

MAGYAR GYOMKUTATÁS ÉS TECHNOLÓGIA

HUNGARIAN WEED RESEARCH
AND TECHNOLOGY

XIII. évfolyam 2. szám

Budapest, 2012. december



SZÉCHENYI TERV

Magyar Gyomkutató Társaság
Hungarian Weed Research Society
lektorált folyóirata
Dr. Kazinczi Gabriella elnök
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Megjelenik félévente

Egyes szám ára:
belföldön: 500 Ft + postaköltség
külföldön: 5 €+ postaköltség

Szerkesztőbizottság:
Dr. Berzsényi Zoltán
Dr. Béres Imre
Dr. Kazinczi Gabriella
Dr. Kómióves Tamás
Dr. Lehoczy Éva
Dr. Pinke Gyula
Dr. Radics László
Dr. Reisinger Péter
Dr. Tarjányi József
Dr. Torma Mária Gazdagné

Elnök:
Dr. Reisinger Péter

Tiszteletbeli elnök:
Dr. Horváth József

Főszerkesztő:
Dr. Reisinger Péter

Főszerkesztő-helyettes:
Dr. Kazinczi Gabriella

Társszerkesztő:
Dr. Lehoczy Éva

Szerkesztőség:
9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
Tel.: 06-96/566-676
e-mail: reisinge@mtk.nyhme.hu

Nyomdai előkészítés:
AGROINFORM Stúdió

Nyomdai munkálatok:
Palatia Nyomda és Kiadó Kft.
9026 Győr, Viza u. 4.

Kiadó:
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Felelős kiadó:
Dr. Schmidt Rezső
dékán

ISSN 1586-894X

Tájékoztató és útmutató a szerzők részére

Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményben még meg nem jelent, a gyomkutatás témakörébe tartozó (gyomnövénybiológia- és ökológia, gyomirtás stb.) tudományos cikkeket közölhetünk. A tudományos cikken kívül egyéb rovatok (irodalmi összefoglaló, technológia, éves rendezvénynaptár, megemlékezés, közélet) is szerepelnek.

A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16 gépelt (Times New Roman betűtípus, 12-es betűméret, 2 cm-es margók) – ceruzával a jobb felső sarokban számozott – oldal lehet. A kéziratot lehetőleg számítógépeken Microsoft Word 6.0 programmal kérjük összeállítani. A fejezetcímeket és fejezeteket egy-egy üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől.

A tudományos közlemények kialakult rendjének megfelelően a kézirat szerkesztését a következő csoportosítás szerint kérjük: Bevezetés, Irodalmi áttekintés, Anyag és módszer, Eredmények, Következtetések (A szerzők választása szerint az Eredmények és Következtetések c. fejezetek összevonhatók), Köszönetnyilvánítás, Irodalom, Összefoglalás és Kulcsszavak (magyar nyelvű), Összefoglalás és Kulcsszavak (angol nyelvű). Az angol összefoglaló a közlemény angol címével, a szerző(k) nevével, a munkahely(ek) angol nevével és címével kezdődjön.

A kézirat összeállítása az alábbiak szerint történjen: A kézirat címe alatt a szerző(k) neve(i), munkahelye(i) és az(ok) címe szerepeljen. Nem kell feltüntetni a tudományos fokozatot és a munkahelyi beosztást.

A kéziratban a latin neveket *dőlt* betűvel írjuk. Aláhúzás ne legyen a szövegben! Ha ugyanaz a név többször szerepel, a nemzetségnév rövidíthető (pl. *S. nigrum*).

Táblázatok, ábrák – melyekre a szövegben hivatkozást tegyünk – (sorszámukkal, címmel) a dolgozat végére kerüljenek. A táblázatok és ábrák címét angol nyelven is kérjük megadni.

A Szerkesztőség csak az eredeti előírásoknak megfelelő kéziratot fogad el. A kézirat beadásával egyidőleg kérjük a Szerző(k) személyi adatait (név, lakcím, munkahely címe, telefon, fax) megadni.

MAGYAR GYOMKUTATÁS ÉS TECHNOLÓGIA

**HUNGARIAN WEED RESEARCH
AND TECHNOLOGY**

Száz éve született Dr. Ujvárosi Miklós a hazai agrobotanika iskolateremtő tudósa

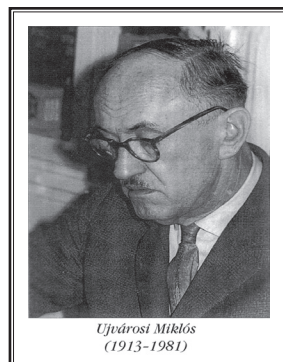
Szerencsések azok a nemzetek, melynek fiai és kiemelkedő egyéniségei mérhetetlen szorgalommal, tudással és kitartással gyűjtik össze a nemzet természeti és kulturális kincseit. Az agrobotanikusok Kodálya és Bartókja Ujvárosi Miklós volt. Ujvárosi iskolateremtő tudós, nemzedékek tanára, az agrobotanika számos résztudományának módszertani kidolgozója és hatalmas lexikális ismeretanyaggal rendelkező egyénisége volt.

Életét súlyos, egy egész életére kiható gyermekkori betegsége miatt nehezen élte le. Mai szóhasználattal fogyatékkal élő embernek neveznénk, de talán éppen ennek leküzdése adta azt a csodálatos kitartást, amely mindannyiunk számára példaként szolgálhat. Járógépével árkon, bokron át győzte le az akadályokat, mi egészséges tanítványai sem tudtuk mindig követni és a nyomába haladni a terepi felvételezéseknél.

Magam pályakezdő gyakornokként kerültem Vácrátótra, ahol több társammal együtt közel egy évet tanulmányoztuk a gyombiológiát és rendszertant, majd a vegetációs időszakban gépkocsival bejártuk az ország főbb tájait és gyűjtöttük a gyomnövényeket. Némelyikünk herbáriumában 800-nál is több faj szerepelt, melynek igazi értékét Miklós bácsi kézjegye jelentette a herbárium lapokon. Különös figyelemmel gondolt arra, hogy utunk során egy-egy földrajzi, vagy kulturális kincset megmutasson, gazdagítva ezzel azokat az ismereteket, amelyre minden hazáját becsülő és értékelő állampolgár számot tarthat.

Ujvárosi szigorú ember volt. Az általa felépített, tételeken bizonyított tudományos módszereiben és eredményeiben alkat nem ismert. Az 50-es és a 60-as években gyakran olvashatunk Tőle vitairatokat, amelyek az Akadémiai (Agrártudományi) Közleményekben jelentek meg. Vallotta, hogy a mezőgazdasági területeken másként kell értelmezni a szántóföldi növényasszociációkat az antropogén behatások miatt. Ezekben a vitákban sokszor magára maradt, mert egyedüli agrobotanikusként nem tudott szembeszállni a természetes vegetációt kutató nagyszámú botanikussal. Segítőtársai közül ki kell emelni Balázs Ferencet, aki jó barátja és kollégája volt. Balázs Ferencnek a gyomfelvételezési módszertana – minden túlzás nélkül – még ma is egyedülálló a világon. Később együtt formálták, finomították és alakították a módszert, mely ma már a szenzortechnika, a térinformatika és számítógépes folyamatirányítás századában kiválóan alkalmazható mind tudományos, mind pedig gyakorlati célokra. Európa, de világszerte nem találunk jó gyomfelvételezési módszereket, az Ő módszerük talán azért nem vált nemzetközivé, mert akkoriban ezt külföldön nem publikálták. Az utóbbi években számos angol nyelvű publikáció megjelent magyarországi szerzőktől a Balázs-Ujvárosi gyomfelvételezési módszerről, de úgy tűnik, hogy ezt a logikájában hibátlan és a gyakorlatban egyszerűen végrehajtható módszert a külföld nem fogadja szívesen.

A számos szakkikk, disszertáció és szakkönyv mellett Ujvárosi magyar viszonyokra adaptálta a gyomnövények életforma-rendszerét. Ez is az Ő tudományos munkásságának fontos



része, mellyel „rendet teremtett” a sokféle gyomnövény osztályozási szempont között. Bár többen kísérleteztek a gyomnövények életforma rendszerének módosításával és átalakításával, de ezek a próbálkozások nem jártak átütő sikerrel. A gyomnövények életforma rendszerének, morfológiai és szaporodásbiológiai szempontjainak ötvözése új csoportosítási megoldásokat generálhat, melyek pl. a gyomnövények morfo-ökológiai szempontú osztályozása, melyre a közelmúltban több esetben is tettünk javaslatot. Ezek alapjaiban az Ujvárosi által kimunkált alapokra épülnek, ugyanakkor figyelembe veszik a technológia tervezés szempontjait, melyre a nagy Mester a vegyszeres gyomirtás „őskorszakában” még nem gondolhatott.

Miklós bácsi és köztem a nagy életkori különbség ellenére sajátos személyes barátság alakult ki. Az irántam érzett szimpátiája talán annak tulajdonítható, hogy a második Országos Gyomfelvételezés (1969-71) során a Baranya megyei községhatárokon belül végzett gyomfelvételezési adatlapokat feldolgozva küldtem el Vácrátótra. Az akkori utasítás szerint a gyomfelvételezésekről készült adatlapokat összecsomagolva meg kellett küldeni, majd néhány főből álló segédszemélyzet a vácrátóti Intézetben összesítette, átlagolta és rangsorolta a községhatárokon vonatkozó gyomfelvételezési adatokat. Mint pályakezdő fiatalember különös érdeklődéssel figyeltem a gyomnövények világát és a felvételezési adatokat kultúrák és felvételezési időpontok szerint csoportosítottam. Az egyes csoportokra vonatkozóan kidolgoztam a gyomnövények dominancia sorrendjét és így magam is tájékozódhattam Baranya megye szántóföldi gyomnövényzetének viszonyairól. Az akkori „számítástechnikai eszköz” csúcstechnológiáját a munkahelyem könyvelésén használatos ún. „tekerős szorzó- és összeadó” gép képezte, amivel lassan ment a munka és számos estébe és éjszakába kerültek a lepedő nagyságú, összeragasztott papírlapokból álló – ma már megmosolyogni való – összesítések. Úgy tűnik Miklós bácsi észrevette, hogy én fontosnak tartom azt, hogy a rám bízott feladatok egészét is megismerjem és – gondolom emiatt – fűződött szorosra emberi kapcsolatunk. Néhány esetben családi, vásárnapi ebédre hívtak meg Vácrátótra, ahol kellemes egész napos programban volt részünk, hisz a Botanikus Kertben sok volt a látnivaló. Későbbi országjárása kapcsán, meglátogatott Dunaszekcsőn és több alkalommal Pécsen is, ahol éjszakákban menően borozgattunk és próbáltuk megváltani a világot. Első tudományos publikációm az Ő (és mások) társszerzőségével jelent meg, a 70-es évek végén, amikor az első hírek arról számoltak be, hogy Amerikában a tudományos adatokat már számítógépekkel dolgozzák fel.

Ekkortájt biztatott a kandidátusi fokozat megszerzésére és vállalta a témavezetésemet. Ezt követően, a hamarosan bekövetkezett haláláig havonta rendszeresen és személyesen konzultáltunk és egy-egy találkozás után úgy éreztem mindig erőre kapott és éltette az a hit, hogy maradandót alkotott a modern herbológia számára.

Értékes könyvei ma már az antikváriumokban sem lelhetők fel, ezért néhány éve magán-szervezésben, reprint nyomtatásban megszerveztem az 1973-ban megjelent Gyomnövények c. könyvének újbóli kiadást.

Tudományos munkásságának fontosabb részleteiről a ma felnövekvő mezőgazdász társadalom – az egyetemi ifjúság – pályatársaimtól és tőlem az egyetemi katedrákról pontos és részletes tájékoztatást kap. Ujvárosi életműve a mai herbológiai oktatás fontos része, emlékezetünkben naponta jelen van, halhatatlan emlékét még sokáig tisztelettel megőrizzük.

Mosonmagyaróvár, 2013. február

Dr. Reisinger Péter egyetemi tanár

Herbicid-toleranciára épülő kukorica gyomirtási technológia alkalmazása az egyszikű gyomfajok visszaszorítására

KUKORELLI GÁBOR

Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Összefoglalás

A gyomirtó hatékonyság növelése céljából kutatók herbicid-toleráns (HT) kultúrnövényeket fejlesztettek ki, melyeket transzgénikus (GM) és nem transzgénikus úton egyaránt előállítottak már. Európában és Magyarországon a GM növények termesztését jogszabályi úton szabályozzák és korlátozzák. Ennek következtében az európai kontinensen elsősorban a nem GM HT növények termesztésének van növekvő gazdasági jelentősége. A kukorica gyomirtási technológiájában 2008 óta alkalmazható a cikloxidim-toleranciára (CT) épülő módszer. A cikloxidim az Acetil-CoA-karboxiláz (ACCáz) gátló herbicidek közé tartozik, alkalmazásakor a növényekben leáll a zsírsavak bioszintézise, mivel az ACCáz enzim blokkolás alá kerül. Az ilyen típusú készítményeket világviszonylatban széles körben alkalmaznak posztemergensen a Poaceae fajokkal szemben kétszikű kultúrákban. Szelektivitásuk oka, hogy gátló hatást csak a Poaceae fajok eukarióta típusú ACCáz enzimjére fejtenek ki, a többi növényenél lévő prokarióta típust nem károsítják.

Az egyszikű gyomfajok a kukorica területeken jelentős terméslimitáló tényezőként vannak jelen. A domináns egyszikű gyomfajok Magyarországon a magról kelő *Echinochloa crus-galli*, a *Setaria pumila*, a *Panicum miliaceum*, a *Setaria viridis*, a *Digitaria sanguinalis* és az évelő *Sorghum halepense* az *Elymus repens* és a *Cynodon dactylon*. A kukorica területeken az utóbbi évtizedekben a posztemergens technológiák aránya megnövekedett a preemergens technológiákhoz képest. A kukorica gyomszabályozásában a posztemergens technológiák elsősorban a tömegesen csírázó kétszikű gyomfajok ellen irányulnak. Az egyszikűek elleni védekezés összetett feladat, ami legtöbb esetben csak talajon és levélen ható herbicid komponensek együttes alkalmazásával oldható meg hatékonyan. A cikloxidim toleráns kukorica átlományában szuperszelektíven és nagy hatékonysággal lehet védekezni a pázsitfűféle gyomfajokkal szemben. A tény, a *Poaceae* fajok gyors terjedése miatt mindenképpen kiemelt figyelmet érdemel. Köztudott, Európában a GM kukorica termesztése erősen korlátozott, ezért a CT kukorica jó alternatívát adhat a kukorica területeken megoldandó egyszikű gyomproblémák kezelésére.

Kulcsszavak: egyszikű gyomfajok, gyomszabályozás, ACCáz-gátló, cikloxidim, cikloxidim-toleráns kukorica, herbicid rezisztencia

Application of weed control technology in maize which based on herbicide tolerance in order to eradicate the monocotyledonous weed species

GÁBOR KUKORELLI

Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of West-Hungary, Mosonmagyaróvár

Summary

With the aim of enhancing herbicide efficacy researchers have developed herbicide tolerant (HT) crops which have been produced by transgenic and non-transgenic methods, too. In Europe and in Hungary the production of GM plants is legally governed and restricted. Therefore, in Europe most of the non- GM HT crops have increasing economic importance. The growers can use the weed control technologies in maize from 2008, which are based on tolerance to cycloxydim (CT). This compound belong to Acetyl-Coenzym A Carboxylase (ACCase) inhibitors, because the plant destruction is primarily caused by the inhibition of fatty acid biosyntheses trough the blocking of the ACCase enzyme. These herbicides are applied worldwide post-emergently to control grass weed species in dicotyledonous crops. Their selectivity is mainly due to the fact that they are able to block only the eukaryote type ACCase enzyme of the Poaceae plant family. The prokaryote type ACCase enzyme, which is found in other plant families, can not be inhibited by these chemicals.

The monocot weed species are significant yield limiting factor in the maize fields at present. In Hungary, the dominant monocot weeds are the annual *Echinochloa crus-galli*, *Setaria pumila*, *Panicum miliaceum*, *Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis* and the perennial *Sorghum halepense*, *Elymus repens* and *Cynodon dactylon*. In maize fields, the usage of post-emergence technologies increased according to pre-emergence technologies during the last decades. The aims of post-emergence technologies in maize weed management primarily the eradication of dicotyledonous species. The weed control against monocot species is a difficult assignment, which usually can be performed effectively only with usage of soil and foliar herbicide components together. The cropping of CT maize gives excellent opportunity for super selective control of grass weeds. These facts have great importance, because the *Poaceae* species spread spectacularly. It is well-known that growing GM maize is greatly restricted in Europe, therefore the CT maize provide good option for monocot weed problems in maize fields.

Keywords: monocotyledon weed species, weed control, ACCase-inhibitor, cycloxydim, cycloxydim-tolerant maize, herbicide resistance

Bevezetés

A biogén ártó tényezőket peszteknek nevezzük, az ellenük való megfelelő hatékonyságú védekezés céljára többségében vegyi anyagokat, ún. peszticideket használunk. A peszticideket alapvetően a patogén kórokozók ellen használt fungicid és baktericid, a rovarkártevők ellen alkalmazott inszekticid és a gyomnövényekkel szemben használatos herbicid csoportokra osztjuk. A peszticid felhasználás 2007-ben világviszonylatban meghaladta a 35 milliárd dollárt, melynek legjelentősebb részét, 45,6%-át a herbicidek alkották (26,4%-át az inszekticid, 23,2%-át a fungicid és baktericid és 4,6%-át egyéb növényvédő szerek) (Pimentel 2009).

Közismert tény, hogy a növénytermesztésben a természecsökkentő tényezők között elsődleges szerepük van a gyomnövényeknek. Az általuk okozott kár az emberiséget a növénytermesztés több ezer éves fejlődésén keresztül végigkísérte. A gyomszabályozás tudományának fejlődése hosszú időn keresztül rendkívül lassú volt. A gyomirtási technológiák a gyomok kézzel történő eltávolítása (i. e. 10000), a primitív gyomirtó eszközök (i. e. 6000), az állati erővel működtetett eszközök (i. e. 1000), a gépekkel működtetett eszközök (1920), a biológiai módszerek alkalmazása (1930) után 1946-ban jutott el a növénypusztító hatással rendelkező kemikáliák, a herbicidek gyakorlati használatához (Hay 1974).

Az első szelektív gyomirtó szerek (2,4-D, MCPA) bevezetése erős pozitív hatással volt a világ növénytermesztési színvonalára. Az azóta eltelt időszakban számos hatóanyagcsaládot ill., hatóanyagot állítottak elő, melyek különböző kultúrák gyomirtó szereit. A herbicid kifejlesztés fő célja, hogy a készítmények a gyomflórát elpusztítsák anélkül, hogy a kultúrnövényt károsítsák. Több esetben a bevezetett szerek használata kompromisszumon alapul, miszerint mérlegeljük, milyen mértékű kultúrnövény károsodás, viselünk el a gyomirtó hatás érdekében.

A 2,4-D és az MCPA bevezetése óta a szántóföldi gyompopulációkat egy erőteljes stressz hatás éri, aminek következtében a gyomflóra lényeges változásokon ment keresztül. Használatukkal az emberi beavatkozás olyan drasztikussá vált, hogy megbontotta az évszázadokon át kialakult egyensúlyt a termesztett- és gyomnövények között (Borhidi 2003). A fajok száma lecsökkent, felértékelődött a herbicideket jól tűrő és/vagy egyéb kedvező fejlődésbeli (mely rétegekből csírázó, gyors kezdeti fejlődés stb.) tulajdonságokkal rendelkező gyomok szerepe (Pinke – Pál 2005). Több veszélyes faj általános károsítóvá vált a szántóföldeken, aminek következtében az eredményes gyomirtás már nagyobb hatékonyságú vegyületek alkalmazását követeli meg, mint a korábbi időkben.

A biotechnológiai módszerek 1980-as évektől kezdődő robbanásszerű fejlődése új lehetőségekkel gazdagította a fajta előállító nemesítést. Az *in vitro* sejt- és szövettenyésztési módszerek, a növény–sejt–növény rendszer kidolgozása megalapozta, hogy különböző fajtákat/hibrideket új, gazdaságilag nagy hasznot adó tulajdonságokkal ruházzunk fel. Ennek részeként kultúrnövényeket bizonyos gyomirtó szerekkel szemben ellenállóvá tettek.

Herbicid-toleráns (HT) kultúrnövények

A herbicid ellenállóság először a gyomnövények körében jelentkezett. Az első, széles körben alkalmazott herbicidek a 2,4-D és az MCPA voltak, azonban velük szemben leszámítva néhány *Daucus carota* biotípust (Whitehead – Switzer 1963) rezisztencia nehezen alakul ki a növényekben. A rezisztens gyom biotípusok száma az első triazin ellenálló növény, a *Senecio vulgaris* 1968-as (Ryan 1970) azonosítását követően folyamatosan nőtt. Jelenleg világvisszonylatban 393 rezisztens gyomfajt tartanak számon, melyeknél ez a tulajdonság fellépett. A legtöbb rezisztens biotípus az AHAS-gátlók (127 fajnál), a triazin vegyületek (69 fajnál) és az ACCáz-gátlókkal (42 fajnál) szemben fejlődött ki (URL1).

Magyarországon gyom rezisztencia elsősorban a klór-amino triazin vegyületekkel szemben alakult ki /pl. az atrazin ellenálló *Amaranthus retroflexus* (Hartmann 1979; Solymosi – Kostyál 1984)/, de különböző rezisztencia típusok jelenlétéről is beszámoltak, mint pl. a paraquat tűró *Conyza canadensis* (Pölös et al. 1987), a fenoxi-ecetsav ellenálló *Cirsium arvense* (Solymosi et al. 1987).

Az első rezisztens gyom biotípusok megjelenését követően a kutatók elkezdtek foglalkozni azzal, hogy a tulajdonságot kultúrnövényekbe is beépítsék. A herbicid toleranciára (HT) irányuló növényvédelmi technológiák stratégiai lényege, hogy különböző kultúrnövényekben totális és/vagy széles hatásspektrumú herbicidekkel szembeni ellenállóságot alakítsanak ki, aminek eredményeképpen a már jól bevált készítmények alkalmazási területe kiszélesedik. A totális herbicidek szelektív készítményekként használhatók, ami nem faj, hanem fajta specifikus lesz (Heszky 2003).

Két alapvető típusukat lehet elkülöníteni (1. táblázat):

- (1) Transzgénikus vagy genetikailag módosított (GM) növények
- (2) Nem transzgénikus növények

1. táblázat: Herbicid-toleráns kultúrnövények

Table 1: Herbicide-tolerant crops

Herbicid-toleráns kultúrnövények			Irodalom
Herbicid (hatóanyag)	Kultúra	Típus	
bromoxinil	gyapot	transzgénikus	Duke 2005
	repce		
glufozinát	repce		
	kukorica		
	gyapot		
glifozát	szója		
	repce		
	gyapot		
	kukorica		
	cukorrépa		
	lucerna		
triazin	repce	nem transzgénikus	
szetoxidim	kukorica		
cikloxidim	kukorica		leírás későbbi fejezetben
imidazolinon	repce		Swanson et al. 1989
	kukorica		Newhouse et al. 1991
	búza		Newhouse et al. 1992
	rizs		Croughan 1996
	cukorrépa		Wright – Prenner 1998
	napraforgó		Miller – Al-Khatib 2002
	gyapot		Bechere et al. 2010
	szója		Sebastian et al. 1989
szulfonil-karbamid	cukorrépa		Hart et al. 1993
	gyapot		Rajasekaran et al. 1996
	napraforgó		Miller – Al-Khatib 2004
	szemes cirok		Hennigh et al. 2010

A kezdeti fejlesztési munkák a nem transzgénikus biotechnológiai módszereken alapulnak. Az első HT kultúrnövény a triazin ellenálló repce volt, mely a '80-as évek közepén került köztermesztésbe (Grant – Beversdorf 1985), csakhogy, a triazin toleráns változatok alacsonyabb termésszintet produkáltak, az ez irányú kutatómunka leállt (Beversdorf et al. 1986). A 1990-es évek elejétől több, sikeresen alkalmazott nem transzgénikus HT technológia is piaci bevezetésre került.

Az 1980-as évektől kezdődött a transzgénikus HT növények fejlesztése. Az első ilyen típusú növényváltozatok az 1995-ben bevezetett bromoxinil-toleráns gyapot és a glufozinát-toleráns repce voltak. Mindkét növényfajba baktériumból származó gént ültettek be. A bromoxinil és a glufozinát toleranciát a vegyület metabolikus lebontása (detoxifikáció) okozza. A legsikeresebb technológiának a glifozát toleranciára épülő gyomirtási mód bizonyult. A glifozát ellenállóságot egy bakteriális mutáns EPSP enzim génnel és/vagy egy

„detoxifikáló génnel” (GOX) történő transzformáció biztosítja (Duke – Cerdeira 2005; Cerdeira – Duke 2006). A glifozát és glufozinát toleranciát a kukorica gyomirtási technológiái közt egyaránt alkalmazzák (Berzsenyi et al. 1998; Loux et al. 2011) (1. táblázat).

