazda-vírus kapcsolatok, továbbá új mesterséges és természetes gazda-vírus kapcsolatok leírására is sor került (*A. artemisiifolia*-paradicsom bronzfoltosság vírus, *A. syriaca*- paradicsom bronzfoltosság vírus, *Convolvulus arvensis* – paradicsom bronzfoltosság vírus, *C. esculentus* - árpa csíkos mozaik vírus, *P. americana* – Melandrium sárga foltosság vírus, *P. americana* – uborka mozaik vírus, RS törzs). A hazánkban először 2004-ben izolált Pepino mozaik vírussal szemben a vizsgált „özöngyomok” ellenállónak bizonyultak.

Csírázásbiológiai vizsgálatok

Megállapítottuk, hogy – bár a frissen gyűjtött magvak alacsony %-ban csíráztak a primer dormancia miatt – a TTC teszttel meghatározott életképessége a gyomfajok magjainak igen magas, 81 és 99 % között alakult. A magvak szobahőmérsékleten történő száraz tárolása során a magvak életképessége alig – csupán néhány %-kal - csökkent, amely garantálja szabadföldi körülmények között történő, hosszú távú túlélésüket. A magvak nyugalmi állapota a szobahőmérsékleten, száraz körülmények között történő tárolás során fokozatosan feloldódott és néhány hónap múlva a magvak csírázási %-a már megközelítette az életképességi %-ot. A tanulmányozott fajok magjai üvegházi körülmények között tenyészedényben jóval magasabb %-ban csíráztak, mint laboratóriumi körülmények között Petri csészében, amelynek az a magyarázata, hogy a magvak felületén megtalálható, zömében polifág kórokozók jelentősen csökkentik a magvak csírázóképeségét, amelynek a tápközegben történő csíráztatás során – valószínűleg a mikrobiológia degradáció következtében – nincsen akkora jelentősége. A magas hőmérsékleten történő, gyorsított utóérés („accelerated afterripening”, 55 °C-on 72 óráig) a parlagfű esetében a magvak nyugalmi állapot feloldását és a csírázás serkentését okozta a hőkezeletlen magvakhoz képest. A 70 °C-on, 24 óráig történő kezelés hatására a magvak elvesztették életképességüket. Csírázásbiológiai vizsgálatunkban – szintén a parlagfű esetében – felhívtuk a figyelmet a különböző termőhelyről és eltérő körülmények között nevelkedett anyanövényekről származó magpopulációk csírázásbiológiai sajátosságaiiban megnyilvánuló fajon belüli (intraspecifikus) különbségekre.

Kompetíciós és biomassza produkciós vizsgálatok

Üvegházi körülmények között, tenyészedényekben beállított korai kompetíciós additív és szubsztitúciós kísérletek azt bizonyították, hogy a kultúrnövények kezdetben gyorsabban fejlődnek, mint a velük társulásban élő gyomfajok. Ilyen körülmények között ugyanazon gyomfaj egyedei közötti (intraspecifikus) versengés különösen nagy jelentőségű.

Szabadföldi kispárcellás, additív kompetíciós kísérletekben néhány kultúrnövény (kukorica, napraforgó) és gyomfaj (parlagfű, csattanó maszlag, selyemmályva, olasz szerbtövis) közötti versengést tanulmányoztuk. A gyomnövény-kultúrnövény kompetíciós kísérletekben legrégebbtől az additív módszereket alkalmazzák, ahol a kultúrnövényt a megfelelő, állandó tőszámmal vetik, a gyomfajok területegységenkénti egyedszámát változtatják. Ennek a módszernek a segítségével a változó gyomsűrűség hatását vizsgálják a kultúrnövények termésmennyiségére. A szabadföldi kispárcellás kísérleteket 2005 és 2007 között a Pannon Egyetem Ujmajori Kísérleti Telepén állítottuk be. A következő kezeléseket alkalmazzuk: 1. kezeletlen (gyomos) kontroll, 2. gyommentes kontroll (a teljes vegetációban folyamatos kapálással tisztán tartva), 3. gyomsűrűség 1 db/m², 4. gyomsűrűség 2 db/m², 5. gyomsűrűség 5 db/m², 6. gyomsűrűség 10 db/m². A 3-6. kezeléseknél a vizsgált gyomfaj kivételével valamennyi más fajt eltávolítottuk. A fenti egyedsűrűségeket kézi kapálással állítottuk be, melyet a tenyészidőszak folyamán folyamatosan ellenőriztünk. A vegetációs periódus végén a területegységre eső termésátlagot kukoricánál a szemek 14 %-os nedvességtartalmára vonatkoztattuk (májusi morzsolt), napraforgónál pedig a kaszatok 9 %-os nedvességtartalmára.