Gazdasági szempontból a transzgénikus növények közül kétségkívül a HT változatoknak van a legnagyobb jelentőségük. 2011-ben a GM fajták 160 millió hektárjából 136 millión termesztettek HT vonalakat. Arányaiban a legfontosabb növény a glifozát-toleráns szója, mely a Föld szója területeinek megközelítőleg 50%-án, 75,4 millió hektáron található meg (James 2011). Európában a GM növények felhasználását jogszabályi úton szabályozzák és korlátozzák, Magyarországon pedig a GM növények termesztésére moratóriumot hirdettek (Vértes 2010). Európában és Magyarországon elsősorban a nem transzgénikus HT növények termesztésének van növekvő gazdasági jelentősége (Nagy et al. 2006; Ádámszki et al. 2011; Kukorelli et al. 2011).

Az imidazolinon toleráns (IMI) kukorica kifejlesztése a '80-as évek elején kezdődött az USA-ban (Newhouse et al. 1991; Currie et al. 1995; Siehl et al. 1996; Wright-Prenner 1998b). Hazánkban 1996-ban kezdték el termesztetni, gyomirtására a Pivot (imazetapir), Escort (imazamox + pendimetalin), Euro-lightning (imazamox + imazapir) gyomirtókat lehetett felhasználni. Az imidazolinon toleráns kukoricában megfelelő hatékonyságot értek el a főbb kukorica gyomnövényekkel szemben (pl. *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp., *Panicum* spp., *Echinochloa crus-galli*) (Krausz-Kapusta 1998; Christen – Reisinger 2000; Pálfay 2000, 1998; Treadaway-Ducar et al. 2004; Alister-Kogan 2005). A kezelés hatására fitotoxikus tünetek jelentkeztek a kultúrnövényen (Hódi 2001). A SUMO jelölésű hibridek a szulfonil-karbamidokkal szemben rendelkeztek ellenállósággal. Termesztésükkor az SU készítmények nem okoztak fitotoxicitást (Heszky 2003). Az IMI és SUMO kukorica hibrideknek hazánkban nagy gazdasági jelentősége nincs, mivel számtalan hatékony technológiát lehet felhasználni a kukorica gyommentesítésére.

A 2008 évtől bevezették a cikloxidim-toleráns (CT) kukoricákat.

A kukorica gyomszabályozásának nehézségei, az egyszikű fajokkal szembeni védekezés

A kukorica gyomnövényzete az elmúlt 60 év folyamán jelentősen átalakult. Ehhez termesztéstechnológiai, ökonómiai, klimatikus viszonyok együttesen hozzájárultak, azonban legkomolyabb befolyásoló hatása kétségkívül a herbicid használatnak volt (Kőrösmezei 2000; Reisinger 2000; Szőke 2001). A szelektív kétszikűirtás, a monokultúrás termesztés, majd az atrazin felhasználás legszembetűnőbb hatása, hogy bizonyos egyszikű gyomok fontossága megnövekedett (2. táblázat, 1. ábra) (Novák et al. 2009).

Az *Echinochloa crus-galli* Magyarországon az 1970-es évek óta a kukorica elsőszámú gyomfajának (2. táblázat) (Ujvárosi 1973), és jelentős kompetíciós partnerének számít (Bosnic – Swanton 1997; Varga et al. 2000; Lehoczky – Borosné 2002). A köles (*Panicum* spp.) elterjedését a monokultúra (Czímber – Csala 1974) és a klóraminotriazinok túlzott használata alapozta meg a '80-as években (Thompson 1972).

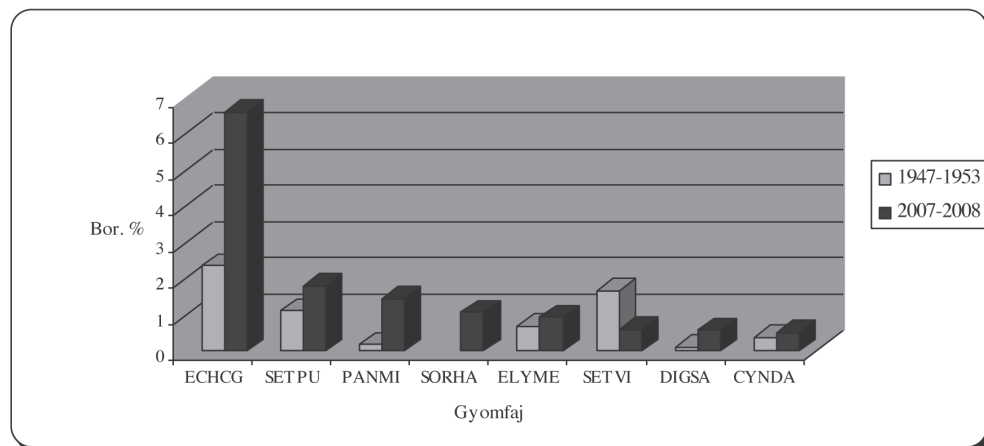
2. táblázat: A főbb egyszikű gyomfajok borítottságának alakulása 1947-53 (I. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés) és 2007-2008 (V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés) között (kukorica nyáreleji gyomfelvételezésének eredményei) (Novák és mtsai 2009)

Table 2: The change of cover percentage of the most important monocot species between 1947-53 (1st National Weed Survey) and 2007-2008 (5th National Weed Survey) (in maize in early summer)

Forrás (source): Novák et al. (2009)

Gyomfaj neve	Országos Gyomfelvételezések			
	1947-1953		2007-2008	
	Font. sorrend	Bor. %	Font. sorrend	Bor. %
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2	2,37	1	6,61
<i>Setaria pumila</i>	7	1,12	5	1,81
<i>Panicum miliaceum</i>	23	0,18	7	1,45
<i>Sorghum halepense</i>	–	–	11	1,07
<i>Elymus repens</i>	12	0,69	12	0,93
<i>Setaria viridis</i>	3	1,68	17	0,59
<i>Digitaria sanguinalis</i>	29	0,11	18	0,58
<i>Cynodon dactylon</i>	16	0,37	19	0,51

A *Setaria* nemzetség több képviselője a világ számos pontján megtalálható (Fausey et al. 1997; Dekker 2003), Magyarországon a fakó muhar (*Setaria pumila*), a zöld muhar (*Setaria viridis*) és a ragadós muhar (*Setaria verticillata*) gyomosít (Torma et al. 2005). Az V. Országos Gyomfelvételezésre ismét bekerültek a 10 legveszélyesebb faj közé. A kukorica legjelentősebb növényvédelmi problémáját kétségkívül az évelő fenyércirok (*Sorghum halepense*) okozza. A világ egyik legveszélyesebb gyomjaként tartják számon (Damanakis 1983; Williams – Hayes 1984; Andújar et al. 2011), mely több közép-európai országban (Stefanovic et al. 2007; Tsvetanka – Marinov-Serafimov 2007; Tyr et al. 2011) is egyre súlyosabb herbológiai problémát vet fel. Hazánkban az 1970-es évektől indult felszaporodása (Koroknai 1972), amiben a kukorica monokultúra (Bendixen 1986), és az atrazin használat meghatározó szerepet játszott (Jensen et al. 1977). A tarackos növények közül növekedett az *Elymus repens* és a *Cynodon dactylon* borítottsága (2. táblázat).



1. ábra: A főbb egyszikű gyomfajok borítottságának alakulása 1947-53 (I. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés) és 2007-2008 (V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés) között (kukorica nyáreleji gyomfelvételezésének eredményei) (Novák és mtsai 2009)

Figure 2: The change of cover% of the most important monocot species between 1947-53 (1st National Weed Survey) and 2007-2008 (5th National Weed Survey) (in maize in early summer)

Forrás (source): Novák et al. (2009)

Az egyéves kétszikű fajok közül jelentős károsítók a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), disznóparéj fajok (*Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus chlorostachys*), libatop fajok (*Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*), a csattanó maszlag (*Datura stramonium*), a selyemmályva (*Abutilon theophrasti*), a szerbtövis fajok (*Xanthium strumarium*, *Xanthium spinosum*), az árvakelésű napraforgó (*Helianthus annuus*). Helyenként a vadmender (*Cannabis sativa*), az íva (*Iva xanthiifolia*), a varjúmák (*Hibiscus trionum*) is előfordul. Az évelő kétszikűek közül meghatározó a mezei acat (*Cirsium arvense*), az aprószulák (*Convolvulus arvensis*) és sövényiszulák (*Calystegia sepium*), több helyen észlelték a selyemkóró (*Asclepias syriaca*) terjedését.

A kukorica gyomszabályozásánál az agrotechnikai, mechanikai és vegyszeres védekezési módokat egyaránt alkalmazzunk kell. A vetésváltás betartása, a jó talajmunka, a megfelelő tápanyag utánpótlás, kiegyenlített vetés, megfelelő tőállomány a modern mezőgazdaságban alapkövetelmény (Berzsenyi 2011; Reisinger 1981).

A gyomok elleni küzdelem fő része továbbra is a herbicid használaton alapul. A kukorica kultúra rendelkezik a legbővebb szervélasztékkal. A kétszikűek és az egyszikűek elleni védekezést alapvetően el kell választani egymástól, mivel a kétszikűek a kukoricában általában jóval kisebb gyomirtási problémát okoznak a megfelelő hatékonyságú gyomirtási technológiák bő választékának köszönhetően (Ocskó 2012). A kukoricából az olyan gyomfajokat nehéz kiirtani, melyek hasonló biológiájúak, és közeli rokonságban állnak vele (*Poaceae* család).

A magról kelő egyszikűek ellen preemergensen használható készítmények a klóracetamidok (acetoklór, s-metolaklór, dimetenamid) és a pendimetalin. Jó hatást adnak az *Echinochloa crus-galli*, és a *Setaria* spp. ellen (Wilson et al. 1988; Vasilakoglou – Eleftherohorinos 2003), viszont nem megfelelő a hatékonyságuk a kölessel szemben (Shen et al. 1990; Westra et al 1990). Az utóbbi évek szárazságba hajló időjárása az állománykeze-

lések felé irányította a kukorica vegyszeres gyomirtását (Szabó 2009). A posztemergensen ható készítmények a szulfonil-karbamid származékok, például: nikoszulfuron, rimszulfuron, foramszulfuron, és ezek kombinációik. A nikoszulfuron hatékonyan irtja többek közt az *Echinochloa crus galli*, *Digitaria sanguinalis* (Vidrine 1990), *Setaria faberi*, *Panicum miliaceum* (Dobbels – Kapusta 1993; Rabaey – Harvey 1997a; Williams – Harvey 2000) fajokat. A nikoszulfuron használata a *Setaria faberi* és a *Panicum miliaceum* ellen Tapia et al. (1997) vizsgálatában jobb eredményt adott, mint a szelektív preemergens herbicidekkel történő kezelés. A rimszulfuron (Koeppe et al. 2000; Krausz et al. 2000), a rimszulfuron + nikoszulfuron kombináció (Swanton et al. 1996; Hennigh – Al-Khatib 2010), valamint a foramszulfuron (Bunting et al. 2005; Nurse et al. 2007) szintén hatékony egyszikűirtók. A szerekek magas hőmérsékleten nem érdemes permetezni, szárazság esetén a permetléhez adjuváns hozzáadása ajánlott (Kapusta et al. 1994; Torma et al. 2011). Biztonsággal a kukorica 3-5 leveles fejlettségéig használhatók (Swanton et al. 1996), egyes hatóanyagokat (pl. foramszulfuron) védővegyülettel együtt kell alkalmazni (Bunting et al. 2004). A készítmények alapvetően hatékonyak az egyszikű fajokkal szemben, azonban ez a gyomok 1-3 levélfejlettségéig (gyökérváltásig) mondható el (Hoffmanné 2008). A különböző biológiai tulajdonságok miatt a magról kelő egyszikűek elleni állománykezeléseket nehéz megfelelően időzíteni. Amíg a kakaslábű általában a kukoricával egy időben tömegesen csírázik, a köles példányok a kukoricával egy időben, vagy kicsivel azt követően kelnek. A muhar fajok melegigényesek (Vanden Born 1971; Leon et al. 2004), fő kelési hullámuk május elején, általában a már kikelt kukoricában jelentkezik (Hunyadi – Mike 1998). A kakaslábű jelenléte megköveteli a korai posztemergens – normál posztemergens kezelést, azonban ekkor sok esetben nem védekezünk megfelelően a *Panicum* és *Setaria* fajokkal szemben, mivel ezek egyszerűen a kezeléskor még nem keltek ki, így nem érintkeznek a herbicidekkel (Molnár – Szabó 2012). A kukoricát gyomosító fajok egyre jelentősebb része ellen a csak posztemergens technológia nem ad megfelelő védelmet. A preemergens és posztemergens kezelések együttes alkalmazásával érte el a legjobb hatást Rabaey – Harvey (1997b) a *Panicum miliaceum* ellen az acetoklór és a nikoszulfuron kombinálásával.

A jelenkor meghatározó módszerének a korai posztemergens kukorica gyomirtási technológia számít. Ennek alapjait a triketon-származékok kifejlesztése fektette le, melyek a növényekben a plasztokinon bioszintézist gátolják a HPPD enzim blokkolásán keresztül (Mitchell et al. 2001; Meazza et al. 2002; Grossman – Ehrhardt 2007). Első képviselőik az izoxaflutol és a klórmeszulon voltak (Berzsenyi 1992 – Székács 2006), manapság leginkább a mezotriont, topramezont, tembotriont használják. Rugalmasan alkalmazhatók, talajon és levélen keresztül egyaránt felveszi őket a gyomnövény. A mezotrion preemergens és posztemergens (elsősorban korai) (Johnson et al. 2002; Whaley et al. 2006), a topramezon és tembotrion elsősorban állományban történő alkalmazással használható (Gitsopoulos et al. 2010). A kétszikűek ellen széles a hatásspektrumuk (Nurse et al. 2010). A mezotrion a *Setaria* és *Panicum* fajokat nem pusztítja kellő mértékben (Armel et al. 2003b), a topramezon és a tembotrion (védővegyülettel, az izoxadifen-etil-el használva) azonban az *Echinochloa crus galli*, *Setaria* spp., *Panicum* spp.-t is kiválóan irtja (Lamore et al. 2006; Zollinger – Ries 2006). A szereket általában kombinációkként alkalmazzák, és egy menetben való kijuttatással egyszerre ötvözik a preemergens és posztemergens szerek kedvező tulajdonságait (Szabó 2009). A HPPD-gátlók jól kombinálhatók a triazin származékokkal (Magyarországon: terbutilazin), és a klór-acetamidokkal (az acetoklór, s-metolaklór, dimetenamid és pendimetalin a kukori-

ca 3 leveles koráig kijuttatható). Kitűnő hatást jegyzett fel Creech et al. (2004) a mezotrión + atrazin együttes alkalmazásával *Setaria viridis* és *Echinochloa crus-galli* ellen az USA-ban. A mezotrión + acetoklór pedig Armel et al. (2003a) kísérletében adott jó eredményt *Setaria faberi*-vel szemben. A korai posztemergens technológia előnyeit mutatta Széll – Makra (2011) 4 éves kísérlete is.

Az évelő egyszikűek jelenléte alapvetően megváltoztatja az alkalmazott technológiát. Ellenük elsősorban a SU készítmények eredményesek (Bhowmik et al. 1992; Damalas – Eleftherohorinos 2001), a plasztokinin bioszintézist gátlók hatása nem teljes körű (Torma et al. 2006). A legnehezebb feladat a fenyércirok elleni védekezés. Amennyiben a területen előfordul, mindenképpen ellene kell célzottan irányítani a kezelést (Hoffmanné 2008). A megfelelő gyomirtási hatékonyságot a biológiai tulajdonságai is nehezítik, ugyanis szaporodásakor a vegetatív és a generatív út egyforma jelentőségű (Horowitz et al. 1973; Scovel et al. 1988), magyarországi viszonyok között pedig a rizómáról rendszerint előbb hajt, mint a szemtermésből (Hunyadi et al. 2005). Emiatt egyszeri állománykezeléssel megfelelő eredménnyel védekezni ellene nehéz (Obrigawitch et al. 1990). Egy megoldási lehetőség a preemergens + posztemergens permetezés, amikor is a kelés előtt használt hatóanyaggal a magról csírázó példányokat (ill. egyéb egyszikűeket), a posztemergens kezeléssel pedig célzottan a rizómáról hajtókat szorítjuk vissza (Tweedy – Kapusta 1995). A fenyércirok magas borítottságakor a legbiztosabb lehetőséget az osztott állománykezelés adja (Benécsné – Hartmann 2004). Ez minden alkalommal jobb eredményt produkált Camacho et al. (1991), Eleftherohorinos – Kotoula-Syka (1995) és Kovács (2002) kísérleteiben, mint az egyszeri védekezés. A *Phragmites australis* ellen konvencionális kukoricában alkalmazható hatékony készítmény nincs (Ocskó 2012).

Cikloksidim-toleráns (CT) kukorica

Az Acetil-CoA-karboxiláz (ACCáz) enzim

Az Acetil-CoA-karboxiláz (EC 6.4.1.2) egy biotint tartalmazó enzim, ami egy ATP függő reakcióban katalizálja az acetil-CoA karboxilációs folyamaton keresztüli átalakulását malonil-CoA-vá. A reakció a zsírsavak szintézisének első lépése, ugyanis a malonil-CoA az első építő eleme a zsírsavaknak (Knowles 1989), koncentrációjának aránya korlátozza a zsírsav bioszintézist (Post-Beittlenmiller et al. 1992). Emellett a malonil-CoA köztes terméke több metabolikus útnak, pl. részt vesz flavonoidoknak a bioszintézisében (Koes et al. 1994).

Az ACCáz enzim különböző alegységekből áll: biotin- karboxiláz, karboxil- transzferáz és biotin- karboxiláz hordozó fehérje. Az élő szervezetekben két formáját találták meg (Wakil et al. 1983):

- (1) A prokarióta típus: A baktériumoknál írták le, az alegységek külön állnak (Li – Cronan, 1992).
- (2) Eukarióta típus: főleg az állati (López-Casillas et al. 1988) és a gombák (AI-Feel et al. 1992) sejtjeinek citoszoljában izolálták. Egy db multifunkcionális fehérje egységből áll, mely magába foglalja a különböző alegységeket (Iverson et al. 1990).

A növényeknél mindkét féle ACCáz enzimet leírták, melyek különböző sejtrészekben lokalizálódnak. Az eddig vizsgált kétszikű fajoknál – pl. *Pisum sativum* (Sasaki et al. 1993), *Glycine max* (Reverdatto et al. 1999) – a prokarióta típusú a kloroplasztban, az eukarióta tí-

pusú ACCáz pedig a citoszolban található (Betthey et al. 1992; Alban et al. 1994, 1995). Ezalól a *Poaceae* család fajai kivételek, ugyanis náluk hiányzik a prokarióta változat, és az eukarióta típus „két izoformája” található meg mind a kloroplasztban, mind a citoszolban (Egli et al. 1993; Gornicki – Haselkorn 1993; Elborough et al. 1994).

Az ACCáz-gátló herbicidek és szelektivitásuk

Az ariloxi-fenoxi-propionsav (APP) (pl. fluazifop) és a ciklohexándion (CHD) származék (pl. szetoxidim, cikloxidim) herbicideket posztemergen a fűféle gyomokkal szemben alkalmazzák a kétszikű kultúrákban – mint pl. a szója (Vidrine et al. 1995), a napraforgó (Abdullahi et al. 2001), a földimogyoró (Grichar – Boswell 1989), vagy éppen a gyapot (Carter – Keeley 1987). Továbbá az erdészetekben (Clay et al. 2006), szőlőben (Mikulás 2004) is alapját képezik az egyszikűek visszaszorításának. Egyes hatóanyagok bizonyos gabonáknál (búza, árpa) is hasznosíthatók pl. diklofop-metil (jelenleg nem engedélyezett) (Grey – Bridges 2003), fenoxaprop (Romano et al. 1993), valamint az új fejlesztésű ACCáz-gátló a pinoxaden. Az utóbbi herbicidet 2006-ban fejlesztették ki, és egy új hatóanyagcsaláddhoz, a fenilpirazolinok-hoz (PPZ) tartozik (Hofer et al. 2006).

A hatóanyagok elsősorban a levélen keresztül szívódnak fel, és a floem rendszeren át a merisztéma szövetekhez transzlokálódnak. Ezt követően az érzékeny növények fiatal fejlődő levelei megállnak a növekedésben, mivel a merisztéma régióban a sejtek membrán szerkezete károsul, ami a sejtek osztódását és megnyúlását akadályozza. A növekedési pontoknál nekrozis alakul ki (Deer et al. 1985; Jain – Vanden Born 1989). A növényi pusztulást elsősorban az ACCáz enzim blokkolásán keresztüli zsírsav bioszintézis gátlása okozza (Rendina – Felts 1988; Secor – Cséke 1988; Hofer et al. 2006), de egyéb másodlagos herbicidhatás is ismert, mint a membránok elektronikus potenciáljának a megváltoztatása (Dotray et al. 1993a).

Az ACCáz-gátló herbicidek szelektíven, a kloroplasztban lévő, eukarióta típusú enzimet gátolják (Rendina et al. 1990; Burton et al. 1991). A prokarióta forma, ill. a citoszolban lévő eukarióta izoforma rezisztens ezekkel a herbicidekkel szemben (Burton et al. 1989; Alban et al. 1994; Konishi – Sasaki 1994). Tehát gyompusztító hatást csak az egyszikűekhez tartozó *Poaceae* (korábban: *Gramineae*) család fajaival szemben fejtenek ki, ezért is nevezik őket graminicideknek (Gronwald 1991). Egyéb egyszikű gyomok ellen nem (pl. *Cyperaceae*) használhatók, mivel náluk is a prokarióta típusú enzim (Konishi et al. 1996) található meg. Emellett vannak egyes *Poaceae* fajok (pl. *Festuca rubra*), melyek szintén nem pusztulnak el a készítményektől (Stoltenberg et al. 1989).

Az ACCáz-gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia

Az ACCáz-gátlókkal szembeni gyomrezisztencia első megjelenését Ausztráliában, a *Lolium rigidum*-nál írták le (Heap – Knight 1982), azóta pedig számos gazdaságilag jelentős fajnál, a világ minden pontján észlelték a jelenséget pl. *Sorghum halepense* (Kaloumenos – Eleftherohorinos 2009), *Setaria viridis* (De Prado et al. 2004).

Ellenük a rezisztencia több folyamaton keresztül is kialakulhat:

(1) Nem-hatáshely változás alapján:

- (a) Detoxifikáció: amikor fokozódik a herbicid lebontása a növényben. Ilyen faj pl. az *Alopecurus myosuroides* (Hall et al. 1997). Ebben az esetben az ellenállóságért a növényben megnőtt citokróom P450 enzim koncentrációja felel.

- (b) Megnövekedett ACCáz enzim aktivitás: A *Sorghum halepense* egyes biotípusai az APP és a CHD szerekkel szembeni rezisztenciájukat annak köszönhetik, hogy ACCáz enzimjüknek az aktivitása 2-3-szor nagyobb, mint az érzékeny biotípusoké (Bradley et al. 2001).

(2) Hatás-helynek a megváltozása: Leggyakoribb folyamat, mikor egy rezisztens ACCáz-t fejlesztenek a növények. A herbicidek az ACCáz enzim a karboxil transzferáz részéhez kötődnek (Zhang et al. 2004; Yu et al. 2010). A rezisztenciát egy más ACCáz enzim kifejlesztése eredményezi, ami tulajdonképpen a karboxil transzferáz alegység részén bekövetkező aminosav csere. Ez általában egy egyszerű pontmutáció eredménye, és a rezisztens gén heterozigóta allélforma mellett is kifejeződik a növényekben (Murray et al. 1995; Tardif et al. 1996; Seefeldt et al. 1998).

A cikloksidim-toleráns (CT) kukorica

ACCáz-gátlóval szemben toleráns kukorica kifejlesztése a '90-es évek elején kezdődött a biotechnológiai módszerek és a hagyományos nemesítés ötvöztetésével. Az ilyen típusú növényváltozatok idegen szervezetből származó gént nem tartalmaznak, tehát a nem transzgénikus herbicid-toleráns növények körét szélesítik.

Először Parker et al. (1990a) BMS (Black Mexican Sweet Corn) kukoricából szelektált vonalakat, melyek a szetoxidimmal és haloxifoppal szemben egyaránt ellenállónak bizonyultak (az ACCáz megnövekedett aktivitásának volt az eredménye). Ezt követően több kukorica sejtvonalat azonosítottak, melyek a szetoxidim és/vagy a haloxifop herbicidekkel szemben toleranciát mutattak (pl. S2, Acc-S1, Acc-H1 stb.). Az ellenállóságot a legtöbb esetben egy más ACCáz kifejlesztése eredményezte (Parker et al. 1990b; Marshal et al. 1992; Somers et al. 1992).

A szetoxidim-toleráns (ST) kukoricák 1996-ban kerültek termesztésbe az USA-ban. Az ST kukoricában kitűnő gyomirtó hatást tudtak elérni (Dotray et al. 1993b; Gallaher et al. 1996; Ashley – Hagood 1997; Bean – Salisbury 1998; Lingenfelter – Curran 1999), azonban különösebb gazdasági jelentőségük nem volt, mert a transzgénikus glifozát és glufoszinát toleráns változatok hatásosak voltak mind az egy-, mind a kétszikűek ellen (Krausz et al. 1996; 1999; Tharp – Kells 1999; Loux et al. 2011).