A kísérletek eredményei alapján megállapítottuk, hogy a kultúrfajok közül a napraforgó versenyképesebb, mint a kukorica, mert hasonló gyomsűrűség ugyanazon gyomfaj esetében kevesebb termés kiesést okozott. A gyomfajok közül a legversenyképesebbnek az olasz szerbtövis bizonyult. Már 1 db előfordulása négyzetméterenként közel 90 %-os termésvesztést okozott kukoricában. A selyemmályva versenyképessége volt a leggyengébb. Szignifikáns termésvesztés csak a 2db/m² egyedsűrűség hatására jött létre kukorica állományban, és – más gyomfajok által okozott termésvesztéshez képest - ez sem volt jelentős. Napraforgóban a selyemmályva által okozott termésvesztés a legkisebb volt, 5 % körül alakult. A selyemmályva és a parlagfű esetében kukoricában azt tapasztaltuk, hogy a fajon belüli versengés (intraspecifikus kompetíció) nagyobb egyedsűrűségnél erősebb volt, mint a kukorica és a gyomfajok közötti (interspecifikus) kompetíció. Egyéb gyomnövény-kultúrnövény kapcsolatokban a növekvő gyomsűrűség hatására a termésvesztés is arányosan növekedett. A fajok által okozott átlagos termésvesztés és kompetíciós képesség tekintetében a gyomfajok között a következő sorrend állítható fel: olasz szerbtövis>csattanó maszlag>parlagfű>selyemmályva.

További szabadföldi kompetíciós kísérletekben a kukorica kritikus kompetíciós periódusának meghatározására a következő kezeléseket alkalmazzuk:

1. kezeletlen (gyomos) kontroll
2. gyommentes kontroll (a tenyészidőben folyamatos kapálással tisztán tartva)
3. június 9-ig (4-6 leveles korig) gyommentesen tartva, utána nincs gyomszabályozás
4. június 23-ig (12-14 leveles korig) gyommentesen tartva, utána nincs gyomszabályozás
5. július 7-ig (címerhányás) gyommentesen tartva, utána nincs gyomszabályozás
6. július 21-ig (csőképződés) gyommentesen tartva, utána nincs gyomszabályozás
7. augusztus 4-ig (tejesérés) gyommentesen tartva, utána nincs gyomszabályozás
8. június 9-ig (4-6 leveles korig) gyomosan hagyva, utána gyommentesség biztosítása
9. június 23-ig (12-14 leveles korig) gyomosan hagyva, utána gyommentesség biztosítása
10. július 7-ig (címerhányás) gyomosan hagyva, utána gyommentesség biztosítása
11. július 21-ig (csőképződés) gyomosan hagyva, utána gyommentesség biztosítása
12. augusztus 4-ig (tejesérés) gyomosan hagyva, utána gyommentesség biztosítása

A parcellák gyommentességét a kívánt időtartam alatt kézi kapálással biztosítottuk.

A kukorica virágzásának idején (2006. augusztus 1-én) minden parcellából 10-10 átlagos fejlettségű kukorica növény magasságát mértük. A betakarítás 2006. október 14-én kézzel történt. Parcellánként a két középső sorban lemértük a csöves kukoricák termését. Öt reprezentatív minta alapján (5 x 5 cső) meghatároztuk a cső:szem arányt, és 85 °C-on 10 órán keresztül történő szárítás után a betakarításkori nedvességtartalmat. Meghatároztuk a parcellánkénti szemtermést a betakarításkori nedvességtartalommal. A területegységre eső termésátlagot a szemek 14%-os nedvességtartalmára vonatkoztattuk (májusi morzsolt).

Az adatokat Excel programban, varianciaanalízis segítségével elemeztük.