A ST kukoricát az USA piacra állították elő, a cikloksidim toleráns kukorica viszont már az európai piacra készült. A kukorica cikloksidim ellenállóságáért a CTM gén felel. A termesztésben lévő hibridekbe, a különböző nemesítő-házak ezt építik be (Vancetovic et al. 2009; Zivojinovic et al. 2009; Széll et al. 2010). Kitűnő gyomirtó hatást lehet elérni a cikloksidim alkalmazásával a *Sorghum halepense*, *Elymus repens*, *Cynodon dactylon*, *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli* ellen (Nádasyné et al. 2008; Kukorelli et al. 2010; Vancetovic et al. 2011).

Következtetések

A világ mezőgazdasági növénytermesztésében a *Poaceae* növény család kiemelkedő jelentőségű. Egyrészt, mert innen kerülnek ki a legfontosabb kultúrnövények (pl. rizs, kukorica), másrészt viszont több, a családhoz tartozó gyomfaj fokozódó növényvédelmi problémát okoz a szántóföldeken, és nagy gazdasági károkat idéz elő. A kukorica legnehe-

zebben irtható gyomfajai kétségkívül az évelő egyszikű gyomnövények körébe tartoznak. Több faj esetében széles körű terjedést és felszaporodást lehet megfigyelni (pl. *Sorghum halepense*), aminek Európában a kukorica növekvő vetésterülete megfelelő táptalajt biztosít. A cikloksidim-toleráns kukorica állományában véghezvihető szuperszelektív egyszikűirtás a fajok visszaszorításában kulcsszerepet vállalhat.

A CT kukorica Európában jó alternatívája lehet a transzgénikus herbicid-toleráns változatoknak. Vetésterületének aránya a megfelelő termőképességű hibridek kifejlesztésével valószínűsíthetően növekedni fog. Legnagyobb jelentősége azokban a közép-európai országokban és a mediterrán régióban lesz, ahol a fenyércirok kiemelt herbológiai problémát jelent. Magyarországon ebben a problémakörben elsősorban a délnyugati megyék érintettek. A cikloksidim felhasználhatóságának jelentőségét tovább növelheti az EU által kilátásba helyezett több klór-acetamid származék herbicid visszavonási szándéka (URL2).

Mindenesetre a technológia adta lehetőségek kihasználása mellett, a gyomirtási technológiák tervezésekor az ACCáz-gátló gyomrezisztencia kialakulásának veszélyét mindenképpen szem előtt kell tartani. A rezisztencia megelőzésére a különböző gyomszabályozási módszereket integráltan kell alkalmazni. A megfelelő herbicid használat mellett a helyes agrotechnikai (pl. őszi és tavaszi vetésű növények arányosságának megtartása a vetésszerkezetben, tarlóhántási és ápolási munkák időben és megfelelő minőségben történő elvégzése) és – kapás kultúrák termesztésekor – a mechanikai gyomszabályozás nagy jelentőséggel bírhat a rezisztens biotípusok kiválogatódásának és felszaporodásának a megfékezésében.

Irodalomjegyzék

- Abdullahi, A. E. – Modisa, O. – Molosiwa, O. – Mosarwe, L. (2001): *Cynodon dactylon* control in sunflower (*Helianthus annuus*) with postemergence graminicides in a semi-arid environment. *Crop Protection* 20: 411-414.
- Alban, C. – Baldet, P. – Douce, R. (1994): Localization and characterization of two structurally different forms of acetyl-CoA carboxylase in young pea leaves, of which one is sensitive to aryloxyphenoxypropionate herbicides. *Biochemical Journal* 300: 557–565.
- Alban, C. – Jullien, J. – Job, D. – Douce, R. (1995): Isolation and characterization of biotin carboxylase from pea chloroplasts. *Plant Physiology* 109: 927-935.
- Al-Feel, W. – Chirala, S. S. – Wakil, S. J. (1992): Cloning of the yeast FAS3 gene and primary structure of yeast acetyl-CoA carboxylase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89: 4534-4538.
- Alister, C. – Kogan, M. (2005): Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rational crops. *Crop Protection* 24: 375-379.
- Andújar, D. – Ruiz, D. – Riberio, Á. – Fernandez-Quintanilla, C. – Dorado, J. (2011): Spatial distribution patterns of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in corn fields in Spain. *Weed Science* 59: 82-89.
- Armel, G. R. – Wilson, H. P. – Richardson, R. J. – Hines, T. E. (2003a): Mesotrione, acetochlor and atrazine for weed management in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 17: 284-290.

- Armel, G. R. – Wilson, H. P. – Richardson, R. J. – Hines, T. E (2003b): Mesotrione combinations in no-till corn (*Zea mays*). Weed Technology 17: 111-116.
- Ashley, J. E. – Hagood, E. S. Jr. (1997): Evaluation of weed control and crop tolerance with postemergence herbicides in sethoxydim-tolerant corn. Proceedings of the Northeastern Weed Science Society 51: 31.
- Ádámszki, T. – Torma, M. – Kukorelli, G. – Reisinger, P. (2011): Experiences in weed control of imidazolinon resistant winter oilseed rape. Herbologia 12 (2): 23-31.
- Bean, B. W. – Salisbury, C. D. (1998): SR corn tolerance to ACCase inhibitors and their effectiveness in controlling grass. Proceedings of the Southern Weed Science Society 51: 13.
- Bechere, E. – Auld, D. L. – Dotray, P. – Kebede, H. (2010): Registration of four upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genetic stock mutants with tolerance to imazamox. Journal of Plant Registrations 4: 155-158.
- Benécsné Bárdi G. – Hartmann F. (2004): A gyomirtás tervezésének sarokpontjai a kukoricában. Gyakorlati Agroforum Extra 5: 49-60.
- Bendixen, L. E. (1986): Corn (*Zea mays*) yield in relationship to Johnsongrass (*Sorghum halepense*) population. Weed Science 34: 449-451.
- Berzsenyi Z. (1992): A kukoricavetések egy- és kétszikű gyomnövényei elleni posztemergens védekezés újabb lehetőségeinek vizsgálata ICIA- 0051 herbiciddel az 1986-1991. években. Növénytermelés 41: 223-236.
- Berzsenyi Z. (2011): A gyomszabályozás módszerei. In: Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 337-393.
- Berzsenyi Z. – Kopácsi J. – Árendás T. – Bónis P. – D. Q. Lap (1998): Three-years experiments on the efficacy and selectivity of glufosinate-ammonium in transgenic maize. Journal of Plant Disease and Plant Protection 16: 391-399.
- Betty, M. – Ireland, R. J. – Smith, A. M. (1992): Purification and characterization of acetyl-CoA carboxylase from developing pea embryos. Journal of Plant Physiology 140: 513-520.
- Beversdorf, W. D. – Hume, D. J. – Daonnely-Vanderloo, M. J. (1986): Agronomic performance of triazine-resistant and susceptible reciprocal spring canola hybrids. Crop Science 28: 932-934.
- Bhowmik, P. C. – O'Toole, B. M. – Andaloro, J. (1992): Effect of nicosulfuron on quackgrass (*Elytriga repens*) control in corn (*Zea mays*). Weed Technology 6: 52-56
- Borhidi A. (2003): Növénytársulások felépítése és működése. In: Borhidi A. (szerk.): Magyarország növénytársulásai. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 14-28.
- Bosnic, A. C. – Swanton, C. J. (1997): Economic decision rules for postemergence herbicide control of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in corn (*Zea mays*). Weed Science 45: 557-563.
- Bradley, K. W. – Hagood, E. S. Jr. (2001): Identification of a Johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype resistant to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in Virginia. Weed Technology 15: 623-627.
- Bunting, J. A. – Sprague, C. L. – Riechers, D. E. (2004): Corn tolerance as affected by the timing of foramsulfuron applications. Weed Technology 18: 757-762.

- Bunting, J. A. – Sprague, C. L. – Riechers, D. E. (2005): Incorporating foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology* 19: 160-167.
- Burton, J. D. – Gronwald, J. W. – Keith, R. A. – Somers, D. A. – Gengenbach, B. G. – Wyse, D. L. (1991): Kinetics of inhibition of acetyl-coenzyme A carboxylase by sethoxydim and haloxyfop. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 39: 100-109.
- Burton, J. D. – Gronwald, J. W. – Somers, D. A. – Gengenbach, B. G. – Wyse, D. L. (1989): Inhibition of corn acetyl-CoA carboxylase by cyclohexanedione and aryloxyphenoxypropionate herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 34: 76-85.
- Camacho, R. F. – Moshier, L. J. – Morishita, D. W. – Devlin, D. L. (1991): Rhizome Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*) with pirimisulfuron and nicosulfuron. *Weed Technology* 5: 789-794
- Carter, C. H. – Keeley, P. E. (1987): Selective control of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in cotton (*Gossypium hirsutum*) with foliar herbicides. *Weed Science* 35: 418-421.
- Cerdeira, A. L. – Duke, S. O. (2006): The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: a review. *Journal of Environmental Quality* 35: 1633-1658.
- Christen, T. – Reisinger, P. (2000): Erfahrungen und Ergebnisse der ESCORT-Application in Clearfield-Maiskulturen Ungarns. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 17: 347-352.
- Clay, D. V. – Dixon, F. L. – Willoughby, I. (2006): Efficacy of graminicides on grass weed species of forestry. *Crop Protection* 25: 1039-1050.
- Creech, J. E. – Monaco, T. A. – O'Evans, J. O. (2004): Photosynthetic and growth responses of *Zea mays* L. and four weed species following post-emergence treatments with mesotrione and atrazine. *Pest Management Science* 60: 1079-1084.
- Croughan, T. P. (1996): Herbicide resistant rice. U.S. Patent 5,545,822.
- Currie, R. S. – Kwon, C. S. – Penner, D. (1995): Magnitude of imazethapyr resistance of corn (*Zea mays*) hybrids with altered acetolactate synthase. *Weed Science* 43: 578-582.
- Czímber Gy. – Csala G. (1974): Adatok a monokultúrás kukoricavetésekben gyomosodást okozó köles (*Panicum miliaceum* L.) terjedéséről. *Növénytermelés* 23: 207-217.
- Damalas, C. A. – Elefetherohoris, I. G. (2001): Dicamba and atrazine antagonism on sulfonyleurea herbicides used for Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 15: 62-67.
- Damanakis, M. E. (1983): Weed species in wheat fields of Greece—1982, 1983 survey. *Zizaniologia* 1: 85-90.
- De Prado, R. – Osuna, M. D. – Fischer, A. J. (2004): Resistance to ACCase inhibitor herbicides in a green foxtail (*Setaria viridis*) biotype in Europe. *Weed Science* 52: 506-512.
- Deer, J. F. – Monaco, T. J. – Sheets, T. J. (1985): Uptake and translocation of fluazifop by three annual grasses. *Weed Science* 33: 612-617.
- Dekker, J. (2003): The foxtail (*Setaria*) species-group. *Weed Science* 51: 641-656.
- Dobbels, A. F. – Kapusta, G. (1993): Postemergence control in corn (*Zea mays*) with nicosulfuron combinations. *Weed Technology* 7: 844-850.
- Dotray, P. A. – DiTomaso, J. M. – Gronwald, J. W. – Wyse, D. L. – Kochian, L. V. (1993a): Effects of acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors on root cell transmembrane electric potentials in graminicide-tolerant and -susceptible corn (*Zea mays* L.). *Plant Physiology* 103: 919-924.

- Dotray, P. A. – Marshall, L. C. – Parker, W. B. – Wyse, D. L. – Somers, D. A. – Gengenbach, B. G. (1993b): Herbicide tolerance and weed control in sethoxydim-tolerant corn (*Zea mays*). Weed Science 41: 213-217.
- Duke, S. O. (2005): Taking stock of herbicide resistant crops ten years after introduction. Pesticide Management Science 61: 211-218.
- Duke, S. O. – Cerdeira, A. L. (2005): Potential environmental impacts of herbicide-resistant crops. Collection of Biosafety Reviews 2: 66-143.
- Egli, M. A. – Gengenbach, B. G. – Gronwald, J. W. – Somers, D. A. – Wyse, D. L. (1993): Characterization of maize acetyl-CoA carboxylase. Plant Physiology 101: 499-506.
- Elborough, K. M. – Simon, J. W. – Swinhoe, R. – Ashton, A. R. – Slabas, A. R. (1994): Studies on wheat acetyl-CoA carboxylase and the cloning of a partial cDNA. Plant Molecular Biology 24: 21-34.
- Eleftherohorinos, I. G. – Kotula-Syka, E. (1995): Influence of herbicide application rate and timings for post-emergence control of *Sorghum halepense* (L.) Pers. maize. Weed Research 35: 99-103.
- Fausey, J. C. – Kells, J. J. – Swinton, S. M. – Renner, K. A. (1997): Giant foxtail (*Setaria faberi*) interference in non-irrigated corn (*Zea mays*). Weed Science 45: 256-260.
- Gallaher, K. – Hayes, R. M. – Willian, W. T. – Mueller, T. C. (1996): Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in Poast-tolerant corn. Proceedings of the Southern Weed Science Society 49: 186-187.
- Gitsopoulos, T. K. – Melidis, V. – Evgenidis, G. (2010): Response of maize (*Zea mays* L.) to post-emergence applications of topramezone. Crop Protection 29: 1091-1093.
- Gornicki, P. – Haselkorn, R. (1993): Wheat acetyl-CoA carboxylase. Plant Molecular Biology 22: 547-552.
- Grant, I. – Beversdorf, W. D. (1985): Agronomic performance of triazineresistant single-cross hybrid oilseed rape (*Brassica napus* L.). Canadian Journal of Plant Science 65: 889-892.
- Grey, T. L. – Bridges, D. C. (2003): Alternatives to diclofop for the control of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technology 17: 219-223.
- Grichar, W. J. – Boswell, T. E. (1989): Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) control with postemergence herbicides in peanut (*Arachis hypogea*). Weed Technology 3: 267-271.
- Gronwald, J. W. (1991): Lipid biosynthesis inhibitors. Weed Science 39: 435-449.
- Grossmann, K. – Ehrhardt, T. (2007): On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Pesticide Management Science 63: 429-39.
- Hall, L. M. – Moss, S. R. – Powles, S. B. (1997): Mechanisms of resistance to aryloxyphenoxypropionate herbicides in two resistant biotypes of *Alopecurus myosuroides* (black-grass): herbicide metabolism as a cross-resistance mechanism. Pesticide Biochemistry and Physiology 57: 87-98.
- Hart, S. E. – Saunders, J. W. – Penner, D. (1993): Semidominant nature of monogenic sulfonyleurea herbicide resistance in sugarbeet (*Beta vulgaris*). Weed Science 41: 317-324.
- Hartmann F. (1979): Az *Amaranthus retroflexus* L. atrazinnal szembeni rezisztenciája és a rezisztens biotípus elterjedése Magyarországon. Növényvédelem 15: 491-495.

- Hay, J. R. (1974): Gains to the grower from weed science. *Weed Science* 22: 439-442.
- Heap, J. – Knight, R. (1982): A population of ryegrass tolerant to the herbicide diclofop-methyl. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 48: 156-157.
- Hennigh, S. D. – Al-Khatib, K. J. (2010): Response of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), green foxtail (*Setaria viridis*), longspine sandbur (*Cenchrus longispinus*), and large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) to nicosulfuron and rimsulfuron. *Weed Science* 58: 189-194.
- Hennigh, S. D. – Al-Khatib, K. J. – Tuinstra, M. R. (2010): Postemergence weed control in acetolactate synthase-resistant grain sorghum. *Weed Technology* 24: 219-225.
- Heszky L. (2003): Herbicidrezisztens transzgénikus növények. In: Dudits D. – Heszky L. (szerk.): Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroiinform Kiadó, Budapest, pp. 234-239.
- Hofer, U. – Muehlebach, M. – Hole, S. – Zoschke, A. (2006): Pinoxaden – for broad spectrum grass weed management in cereal crops. *Journal of Plant Diseases and Protection* 20: 989-995.
- Hoffmanné Pathy Zs. (2008): A kukorica vegyszeres gyomirtása az atrazin hatóanyag használatának betiltása után. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 22: 50-52.
- Horowitz, M. (1973): Spatial growth of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research* 13: 200-208.
- Hódi L. (2001): A gyomirtószeres kezelések időzítésének és túladagolásának hatása néhány imidazolinol toleráns kukoricahibridre. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 2 (2): 41-46.
- Hunyadi K. – Gara S. – Nagy L. (2005): Fenyércirok (*Sorghum halepense*). In: Benécsné Bárdi G. – Hartmann F. – Radvány B. – Szentey L. (szerk.): Veszélyes 48. Mezőföldi Agrofórum KFT, Szekszárd, pp. 250-259.
- Hunyadi K. – Mike Zs. (1998): Jelentős szántóföldi egyszikű növények kezdeti gyökérfejlődésének vizsgálata. *Növénytermelés* 47: 623-633.
- Iverson, A. J. – Bianchi, A. – Nordlund, A.-C. – Witters, L. A. (1990). Immunological analysis of acetyl-CoA carboxylase mass, tissue distribution and subunit composition. *Biochemical Journal* 269: 365-371.
- Jain, R. – Vanden Born, W. H. (1989): Morphological and histological effects of three grass selective herbicides on developing wild oat (*Avena fatua*) stems. *Weed Science* 37: 575-584.
- James, C. (2011): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2011. ISAAA Brief 43.
- Jensen, K. I. N. – Stephenos, G. R. – Hunt L. A. (1977): Detoxification of atrazine in three gramineae subfamilies. *Weed Science* 25: 212-221.
- Johnson, B. C. – Young, B. G. – Matthews, J. L. (2002): Effect of postemergence application rate and timing of mesotrione on corn (*Zea mays*) response and weed control. *Weed Technology* 16: 414-420.
- Kaloumenos, N. S. – Eleftherohorinos, I. G. (2009): Identification of a Johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype resistant to ACCase-inhibiting herbicides in Northern Greece. *Weed Technology* 23: 470-476.
- Kapusta, G. – Krausz, R. F. – Khan, M. – Matthews, J. L. (1994): Effect of nicosulfuron rate, adjuvant, and weed size on annual weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 8: 696-702.

- Knowles, J. R. (1989): The mechanism of biotin-dependent enzymes. *Annual Review of Biochemistry* 58: 195-221.
- Koeppel, M. K. – Hirata, C. M. – Brown, H. M. – Kenyon, W. H. – O'Keefe, D. P. – Lau, S. C. – Zimmerman, W. T. – Green, J. M. (2000): Basis of selectivity of the herbicide rimsulfuron in maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 66: 170-181.
- Koes, R. E. – Quattrocchio, F. – Mol, J. N. M. (1994): The flavonoid biosynthetic pathway in plants: Function and evolution. *BioEssays* 16: 123–132.
- Konishi, T. – Sasaki, Y. (1994): Compartmentalization of two forms of acetyl-CoA carboxylase in plants and the origin of their tolerance toward herbicides. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91: 3598-3601.
- Konishi, T. – Shinohara, K. – Yamada, K. – Sasaki, Y. (1996): Acetyl-CoA carboxylase in higher plants: most plants other than the Graminae have both the prokaryotic and the eukaryotic forms of this enzyme. *Plant Cell Physiology* 37: 117-122.
- Koroknai B. (1972): Fenyércirok elterjedése Veszprém megyében. *Növényvédelem* 8 (9): 418-420.
- Kovács I. (2002): Fenyércirok – *Sorghum halepense* (L.) Pers. – biológiája és az ellene való védekezés egyik módja kukoricában. *Növényvédelem* 38: 189-194.
- Kőrösmezei Cs. (2000): Gondolatok a Magyarországon kialakult gyomhelyzet okairól. *Gyakorlati Agroforum* 11 (5): 5-6.
- Krausz, R. F. – Kapusta, G. (1998): Total postemergence weed control in imidazolinone resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 12: 151-156.
- Krausz, R. F. – Kapusta, G. – Matthews, J. L. (1996): Control of annual weeds with glyphosate. *Weed Technology* 10: 957-962.
- Krausz, R. F. – Kapusta, G. – Matthews, J. L. – Baldwin, J. L. – Maschoff, J. (1999): Evaluation of glufosinate-resistant corn (*Zea mays*) and glufosinate: efficacy on annual weeds. *Weed Technology* 13: 691-696.
- Krausz, R. F. – Young, B. G. – Kapusta, G. – Matthews J. L. (2000): Application timing determines giant foxtail (*Setaria faberi*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in no-till corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 14: 161-166.
- Kukorelli G. – Reisinger P. – Ádamszki T. (2010): Effective control against perennial and annual monocotyledon weed species in cycloxydiem-resistant maize. 15th EWRS Symposium, Kaposvár, 2010.
- Kukorelli G. – Reisinger P. – Torma M. – Ádamszki T. (2011): Experiments with the control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in imidazolinone-resistant and tribenuron-methyl-resistant sunflower. *Herbologia* 12 (2): 15-23.
- Lamore, D. – Simkins, G. – Watteyne, K. – Allen, J. (2006): Weed control programs with tembotrione in corn. *Proceedings of North Central Weed Science Society Proceedings* 61: 119.
- Lehoczky É. – Borosné Nagy, A. (2002): Az *Echinochloa crus-galli* (L.) P. B. és a kukorica kompetíciójának hatása I. A növények növekedése. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 3 (2): 13-21.
- Leon, R. G. – Knapp, A. D. – Owen, M. D. K. (2004): Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) *Weed Science* 52: 67-73.

- Li, S. – Cronan, J. E. (1992): The genes encoding the two carboxyltransferase subunits of *E. coli* acetyl-CoA carboxylase. *The Journal of Biological Chemistry* 267: 16841-16847.
- Lingenfelter, D. D. – Curran, W. S. (1999): Control of wirestem muhly in herbicide resistant corn. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society* 53: 65.
- Loux, M. M. – Dobbels, A. F. – Johnson, W. G. – Young, B. G. (2011): Effect of residual herbicide and postemergence application timing on weed control and yield in glyphosate-resistant corn. *Weed Technology* 25: 19-24.
- López-Casillas, F. – Bai, D. H. – Luo, X. C. – Kong, I. S. – Hermodson, M. A. – Kim, K. H. (1988): Structure of the coding sequence and primary amino acid sequence of acetyl-coenzyme A carboxylase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 85: 5784-5788.
- Marshall, L. C. – Somers, D. A. – Dotray, P. D. – Gengenbach, B. G. – Wyse, D. L. – Gronwald, J. W. (1992): Allelic mutations in acetyl-coenzyme A carboxylase confer herbicide tolerance in maize. *Theoretical and Applied Genetics* 83: 435-442.
- Meazza, G. – Scheffler, B. E. – Tellez, M. R. – Rimando, A. M. – Romagni, J. G. – Duke, S. O. – Nanayakkara, D. – Khan, I. A. – Abourashed, E. A. – Dayan, F. E. (2002): The inhibitory activity of natural products on plant p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *Phytochemistry* 60: 28.
- Mikulás J. (2004): A szőlő gyomnövényei és gyomirtása. *Növényvédelem* 40: 343-357.
- Miller, J. F. – Al-Khatib, K. J. (2002): Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA 425) and fertility restorer (RHA 426 and RHA 427) germplasms. *Crop Science* 42: 988-989.
- Miller, J. F. – Al-Khatib, K. J. (2004): Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2, resistant to tribenuron herbicide. *Crop Science* 44: 1037-1038.
- Mitchell, G. – Bardeit, D. W. – Fraser, T. E. M. – Hawkes, T. R. – Holt, D. C. – Towson, J. K. – Wichert, R. A. (2001): Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. *Pesticide Management Science* 57: 120-128.
- Molnár F. – Szabó L. (2012): Egyszikű gyomnövények a kapás kultúrákban. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 45: 110-116.
- Murray, B. G. – Morrison, I. N. – Brülé-Babel, A. (1995): Inheritance of acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistance in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science* 43: 233-238.
- Nagy, S. – Reisinger, P. – Pomsár, P. (2006): Experiences of introduction of imidazolinone-resistant sunflower in Hungary from the herbological point of view. *Journal of Plant Disease and Plant Protection* 20: 31-37.
- Nádasyné I. E. – Nagy V. – Magyar L. (2008): Első hazai tapasztalatok a közönséges kakaslábfü [Echinochloa crus-galli (L) P.B.] elleni védekezésben Focus Ultra (cikloksidim) toleráns kukorica hibridekben. XVIII. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, Keszthely, 146. p.
- Newhouse, K. E. – Singh, B. K. – Shaner, D. L. – Stidham, M. A. (1991): Mutations in corn (*Zea mays* L.) conferring resistance to imidazolinone herbicides. *Theoretical and Applied Genetics* 83: 65-70.
- Newhouse, K. E. – Smith, W. A. – Starrett, M. A. – Schaefer, T. J. – Singh, B. K. (1992): Tolerance to imidazolinone herbicides in wheat. *Plant Physiology* 100: 882-886.

- Novák R. – Dancza I. – Szentey L. – Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007-2008). FVM, Budapest.
- Nurse, R. E. – Hamill, A. S. – Swanton, C. J. – Tardif, F. J. – Sikkema, P. H. (2007): Weed control and yield response to foramsulfuron in corn. *Weed Technology* 21: 453-458.
- Nurse, R. E. – Hamill, A. S. – Swanton, C. J. – Tardif, F. J. – Sikkema, P. H. (2010): Weed control and yield response to mesotrione in maize (*Zea mays*). *Crop Protection* 29: 652-657.
- Obrigawitch, T. T. – Kenyon, W. H. – Kuratle, H. (1990): Effect of application timing on rhizome Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control with DPX-V9360. *Weed Science* 38: 45-49.
- Ocskó Z. (2012): Engedélyezett növényvédő szerek fontosabb adatai és felhasználási területük. In: Szabadi G. (szerk.): Növényvédő szerek, terménynövelő anyagok 2012 I. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest, pp. 8-442.
- Parker, W. B. – Marshall, L. C. – Burton, J. D. – Somers, D. A. – Wyse, D. L. – Gronwald, J. W. – Gengenbach, B. G. (1990a): Dominant mutations causing alterations in acetyl-coenzyme A carboxylase confer tolerance to cyclohexanedione and aryloxyphenoxypropionate herbicides in maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 87: 7175-7179.
- Parker, W. B. – Somers, D. A. – Wyse, D. L. – Keith, R. A. – Burton, J. D. – Gronwald, J. W. – Gengenbach, B. G. (1990b): Selection and characterization of sethoxydim-tolerant maize tissue cultures I. *Plant Physiology* 92: 1220-1225.
- Pálfay G. (1998): Az imazamox hatóanyaggal végzett hét évi fejlesztési kísérlet sorozat összefoglalása. 44. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, pp. 165.
- Pálfay G. (2000): Clearfield gyomirtási rendszer a gyakorlatban. *Növényvédelem* 36: 220-222.
- Pimentel, D. (2009): Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. In: (Rajinder, D. – Dhawan, A. K. (ed.). *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process* (Vol. 1). Springer, pp. 88-111.
- Pinke Gy. – Pál R. (2005): Gyomnövényeink eredete, termőhelye és védelme. Alexandra Kiadó, Pécs.
- Post-Beittenmiller, D. – Roughan, G. – Ohlrogge, J. B. (1992): Regulation of plant fatty acid biosynthesis. *Plant Physiology* 100: 923-930.
- Pölös E. – Lehoczki E. – Mikulás J. – Szigeti Z. (1987): Paraquat rezisztencia Magyarországon. *Növényvédelem* 23: 97-104.
- Rabaey, T. L. – Harvey, G. R. (1997a): Annual grass control in corn (*Zea mays*) with pirimisulfuron combined with nicosulfuron. *Weed Technology* 11: 171-175.
- Rabaey, T. L. – Harvey, R. G. (1997b): Sequential applications control woolly cupgrass (*Echinochloa villosa*) and wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 11: 537-542.
- Rajasekaran, K. – Grula, J. W. – Hudspeth, R. L. – Pofelis, S. – Anderson, D. M. (1996): Herbicide resistant Acala and Coker cottons transformed with a native gene encoding mutant forms of acetohydroxyacid synthase. *Molecular Breeding* 2: 307-319.
- Reisinger P. (1981): A monokultúra, töszám, műtrágyázás hatása a kukorica gyomnövényzetére. *Növényvédelem* 17: 163-168.

- Reisinger P. (2000): Kukorica (*Zea mays* L.). In: Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 494-502.
- Rendina, A. R. – Felts, J. M. (1988): Cyclohexanedione herbicides are selective and potent inhibitors of acetyl-CoA carboxylase from grasses. *Plant Physiology* 86: 983-986.
- Rendina, A. R. – Kennard, A. C. – Beaudoin, J. D. – Breen, M. K. (1990): Inhibition of acetyl-coenzyme A carboxylase by two classes of grass-selective herbicides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 1282-1287.
- Reverdatto, S. – Beilinson, V. – Nielsen, N. C. (1999): A multisubunit acetyl coenzyme A carboxylase from soybean1. *Plant Physiology* 119: 961–978.
- Romano, M. L. – Stephenson, G. R. – Tal, A. – Hall, J. C. (1993): The effect of monooxygenase and glutathione *S*-transferase inhibitors on the metabolism of diclofop-methyl and fenoxaprop-ethyl in barley and wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 46: 181–189.
- Ryan, G. F. (1970): Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science* 18: 614-616.
- Scopel, A. L. – Ballaré, C. L. – Ghersa, C. M. (1988): Role of seed reproduction in the population ecology of sorghum halepense in maize crops. *Journal of Applied Ecology* 25: 951-962.
- Sebastian, S. A. – Fader, G. M. – Ulrich, J. F. – Forney, D. R. – Chaleff, R. S. (1989): Semidominant soybean mutation for resistance to sulfonyleurea herbicides. *Crop Science* 29: 1403-1408.
- Secor, J. – Cséke, Cs. (1988): Inhibition of acetyl-CoA carboxylase activity by haloxyfop and tralkoxydim. *Plant Physiology* 86: 10-12.
- Seefeldt, S. S. – Hoffman, D. L. – Gealy, D. R. – Fuerst, E. P. (1998): Inheritance of diclofop resistance in wild oat (*Avena fatua* L.) biotypes from the Willamette Valley of Oregon. *Weed Science* 46: 170-175.
- Shenk, M. D. – Braunworth, W. S. – Fernandez, R. J. – Curtis, D. W. – McGrath, D. – William R. D. (1990): Wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) control in sweet corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 4: 440-445.
- Siehl, D. L. – Bengtson, A. S. – Brockman, J. P. – Butler, J. H. – Kraatz, G. W. – Lamoreaux, R. J. – Subramanian, M. V. (1996): Patterns of cross-tolerance to herbicides inhibiting acetohydroxyacid synthase in commercial corn hybrids designed for tolerance to imidazolinones. *Crop Science* 36: 274-278.
- Solymosi P. – Kostyál Zs. (1984): Rezisztencia-térképezés Magyarországon különböző termőhelyi körülmények között. *Növényvédelem* 20: 345-348.
- Solymosi P. – Kostyál Zs. – Gimesi A. (1987): *Cirsium arvense* (L.) Scop. Fenoxi ecetsav rezisztencia vizsgálatának eredményei. *Növényvédelem* 23. 301-305.
- Somers, D. A. – Parker, W. B. – Wyse, D. L. – Gronwald, J. W. – Gengenbach, B. G. (1992): Corn plants tolerant to sethoxydim and haloxyfop herbicides. *United States Patent* 5,162,602.
- Stefanovic, L. – Simic, M. – Rosulj, M. – Vidakovic, M. – Vancetovic, J. – Milivojevic, M. – Misovic, M. – Selakovic, D. – Hojka, Z. (2007): Problems in weed control in serbian maize seed production. *Maydica* 52: 277-280.

- Stoltenberg, D. E. – Gronwald, J. W. – Wyse, D. L. – Burton, J. D. – Somers, D. A. – Gengenbach, B. G. (1989): Effect of sethoxydim and haloxyfop on acetyl-coenzyme A carboxylase activity in *Festuca* species. *Weed Science* 37: 512-516.
- Swanson, E. B. – Herrgesell, M. J. – Arnoldo, M. – Sippell, D. W. – Wong, R. S. C. (1989): Microspore mutagenesis and selection: canola plants with field tolerance to the imidazolinones. *Theoretical and Applied Genetics* 78: 525-530.
- Swanton, C. J. – Chandler, K. – Elmes, M. J. – Murphy, S. D. – Anderson, G. W. (1996): Postemergence control of annual grasses and corn (*Zea mays*) tolerance using DPX-79406. *Weed Technology* 10: 288-294.
- Szabó L. (2009): A kukorica vegyszeres gyomirtása. *Gyakorlati Agrofórum* 20 (3): 18-26.
- Széll E. – Makra M. (2011): A kukorica gyomirtási technológiák és azok négy éves (2007-2010) szegedi kísérleti eredményei. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 40: 60-67.
- Széll S. – Széll E. – Pálfi G. – Torma M. G. (2010): Breeding of cycloxydim-tolerant maize (CTM) hybrids at the Cereal Research Non-Profit Co. Ltd. *Acta Agronomica Hungarica* 58: 253-258.
- Szőke L. (2001): A melegigényes gyomfajok gyors terjedése és a klímaváltozás összefüggése. *Növényvédelem* 37: 10-12.
- Tapia L. S. – Bauman, T. T. – Harvey, R. G. – Kells, J. J. – Kapusta, G. – Loux, M. M. – Lueschen, W. E. – Owen, M. D. K. – Hageman, L. H. – Strachan, S. D. (1997): Postemergence herbicide application timing effects on annual grass control and corn (*Zea mays*) grain yield. *Weed Science* 45: 138-143.
- Tardif, F. J. – Preston, C. – Holtum, J. A. M. – Powles, S. B. (1996): Resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase-inhibiting herbicides endowed by a single major gene encoding a resistant target site in a biotype of *Lolium rigidum*. *Australian Journal of Plant Physiology* 23: 15 – 23.
- Tharp, B. E. – Kells, J. J. (1999): Influence of herbicide application rate timing and interrow cultivation on weed control and corn (*Zea mays*) yield on glufosinate-resistant and glyphosate-resistant corn. *Weed Technology* 13: 807-813.
- Thompson, L. Jr. (1972): Metabolism of chloro s-triazine herbicides by *Panicum* and *Setaria*. *Weed Science* 20: 584-587.
- Torma, M. G. – Adamszki, T. – Kazinczi, G. (2011): The role of nitrogen in the post-emergence weed control of maize. *Herbologia* 12 (2): 61-68.
- Torma, M. G. – Kazinczi, G. – Hódi, L. (2006): Postemergence herbicide treatments in maize against difficult to control weeds in Hungary. *Journal of Plant Diseases and Protection* 20: 781-786
- Torma, M. G. – Lovász, Cs. – Nagy, L. (2005): Muhar fajok (*Setaria* spp.). In: Benécsné Bárdi G. – Hartmann F. – Radvány B. – Szentey L. (szerk.). *Veszélyes* 48. Mezőföldi Agrofórum Kft, Szekszárd, pp. 229-233.
- Treadaway-Ducar, J. – Wilcut, J. W. – Richburg, J. S. (2004): Weed management in imidazolinone-resistant corn with imazapic. *Weed Technology* 18: 1018-1022.
- Tsvetanka, D. – Marinov-Serafimov, P. (2007): Ecological approach against invasion of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) through mixed stands of lucerne with perennial grasses. *Herbologia* 8 (2): 13-20.

- Tweedy, M. J. – Kapusta, G. (1995): Nicosulfuron and pirimisulfuron eradicate rhizome Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in corn (*Zea mays*) in three years. *Weed Technology* 9: 748-753.
- Tyr, S. – Veres, T. – Smatana, J. (2011): Temporal dynamics of invasive weed species in the Slovak Republic. *Herbologia* 12 (1): 89-95.
- Ujvárosi M. (1973): Gyomirtás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Vancetovic, J. – Vidakovic, M. – Babic, M. – Brankovic, D. – Radojicic, S. – Bozinovic, M. – Stevanovic, M. (2009). The effect of cycloxydim tolerant maize (CTM) alleles on grain yield and agronomic traits of maize single cross hybrid. *Maydica* 54: 91-95.
- Vanden Born, W. H. (1971): Green foxtail: seed dormancy, germination and growth. *Canadian Journal of Plant Science* 51: 53-59.
- Varga P. – Béres I. – Reisinger P. (2000): Gyomnövények hatása a kukorica terméseredményre szántóföldi kísérletekben. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 1 (1): 45-52.
- Vasilakoglou, I. B. – Eleftherohorinos, I. G. (2003): Persistence, efficacy, and selectivity of amide herbicides in corn. *Weed Technology* 17:381-388.
- Vértés Cs. (2010): A genetikailag módosított szervezetek magyarországi felhasználásának törvényi és hatósági szabályozása. In: Dudits D. (szerk.); Zöld géntechnológia és agrárinnováció. Barabás Zoltán Biotechnológiai Egyesület, Szeged, pp. 153-172.
- Vidrine, P. R. (1990): The potential of new postemergence herbicides in corn. *Louisiana Agriculture* 34 (1): 3-5.
- Vidrine, P. R. – Reynolds, D. B. – Blouin, D. C. (1995). Grassland control in soybean (*Glycine max*) with graminicides applied alone and in mixtures. *Weed Technology* 9: 68-72.
- Wakil, S. J. – Stoops, J. K. – Joshi, V. C. (1983): Fatty acid synthesis and its regulation. *Annual Review of Biochemistry* 52: 537-579.
- Westra, P. – Wilson, R. G. – Zimdahl, R. L. (1990): Wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) control in Central Great Plains irrigated corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 4: 409-414.
- Whaley, C. M. – Armel, G. R. – Wilson, H. P. – Hines, T. E. (2006): Comparison of mesotrione combinations with standard weed control program in corn. *Weed Technology* 20: 605-611.
- Whitehead, C. W. – Switzer, C. M. (1963): The differential response of strains of wild carrot to 2,4-D and related herbicides. *Canadian Journal of Plant Science* 43: 255-262.
- Williams, B. J. – Harvey, R. G. (2000): Effect of nicosulfuron timing on wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) control in sweet corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 14: 337-382.
- Williams, G. S. – Hayes, R. M. (1984): Johnsongrass (*Sorghum halepense*) competition on soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 32: 498-501.
- Wilson, H. P. – Hines, T. E. – Hatzios, K. K. – Doub, P. J. (1988): Efficacy comparison of alachlor and metolachlor formulation in the field. *Weed Technology* 2: 24-27.
- Wright, T. R. – Prenner, D. (1998a): Cell selection and inheritance of imidazolinone resistance in sugarbeet (*Beta vulgaris*) *Theoretical and Applied Genetics*, 96: 612-620.
- Wright, T. R. – Prenner, D. (1998b): Corn (*Zea mays*) acetolactate synthase sensitivity to four classes of ALS-inhibiting herbicides. *Weed Science* 46: 8-12.

- Yu, L. P. C. – Kim, Y. S. – Tong, L. (2010): Mechanism for the inhibition of the carboxyltransferase domain of acetyl-coenzyme A carboxylase by pinoxaden. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 107: 22072–22077.
- Zhang, H. – Tweel, B. – Tong, L. (2004). Molecular basis for the inhibition of the carboxyltransferase domain of acetyl-coenzyme-A carboxylase by haloxyfop and diclofop. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101: 5910-5915.
- Zivojinovic, M. – Prodanovic, S. – Bozinovic, S. – Vancetovic, J. – Simic, M. (2009): Effects of various doses of the focus ultra herbicide on the grain yield of a single cross maize hybrid with different number of CTM alleles. *Herbologia* 10: 49-57.
- Zollinger, R. K. – Ries, J. L. (2006): Comparing mesotrione, tembotrione, and topramezone. Proceedings of North Central Weed Science Society 61: 114.
- URL1: <http://www.weedscience.org>
2012. 10. 12.
- URL2: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:341:0045:0046:HU:PDF>
2012. 08. 19.

A szerző levélcíme – Address of the author

Kukorelli Gábor

9028 Győr, Napóleon út 10.
kukorelli.gabor@gmail.com

GYOMBIOLÓGIA ÉS ÖKOLÓGIA

Kiegészítések a *Panicum miliaceum* L. alakkörének ismeretéhez

MAGYAR LÁSZLÓ¹ – KIRÁLY GERGELY²

¹Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, Keszthely

²Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben előretörő gyomfajok közül kiemelt fontosságúak a köles (*Panicum*) nemzetség képviselői, melyek térhódítása különösen kapásvetéseinkben látványos. Jelentőségük ellenére kevés ismerettel rendelkezünk a *P. miliaceum*-alakkörébe tartozó alakok határozásáról, biológiájáról és dominanciaviszonyairól, szakirodalmi források és újabb terepkutatásaink nyomán egyértelművé vált, hogy a *P. miliaceum*-alakkörrel kapcsolatos hazai ismeretek pontosításra szorulnak.

Dolgozatunkban áttekintést adtunk a *P. miliaceum* alakkörének képviselőiről, melyben a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* hazai gyomtársulásokban játszott szerepét felülvizsgálva megállapítottuk, hogy legfeljebb alkalmi adventívként (árvakelésből) jön számításba, inváziós szerepe nincs. Ugyanakkor először mutattuk ki és illusztráltuk térképpel a Magyarországról egyértelműen még nem jelzett *P. miliaceum* subsp. *agricola* előfordulását, amely mint gyomosító taxon, több régióban jelen van, helyenként gyakoribb a subsp. *ruderales*-nél, sőt lokálisan vagy regionálisan egyeduralkodó is lehet.

Összeállítást készítettünk a hazai taxonok (*P. miliaceum* subsp. *miliaceum*, subsp. *agricola* és subsp. *ruderales*) határozóbélyegeiről, értékelve az egyes ismérvek megbízhatóságát. Mindezek mellett összegyűjtöttük és feldolgoztuk a *P. miliaceum*-alakkör képviselőinek védekezés szempontjából fontos biológiai sajátosságaira vonatkozó eddigi ismereteinket is.

Kulcsszavak: *Panicum miliaceum* alakkör, morfológiai leírás, elterjedés, gyombiológia, invázió

Additions to the knowledge of the *Panicum miliaceum*-aggregate in Hungary

LÁSZLÓ MAGYAR¹ – GERGELY KIRÁLY²

¹University of Pannonia, Georgikon Faculty, Institute for Plant Protection, Keszthely

²University of West Hungary, Faculty of Forestry, Sopron

Summary

In this paper we provide an overview of the status of representatives of the *Panicum miliaceum*-aggregate (subsp. *miliaceum*, subsp. *agricola* and subsp. *rudemale*) in Hungary, together with a review of characters used in identification and biological features important for their protection.

P. miliaceum subsp. *miliaceum* is shown to be a casual adventive and not invasive in the Hungarian segetal weed flora, whilst the presence of *P. miliaceum* subsp. *agricola* is confirmed for the first time in Hungary and illustrated on a map. *P. miliaceum* subsp. *agricola* is shown to occur as a segetal and ruderal weed in several regions; in some places it is more frequent than subsp. *rudemale* and can even be locally or regionally dominant.

Key words: *Panicum miliaceum*-aggregate, morphological characteristics, distribution, weed biology, invasion

Bevezetés

Az agrofítocönózisok faji összetételében és dominancia viszonyaiban bekövetkezett változásoknak köszönhetően az elmúlt évtizedben a magról kelő egyszikű gyomfajok ismét a szakmai figyelem középpontjába kerültek. Közöttük különleges helyet foglalnak el a köles (*Panicum*) nemzetség képviselői, amelyek látványos előretörése kapásvetéseinkben több szempontból is figyelemre méltó. Egyrészt a hazai gyomflóra időről időre új tengerentúli *Panicum*-fajokkal gyarapodik, másfelől, a nemzetség legelterjedtebb taxonjainak (*Panicum miliaceum* alakköre) növekvő térfoglalása is aggodalomra ad okot.

Jóllehet a *P. miliaceum*-alakkörbe tartozó alakok szántóföldi expanziójának biológiai háttere (óriási magprodukció, széles ökológiai plaszticitás) és annak antropogén tényezői (helytelen herbicidhasználat és agrotechnika) többé-kevésbé ismertté váltak az évek során (vö. Karamán et al. 2011), növekvő jelentőségük ellenére kevés szó esik a fajkomplex hazai képviselőivel kapcsolatos határozási nehézségekről, bizonytalan taxonómiai helyzetükről. Az újabb szakirodalom áttekintésével megállapítható, hogy a *P. miliaceum*-alakkörrel kapcsolatos hazai ismeretek meglehetősen hiányosak, egyes határozóbélyegek vonatkozásában pontosításra szorulnak. Nyilvánvaló, hogy az eddigi rendszertani felfogásunk túlhaladottá vált, a helyzet megnyugtató tisztázása elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt indokolt. Ennek szükségességét erősítik meg a hazai populációkon az utóbbi években végzett terep-kutatásaink is.

Mindezek alapján dolgozatunk célja a *P. miliaceum* alakkörének átfogó felmérése, különös tekintettel a *P. miliaceum* subsp. *miliaceum* szerepének felülvizsgálatára a hazai gyomtársulásokban és a Magyarországról egyértelműen még nem jelzett *P. miliaceum* subsp. *agricola* ismertetésére.

A *Panicum miliaceum* L. alakkörének taxonómiai áttekintése

A *P. miliaceum* az emberiség egyik legősibb, közép-ázsiai eredetű gabonanövénye, amelynek termesztése a Kárpát-medencében az újkőkor kezdete óta folyamatos. A táplálkozásban betöltött szerepe koronként változott, hazánkban ma elsősorban madáreleséggént, illetve hántolva biotermékként kerül felhasználásra (Nagy – Ábrahám 2010). Magyarországi vetésterülete nem jelentős, főleg kettős termesztésben és a kipusztult vetések pótlására használják (Lazányi – Gocs 1999).

A *P. miliaceum* s. l. a köles nemzetség *Panicum* szekciójába sorolható, a nemzetség további európai és hazai képviselőitől a borzas szőrű levélhüvely és levéllemez, valamint a legalább 4 mm hosszú füzérek alapján könnyen elválasztható taxon (Az egyedüli, hasonló paraméterekkel rendelkező faj, *P. capillaroides* Vasey, észak-amerikai füves területeken él, Európából még nem jelezték; e faj felső pelyvéja és külső toklásza a *P. miliaceum*-tól egészen eltérő, megnyúlt alakú). A korábbi botanikai irodalom (pl. Soó – Jávorika 1951, Soó – Kárpáti 1968) kizárólag mint termesztett, számos kultúrváltozatban létező taxont említik, alakjait – a buga morfológiája alapján – három csoportban foglalják össze:

- convar. *miliaceum* (convar. *effusum* Alef.) – szétálló vagy terpedt bugájú
- convar. *contractum* Alef. – zászlós bugájú
- convar. *compactum* (Körn.) Mansf. – tömött vagy felálló bugájú

Az egyes változatokon belül, a szemtermés színe alapján, további felosztást is tesznek, így megkülönböztetnek fehér, sárga, piros és szürke termésű köleseket. A három kultúrváltozat közül nálunk a *P. miliaceum* convar. *contractum* fajtái vannak köztermesztésben (Terpó-Pomogyi 1976).

Annak ellenére, hogy a kölesről, mint elvadult növényről már a 19. századból vannak adataink Magyarországon (Terpó 1983), gyomnövényként tartós hazai megjelenését és terjedését az 1970-es évek elején említik először (Soó 1973, Ujvárosi 1973). Hazai monokultúras kukoricavetésekben a köles veszélyéről, konkrét elterjedési adatokat is bemutatva Czímber – Csala (1974) tudósítottak részletesen. Ez az expanziós folyamat, más európai országokhoz hasonlóan, az intenzívvé váló kukoricatermesztéssel (monokultúra, korszerű betakarítógépek és hibridek alkalmazása) illetve a kemizáció (kloramino-triazinok egyoldalú és tartós használata) egyidejű elterjedésével hozható szoros összefüggésbe (vö. Glauning 1983; Hügin 2010). A monokultúrában termesztett, kloramino-triazinokkal gyomirtott kukoricában ugyanis más fajok visszaszorulását követően a köles versenytárs nélkül maradt, így a fejlődéséhez optimális életfeltételek mellett évről-évre jelentős mennyiségű magot érlevé rohamosan felszaporodott (Czímber – Hartmann 2005).

A termesztett köles „gyomosító alakjainak” taxonómiai azonosítása hazánkban és külföldön is elhúzódott, megítélésük ma sem egyértelmű. Soó (1973) kézikönyvében még nem különít el „gyomosító” alakot, az elvadulást is a törzsalakhoz köti. Elsőként Terpó-Pomogyi (1976) tesz említést egy, az elvadult gyomosító kultúrköles mellett gyakori, laza bugájú, fekete színű terméssel rendelkező „vadköles fajról”. Később, a herbáriumai anyagok vizsgálatával a jelzett taxont *P. miliaceum* subsp. *rudérale*-ként azonosítják (Terpó – Terpné 1979). Ez azonban csak jóval később, Simon 1992-ben kiadott flóraművében kerül magyar nyelvű határozókulcsba és a botanikai köztudatba. Mivel a taxon bélyegeit sem ekkor, sem Penksza (2009) kulcsában nem mutatták be teljes körűen, azonosítása még ma is gondot okozhat. Meg kell említeni, hogy Scholz – Mikoláš (1991) nem látja teljesen bizonyítottnak, hogy a Mandzsuriából 1937-ben leírt „*P. rudérale*” megegyezik az 1970-es évektől Európában, majd Észak-Amerikában is hódító gyommal, és további vizsgálatokat tart e téren szükségesnek.

A sokszínű *P. miliaceum*-alakör feldolgozása ezzel még nem ért véget, mivel Scholz – Mikoláš (1991) a *P. miliaceum* Közép-Európában előforduló gyomosító taxonjait bemutató munkájában subsp. *agricola* néven egy újabb alfajt írtak le. Ez számos tulajdonságában (pl. magmorfológia, csírázásbiológia stb.) intermedier jellegű a törzsalak és a subsp. *rudérale* között. Az újabb taxont az európai szakközönség általában elfogadta, így az alfaj bekerült az újabb határozókönyvekbe és inváziós jegyzékekbe (vö. Kubát 2002; Jogan 2007; Fischer et al. 2008).