A gyomos kontroll parcellákon a kukorica magassága szignifikánsan, 17 %-kal csökkent a gyommentes kontroll parcellákhoz képest. A magasságban szignifikáns, 11, 11, 14 és 20 %-os csökkenés következett be még a 9., 10., 11. és a 12. kezelések hatására is. A magasságcsökkenés annál jelentősebb volt, minél hosszabb ideig voltak a parcellák gyomosan hagyva a vegetáció kezdetétől. A termésátlagban ugyanazok a kezelések okoztak szignifikáns csökkenést, mint a magasságban. A gyomos kontroll parcellákon a kukorica termése szignifikánsan, 48 %-kal csökkent a gyommentes kontroll parcellákhoz képest. A termésátlagban szignifikáns, 22, 27, 20 és 66 %-os csökkenés következett be még a 9., 10., 11. és 12. kezelések hatására is. A legjelentősebb terméscsökkenés a 12. kezeléskor (amikor a parcellák gyommentesítését csak augusztus 4-én, a tejeséréskor végeztük el) volt. Itt még a gyomos kontroll parcellákhoz képest is jelentősebb a termésveszteség, bár ahhoz képest nem volt szignifikáns. Eredményeinkből azt a következtetést lehet levonni, hogy a kukorica kritikus kompetíciós periódusa az adott gyomviszonyok között, a vizsgált hibrid (Kuxxar) esetében 4-6 leveles korban, a kukorica kelését követően négy hét múlva kezdődött. Ekkor javasolt a gyomirtást elvégezni, ha a gyomosodásból adódó termésveszteséget el kívánjuk kerülni. A kritikus kompetíciós periódus kukoricában viszonylag hamar, már annak 12-14 leveles korában véget is ért. Ez a vegetációban a június 9 és június 23-a közötti időszakot jelentette, mintegy két hetet. Ha ebben az időszakban gyommentességet biztosítunk a kukorica számára, a már később kelő (kihajtó) gyomnövényeket képes elnyomni, ezért a későbbi gyomosodás nem okoz jelentős termésveszteséget. Június 9-e előtt, a 4-6 leveles kortól fiatalabb kukoricában a kukorica és a gyomnövények között még nem alakult ki versengés, mert a környezeti erőforrások elegendőnek bizonyultak mind a kultúrnövény, mind pedig a gyomnövények zavartalan fejlődéséhez. A 12-14 leveles kortól idősebb kukoricában elvégzett, megkésett (június 23-a utáni) gyomirtás azonban már jelentős termésveszteségben nyilvánult meg. Az augusztus 4-én, vagy azt követően végzett mechanikai gyomirtás pedig teljesen felesleges és indokolatlan, hiszen ezen parcellák terméseredménye a kezeletlen kontroll (végig gyomosan tartott) terméseredményét sem érte el. A kései kapálás a kukorica számára már nagyobb stresszt jelentett, mint a 100 %-os gyomborítottság, ugyanis megszűnt a gyomnövények talajt árnyékoló hatása, ezért a kapálás után a kukorica növények jelentősen szenvedtek a szárazságtól.

2007-ben, a Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézetének Ujmajori Kísérleti területén a selyemmályva és az olasz szerbtövis összehasonlító növekedésanalízisére került sor. A növekedésanalízis a fotoszintetikus produkció dinamikájának nyomon követésére alkalmas módszer. Ennek során szabadföldi homogén populációkból meghatározott időszakonként történő mintavételezéssel hasonló, átlagos fejlettségű egyedek biomassza produkciójának változását vizsgáljuk. A mért paraméterekből számolt növekedési indexek nagyságából és időbeni változásából következtetni tudunk az egyes fajok kompetíciós képességére. A selyemmályva és olasz szerbtövis populációkból április 10. és október 8. között tíznaponta mintákat vettünk. Meghatároztuk 10-10, hasonló fejlettségű egyed

levélterületét és szárazanyag-tömegét, továbbá a hajtások nitrogén, foszfor és kálium tartalmát. Fenológiai megfigyelésekre és magtermelési vizsgálatokra is sor került.

Az olasz szerbtövis csírázási csúcsa április első harmadában volt, életciklusa – a korai fagyok hatására – október első harmadában véget ért. A selyemmályva szabadföldi csírázási csúcsa később volt (április második dekádjára esett) és életciklusa a szerbtöviséhez képest már jóval korábban, szeptember közepén befejeződött. A selyemmályva korai pusztulásának elsősorban növénykórtani okai voltak, amelyben a különböző, levélfoltosságot okozó gombáknak (*Septoria* spp.) és edénnyaláb pusztulást okozó polifág, talajlakó gombáknak (*Fusarium* spp., *Verticillium* spp.) volt elsődleges szerepe. A levélterület és a szárazanyag-tömeg változása mindkét faj esetében logisztikus függvényt jellemezhető. Az olasz szerbtövis magasabb biomassza termelése megerősíti a faj erősebb kompetitív képességét a selyemmályvához képest. Ezt már a korábbi szabadföldi additív kísérleteink is bizonyították. Amennyiben az inter- és intraspecifikus versengést a növényegyedek között megakadályoztuk, a fajok tényleges biológiai potenciáljáról is információt kaptunk. Ilyen körülmények között az olasz szerbtövis hajtások maximális szárazanyag tömege 1325 gramm, maximális levélterülete 47253 cm², a növényenkénti kaszatok száma pedig 1160 volt. A selyemmályva esetében az egyedenkénti szárazanyag-tömeg 104 gramm, a maximális levélterület pedig 7164 cm² volt. Az egyedenkénti legmagasabb maghozam: 11680 mag/növény.