A fentiek alapján a *P. miliaceum*-alakkörből a következő taxonokat jelezték Közép-Európából:

- *P. miliaceum* L. subsp. *miliaceum*
- *P. miliaceum* L. subsp. *agricola* H. Scholz et Mikoláš (az eredeti leírásban, helytelenül „*agricolum*”)
- *P. miliaceum* L. subsp. *rudérale* (Kitag.) Tzvelev (egyes forrásokban tévesen „(Kitag.) Thell.”)

Megemlítendő, hogy az Észak-Amerikában a *P. miliaceum*-nak 7 gyomosító biotípusát azonosították (Bough et al. 1986). Közülük a legelterjedtebb és legagresszívabb alak, a „wild proso millet” vagy „black seeded biotype”, feltehetően megegyezik a subsp. *rudérale*-val. A többi tengerentúli változat Európai előfordulása egyelőre nem bizonyított (Scholz – Mikoláš 1991).

A *Panicum miliaceum* L. alfajainak morfológiai jellemzése

Mivel a recens hazai irodalom (vö. Simon 1992; Pensza 2009) alapján a *P. miliaceum* alakkörébe tartozó alfajok azonosítása nehézségekbe ütközik, szükségesnek tartjuk a határozóbélyegek rövid ismertetését. Összeállításunk Scholz – Mikoláš (1991), Terpó in: Simon (1992), Kubát (2002), Fischer et al. (2008) és Pensza (2009) munkáin, valamint saját terepi tapasztalatainkon alapul. A feldolgozásban a subsp. *miliaceum* esetében az elvaduló, habitus alapján a „vad” alakokra emlékeztető formát ismertetjük. A legfontosabb ismérveket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: A *Panicum miliaceum*-alakkör hazai képviselőinek legfontosabb ismérvei
Table 1: Most important characters of Hungarian representatives
of the *Panicum miliaceum*-aggregate

ISMÉRV	subsp. <i>miliaceum</i>	subsp. <i>agricola</i>	subsp. <i>rudemale</i>
Buga alakja terméséréskor	+– tömött, bókoló	+– tömött, bókoló	+– laza, felálló
Füzerke állapota éréskor	egyben marad, sem a termés, sem pelyvák és toklászok nem hullanak le	a pelyvák felett szétesik; a szemtermés a füzerkével együtt lehull, a pelyvák maradnak	a pelyvák alatt szétesik; a szemtermés a füzerkével együtt lehull, a pelyvák sem maradnak
Szemtermés színe	sárga v. vöröses (ritkán sötétbarna)	világos-, szürkés- v. feketésbarna	világos-, szürkés- v. feketésbarna
Szemtermés szélessége (mm)	2,0–2,3 mm	2,0–2,3 mm	1,5–1,9(–2,1) mm
Termésérés jellege egy virágzaton belül	valamennyi termés egy időben ér	a termésérés időben elhúzódik	a termésérés időben elhúzódik

A bemutatott ismérvek többsége inkább terepi vizsgálatot igényel, a szemtermést viszont csak laboratóriumi körülmények között lehet megfelelő pontossággal lemérni. Fontos tudnivaló, hogy a biztos azonosításhoz valamennyi ismerv párhuzamos vizsgálatára szükség van, nem szabad csupán egy kiragadott bélyegre koncentrálni. Mint jól tartósítható, kis helyet elfoglaló minta, a szemtermésből érdemes gyűjteni, mivel a későbbi visszaellenőrzést ez nagyban megkönnyíti. Ügyelni kell arra, hogy egy lelőhelyen nem zárható ki egy időben több *Panicum*-taxon előfordulása sem, így a mintákat nem szabad összekeverni.

Néhány ismerv felhasználhatóságával kapcsolatban tudnunk kell azok korlátozott voltáról (erre egyes szakirodalmi források nem fordítanak megfelelő hangsúlyt):

- A buga alakja az egyedfejlődés során folyamatosan változik, kezdetben (virágzáskor) valamennyi taxonnál többé-kevésbé bókoló. Emiatt csak a természetes bugák alkalmasak azonosításra, azok is csak korlátozottan, önmagában a buga alakja és tömörsége alapján nem szabad döntést hozni.
- A szemtermés színe legfeljebb a subsp. *miliaceum* és a másik két alfaj elkülönítésében használható, akkor sem kizárólagos bélyegként. A szín az érés során is változik, sőt a frissen begyűjtött szemtermés színe a szárítás során is megváltozhat.

- A szemtermés egyéb méretei (pl. hossz), valamint a pelyva és toklász mérete és ereztettsége az átfedések miatt nem tűnnek egyik relációban sem elkülönítő erejű bélyegnek (1. ábra).

A *Panicum miliaceum* L. fajkomplex képviselőinek biológiai sajátosságai

A *P. miliaceum* alfajok nem csupán habitusukban és morfológiai jellemzőikben különböznek egymástól, hanem sok esetben biológiai sajátosságaik is eltéréseket mutatnak. A gymonóvenyként megjelenő subsp. *miliaceum* számos kultúrnövényre jellemző tulajdonsággal rendelkezik. Szemtermései egy időben érnek be, nagyobbak és nehezebbek, mint az alakkör többi képviselőjénél (1. táblázat). A füzérkéek csak erősebb külső behatásra (pl. cséplés) törnek szét, a szemtermések természetes terjedő képesség hiányában a növényen maradnak (Scholz 1983; Hügin 2010). A frissen beérett szemterméseknek nincsen nyugalmi állapota (primer dormancia), rövid ideig tartó (30 nap) utóérést követően, egyöntetűen és közel 100%-ban csíráznak (Eberlein et al. 1990).

A szemtermések kisebb részénél (1-3%) viszont előfordulhat, hogy a kemény toklászok annyira szorosan fedik a magokat, hogy megakadályozzák azok vízfelvételét. Ilyen esetben a csírázás csak az impermeabilitás megszűnését követően történhet meg (Csala 1975). A talaj felszínére, illetve a talajba kerülő subsp. *miliaceum* magvak egy éven belül (tranzit magbank) kicsíráznak vagy elpusztulnak (Colosi et al. 1988). Azok a magok, amelyek a talajműveléssel mélyebb rétegbe kerülnek, a kedvezőtlen időszakot kényszernyugalmi állapotban vészelik át. A rendszeres talajbolygatásokat követően ismét a felszín közelébe kerülve, kedvező feltételek esetén tömegesen csíráznak (Czímber – Hartmann 2005).

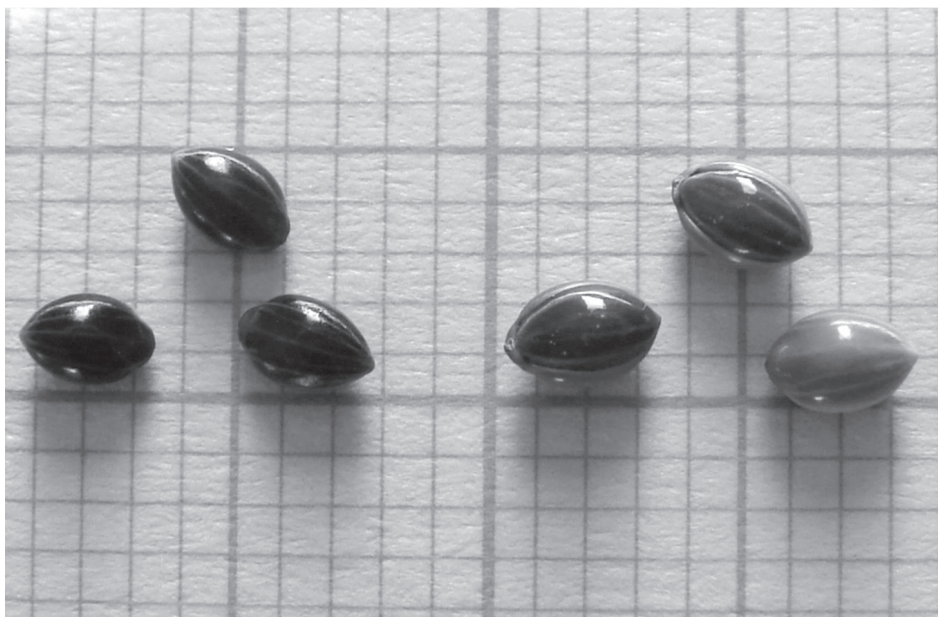
Ezzel szemben a subsp. *ruderales*-nél hiányoznak az említett domesztikációs bélyegek (Scholz 1983, Hügin 2010). Könnyebb és karcsúbb szemtermései rendszertelenül érnek, miközben folyamatosan hullanak ki a füzérkékből (1. táblázat). Magvaik a beérésüket követően elsődleges nyugalmi állapotban vannak, ősszel, optimális környezeti feltételek mellett sem csíráznak (Colosi et al. 1988, Cavers et al. 1992). Talajba temetett magvaik perzisztens gyommagkészletet alakítanak ki, ahol életképességüket legalább 4 évig megőrzik (Colosi et al. 1988, Harvey – McNevin 1990). Sötétebb színű, vastagabb maghéjuknak köszönhetően vízfelvételük a csírázásuk jóval lassabban és vontatottan következik be, mint a többi, világosabb toklással rendelkező alakok esetében (Khan et al. 1996). A magnyugalmi állapot csak hosszabb ideig (6-8 hét) tartó utóérés [5 °C-on, nedves homokban történő rétegezés (sztratifikáció), ill. szobahőmérsékleten, száraz körülmények között történő tárolás (afterripening)] hatására szűnik meg (Striegel – Boldt 1981, Magyar 2012). Ezt követően a csírázás folyamatos és egészen a vegetációs időszak végéig elhúzódhat (Harvey – McNevin 1990).

Klein (2011) szerint a subsp. *miliaceum* és subsp. *ruderales* fejlődésmenetében eltérések figyelhetők meg. Az első jelentősebb különbség szárbainduláskor mutatkozik, a subsp. *miliaceum* növekedése ugyanis ebben a fenofázisban jóval gyorsabb és erőteljesebb, mint a subsp. *ruderales* esetében. Ez utóbbi viszont hosszabb szárát növeszt és magasabbra nő. További eltérések tapasztalhatók fejlődésük menetében a bugahányás és a virágzás kezdetének időpontjában. Az első bugák megjelenése és a virágok nyílása a subsp. *ruderales*-nél egy-két héttel későbbre tolódik. Ugyanakkor, a subsp. *miliaceum* termésérése 2-3 héttel korábban

megkezdődik és egy hónap alatt (augusztus közepéig) befejeződik. Ezzel szemben a subsp. *rudera*le magvai július végétől egészen október közepéig folyamatosan érnek. A növény teljes életciklusa (keléstől az érésig) a subsp. *miliaceum*-nál összességében két héttel rövidebb (11 hét), mint a subsp. *rudera*le esetében (13 hét).

A subsp. *agricola* több vonatkozásban is átmenetet képvisel a másik két alak között (Hügin 2010). Szemtermései észrevehetően szélesebbek és nagyobb tömegűek, mint a subsp. *rudera*le-nál. A magok érése is időben kevésbé elhúzódó, de szétőredező füzérkékből a magok kiperegnek, a pelyvák azonban nem válnak le a füzérke kocsányáról (1. táblázat).

Laboratóriumi vizsgálataink előzetes eredményei alapján (Magyar 2012), a *P. miliaceum* alfajok csírázási viselkedésében is különbségek figyelhetők meg. A subsp. *agricola* magvai beérésüket követően endogén nyugalmi állapotban vannak, ami ugyan rövidebb idő alatt megszűnik, mint a subsp. *rudera*le magok esetében, de mindenképpen figyelemre méltó tulajdonság spontán terjedő képességük megítélésében és a védekezési stratégiák kidolgozásában egyaránt.



1. ábra: A *P. miliaceum* subsp. *rudera*le (balra) és a *P. miliaceum* subsp. *agricola* (jobbra) szemtermései (fotó: Magyar L.)

Figure 1: The caryopses of *P. miliaceum* subsp. *rudera*le (left) and *P. miliaceum* subsp. *agricola* (right) (Photo: L. Magyar)

A *P. miliaceum* alfajok magprodukciója rendszerint igen jelentős. Eberlein et al. (1990) a subsp. *miliaceum* elvadult alakjának átlagos növényenkénti magprodukcióját 48 000 db-ban állapították meg, amely a subsp. *rudera*le-nál az előbbinek akár másfél-kétszeresét (83 000–94 000 db/növény) is elérheti. A subsp. *agricola* maghozamát illetően pontos, számszerű adatokkal nem rendelkezünk, de a feltehetően az előbbiekhöz hasonlóan bőséges.

A *Panicum miliaceum* L. alakkörének hazai taxonjai

Ahogy fentebb láttuk, a *P. miliaceum* törzsalakjának hazai előfordulása és elvadulása régóta ismert volt Magyarországon. Az országnak elsősorban azon a részén szaporodott el, ahol régebben a termesztésével foglalkoztak (Czímber – Hartmann 2005). Veszélyes, nehezen irtható és országosan elterjedt gyomnövényt a III. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (1987-1988) idejére vált, amikor bekerült a kukorica 20 legfontosabb gyomnövényei közé (Novák et al. 2009). A legutóbbi, V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés (2007–2008) eredményei alapján a *P. miliaceum* s. l. terjedése az utóbbi húsz évben tovább folytatódott, napjainkban már a 10 legfontosabb gyomfaj egyike hazánk kukoricavetéseiben (Karamán et al. 2011). Jelenleg főként a Dunántúl északi és középső részén, valamint a Nyírségben elterjedt.

A subsp. *rudemale* hazai jelenlétét Terpó-Pomogyi (1976) jelezte, aki egyúttal elterjedési adatokkal is szolgált. Eszerint a taxon tömegesen fordul elő a Dunántúl északi részén, különösen a Balaton vonalától északi irányban, továbbá a Nagyalföld egyes részein. Ennek tükrében érdekes, hogy az Országos Szántóföldi Gyomfelvételezések során egészen a legutóbbi, 2007-2008-as felmérésig nem szerepelt a felvételi listákon. Meg kell jegyezni, hogy az aktuális hazai források (vö. Pinke – Karácsony 2010, Karamán et al. 2011) alapján a gyomosítást inkább a subsp. *rudemale*-val hozzák kapcsolatba, s nem világos, hogy a subsp. *miliaceum*-nak ebben milyen szerepe van. Ugyanakkor Dancza (2012) is megemlíti, hogy az országos gyomfelvételezések során nem került sor a subsp. *miliaceum* és a subsp. *rudemale* elkülönítésére, ezért hazai elterjedése a jövőben tisztázandó.

A subsp. *agricola* hazai előfordulásáról csak igen bizonytalan adatokat ismerünk. Scholz – Mikoláš (1991) lelőhely és évszám említése nélkül említi, hogy magyarországi magmintákban látták, valamint felteszik, hogy Terpó-Pomogyi (1976) subsp. *rudemale* adatai is részben e taxonra vonatkozhatnak. Ezeket az információkat azonban később sem pontosították, így a későbbi külföldi összegzések (pl. Jehlík et al. 1998; Fischer et al. 2008) is csak kérdőjelesen hozzák subsp. *agricola*-t Magyarországról, az újabb hazai agrár- és botanikatudományi munkákban pedig egyáltalán nem említik.

A kérdéses alfajok hazai elterjedésének tisztázása érdekében 2012-ben a *Panicum miliaceum* agg. általunk ismert lelőhelyein szemterméseket gyűjtöttünk, majd azokat az 1. táblázatban felsorolt bélyegek alapján értékeltük. A vizsgálat alapján eddig 35 hazai lelőhelyről mutattuk ki a subsp. *agricola*-t, amelyről már ezen előzetes eredmények alapján kijelenthető, hogy mint gyomosító taxon, Magyarország több régiójában jelen van, s helyenként gyakoribb, mint a subsp. *rudemale*, sőt lokálisan vagy regionálisan egyeduralkodó. Az eddig ismert előfordulásokat – amelyek főként a Dunántúl alacsonyabb dombvidékeiről és az Alföld löszterületeiről származnak – a 2. ábra mutatja be. A későbbiekben újabb gyűjtések alapján tervezzük a taxon elterjedési térképének pontosítását.

A két „gyomosító” (subsp. *agricola* ill. *rudemale*) alfaj eredete Magyarországon és Európában is homályos, betelepedésük valószínűleg több úton történt (vö. Hügin 2010). Mindkét taxonnak ismertek közép-európai herbáriumi példányai az 1800-as évekből, tehát nem zárható ki, hogy a termesztett kölesből lokálisan, többszöri vissza mutáció révén alakultak ki (vö. Scholz 1983). E helyi alakok egymástól függetlenül, több régióban is létrejöhetnek, öszszefogásuk egy taxonba a morfológiai bélyegek alapján kissé mesterséges. Érdekes, hogy a „gyomosító kölesek” inváziószerű fellépése nem vág feltétlenül egybe a régi lelőhelyekkel,

az inváziószerű fellépést valószínűleg az intenzív szántóföldi növénytermesztés során a kukorica vetőmaggal történő behurcolások okozzák. A subsp. *ruderales* már Észak-Amerikában is invádor (Freckman – Lelong 2007), így nem zárható ki, hogy az alfaj egyes esetekben „kerülő úton” (azaz nem a feltételezett őshazából, Kelet-Ázsiából, hanem Amerikából) került be az európai kontinensre. A subsp. *agricola* Amerikából még nem ismert, de könnyen lehet, hogy csak összemossák a másik gyomosító alfajjal.



2. ábra: A *Panicum miliaceum* subsp. *agricola* előfordulása Magyarországon a 2012-es terepi felmérések alapján

Figure 2: The occurrence of *Panicum miliaceum* subsp. *agricola* in Hungary on the basis of surveys in 2012

Későbbi vizsgálatokat igényel (vö. Scholz – Mikoláš 1991) a subsp. *agricola* és subsp. *miliaceum* között átmeneti bélyegeket mutató, gyomosító egyedek, ill. a subsp. *miliaceum* meghonosodó alakjainak a vizsgálata (előbbieket pl. Szlovákiából, utóbbiakat pl. Ausztriából és Németországból jelezték). Ilyen egyedekkel magyarországi kutatásaink során nem találkoztunk, azaz a subsp. *agricola*-t az eddigi hazai tapasztalatok alapján a törzsalaktól egyértelműen elválasztható taxonnak találtuk. Ugyanakkor, a korábbi jelzésekkel ellentétben, a subsp. *miliaceum* legfeljebb alkalmi adventívként (árvelélsből) jön számításba, Magyarországon inváziós szerepe nincs.

Az újabb tapasztalatok alapján a *Panicum* nemzetség tagjai esetében az eredményes védekezés záloga a gyomosító taxonok pontos ismerete (faji, néhol alfaji szintig), ugyanis a hatékony gyomszabályozási technológia akár közel rokon fajoknál is eltérő lehet. Ez a gyakorlat részéről is komoly szemléletváltást (általánosítás helyett fajspecifikus gondolkodás) tesz szükségessé a jövőt illetően.

Irodalomjegyzék

- Bough, M. A. – Colosi, J. C. – Cavers, P. B. (1986): The major weedy biotypes of proso millet (*Panicum miliaceum*). Canadian Journal of Botany, 64: 1188-1198.
- Cavers, P. B. – Kane, M. – O'Toole, J. J. (1992): Importance of seedbanks for establishment of newly introduced weeds – a case study of proso millet (*Panicum miliaceum*). Weed Science, 40: 630-635.
- Colosi, J. C. – Cavers, P. B. – Bough, M. A. (1988): Dormancy and survival in buried seeds of proso millet (*Panicum miliaceum*). Can. J. Bot. 66: 161-168.
- Czímber Gy. – Csala G. (1974): Adatok a monokultúras kukoricavetésekben gyomosodást okozó köles (*Panicum miliaceum* L.) terjedéséről. Növénytermelés, 23 (3): 207-217.
- Czímber Gy. – Hartmann F. (2005): Köles nemzetség (*Panicum* spp.). In: Benécsné Bárdi G. et al. (szerk.): Veszélyes 48, veszélyes, nehezen irtható gyomnövények és ellenük való védekezés. Mezőföldi Agrofórum Kft., Szekszárd, pp. 218-224.
- Csala G. (1975): A bábolnai monokultúrában termesztett kukoricavetések gyomnövényzete, vegyszeres gyomirtása, különös tekintettel a nagyarányú gyomosodást okozó kölesre. Doktori értekezés, Mosonmagyaróvár, 171 pp.
- Dancza I. (2012): Törékeny köles (*Panicum miliaceum* L. subsp. *ruderales* (Kitag.) Tzvelev), Hajszálágú köles (*Panicum capillare* L.). In: Csiszár Á. (szerk.): Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 345-349.
- Eberlein, C. V. – Lurvey, E. L. – Miller, T. L. – Michael, J. L. (1990): Growth and development wild-proso millet (*Panicum miliaceum*) biotypes. Weed Technology, 4 (2): 415-419.
- Fischer, M. A. – Adler, W. – Oswald, K. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. (3., verbesserte und erweiterte Auflage). – Land Oberösterreich, OÖ Landesmuseen, Linz, pp. 1206-1207.
- Freckmann R. W. – Lelong M. G. (2007): *Panicum* L. In: Barkworth, M. E. – Anderton, L. A. – Capels, K. M. – Long, S. – Piep, M. B. (eds): Manual of Grasses for North America. Intermountain Herbarium and Utah State University Press, Logan, Utah, pp. 289-296.
- Glauning, J. (1983): Kulturhirse (*Panicum miliaceum* L.) als Unkraut in Mais (*Zea mays* L.). Die Bodenkultur, 34(3): 221-226.
- Harvey, R. G. – McNevin, G. R. (1990): Combining cultural practices and herbicides to control wild-proso millet (*Panicum miliaceum*). Weed Technol., 4: 433-439.
- Hügin G. (2010): *Panicum dichotomiflorum*, *P. hillmanii*, (*P. laevifolium*), *P. miliaceum* subsp. *agricola*, *P. miliaceum* subsp. *ruderales* und *Setaria faberi* in Südwestdeutschland und angrenzenden Gebieten. Ber. Bot. Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschl., 6: 31-68.
- Jehlík, V. – Kropáč, Z. – Lhotská, M. – Hejny, S. – Kopecký, K. – Svobodová, Z. (1998): *Panicum miliaceum* L., weedy morphotypes. In: Jehlík, V. (ed.): Alien expansive weeds of the Czech Republic and the Slovak Republic, Academia, Praha, pp. 393-401.
- Jogan, N. (2007): Poaceae. In: Martinčič, A. et al. (eds): Mala Flora Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, pp. 826-932.
- Karamán J. – Magyar L. – Novák R. – Gólya G. (2011): Termesztett köles (*Panicum miliaceum* L.). In: Novák R. – Dancza I. – Szentey L és Karamán J. (szerk.): Az Ötödik Országos Gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. Vidékfejlesztési Minisztérium Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály Növény- és talajvédelmi Osztály, Budapest, pp. 113-122.

- Khan, M. – Cavers, P. B. – Kane, M. – Thompson, K. (1996): Role of the pigmented seed coat of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in imbibition, germination and seed persistence. *Seed Sci. Res.* 7:21-25.
- Klein, T. (2011): Untersuchungen über ausgewählte „neue“ Unkrautarten in Österreich im Jahre 2007. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 156 pp.
- Kubát, K. (2002): Poaceae Barnhart. In: Kubát, K. (eds): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, pp. 821-874.
- Lázányi J. – Gocs L. (1999): A köles termesztése. *Gyakorlati Agroforum* 10 (1): 48-51.
- Magyar L. (2012): Újabb adatok a *Panicum miliaceum* L. alakkörébe tartozó gyomosító alfajok csírázásbiológiájának ismeretéhez. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2012. p. 62.
- Nagy L. – Ábrahám É. B. (2010): Köles (*Panicum miliaceum* L.). In: Gondola I. (szerk.): Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban. Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Kutatóintézetek és Tangazdaság. Nyíregyházi Kutatóintézet, Nyíregyháza, pp. 247-252.
- Novák R. – Dancza I. – Szentey L. – Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. FVM, Budapest. pp. 71-74.
- Penksza K. (2009): *Poaceae* (Gramineae). In: Király G. (szerk.) (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. ANP Igazgatóság, Jósvafő, pp. 498-540.
- Pinke Gy. – Karácsony P. (2010): Napraforgóvetéseink gyomnövényzetének vizsgálata. *Növényvédelem*, 46 (9): 425-429.
- Scholz, H. (1983): Die Unkraut-Hirse (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) – neue Tatsachen und Befunde. *Plant Systematics and Evolution* 143: 233-244.
- Scholz, H. – Mikoláš, V. (1991): The weedy representatives of Proso Millet (*Panicum miliaceum*, Poaceae) in Central Europe. *Thaiszia* 1: 31-41.
- Simon T. (1992): A magyarországi edényes flóra határozója. Tankönyvkiadó, Budapest, 892 pp.
- Soó R. (1973): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve V. Akadémiai Kiadó, Budapest, 724 pp.
- Soó R. – Jávorka S. (1951): A magyar növényvilág kézikönyve I-II.. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1120 pp.
- Soó R. – Kárpáti Z. (1968): Növényhatározó II. Harasztok – virágos növények. Tankönyvkiadó, Budapest, 846 pp.
- Striegel, W. L. – Boldt, P. F. (1981): Germination and emergence characteristics of wild proso millet. *Proc. North Central Weed Control Conf.* 36: 22.
- Terpó A. (1983): A köles- (*Panicum* L.) nemzetség gyomfajai. *Kertgazdaság* 15 (3): 31-35.
- Terpó A. – Terpóné Pomogyi M. (1979): A Magyarországon gyomosító köles (*Panicum miliaceum*) populációk taxonómiai értékelése. *Botanikai Közlemények* 66 (4): 321.
- Terpó-Pomogyi M. (1976): Néhány egyszikű gyomnövény térhódítása Magyarországon. *Kertészeti Egyetem Közleményei.* 40: 517-527.
- Ujvárosi M. (1973): Gyomnövények, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 833 pp.

A szerzők levélcíme – Address of the authors

Magyar László¹ – Király Gergely²

¹ Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.
e-mail: magyar.laszlo@sumiagro.hu

² Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, H-9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.

Imidazolinon és tribenuron-metil toleráns napraforgó árvakelések vegyszeres gyomirtási lehetőségei szójában

KUKORELLI GÁBOR

Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Összefoglalás

A szója (és egyéb pillangós) kultúrákban az árvakelésű napraforgó (és egyéb kétszikű gyomfajok) elleni posztemergens vegyszeres védekezés alapját az imazamox és a tifenszulfuron-metil képezik. Az AHAS-gátló toleráns napraforgók termesztésével azonban a szerek alkalmazhatósági köre beszűkül. Vizsgálataink folyamán a jelenleg termesztett imidazolinon (IMISUN) és tribenuron-metil (SU) toleráns hibridek utókeléseivel szemben mindkét herbicid gyenge hatást eredményezett. A szójában (és egyéb pillangósokban) az AHAS-gátló toleráns napraforgók kipusztítására plusz gyomirtó szeres kezelést szükséges alkalmazni, melyre magas dózis mellett a bentazon (1440 g/ha) eredményes lehet. A bentazon a gyomfaj teljes pusztulását 4 levélfejltségig váltotta ki, használatakor azonban az általános gyomirtó hatékonyság csökkenése jelentkezett. Egyszerű megoldást nyújtanak az imidazolinon-toleráns CLHA-Plus típusú napraforgó vonalak, melyek imazamox ellenállóságuk mellett kimondottan érzékenyek bizonyultak a tifenszulfuron-metillel szemben.

Kulcsszavak: Herbicid rezisztencia, AHAS-gátló rezisztencia, herbicid-toleráns kultúr-növény, gyomszabályozás, Clearfield, IMISUN, CLHA-Plus, Expressun

Chemical weed management of imidazolinone and tribenuron-methyl tolerant sunflowers volunteers in soybean

GÁBOR KUKORELLI

Faculty of Agricultural and Food Sciences, University of West-Hungary, Mosonmagyaróvár

Abstract

The sunflower volunteers (and other dicotyledons) are commonly controlled in soybean (and other pulse crops) by applying AHAS-inhibiting herbicides as imazamox and thifensulfuron-methyl. However, the cultivation of AHAS-inhibitor tolerant sunflowers reduce the opportunities of application these herbicides. In our experiments, the imazamox and thifensulfuron-methyl showed weak weed control efficacy against volunteers of the currently cultivated imidazolinone (IMISUN) and tribenuron-methyl (SU) tolerant hybrids. Growers have to apply plus treatments against AHAS-inhibitor tolerant sunflowers. For this aim, the bentazone in high dosage (1440 g ha⁻¹) may be effective. The bentazone could eradicate this weed species to their four leaf stages. The overall weed control effect is decreased by application of the bentazone herbicide. The imidazolinone tolerant CLHA-Plus sunflower offers a significant solution, because they are resistant to imazamox, but they are killed well by thifensulfuron-methyl.

Keywords: Herbicide resistance, AHAS-inhibitor resistance, herbicide-tolerant crops, weed control, Clearfield, IMISUN, CLHA-Plus, Expressun

Tudományos előzmények

A szójavetések gyom együttesét alapvetően a nyárutói, melegkedvelő egyéves (T_4) fajok alkotják (Reisinger 2000). A nehezen irtható gyomnövények általában az egyéves kétszikűek köréből kerülnek ki, közülük a napraforgó árvakelés kiemelkedő problémát okozhat (Zareczky – Treitz 2009). A napraforgó vad biotípusai Amerikában nagy termésvesztéseket okoznak a szójában (Geier et al. 1996). Magyarországon, ill. Európában, ahol a napraforgó nem őshonos a művelt területeken napraforgó árvakelés fordul elő (Ostrowski et al. 2010; Kukorelli et al. 2011). Egyes AHAS-gátló herbicideket (imidazolinonok ill. a szulfonil-karbamid származék tifenszulfuron-metil) a szója, ill. egyéb pillangósok posztemergens vegyszeres gyomszabályozására világviszonylatban széles körben alkalmazzák (Shaw – Wixson 1991; Tecle et al. 1993; Blackshaw 1998).

Az imidazolinon (IMI) és a szulfonil karbamid (SU) típusú herbicidek kifejlesztése az 1980-as évek elején kezdődött (Levitt 1978; Orwick et al. 1983). A szerek az AHAS-gátló herbicidek közé tartoznak, alkalmazásukkor a növényekben leáll a valin, leucin és izoleucin aminosavak szintézise (Shaner – Reider 1986), az egyik kulcsenzim, a hidroxiecetsav-szintáz (AHAS) blokkolása miatt (LaRossa – Scloss 1984; Ray 1984; Shaner et al. 1984). Nem transzgenikus módszerek alkalmazásával számos SU és IMI toleráns kultúrnövény kifejlesztésre került: szója (Sebastian et al. 1989), repce (Swanson et al. 1989), kukorica (Newhouse et al. 1991) stb..

A napraforgónál az első imidazolinon-ellenálló vonalakat (HA 425 maintainer, RHA 426 és RHA 427 restorer) a rezisztensé vált vad napraforgó pollenjének felhasználásával állították elő. Az ilyen típusú változatokat „IMISUN” néven jelölik (Al-Khatib – Miller 2000; Miller– Al-Khatib 2002), melyeknél a toleranciát egy főgén (*Imr1*) és egy másodlagos gén (*Imr2*) (nevezik még: módosító faktor vagy e-faktor) alakítja ki. Ahhoz, hogy az ellenállóság kellő mértékben kifejeződjön, a főgénnek (*Imr1/Imr1*) és a módosító faktornak (*Imr2/Imr2*) is homozigóta formában kell rögzülnie a növényekben (Bruniard – Miller 2001; Kolkman et al. 2004). Laboratóriumi körülmények közt találtak egy új, IMI toleranciát okozó mutációt a napraforgónál, aminek a CLHA-Plus (vagy Clearfield Plus) nevet adták (Sala et al. 2008a) (Sala et al. 2008b). A CLHA-Plus változatoknál a tolerancia az aminosavlánc 122 (*Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció) kodonjánál bekövetkező alanin – treonin aminosav cseréjének köszönhető, mely specifikus imidazolinon ellenállóságot biztosít (Sala et al. 2008b). Ilyen típusú hibrid köztermesztésben még nincsen.

A tribenuron-metil toleráns vonalakat Miller – Al-Khatib (2004) *in vitro* állítottak elő (SURE-1, SURE-2). Az első SU hibrid (PR63E82) a tulajdonságot meghatározó génre nézve heterozigóta, a legújabb hibridekben azonban már homozigóta allélforma mellett rögzítették a tulajdonságot (Mikó 2012).

A technológiák alkalmazásával a napraforgóvetések sikeresen gyommentesíthetők a kritikus kétszikű gyomfajoktól, ezért Magyarországon a herbicid-toleráns napraforgó hibridek termesztése egyre nagyobb területekre koncentrálódik (Béres et al. 2005; Reisinger et al. 2006; Nagy et al. 2006; Kukorelli et al. 2008, 2011). A HT napraforgó hibridek termesztésekor azonban számolni kell azzal, hogy az elpergett kaszatokból fejlődő napraforgó árvakelések rezisztenciát és/vagy keresztrezisztenciát fognak mutatni a különböző AHAS-gátlókkal szemben. Vizsgálatinkban célunk, hogy felmérjük a különböző típusú herbicid toleráns napraforgó hibridektől származó árvakelések gyomirthatóságának lehetőségeit a szója kultúrában.

Anyag és módszer

2010

A kísérleteket 2010-ben, egy Győr határában állítottuk be. A területen ezelőtt 3 évvel volt megtalálható IMISUN típusú napraforgó, tehát az IMISUN árvakelés természetes úton csírázott. Emellett a kísérleti parcellákba nem-toleráns, CLHA-Plus, és heterozigóta SU toleráns árvakelések kaszatjai a szója vetésével egy időben kihelyezésre kerültek. A vetett fajta: Sponsor. A vetést 2010. május 3-án végeztük Horsch Pronto vetőgéppel, 100 kg/ha magmennyiséget felhasználva. A területen preemergens gyomirtást végeztünk dimetenamid-p + pendimetalin (Wing P) alkalmazásával 2010. 05. 03-án.

A vizsgálat 7 m hosszú, 4 sort magába foglaló parcellákon történt (21 m²). A kísérletet 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A permetezést kézi parcella permetezővel végeztük, 270 l ha-1-os vízmennyiséggel, 3 bar nyomáson AD12004 Lechler fúvókákkal. A kijuttatás időpontjai: 2010. 06. 12. (szója BBCH 13-14).

Alkalmazott kezelések:

- (1) imazamox 40 g/ha (Pulsar 40 SL)
- (2) tifenszulfuron-metil 7,5 g/ha (Refine 75 WG) + 0,09 % etoxilált izodecil alkohol nedvesítő szer (Trend 90)
- (3) bentazon 1440 g/ha (Basagran)

A kísérlet tárgyát a posztemergens herbicidek a különböző típusú árvakelésekkel (állományának 4/5-d része BBCH 12-14, 1/5-d része BBCH 16 fejlettséget érték el) és az *Ambrosia artemisiifolia*-val (BBCH 12-16) szembeni hatékonysága képezte. A bentazon kezelésnél nem vettük figyelembe a napraforgó árvakelés típusát. A gyomirtási hatékonyságot 0-tól 100-ig terjedő skálán (0=hatástalan, 100=kitűnő) egyetlen értékszámval fejeztük ki (Dancza 2004).

Az ismétlésenkénti adatokat egytényezős variancia analízisnek (ANOVA) vetettük alá. Ezt követően a középértékek összehasonlítását a Student-Newman-Keuls teszttel valósítottuk meg. Minden statisztikai analízisben a $P \leq 0,05$ értéket rögzítettük, mint szignifikancia szintet. Az eredmények közlésénél a számok után lévő különböző betűk jelzik a szignifikáns eltéréseket.

A preemergens kezelés utáni 1 hétben 18 mm csapadék hullott, a posztemergens kezelések után 5 nappal jelentkezett csapadék.

2011

A 2011 évben nem találtunk olyan szója területet, ahol a napraforgó árvakelés része lett volna a gyomflórának, így a gyomirtó hatékonyságot egy tarlón értékeltük, ahol 2010-ben SU toleráns napraforgó termesztése folyt. A kultúrnövény lekerülése után a napraforgó árvakelés nagymértékű csírázását láhattuk. A kezeléseket parcella permetezővel állítottuk be, 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. A vizsgált kombinációk:

- (1) imazamox 40 g/ha (Pulsar 40 SL)
- (2) tifenszulfuron-metil 7,5 g/ha (Refine 75 WG) + 0,09% etoxilált izodecil alkohol nedvesítő szer (Trend 90)
- (3) bentazon 1440 g/ha (Basagran)

A gyomirtó hatékonyságot 0-tól 100-ig terjedő skálán (0=hatástalan, 100=kitűnő) egyetlen értékszámval fejeztük ki az SU toleráns napraforgó árvakelése (¾-d része BBCH 12-14, ¼-d része BBCH 16 fejlettségben voltak), a parlagfű (BBCH 14-16) és a fehér libatop (*Chenopodium album*) gyomfajokkal szemben (BBCH 12-16). A kezelésekkor száraz, meleg időjárás uralkodott.

Eredmények

2010

Az imazamox alkalmazásával megfelelően tudunk védekezni a hagyományos árvakeléssel szemben, azonban az IMISUN, CLHA-Plus és SU típusokra nem fejtett ki gyompusztító hatást. A tifenszulfuron-metil a konvencionális és a CLHA-Plus árvakeléseket jól irtotta (2. ábra), az IMISUN és SU változatok visszaszorítására azonban nem volt képes (1. táblázat, 1. ábra). Ezeken a parcellákon a napraforgók a szója fölé növe nagy levélzetet fejlesztettek és termést érleltek. A többi gyomfaj ellen (a tifenszulfuron-metil esetében kétszikű fajok) a herbicidek eredményesek voltak.

A 1440 g/ha betnazon a napraforgó 4 (BBCH 14) levélfejléttségéig megfelelő hatékonyságot mutatott. A kezelés után a gyom utócsírázása jelentkezett, tehát alkalmazása kétszer is szükségessé válhat. Mindemellett, az *A. artemisiifolia* ellen a hatása gyengének bizonyult.

1. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú árvakelésekkel szemben
Table 1 The weed control efficacy of treatments against the different types of volunteers

Kezelés	Gyomirtási hatékonyság %									
	Napraforgó árvakelés típus								AMBAR	
	Nem-toleráns		IMISUN		CLHA		SU			
imazamox	98,3	a	6,8	b	0	b	12,8	a	96	a
tifenszulfuron-metil	97	a	23	a	99,5	a	13,8	a	90	a
bentazon ^a	89,5					b			38,5	b

^a az eredményeket nem bontottuk le az egyes napraforgó típusokra



1. ábra: Az IMISUN napraforgó árvakelése a tifenszulfuron-metillel kezelt parcellákon, 2010. augusztus

Figure 1: The IMISUN sunflower volunteers in the areas which were treated with thifensulfuron-methyl, in August 2010



2. ábra: Pusztuló CLHA-Plus napraforgó árvelés a tifenszulfuron-metil kezelés után, 2010
 Figure 2: Destruction of CLHA-Plus sunflower volunteers which were treated by thifensulfuron-methyl, 2010

2011

A vizsgálatok alkalmával az imazamox és a tifenszulfuron-metil az SU toleráns árvelést csak kis mértékben károsította. A többi gyomfaj ellen (a tifenszulfuron-metil esetében kétszikű fajok) a herbicidek jó hatást adtak (3. táblázat).

3. táblázat: A különböző kezelések gyomirtási hatékonysága a *Helianthus annuus*, *Ambrosia artemisiifolia* és *Chenopodium album* ellen

Table 3: The weed control efficacy of treatments against *Helianthus annuus*, *Ambrosia artemisiifolia* and *Chenopodium album*

Kezelés		Gyomirtási hatékonyság %					
Herbicide	Dózis (g/ha)	HELAN ^a		AMBAR		CHEAL	
bentazon	1440	88,5	b	65,8	c	17,8	c
tifenszulfuron-metil	7,5	11,2	c	91,3	b	98,8	a
imazamox	40	32,1	c	97,8	a	97,2	a

^a SU napraforgó árvelése

A 1440 g/ha bentazon a napraforgó teljes pusztulását 4 leveles fejlettségéig váltotta ki. A *Chenopodium album*-al szemben gyenge, az *Ambrosia artemisiifolia* ellen hatása csak részleges. Mindemellett az egyszikű fajokkal szemben nem rendelkezik gyompusztító hatással.

Következtetések

A herbicid-toleráns napraforgók termesztésével a szója (és egyéb pillangós növények, pl. borsó) termesztőket nagy veszteségek érik, ugyanis az eddig nagy hatékonyságú készítmények közé tartozó imazamox a rezisztens árvelések megjelenésével kiesik a hatékony szerek „listájáról”. A problémakört tovább fokozza, hogy a szója egy másik posztemergens szere a tifenszulfuron-metil vizsgálataink alapján nem képes elpusztítani az IMISUN és az SU hibridek utódnemzedékeit. A helyzetet nehezíti a szója (és egyéb pillangósok) gyengébb gyom-elnyomó képessége.

Az IMISUN típusú napraforgóknál White et al. (2002) szintén imidazolinon és szulfonil-karbamid (klorimuron) keresztrezisztenciáról számoltak be. Az AHAS ellenálló *Helianthus annuus* biotípusok ellen Allen et al. (2001) és Al-Khatib et al. (1998) szintén az imidazolinon és szulfonil-karbamid szerek alacsony hatékonyságát jegyezték fel.

A bentazon magas dózisban a napraforgót 4 levélfejlétségig képes teljesen elpusztítani, használata azonban több veszélyes gyomfaj ellen nem ad megfelelő védelmet (pl. parlagfű, fehér libatop). A bentazon kétszeri alkalmazásával Allen et al. (2001) jó hatékonyságot ért el a *Helianthus annuus* ellen, azonban kísérletükben az általános gyomirtó képességet szintén gyengének találták, továbbá ez volt a legkevésbé jövedelmező kezelés.

Elmondható, hogy a jelenleg termesztett HT napraforgók (IMISUN és SU) kiirtása a hüvelyesekből nem megoldhatatlan feladat, de mindenképpen plusz ráfordítást igényel. Emellett az AHAS-gátlók használatát nem biztos, hogy ki fogjuk tudni kerülni elsősorban a parlagfű probléma következtében.

Ezért is bírnak kiemelkedő jelentőséggel a CLHA-Plus napraforgó vonalak, melyek imazamox rezisztenciájuk mellett a tifenszulfuron-metillel szemben kiemelkedő érzékenységet mutattak. Ez lehetőséget ad, hogy különösebb ráfordítás nélkül, sikeresen léphessünk fel az árvelésű napraforgóval szemben a szójában (ill. egyéb pillangósokban). Gyomnövényeknél bekövetkező alanin (122) – leucin (*Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció) mutációnál többen is bizonyították, hogy specifikus IMI rezisztencia jelentkezik. Az *Amaranthus powellii* fajnál McNaughton et al. (2005) az ilyen típusú aminosav csere következményeként szintén az imazetapir elleni tűrőképességről és a tifenszulfuron-metillel szembeni érzékenységről számoltak be.

A IMI technológiánál várhatóan a jelenlegi IMISUN genetikai vonalat le fogják cserélni a CLHA-Plus változatok. A CLHA-Plus napraforgók kifejlesztésével valódi „IMI napraforgókat” kapunk, melyek kizárólag az imidazolinonokkal szemben rezisztensek. Termesztésbe vonásukkal úgy tudjuk bővíteni a napraforgóban felhasználható herbicidek körét, hogy közben nem szűkítjük drasztikusan az utóveteményekben kijuttatható gyomirtó szerek számát. A tribenuron-metil napraforgó gyomirtási rendszernél viszont a fejlesztési irányt a „homozigóta hibridek” előállítását jelenti, melyek még nagyobb ellenállóságot mutatnak az AHAS-gátlókkal szemben. Mivel az AHAS-rezisztencia tulajdonság nemcsak a maggal, de növényi pollennel is terjed (Stallings et al. 1995), a jövőben számolni kell azzal is, hogy egyre nagyobb mértéket fog felőlelni a gyomként burjánzó *Helianthus annuus* érzékenységének csökkenése az AHAS-gátló herbicidekkel szemben. Olyan területeken is megjelenhet a tulajdonság, ahol korábban nem termesztettek toleráns napraforgót.

Irodalomjegyzék

- Al-Khatib, K. J. – Baumgartner, R. – Peterson, D. E. – Currie, R. S. (1998): Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). Weed Science 46: 403-407.
- Al-Khatib, K. J. – Miller, J. F. (2000): Registration of four genetic stocks of sunflower resistant to imidazolinone herbicides. Crop Science 40: 869–870.
- Allen, J. R. – Johnson, W. G. – Smeda, R. J. – Wiebold, W. J. – Massey R. E. (2001): Management of acetolactate synthase (ALS) – resistant common sunflower (*Helianthus annuus* L.) in soybean (*Glycine max*). Weed Technology 15: 571-575.
- Béres I. – Szente D. – Gyenes V. – Somlyay I. (2005): Weed control in sunflower (*Helianthus annuus* L.) with post-emergent herbicides. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 70: 475-479.
- Blackshaw, R. E. (1998): Postemergence weed control in pea (*Pisum sativum*) with Imazamox. Weed Technology 12: 64-68.
- Bruniard, J. M. – Miller, J. F. (2001): Inheritance of imidazolinone herbicide resistance in sunflower. Helia 24: 11–16.
- Dancza I. (2004): Hatósági herbicid vizsgálati módszertan. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Növény és Talajvédelmi Főosztály, Budapest.
- Geier, P. W. – Maddux, L. D. – Moshier, L. J. – Stahlman, P. W. (1996): Common sunflower (*Helianthus annuus*) interference in soybean (*Glycine max*). Weed Technology 10: 317–321.
- Kolkman, J. M. – Slabaugh, M. B. – Bruniard, J. M. – Berry, S. – Bushman, B. S. – Olungu, C. – Maes, N. – Abratti, G. – Zambelli, A. – Miller, J. F. – Leon, A. – Knapp, S. J. (2004): Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. Theoretical and Applied Genetics 109: 1147–1159.
- Kukorelli G. – Nagy S. – Reisinger P. (2008): Comparative experiments with imidazolinone and tribenuron methyl tolerant sunflower hybrids. Magyar Gyomkutatás és Technológia 8 (1): 67 – 74.
- Kukorelli G. – Pinke Gy. – Reisinger P. (2011). Az árvakelésű napraforgó (*Helianthus annuus* L.) gyomosításának mértéke napraforgóvetésekben 3-5 évvel a napraforgó elővetemény után. Magyar Gyomkutatás és Technológia 12 (1): 35-51.
- Kukorelli G. – Reisinger P. – Torma M. – Ádámszki T. (2011): Experiments with the control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in imidazolinone-resistant and tribenuron-methyl-resistant sunflower. Herbologia 12 (2): 15-23.
- LaRossa, R. A. – Schloss, J. V. (1984): The sulfonylurea herbicide sulfometuron methyl is an extremely potent and selective inhibitor of acetolactate synthase in *Salmonella typhimurium*. Journal of Biological Chemistry 25: 8753-8757.
- Levitt, G. (1978): Herbicidal sulfonamides. US Patent 4,127: 405.
- McNaughton, K. E. – Letarte, J. – Lee, E. A. – Tardif, F. J. (2005): Mutations in ALS confer herbicide resistance in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Powell amaranth (*Amaranthus powellii*). Weed Science 53: 17-22.
- Mikó P. (2012): Ismét júniális a szántóföldön. Agrárágazat 13 (7): 54.

- Miller, J. F. – Al-Khatib, K. J. (2002): Registration of imidazolinone herbicide-resistant sunflower maintainer (HA 425) and fertility restorer (RHA 426 and RHA 427) germplasms. *Crop Science* 42: 988-989.
- Miller, J. F. – Al-Khatib, K. J. (2004): Registration of two oilseed sunflower genetic stocks, SURES-1 and SURES-2, resistant to tribenuron herbicide. *Crop Science* 44: 1037–1038.
- Nagy, S. – Reisinger, P. – Pomsár, P. (2006): Experiences of introduction of imidazolinone-resistant sunflower in Hungary from the herbological point of view. *Journal of Plant Disease and Plant Protection* 20: 31-37.
- Newhouse, K. E. – Singh, B. K. – Shaner, D. L. – Stidham, M. A. (1991): Mutations in corn (*Zea mays* L.) conferring resistance to imidazolinone herbicides. *Theoretical and Applied Genetics* 83: 65-70.
- Orwick, P. L. – Marc, R. A. – Umeda, K. – Shaner, D. L. – Los, M. – Clarlante, D. R. (1983): AC 252,214 – A new broad spectrum herbicide for soybeans: Greenhouse studies. *Proceedings of Southern Weed Science Society* 36: 90.
- Ostrowski, M. F. – Rousselle, Y. – Tsi-trone, A. – Santoni, S. – David, J. – Reboud, X. – Muller, M. H. (2010): Using linked markers to estimate the genetic age of a volunteer population: a theoretical and empirical approach. *Heredity* 105: 384–393.
- Ray, T. B. (1984): Site of action of chlorsulfuron inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Plant Physiology* 75: 827–831.
- Reisinger P. (2000): Szója (*Glycine max* L. Merr.). In: Hunyadi K. – Béres I. – Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 520-523.
- Reisinger P. – Lukács I. – Reisinger Pné. (2006): Vizsgálatok imidazolinon és tribenuron-metil toleráns napraforgóban. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 7 (2): 91-101.
- Sala, C. A. – Bulos, M. – Echarte, A. M. (2008a): Genetic analysis of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in sunflower. *Crop Science* 48: 1817-1822.
- Sala, C. A. – Whitt, S. R. – Ascenzi, R. – Bulos, M. – Echarte, M. (2008b): Molecular and biochemical characterization of an induced mutation conferring imidazolinone resistance in sunflower. *Theoretical and Applied Genetics* 118: 105-112.
- Shaner, D. L. – Anderson, P. C. – Stidham, M. A. (1984). Imidazolinones: Potent inhibitors of acetohydroxyacid synthase. *Plant Physiology* 76: 545-546.
- Shaner, D. L. – Reider, M. L. (1986): Physiological responses of corn (*Zea mays*) to AC 243,997 in combination with valine, leucine, and isoleucine. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 25: 248-257.
- Shaw, D. R. – Wixson, M. B. (1991): Postemergence combinations of imazaquin or imazethapyr with AC 263,222 for weed control in soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 39: 644-649.
- Sebastian, S. A. – Fader, G. M. – Ulrich, J. F. – Forney, D. R. – Chaleff, R. S. (1989): Semidominant soybean mutation for resistance to sulfonylurea herbicides. *Crop Science* 29: 1403-1408.
- Stallings, G. P. – Thill, D. C. – Mallory-Smith, C. A. – Shafii, B. (1995): Pollen-Mediated gene flow of sulfonylurea-resistant kochia (*Kochia scoparia*). *Weed Science* 43: 95-102.