A Kaposvári Egyetem Tan- és Kísérleti Üzemében parlagfűvel erősen fertőzött területeken vizsgáltuk a parlagfű éves csírázási ritmusát, valamint a kelési idő, a fenológia és a biomassza termelés közötti összefüggéseket. Szabadföldi körülmények között a parlagfű csírázási csúcsa április első felében volt. Ezután a csírázás mértéke folyamatosan csökkent és július első harmadában megszűnt. Ezt követően november végéig új csíranövényeket a kísérleti területen nem találtunk. A parlagfű egyedenkénti pollen- és magtermelése, valamint a hajtások szárazanyag-tömege jelentősen függött a kelési időtől, de az azonos időben kelő egyedek között is jelentős szóródást tapasztaltunk. Ez azt sugallja, hogy a kelési idő csak egy, és nem a legfontosabb, biomassza termelést befolyásoló faktor. Amennyiben a parlagfű egyedek inter- és intraspecifikus kompetitív kizárása mellett fejlődtek, átlagos pollentermelésük 383 millió és 25 milliárd között, maghozamuk 2843 és 40273, hajtás szárazanyag tömegük pedig 32 és 1298 gramm között változott. Ezek az értékek az átlagos szakirodalmi adatokhoz képest jóval magasabbak, ami azt sugallja, hogy a parlagfű – amennyiben háborítatlanul fejlődik – jóval erősebb biológiai potenciállal rendelkezik, mint intraspecifikus kompetitívban, és/vagy más fajokkal történő társulásban.

Allelopátia

Laboratóriumi bioassay és üvegházi tenyészedényes kísérletekben a *Convolvulus arvensis*, a *Cyperus esculentus*, az *Asclepias syriaca* és a *Solidago gigantea* növényekből készült vizes kivonatok hatását tanulmányoztuk néhány teszt faj csírázására, növekedésére és tápelem felvételére. A laboratóriumi csíráztatási tesztek során megállapítást nyert, hogy a *C. arvensis* vizes gyökérkivonata magasabb koncentrációban – az uborka és a búza teszt fajok kivételével – valamennyi teszt faj csírázását szignifikánsan csökkentette. A hajtások vizes kivonata - a búza és a kukorica kivételével – valamennyi teszt faj csírázását gátolta. A vizes kivonatok jelentősebb mértékben gátolták a primér gyökerek növekedését, mint a csírázást. A kivonatok serkentő illetve gátló hatása és a vizes kivonatok töménysége között sok esetben szoros összefüggést figyeltünk meg. A tenyészedények tápközegébe kevert növényi maradványok a legtöbb esetben csökkentették a csírázás mértékét és a fiatal növények növekedését. Az elhalt gyökérmaradványok szignifikánsan csökkentették az uborka csírázását és a repce zöldtömegét, míg a kukorica fejlődésére serkentő hatásának bizonyultak. A *C. arvensis* hajtásmaradványok a paradicsom és a búza csírázását gátolták. A zöldtömegre gyakorolt gátló

hatása tekintetében a tesztfajok között az alábbi sorrend állítható fel: paradicsom>kukorica>repce>napraforgó>búza. A *C. arvensis* hajtásmaradványok a cukorrépa zöldtömegében jelentős növekedést idéztek elő. A *C. arvensis* hajtások fitotoxikus hatása erősebb volt, mint a gyökereké, amire magyarázatul szolgálhat a hajtások magas flavonoid, polifenol, klorogénsav és rutintartalma is.