- Swanson, E. B. – Herrgesell, M. J. – Arnoldo, M. – Sippell, D. W. – Wong, R. S. C. (1989): Microspore mutagenesis and selection: canola plants with field tolerance to the imidazolinones. *Theoretical and Applied Genetics* 78: 525–530.
- Tecle, B. – Dacunha, A. – Shaner, D. L. (1993): Differential routes of metabolism of imidazolinones: basis for soybean (*Glycine max*) selectivity. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 46: 120–130.
- White, A. D. – Owen, M. D. K. – Hartzler, R. G. – Cardina, J. (2002): Common sunflower resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides. *Weed Science* 50: 432-437.
- Zareczky A. – Treitz J. (2009): A szója védelme. *Növényvédelem* 45: 131-147.

A szerző levélcíme – Address of the author

Kukorelli Gábor

9028 Győr, Napóleon út 10.
Kukorelli.gabor@gmail.com

Posztemergens gyomirtási kísérlet alkaloida mákvetésben

TÓTH KÁLMÁN – BLAZSEK KATINKA – MILICS GÁBOR –

KOVÁCS ATTILA JÓZSEF – KAJDI FERENC – PINKE GYULA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Mosonmagyaróvár

Összefoglalás

A mezotrion és tembotrion hatóanyagok egyre népszerűbbek az alkaloida mák posztemergens gyomirtásában. E tanulmány ezeknek a herbicideknek a gyomirtási hatékonyságát mutatja be szántóföldön beállított kispárcellás kísérleti körülmények között, négy ismétlésben, véletlen-blokk elrendezésben egy kisalföldi családi gazdaság mákvetésében. A különféle gyomirtó szerek hatását a gyomok szárazanyagtömege, valamint egyedszáma alapján értékeltük, az adatokat varianciaanalízissel elemeztük. Az eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált hatóanyagok különböző dózisokban és kombinációkban szignifikánsan gyérítettek az alkaloida kinyerése céljából történt mákvetés legfontosabb gyomnövényeit, mint pl. a *Chenopodium album*-ot, a *Fallopia convolvulus*-t és a *Polygonum aviculare*-t.

Kulcsszavak: tavaszi mák, herbicid, Callisto, Laudis, gyomflóra, gyomirtási technológia

Postemergence weed control experiment in alkaloid poppy

KÁLMÁN TÓTH – KATINKA BLAZSEK – GÁBOR MILICS –

ATTILA JÓZSEF KOVÁCS – FERENC KAJDI – GYULA PINKE

University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science,
Mosonmagyaróvár

Summary

Mesotrione and tembotrione herbicides have been increasingly applied postemergence in Hungarian alkaloid poppy fields recently. This study tests the weed control efficiency of these active ingredients in a field experiment in randomized complete block design with four replications in north-west Hungary. The analysis of variance indicated that most of the treatments significantly reduced the dry weights and numbers of many of the most troublesome weed species such as *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus* and *Polygonum aviculare*.

Keywords: spring poppy, herbicides, Callisto, Laudis, weed flora, weed control technology

Bevezetés

Magyarországon az utóbbi években egyre nagyobb területen folyik az alkaloida mák termelése (Karácsony et al. 2011). A mák termesztésének jövedelmezősége ugyanakkor nagymértékben függ a vegyszeres gyomirtás sikerességétől, ami a kultúrnövény gyenge kezdeti gyomelnyomó képessége és nagyfokú herbicid-érzékenysége miatt magas szintű technológiai ismereteket igényel a gazdálkodóktól (Földesi 1982, Hoffmann – Hoffmanné 1995, Reisinger 2000, Sárkány et al. 2001). Az utóbbi évek tapasztalatai azt mutatják, hogy a preemergens szerek nem rendelkeznek megfelelő gyomirtó hatással és a gazdák a gyomok elleni harcban a posztemergens lehetőségeket részesítik előnyben (Tóth et al. 2012). A mezotrion és tembotrion hatóanyagokat újabban egyre szélesebb körben alkalmazzák a tavaszi vetésű mák állománykezelésére (Godáné 2008, Kosztolányi 2008, Pájtli et al. 2011, Tamási 2012; Tóth et al. 2012), ugyanakkor ezeknek a szereknek a gyomirtási hatékonyságáról mákkultúrában még nem jelent meg hazai tudományos publikáció. Kísérletünk célja az volt, hogy egzakt módszerekkel feltárjuk a mezotrion és tembotrion hatóanyagok különböző dózisainak és kombinációinak gyomirtó hatását a mák legjelentősebb gyomnövényeire.

Anyag és módszer

A vizsgált terület

A kísérlet beállítása Tóth Kálmán családi gazdaságában történt Dunaszigeten, a Szigetköz tájegységben. A terület évi középhőmérséklete 9,7 °C körüli, az évi csapadékösszeg 550–560 mm. A kísérleti hely talajtípusa kedvező mechanikai összetételű, karbonátos, nyers öntéstalaj (Dövényi 2010). A vizsgált növényállományra vonatkozó agrotechnikai adatokat az 1. táblázat tartalmazza, míg a talaj fontosabb fizikai és kémiai jellemzői a következők: pH (KCl): 7,58; K_A : 38; humusz: 1,5%; $CaCO_3$: 18%. A 2012-es év március-június hónapjaiban összesen 123,5 mm csapadék hullott a környéken, ami az aktuális sokéves átlag (1981-2010) 61,8%-a. Különösen a március hónap bizonyult csapadékszegénynek, mindössze a sokéves átlag 16,3%-a esett (Varga Zoltán, személyes közlés).

A kísérletben felhasznált herbicidek jellemzése

A Callisto gyomirtó szerben található mezotrion HPPD (4 hydroxy-phenyl-pyruvate-deoxygenase) enzimgátló hatóanyag. A vegyszer jellegzetes tünete a gyomnövények kifehéredése, majd száradásos elhalása. A hatóanyag felvétele a levélen és a gyökéren keresztül egyaránt történhet, a hajtáscsúcs és gyökérvég irányába a szállítás a hancs- és a faszövetben következik be. Ennek a hatásmódnak köszönhető, hogy a készítmény pre- és posztemergensen egyaránt alkalmazható. A mezotrion hatóanyag elsősorban a magról kelő kétszikű gyomok ellen hatékony, mivel ezekben a gyomokban rendkívül gyors a hatóanyag felvétele és a transzlokációja, ugyanakkor a hatóanyag lebontása lassú és korlátozott mértékű (József – Radvány 2001).

A Laudis-t alkotó tembotrion hatóanyag szintén a HPPD gátlásával megfosztja a növényeket attól a karotinoid rétegtől, amely a növényi klorofillt védi a napfény káros UV sugárától. Ennek hiányában a klorofill hamarosan lebomlik, a kezelt növények kifehérednek, később megbarnulnak és elpusztulnak. A kultúrnövény detoxikálási folyamatainak felgyorsítására az antidotumok a legalkalmasabbak. A Laudis hatóanyaga a tembotrion gyors lebontását az izoxadifen-etil széfener segíti elő. Hatása specifikus, azaz csak a kultúrnövényben gyorsítja fel nagyságrendekkel a tembotrion metabolizmusát, a gyomokban nem (Nagy 2007).

1. táblázat: A kísérleti terület agrotechnikai jellemzői
Table 1: Management factors of the experimental site

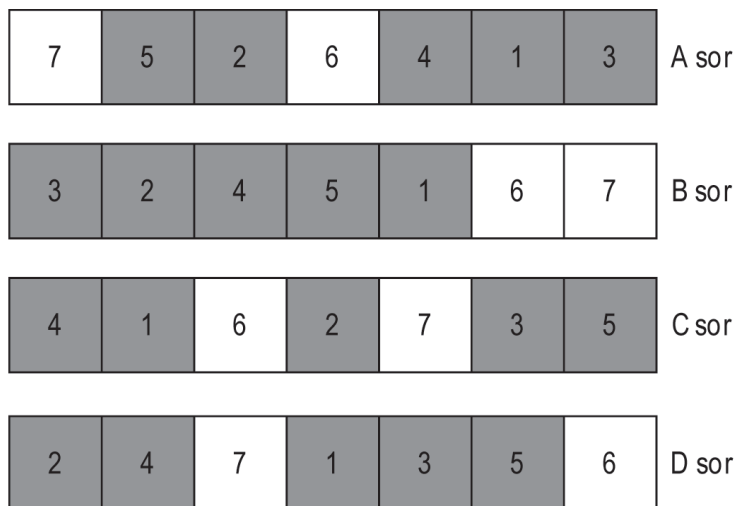
A kultúrnövény termesztésének célja	alkaloid kinyerése céljából végzett mákvetés
Fajta neve	Botond
Vetőmag mennyisége	1 kg/ha, nem sugárkezelt
Elővetemény	kukorica
Vetésidő	2012.03.10
A kijuttatott műtrágya mennyisége	250 kg, 5–10–25% N-P-K + 16 S, 200 kg; Pétisó (27%)
A kijuttatott szerves trágya mennyisége	5 t/ha
Herbicidek	Callisto 0,3 l/ha; Laudis 2 l/ha
Fungicid	Acrobat MZ
Inszekticid	Mospilan 20 SG
Deszikkálószer	Glyphogan Classic 480 SL
Mechanikai gyomirtás	nem történt
Sortávolság	gabona
Tábla mérete	3,5 ha
Talajművelés	hagyományos módon – tarlóhántás, tárcsázás, szántás, kultivátorozás
Az őszi szántás mélysége	35 cm
Hengerezések száma	1, a vetéssel egy menetben

Parcellakiosztás, gyomirtás, adatfeldolgozás

A szántóföldi kisparcellás kísérlet négy ismétlésben, véletlen-blokk elrendezésben került elhelyezésre a családi gazdaság által termesztett alkaloida mákvetésben, 1,5 x 1,5 m-es parcellaegységekben (1. ábra). Az egész szántóra kiterjedő, géppel végzett gyomirtó szerezkezelésből kimaradó parcellákat a műveletek alatt műanyag fóliával takartuk le. A herbicid kezelésekre 2012. május 2-án és 2012. május 28-án került sor. Az első kezelés alkalmával a mák növények tölleves illetve törőzsás szakaszban (BBCH skála: 32-33), míg a második kezeléskor szártagnövekedési és elágazási szakaszban (BBCH skála: 39) voltak. A legfontosabb gyomnövények egyedei fenológiai állapotukat tekintve, az első kezelés idején a BBCH skála szerint 30-35, míg a második permetezéskor 51-55 értékek között voltak. A herbicid kijuttatására használt permetezőgép típusa Lemken Primus 25 (2. ábra). A szórófejek légbet-

szívásos 0,5-ös szórófejek voltak, a készítmények kijuttatása 2,5-3 bar nyomáson történt 200 liter/ha víz felhasználásával, függetlenül attól, hogy milyen sebességgel haladt a traktor. Az adott parcellákon a kézi gyomlálást közvetlenül a vegyszeres gyomirtási műveletek előtt, míg a kézi permetezést (3. ábra) a gépi herbicid kezelés után végeztük el. A kézi permetező típusa EPOCA, mely 2 literes tartállyal rendelkező (olasz) kézi permetezőgép.

A mák és a gyomnövényzet fenológiai állapotának függvényében a növények levágását 2012. június 28-29-én végeztük el, ami a vegetációs periódusban a mák termésérésének kezdeti szakaszát, míg a legjelentősebb gyomnövényeknél a virágzás, vagy szintén a termésérés kezdetét jelentette. Mindegyik kísérleti parcellán 1 m²-es mintateret jelöltünk ki, ahol a talajfelszín közelében elvágtuk minden gyomot és máknövényt, majd megszámláltuk azokat, s minden parcella anyagát fajonként zacskóba helyeztük. A mintákat ezt követően 75 °C-on, 72 órán át szárítottuk, majd megmértük a szárazanyagtömegüket. Az adatokat Sváb (1967) nyomán varianciaanalízissel értékeltük.



1. ábra: A kísérleti parcellák véletlen blokk elrendezése
Figure 1: Randomized block design of the experiment

Kezelések:

- 1: Kezeletlen kontroll
- 2: Kézi gyomirtás
- 3: Egyszeri mezotrión kezelés, 144 g/ha (Callisto 4SC 0,3 l/ha, gépi permetezés)
- 4: Kétszeri mezotrión kezelés, 2x 144 g/ha (2x Callisto 4SC 0,3 l/ha, egy gépi és egy kézi permetezés)
- 5: Egyszeri tembotrión, 88 g/ha + izoxadifen-etil 44 g/ha (Laudis 2 l/ha, kézi permetezés)
- 6: Kétszeri tembotrión, 2x 88 g/ha + izoxadifen-etil, 2x 44 g/ha (2x Laudis 2 l/ha, egy gépi és egy kézi permetezés)
- 7: Egyszeri mezotrión 144 g/ha, és egyszeri tembotrión 88 g/ha + izoxadifen-etil 44 g/ha (Callisto 4SC 0,3 l/ha, Laudis 2 l/ha, két gépi permetezés)



2. ábra: A második gépi herbicid kezelés, 2012, május 21.

Figure 2: The second herbicide application with farm machinery

Eredmények és megvitatásuk

A kísérleti parcellákon összesen 24 gyomfajt regisztráltunk. A teljes adatsor bemutatására terjedelmi korlátok miatt nincs lehetőség, a 2. táblázat csak a szántóföldön levágott gyomok parcellánkénti átlagos egyedszámát és szárazanyagtömegét tartalmazza, ugyanakkor ezekből az adatokból jól következtethetünk a vizsgált szántóföld gyomnövényzetének fajösszetételére és a gyomok dominancia viszonyaira. A legnagyobb szárazanyagtömegű a következő fajoknak voltak: *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Setaria pumila*, *Papaver rhoeas*, *Viola arvensis* és *Fallopia convolvulus*. A legjelentősebb egyedszámokkal sorrendben a következő gyomnövények rendelkeztek: *Polygonum aviculare*, *Setaria pumila*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Anagallis arvensis* és *Papaver rhoeas*. Megjegyezzük, hogy az itt felsorolt gyomok között jelen van az alkaloida mákvetések országos listájának legfontosabb négy faja, a *Papaver rhoeas*, a *Fallopia convolvulus*, a *Chenopodium album* és a *Polygonum aviculare* (Pinke 2011b), aminek köszönhetően a kísérlet eredményei és a levonható következtetések nem pusztán lokális jelentőségűek.

A varianciaanalízisek eredménye azt mutatja, hogy a gyomirtási kezelések hatása az egyedszámok és a szárazanyagtömeg tekintetében a *Chenopodium album*, a *Fallopia convolvulus*, a *Polygonum aviculare* és a *Viola arvensis* fajok esetében egyaránt szignifikáns volt. A felsorolt fajokra vonatkozó varianciaanalízisek eredményeit a 3. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A gyomfajok parcellánkénti átlagos szárazanyagtömege és egyedszáma (a szárazanyagtömeg csökkenő mennyisége alapján rendezve)

Table 2: The mean dry weights and number of weeds in the experimental plots

Gyomnövény neve	Átlagos szárazanyagtömeg (g/m ²)	Átlagos egyedszám (db/m ²)
<i>Polygonum aviculare</i>	81,110	26,250
<i>Chenopodium album</i>	70,785	13,714
<i>Setaria pumila</i>	28,346	22,964
<i>Papaver rhoeas</i>	18,197	3,679
<i>Viola arvensis</i>	16,090	14,107
<i>Fallopia convolvulus</i>	15,104	9,179
<i>Anagallis arvensis</i>	5,779	4,714
<i>Veronica polita</i>	3,205	2,786
<i>Brassica napus</i>	2,169	0,607
<i>Atriplex patula</i>	1,373	0,250
<i>Equisetum arvense</i>	0,844	0,500
<i>Mercurialis annua</i>	0,455	0,357
<i>Panicum miliaceum</i>	0,234	0,143
<i>Veronica persica</i>	0,223	0,071
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	0,221	0,214
<i>Stellaria media</i>	0,200	0,179
<i>Setaria viridis</i>	0,194	0,143
<i>Sinapis arvensis</i>	0,096	0,036
<i>Lamium amplexicaule</i>	0,081	0,036
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,045	0,036
<i>Conyza canadensis</i>	0,043	0,036
<i>Plantago major</i>	0,040	0,036
<i>Kickxia elatine</i>	0,038	0,036
<i>Cirsium arvense</i>	0,038	0,036

3. táblázat: A kezelések hatása az igazolt kezeléshatást mutató gyomfajok egyedszámára és szárazanyagtömegére

Table 3: The effects of treatments on the numbers and dry weights of the most important species

Kezelés	<i>Chenopodium album</i>		<i>Fallopia convolvulus</i>		<i>Polygonum aviculare</i>		<i>Viola arvensis</i>	
	Egyed-szám (db/m ²)	Száraz-anyag (g/m ²)	Egyed-szám (db/m ²)	Száraz-anyag (g/m ²)	Egyed-szám (db/m ²)	Száraz-anyag (g/m ²)	Egyed-szám (db/m ²)	Száraz-anyag (g/m ²)
[1] Kezeletlen kontroll	24,00	138,57	18,00	17,19	36,75	70,07	23,25	5,64
[2] Kézi gyomlálás	4,75	3,50	4,75	1,36	6,25	0,58	16,25	1,36
[3] 1x mezotrion, 144 g/ha	16,00	86,31	4,75	0,49	31,00	82,83	11,50	0,54
[4] 2x mezotrion, 2x 144 g/ha	9,75	17,96	4,00	0,23	34,25	89,52	5,75	0,24
[5] 1x tembotrion, 88 g/ha & izoxadifen-etil, 44 g/ha	31,25	124,04	21,00	19,83	36,75	85,86	25,00	5,12
[6] 2x tembotrion, 2x 88 g/ha & izoxadifen-etil, 2x 44 g/ha	2,50	6,30	9,25	2,20	5,25	11,39	6,50	0,56
[7] 1x mezotrion, 144 g/ha + 1x tembotrion, 88 g/ha & izoxadifen-etil, 44 g/ha	7,75	22,83	2,50	0,18	33,50	43,78	10,50	0,42
SZD _{5%}	14,85	57,35	13,11	13,60	17,04	41,97	12,35	3,66



3. ábra: A növények levágása a kísérleti parcellákon (2012, június 28.)

Figure 3: Harvest of weeds and crop in experimental plots

A *Chenopodium album* esetében a kézi gyomláláson kívül a 2x mezotrion, a 2x tembotrion & izoxadifen-etil és az 1x mezotrion + 1x tembotrion & izoxadifen-etil kezeléseknél volt szignifikáns gyomirtó hatása a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva (3. táblázat). A legutóbbi országos gyomfelvételezések kukorica gyomfajainak listájában (Novák et al. 2009) és az alkaloida mákvetések gyomnövényeinek országos rangsorában (Pinke et al. 2011b) a *C. album* egyaránt a 3. helyen szerepelt, a kísérleti parcellákon pedig a második legnagyobb szárazanyag tömegű gyomfaj volt (2. táblázat). Az említett gyomfaj nemcsak a tápanyag- és vízelvonása miatt terhes, hanem a mákot károsító levéltetveknek ez a gazdanövénye. Káros e gyomfaj azért is, mert nagytermetű példányai megnehezíthetik a gépi betakarítást, gomolytermése pedig a mák magja közé keveredve elősegíti annak avasodását. További károsító lehet a vastag szár- és levélrésze, mely a begyűjtött máktok közé keveredve csökkenti annak hatóanyagtartalmát (Földesi 1982, Sárkány et al. 2001). Korábbi vizsgálatunk (Pinke et al. 2011a) is azt sugallta, hogy a *C. album* nagyon érzékeny a mezotrion hatóanyagra, a külföldi kísérletek is azt igazolják, hogy a fehér libatop kielégítően irtható ezzel a szerrel mákban (Wójtowicz–Wójtowicz 2009) és kukoricában (Pannacci–Covarelli 2009, Nurse et al. 2010) egyaránt.

A *Fallopia convolvulus*-nál az 1x tembotrion & izoxadifen-etil, valamint a 2x tembotrion & izoxadifen-etil kezelések kivételével minden kezelés után szignifikáns gyomirtó hatást tapasztaltunk (3. táblázat). Ez a faj az országos dominancia rangsorban a második helyen szerepelt (Pinke et al. 2011b), míg a vizsgált kísérleti parcellákon a 6. legnagyobb tömegű volt a fajlagos tömegrangsorban (2. táblázat). A gyomnövény gyakran rákúszik a kultúrnövényekre és azokat szinte megfojtja.

A *Polygonum aviculare* esetében csak a 2x tembotrion & izoxadifen-etil kezelés hatására csökkent igazoltan annak parcellánkénti tömege (3. táblázat). Ez a növényfaj az országos rangsor 4. helyén áll (Pinke et al. 2011b), ugyanakkor a kísérleti parcellákon ez fordult elő a legnagyobb tömegben (2. táblázat). Szárazabb termőhelyeken olykor e növényfaj teljesen elburjánzik a mákvetésekben.

A *Viola arvensis*-nél az 1x tembotrion & izoxadifen-etil kivételével minden vegyszeres kezelés igazolható gyomirtó hatást eredményezett a kezeletlen kontrollhoz képest, ami a gyomnövények egyedszámában és azok szárazanyagtömegében egyaránt megnyilvánult (3. táblázat). Országosan e gyomfajnak nincs nagy jelentősége, hiszen a hazai listán az csak a 37. helyen szerepelt az alkaloida mákvetésekben (Pinke et al. 2011b). A kísérleti parcellákon viszont az 5. legjelentősebb faj (2. táblázat), azonban apró termeténél fogva és kevésbé agresszív növekedése révén nem jelentős kompetitora a máknak.

A *Papaver rhoeas* országos viszonylatban a legjelentősebb gyomnövénye a máknak (Pinke et al. 2011b), a kísérleti parcellákon mért szárazanyagtömegét illetően kísérletünkben csak 4. rangsorban. Bár az 1x mezotrion + 1x tembotrion & izoxadifen-etil kezelés hatása kielégítőnek tűnt, hiszen szárazanyaga kb. 50%-kal csökkent, a kezelések között igazolható különbséget e mutatója tekintetében nem lehetett kimutatni.

Megjegyezzük, hogy a második permetezés utáni hetedik napon tartott szemlénken a 6-os és 7-es kezelések parcelláiban a kultúrnövény 10-20%-os mértékben sárgulási tüneteket mutatott. Godáné (2008) szerint a mezotrion és tembotrion hatóanyagok (Callisto 4SC és a Laudis gyomirtó szerek 0,2-0,25 l/ha illetve 1,75-2,25 l/ha dózisban) egyaránt okozhatnak sárgulósos fitotoxikus tüneteket a mákon, melyek a permetezést követő egy-két hét után megszűnnek. A mák egyedszámára és szárazanyagtömegére vonatkozóan egyik kezelés hatására sem tudtunk szignifikáns különbségeket kimutatni, ami alapján az is megállapítható, hogy kísérletünkben a gyo-

mok kisebb térfoglalása nem eredményezett igazolható produkció-növekedést a termesztett növénynél sem. Ezt részben a csapadékszegény tavasz miatti egyenetlen és vontatott mák kelése is befolyásolhatta. Az is megállapítható, hogy a kézzel gyomlált parcellákon a többi kezeléshez viszonyítva jelentősen több volt a mák növények szárazanyag-produkciója.

Következtetések és javaslatok

Kísérletünk célja a hazánkban forgalmazott és leggyakrabban használt mák gyomirtó szerek hatékonyságának vizsgálata volt. A máktermesztés során a gazdák gyakran csupán egyetlen gyomirtást alkalmaznak, ami a Callisto 4SC herbicid kijuttatását jelenti 0,3 liter/hektár dózisban. A mezotrión hatóanyagnál nagyon fontos a helyes dózis és a kijuttatás időpontjának a betartása, mert akár a dózis kismértékű csökkentése, valamint a gyomok túlfejllett állapota is jelentős hatékonyságvesztéssel járhat. A hatóanyag gyökéren és levélen keresztül hat. Preemergens alkalmazás esetén a hatóanyag-felvétel a csírázó gyomok hajtás- és gyökérkezdeményein keresztül történik. Posztemergens kijuttatás esetén a gyomirtó hatás elsősorban a levélen keresztül történő felvétel hatására következik be, de a talajba mosódott hatóanyag gyökéren keresztül is bejuthat a növény szöveteibe. A készítmény talajra kerülve hosszú tartamhatással véd a permetezést követően kelő gyomok ellen is, amennyiben kellő mértékű bemosó csapadék is van. Bizonyos területeken elegendő az egyszeri gyomirtás, azonban – mint a kísérletből is kiderült – a legtöbb esetben a második, tembotrión hatóanyaggal végzett gyomirtás elvégzése elengedhetetlen.