Laboratóriumban Petri csészében, szűrőpapíron vizsgáltuk a *C. esculentus* hajtásából és gyökeréből (=gyökér, tarack, gumó) készített növénykivonat hatását a tesztnövények csírázására. A növénykivonatok készítése során 12,5 g *C. esculentus* hajtás- vagy gyökeret összeturmixoltunk 100 ml desztillált vízzel (törzsoldat). A növénykivonatokot 1, 2, 5, és 10-szeres hígításban alkalmaztuk. Üvegházi tenyészedényes provokatív kísérletben vizsgáltuk a *C. esculentus* hajtásából és gyökeréből készített friss növénykivonat, valamint a növényi maradványok hatását a tesztnövények csírázására és fejlődésére. A tesztnövényeket naponta permeteztük, vagy öntöttük a *C. esculentus* vizes kivonatával. A növényi maradványokat a tenyészedény tápközegébe kevertük. A tesztnövényeket 5 hétig neveltük, majd megmértük a friss- és a szárítottömegüket. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a *C. esculentus* hajtás- és gyökér kivonat, valamint a növénymaradványok nem befolyásolták szignifikánsan a tesztnövények csírázást a laboratóriumi és az üvegházi kísérletekben. Amennyiben a tesztnövényeket a *C. esculentus* friss hajtáskivonatával öntöttük, illetve a hajtásmaradványokat a tenyészedények tápközegébe kevertük, a tesztnövények fejlődésére serkentő hatást tapasztaltunk. A friss gyökérkivonat beöntözéskor és a gyökérmaradvány gátolta a tesztfajok fejlődését. Összességében elmondható, hogy a mandulapalka hajtásai serkentő, a gyökerei pedig gátló hatással voltak a tesztnövények fejlődésére. Így vegetatív reprodukív kapacitását a földalatti szaporítóképletek inhibitor tartalma is fokozhatja.

További kísérletekben az *A. syriaca* és a *S. gigantea* vizes kivonatok szignifikánsan csökkentették az *A. theophrasti* biomassza termelését. Az inhibitor hatás erősebb volt, ha a tesztfajok a gyökéren keresztül vették fel a kivonatokot. Különösen erős volt a *S. gigantea* gyökerek inhibitor hatása, amely közel 90 %-ban csökkentette az *A. theophrasti* biomassza termelését a kezelt kontrollhoz képest. Az *A. syriaca* fajra kifejtett inhibitor hatása a növényi kivonatoknak jóval gyengébb volt. Az *A. theophrasti* hajtások nitrogén (N) tartalma a kezelésektől függően emelkedett, csökkent vagy nem változott. A kezeléseket a foszfor (P) tartalom nem okozta szignifikáns változást, míg a recipiens növények hajtásának kálium (K) tartalma a kezeléseket követően emelkedett.

Laboratóriumi bioassay és üvegházi tenyészedényes kísérletekben a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) tesztfajként való (recipiens) szerepét vizsgáltuk allelopátiás vizsgálatainkban. A kísérletekben donor fajként napraforgó, apró szulák (*Convolvulus arvensis*), selyemmályva (*Abutilon theophrasti*) és a parlagfű szerepeltek. Megállapítottuk, hogy a donor fajok különböző részeiből készült vizes kivonatai alacsony koncentrációban serkentették a parlagfű fejlődését. A tenyészedényes kísérletekben a stimuláló hatás erősebb volt, ha a parlagfű növények a kivonatokot a gyökéren keresztül vették fel, vagyis ha a tesztnövényeket a kivonatokkal öntöttük a naponta történő permetezés helyett. A kezelt és kontroll parlagfű növények beltartalmi értékeit összehasonlítva elmondható, hogy a parlagfű növények a kivonatok tápanyag forrásként hasznosították, amire a magas NPK tartalom is utal. A parlagfű önmagára gyakorolt toxikus hatását (autotoxicitás) nem figyeltük meg. A napraforgó vizes hajtás- és gyökér kivonata magasabb koncentrációban gátolta a parlagfű csírázását, de ez valószínűleg a megnövekedett ozmotikus potenciálból adódó szívóerő növekedésének köszönhető, s nem a közvetlen allelopátiás inhibitor hatásnak. A donor fajok vizes kivonatai a parlagfű gyökerek növekedését jobban gátolták, mint a csírázást. A donor fajok parlagfüre gyakorolt serkentő hatása szabadföldi körülmények között egyik oka lehet a parlagfű erőteljes dominanciájának.

Vízháztartási vizsgálatok

A vizsgálatokból megállapítottuk, hogy – más fajokhoz hasonlóan – a tanulmányozott inváziós fajok labilis vízháztartással rendelkeznek, mivel az aktuális vízdeficit értékek a vegetációs periódus során jelentősen ingadoztak és szoros összefüggést mutattak a csapadékkal. A mandulapalka szubletális víztelítettségi deficitje – a fenológiai állapottól jelentősen függött. Ez az érték, és a szukkulencia hányados alátámasztja a faj jó szárazságtűrő képességét.