A vizsgált gyomfajok közül a *Papaver rhoeas* mellett a *Chenopodium album* jelentősége a legnagyobb. Látható, hogy mind a tembotrión, mind a mezotrión hatóanyagokra érzékeny e gyomnövény, így irtása nem ütközik különösebb nehézségbe. Kellő dózisban és időben használva mindkét hatóanyag megoldást jelenthet a mákvetések gyommentes tartására, amellett, hogy a gyomirtó szerek segítségével a levéltetvek és egyéb kártevők tápnövényeinek irtásával azok betelepedését is hátráltathatjuk. A fehér libatop kelése erősen fertőzött területeken folyamatos is lehet, de ha a mák borításáig terjedő időszakot „átvészeli”, utána már ritkán okoz problémát.

A *Fallopia convolvulus* megjelenése is jelentősen hátráltatja a mák fejlődését. Az eredményekből látható, hogy megfelelő időben végzett gyomirtással a gyomnövény egyedszáma kordában tartható. Az ellene való védekezés tekintetében a terület fertőzöttsége is meghatározó, s a mezotriónnal, illetve tembotriónnal végzett gyomirtás a fertőzöttebb területeken sem hagyható el, azonban olykor még kiegészítést is igényel. Az országos gyomfelvételezések során találkoztunk olyan erősen fertőzött területekkel, ahol csak újabb, közbeiktatott gyomirtás jelenthet kellő megoldást. Fluroxipir-meptil hatóanyagot (360 gramm/liter) 0,8 liter/hektár dózisban használva a *Fallopia convolvulus* egyedek nagy része elpusztítható, azonban ekkor is nagyon fontos a szer kijuttatásának időzítése, ugyanis a már túl nagyra nőtt növényegyedek ellen a készítmény hatékonysága nem megfelelő (Tóth et al. 2012). Az ilyen területekre a glifozátos tarlókezelés végzése javasolható az elővetemény betakarítását követően.

A kísérleti területen jelentős mennyiségben fordult elő a *Polygonum aviculare* is. Irtása nem egyszerű feladat, hiszen apró viaszos levelei hatásfokozó készítmények használata nélkül nehezen veszik fel a gyomirtó szereket. A kísérlet eredményei alapján megállapítható, hogy a gyomnövény érzékeny a tembotrión hatóanyag kétszeri használatára. Gazdaságossági szempontokat figyelembe véve elég költséges lenne háromszori (1x mezotrión + 2x

tembotrion) gyomirtást végezni, de ha a gyomviszonyok indokolják, a termésveszteség elkerülése érdekében mindenképpen ajánlott a harmadszori permetezés elvégzése is. A mechanikailag gyomirtott területeken ezzel a problémával nem találkozunk, az igazi megoldást tehát ez utóbbi művelet elvégzése jelentheti.

A mákkal közeli rendszertani rokonságban lévő *Papaver rhoeas* országosan az első helyet foglalja el a mák gyomnövényeinek sorában. A vizsgált területen egyedszám alapján csupán a hetedik helyet foglalta el, mely valószínűleg a korábbi évek agrotechnikájának köszönhető. A tábla kiválasztásakor fontos, hogy az pipaccsal ne, vagy csak nagyon kis mértékben legyen fertőzött, melyet elsősorban az előveteményekben használatos gyomirtó szerek helyes kiválasztásával érhetünk el. A vetésforgó betartása, a glifozátos tarlókezelés és a helyes agrotechnika e gyomnövény elterjedését nagyban tudja gátolni.

Kísérletünkben igazolható kezeléshatást mutatott a két vizsgált hatóanyag a *Viola arvensis* vonatkozásában is, amely az országos felvételezésben elenyésző, a vizsgált területen azonban jelentős gyomnyomást mutatott. Ennek oka a mezotrionos kezelést követően elmaradó bemosó csapadék hiánya is lehet, de a terület korábbi fertőzöttsége is hatással volt a gyomnövény nagymértékű megjelenésének. A T₂-es növényeket tarlókezeléssel nehezebb irtani, mivel csírázásuk későbbre esik. Jó megoldást a rendszeresen állományban végzett gyomirtás jelenthet.

Tapasztalatunk alapján megállapítható, hogy a mák korai mezotrionos (Callisto 4SC), valamint állománybeli tembotrionos (Laudis) kezelése szükségzerű, és elengedhetetlen. A szántóterületek növekvő gyomosodása miatt a mechanikailag gyomirtott területek kivételével országosan sem találkoztunk olyan esettel, ahol valamelyik gyomirtás elhagyható lett volna. Mezetrionos kezelést alkaloida mákban a területek 82%-ánál, étkezési mák esetében 62%-ánál alkalmaznak, a tembotrionos kezelés a területek 55, illetve 49%-ára volt jellemző (Tóth et al. 2012). A vizsgált terület csupán 54%-án végeztek kétszeri gyomirtást, ami az országos gyomfertőzöttséget figyelembe véve kevés. Azok a gazdák, akik komolyan gondolják a máktermesztést, technológiájukba alapvetően beépítik a kétszeri gyomirtást, amit a kiszámíthatatlan időjárási tényezők természetesen jelentős mértékben felülírhatnak. A tenyészidőszak végén a mák állományszárítását szinte minden termesztő elvégzi, a betakaríthatóság elősegítése érdekében. Ilyenkor glifozát hatóanyag tartalmú szereket használnak, mely taglózó hatású minden gyomfajra, és a még zöld máknövényeket is elszáritja. Ezzel ugyan gyommentessé, és könnyen betakaríthatóvá teszik a kultúrát, azonban a gyomnövények tápanyag- és vízelészívó hatását már nem tudják kiküszöbölni, az általuk okozott termésveszteség visszafordíthatatlan. Összességében megállapítható, hogy kellő talaj-előkészítés, jó tápanyag-visszapótlás és vegyszeres növényvédelem nélkül nem számíthatunk kiemelkedő terméseredményre. Mindehhez hozzátehető, hogy a máktermesztés legkritikusabb fázisa a kelés (Sárkány et al. 2001), ha ez valamilyen ok folytán vontatott, semmi egyebet sem lehet tenni.

Irodalom

- Dövényi Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
- Földesi R. (1982): A mák (*Papaver somniferum* L.) vegyszeres gyomirtási rendszere. *Herba Hungarica* 21 (1): 83–89.
- Godáné Biczó M. (2008): A mák gyomirtása. *Agrofórum* 19 (2): 42–43.

- Hoffmann L. – Hoffmanné Pathy Zs. (1995): A mák vegyszeres gyomirtása. *Agrofórum* 6 (2): 34–35.
- József Cs. – Radvány B. (2001): Mezotriton: Új korszak a kukorica rugalmas gyomszabályozásában. *Növényvédelem* 37 (11): 559–561.
- Karácsony P. – Tóth K. – Pinke Gy. – Pál R. (2011): A magyarországi máktermelésről. *Gazdálkodás* 55 (5): 529–533.
- Kosztolányi A. (2008): A magyarországi máktermesztésről, különös tekintettel az ipari mákra. *Agrofórum* 19 (2): 44–46.
- Nagy L. (2007): Laudis – gyomirtásból kiváló. *Agrofórum* 18 (3): 53.
- Novák R. – Dancza I. – Szentey L. – Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. Ötödik országos szántóföldi gyomfelvételezés (2007-2008). FVM, Budapest.
- Nurse, RE. – Hamill, AS. – Swanton, CJ – Tardif, FJ. – Sikkema PH. (2010): Weed control and yield response to mesotrione in maize (*Zea mays*). *Crop Protection* 29: 652–657.
- Pannacci, E. – Covarelli, G. (2009): Efficacy of mesotrione used at reduced doses for post-emergence weed control in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection* 28: 57–61.
- Pájtli É. – Nagy G. – Pájtli J. (2011): A mák növényvédelme. *Növényvédelem* 47 (4): 145–159.
- Pinke, Gy. – Pál, R. – Tóth, K. – Karácsony, P. – Czúcz, B. – Botta-Dukát Z. (2011a): Weed vegetation of poppy (*Papaver somniferum*) fields in Hungary: Effects of management and environmental factors on species composition. *Weed Research* 51 (6): 621–630.
- Pinke Gy. – Tóth K. – Karácsony P. – Pál R. (2011b): A magyarországi mákvetések gyomviszonyai. *Növényvédelem* 47 (4): 137–143.
- Reisinger P. (2000): Mák (*Papaver somniferum* L.). In: Hunyadi K., Béres I. és Kazinczi G. (szerk): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 525–526.
- Tamási P. (2012): A mák termesztése – saját tapasztalatok. *Agrofórum* 23 (4): 60–61.
- Tóth K. – Pinke Gy. – Karácsony P. – Reisinger P. (2012): A mák gyomnövényei és alkalmazott gyomirtási technológiái. *Agrofórum* 23 (4): 52–57.
- Sárkány S. – Bernáth J. – Tétényi P. (2001): A mák (*Papaver somniferum* L.). Magyarország kultúrflórája, V. kötet, 22. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Sváb J. (1967): Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Wójtowicz, M. – Wójtowicz, A. (2009): Effectiveness of chemical protection against weeds applied to poppy (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Plant Protection Research* (49): 209–215.

A szerzők levélcíme – Address of the authors

Tóth Kálmán – Blazsek Katinka – Milics Gábor – Kovács Attila – Kajdi Ferenc – Pinke Gyula

Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer tudományi Kar, H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Precíziós technológiával végzett gyomirtási kísérlet őszi búzában Axial One herbiciddel

REISINGER PÉTER – FARKAS BALÁZS – KUKORELLI GÁBOR
Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Összefoglalás

A fejlett társadalmakban tapasztalható, egyre erősödő környezetvédelmi szemlélet miatt fokozatosan bevezetésre kerülnek a kémiai növényvédőszer-csökkentési programok Európában és elsősorban az Unió tagállamaiban (Nordmeyer 2006). Ezek egyik hatásos eszköze lehet a *precíziós gyomszabályozás*, mint új fejlesztési irány jól beleillik az integrált gyomszabályozás fogalomkörébe.

A precíziós gyomszabályozás elsősorban ott lehet eredményes, ahol a táblán belül a gyomok kis- vagy közepes mértékben vannak jelen (Gerhards et al. 2000). A hazai gyomviszonyokat ismerve egyértelműen megállapítható, hogy a precíziós gyomszabályozás módszereinek bevezetésére elsősorban az ún. „sűrű vetésű” kultúrákban (kalászos gabonák, őszi káposztarepce, stb.) van meg a lehetőség.

Célunk az volt, hogy a Farkas Kft. Zimány művelésében lévő „Orci 42” jelű őszi búza tábláján felépítsük az Axial One herbicid precíziós gyomirtásának input rendszerét, meghatározzuk az algoritmusok logikai összefüggéseit és elkészítsük a folyamatirányítás modelljét. Végül az egész folyamatot dokumentálva és kiértékelve megkíséreljünk javaslatot tenni a technológia fejlesztésére.

Kulcsszavak: búza precíziós gyomszabályozása, Axial One

Precision weed control with Axial One herbicide in winter wheat

PÉTER REISINGER – BALÁZS FARKAS– KUKORELLI GÁBOR
University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Science,
Mosonmagyaróvár

Summary

In the well-developed countries – mainly in EU countries – due to the increasing environmental protection view the programs reducing pesticide use become more and more important (Nordmeyer 2006). One tool of these programs is the precision weed management. As a new development direction it can be effectively fit in the integrated weed management systems.

Precision weed control may be effective on those fields, where the weed pressure is low or medium (Gerhards et al. 2000). Based on the knowledge of the Hungarian arable weed flora of different crops we can state that its importance may be high in cereals and winter rape crops (so-called crops with „dense row”).

The main purpose of the work was to create an input system of precision weed control in a winter wheat cultivar „Orci 42” with the application of Axial One herbicide in Farkas Ltd, Zimány (Hungary). Determination of logical relations between algorithms and modelling of process guidance were also made. Documentation of the whole process a useful proposal for the technological development was also suggested.

Keywords: Precision weed management of winter wheat, Axial One herbicide

Tudományos előzmények

Kísérletünk célnövénye az *Apera spica-venti* – nagy széltippan, mely az Ujvárosi által megalkotott életforma rendszerben a T₂-es csoportban foglal helyet. Általában és nagyobb-részt ősszel csírázik, de enyhe téli napokon és kora tavasszal is lehetnek csírázó egyedei. Ujvárosi (1973) megfigyelési szerint csírázásához állandó talajnedvességet igényel, ebből következik, hogy csapadékos őszi időjárás után lehet számítani nagyobb mértékű elterjedésére. A csírázás hőmérsékleti optimuma: 14-16 °C (Béres, 1998).

Talajigénye jól körvonalazható, elsősorban a savanyú kémhatású talajokat kedveli, azok közül is a laza, homokos szerkezetűeket. Észrevehetően tágul az ökológiai amplitúdója, hiszen egész Európában elterjedt és hazánkban sem egyedül a savanyú talajokon fordul már elő.

Ezt a feltevést bizonyítják az I-V. Országos Gyomfelvételezés adatai, mely szerint a búza nyáreleji gyom együttesében az 1947-53-ig terjedő időszakban még csak 37., az 1969-71-es időszakban már a 20., majd a három legutóbbi terminusban elvégzett felvételezésekben a 6., a 7., és végül a 3. helyet foglalta el a gyomnövények fontossági sorrendjében (Novák et al. 2009).

Az V. Országos Gyomfelvételezés 2008. évi adatának vizuális ábrázolását az ArcWiev-Arc Map program alkalmazásával az alábbi ábra szerint oldottuk meg.



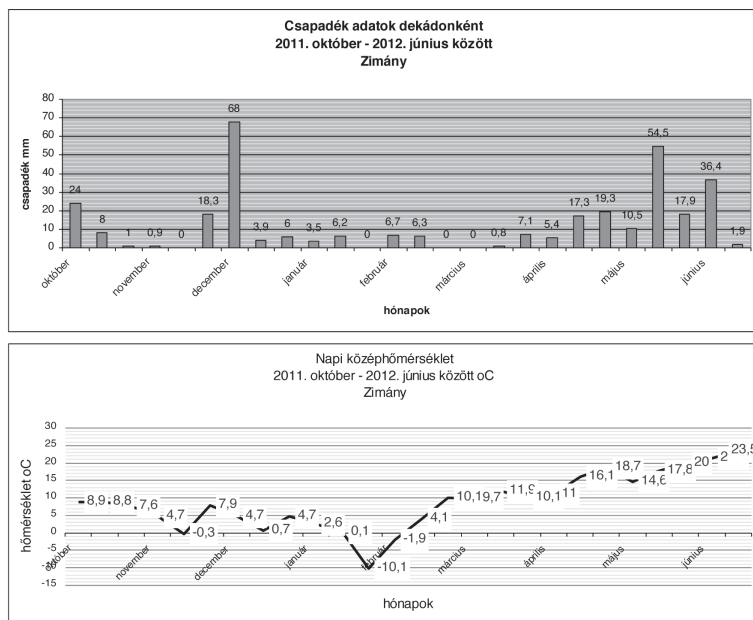
A nagy széltippan felszaporodását táblán belüli és tábla-közi elterjedését a kombájnos betakarítás nagymértékben elősegíti. A gyomnövény magja valamivel korábban, vagy egyidőben érik be az őszi kalászosok, ill. a repace termésével.

Anyag és módszer

Földrajzi és éghajlati adatok

Kísérletünket 2012. év tavaszán állítottuk be a Somogy megyei Zimány községben, a Farkas Kft. Orci nevű, 41,47 hektáros búzatábláján. A tábla Kaposvártól 7 km-re, ÉK-i irányban található a Somogyi dombságon. A talaj típusa Raman-féle barna erdőtalaj. A talaj kémhatása 5,2 pH (a táblán belül heterogén eloszlást mutat 4,2-7,2 pH), az Arany-féle kötöttségi szám 40 (31-43 szórással). A humusztartalom 1,68 % (1,2-2,1 között változik). A talaj Ca és Zn hiányos. A terület nagyjából sík fekvésű, elkeskenyedő részén nyugati irányban enyhén lejtős, keleti végén erősen lejtős. A nyugati irányú enyhén lejtős terület homokos talajú, itt van jelentősebb *Apera spica-venti* jelenlét.

A tábla hőmérsékleti és csapadék adatait a kísérleti táblától cca 0,5 km-re elhelyezett System-6 típusú automata meteorológiai mérőállomás segítségével gyűjtöttük be. Az állomás minden 10 percben a Boreas Kft. központi gépére továbbítja a mérési adatokat, ami alapján a kiszolgáló gép a háttérben valós időben, folyamatosan készíti meghatározott formátumban a szükséges táblázatot (1. és 2. ábra).



1. és 2. ábra: Zimányi csapadék (1.ábra fenn) hőmérsékleti adatok (2.ábra lenn) 2011. október – 2012. június között

Figure 1 and 2: Data of precipitation (Fig 1. above) and average temperature (Fig 2 down) between Oct 2011 and June 2012, Zimány, Hungary)

A csapadék adatokat áttekintve megállapítható, hogy október – november hónapokban mindössze 63 mm csapadék hullott, mely nem pótolta a cukorrépa elővetemény által is előidézett talajszárazságot. Egyértelműen megállapítható, hogy 2011. év őszi csapadék mennyisége nem segítette a széltíppan nagyarányú csírázását. A búza tenyészidőszakában mért összes csapadék 298 mm volt, szeszélyes eloszlásban. Kevés eső hullott januárban és februárban és a márciusban mért csapadék mindössze 0,8 mm volt. Ezzel magyarázható az, hogy a területen kevés számú gyomfaj, igen kismértékű borítottságot mutatott a gyomfelvételezés idején.

A napi átlaghőmérsékleti adatok az évszakoknak megfelelően alakultak, kivéve a februári, hosszantartó, rendkívüli hideg periódust.

Agronómiai adatok

A táblán 2011-ben cukorrépát termeltek 42 t/ha átlagterméssel. A cukorrépa felszedése október 2-án befejeződött, majd a területen elvégezték a tarlóhántást és a műtrágyaszórást, ez utóbbit a korábban kidolgozott precíziós technikával. A forgatás nélküli talajművelést CTS eszközzel végezték el október 17-én. A CTS eszköz szántóföldi kultivátort, egyengető tárcsát, középmély lazítót, és nehéz rögtörő hengert tartalmazó összekapcsolt géprendszer, mely egy menetben készít vetőágyat. A búza vetését a rá következő napon, optimális időben és talajállapotban hajtották végre II. fokú, Antónius őszi búza fajtával, 180 kg/ha vetőmag mennyiséggel. Az őszi búza az évjáratnak megfelelően, még októberben csírázott és jó kondícióban, egyenletes állományban indult a télbe.

A tavaszi munkálatok során 03.04-én 05.01-én és 05.21-én összesen 500 kg/ha Pé-tisó nitrogén tartalmú műtrágyát kapott helyspecifikusan adagolva az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) alapján működő szenzortechnika alkalmazásával. A vegetáció további időszakában kétszer történt fungicides és inszekticides kezelés prevenciós céllal.

Gyomfelvételezés leírása

A gyomfelvételezéseket 2012. 03. 31-én végeztük el Balázs-Ujvárosi-féle cönológiai módszer alkalmazásával úgy, hogy a mintatereket megjelöltük GPS azonosítókkal.

Erre a feladatra a legújabb fejlesztések alapján létrehozott az AgLeader típusú marokszámítógéppel összekötött GPS a legalkalmasabb (3. ábra).



3. ábra: AgLeader típusú marokszámítógép GPS-szel kombinálva
Figure 3: Minicomputer (AgLeader) combined with GPS

Jelkorrekció nélkül használva visszatérési pontossága 1-2 méter, ami céljainknak megfelelő volt. A térinformatikával kombinált gyomfelvételezések munkamenete a tábla határvonalának meghatározásával kezdődik. Korábbi vizsgálataink szerint az a mintasűrűség nagy biztonsággal reprezentálja a tábla gyomnövényzetét, ugyanakkor a legkisebb idő- és munka ráfordítással jár. (Reisinger et al. 2003; 2006) A tábla határvonalának birtokában a készülő a táblát 0,5 hektáros cellákra osztotta fel, egy raszter háló segítségével. A háló négyzeteinek középpontjában helyeztük el a mintaterületeinket. A mintaterületek nagysága 2x2 méter. Amennyiben a tábla egyik egyenes oldala sem esne egybe valamelyik fő égtáj (É-D-i, vagy K-NY-i) iránnyal, az AgLeader készülék monitorján elforgattuk a raszter háló vonalait, kiküszöbölve ezzel a tábla szélének „fűrészfogazott” rajzolatát. A mátrix középpontjába helyezett mintapontokat sorszámmal láttuk el, majd meghatároztuk a gyomfelvételezés végrehajtásához szükséges kezdési pontot és a táblán belüli haladási irányt.

Ezt követően a készüléket navigációs funkcióba helyeztük és megkezdtük az első mintahelyen a gyomfelvételezés végrehajtását. A gyomfelvételezést általában a legnagyobb borítottsággal szereplő gyomfajjal kezdtük, majd mindaddig folytattuk, míg a mintaterületen található az összes gyomfaj borítottságát megállapítottuk.

A gyomfajok borítottsági százalékának papír alapon történő rögzítése után az adatok mellé rendeltük a GPS által létrehozott minta sorszámot.

A gyomfelvételezés elvégzésének egyszerű módja az, ha a munkát két fő végzi. Az egyik szakember az egymástól 71 méter távolságban lévő mintapontokra navigál az AgLeader műszer segítségével, míg a másik végzi az éppen aktuális mintatér gyomfelvételezését. A munkamegosztás lényege, hogy a gyomfelvételező szakember a mintahelyek közötti távolságon átgyalogolva 0,1%-os értékkel feljegyezi azokat a gyomfajokat, amelyek nem szerepeltek a mintatérben, de a két mintatér közti területen igen. Ezzel a 0,5 hektárra vonatkozó, áttekintett terület elérheti a 100 m²-t.

A gyomfelvételezések végrehajtása során a legnagyobb problémát az *Apera spica-venti* gyomfaj felületborításának becslése jelentette. E gyomfaj a felvételezés idején, pusztán néhány felálló levéllel rendelkezik, ami nagyon kicsi értéket képvisel felülnézetben a borítottságot illetően. A gyomnövény négyzetméterenként megszámlálása nem lenne kompatibilis a Balázs-Ujvárosi-féle – felületborítottságon alapuló – gyomfelvételezési módszerrel, másrészt a gyomszámlálás időigényes folyamat. A probléma megoldására a következő skála konvertálást hajtottuk végre (1. táblázat).

1. táblázat: Az *Apera spica-venti* darabszám és borítottság konvertálása

Table 1: Conversion of the number of *Apera spica-venti* individuals and its cover %

<i>Apera spica-venti</i> 4 m ² -kénti db. száma	Balázs-Ujvárosi-féle értékszám %-ban
1-2	0,1
3-5	0,62
6-11	1,87
12-24	3,12
25-50	6,25

Meg kell jegyezni, hogy a fenti konvertálás gyors elvégzése nagy gyomfelvételezési gyakorlatot feltételezett. Praktikusan a 3,12% alapesetből való viszonyítást kell a felvételezőnek jól begyakorolnia. A papír alapú bizonylatra rögzített gyomfelvételezési adatokat irodai kö-

rülmények között xls. táblázatba rögzítettük, majd elvégeztük a számunkra fontos feldolgozásokat. A térinformatikai elemzésekhez MS Excel és MS Access szoftverekkel készítettük elő az adatbázisokat. Összerendeztük a terepen mért pontkoordinátákat, valamint a mintavételi helyek adatsorait, végül dBase táblázatokba mentettük az adattáblákat. A térinformatikai elemzésekhez az ESRI ArcView 8.3 alapszoftverét, valamint a ArcGIS Spatial Analyst és az ArcGIS 2D Analyst programkiegészítéseket használtuk. A modellek előállításához az IDW (Inverse Distance Weighting) interpolációs módszert használtuk

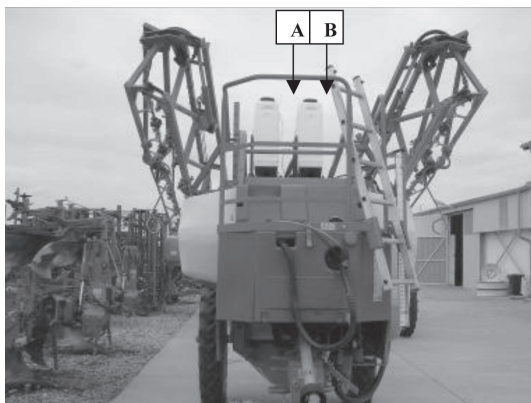
Axial One gyomirtószer

Az Axial One herbicid 45 g/l pinoxaden + 5 g/l floraszulam + 11,25 g/l cloquintocet-mexyl anyagok kombinációjából áll. Engedélyezett dózisa: 0,75- 1,3 l/ha. Felhasználható őszi búza, őszi árpa, tavaszi árpa, rozs, tritikálé kultúrákban (zabban nem) magról kelő egyszikű és magról kelő kétszikű gyomnövények ellen. A készítmény előnye, hogy a kalászosok bokrosodásának kezdetétől a zászlós levél kiterüléséig fenofázisokban lehet alkalmazni. A magról kelő egyszikű gyomnövények 1-3 leveles, szárbaindulás előtti állapotban, a magról kelő kétszikűek 2-4 leveles fenológiában a legérzékenyebbek a készítményre. A szer az acat ellen is mellékhatással rendelkezik, az engedélyezett dózisintervallumon belül a nagyobb dózisban.

A kijuttatás helyspecifikus módszere

A permetező gépre felszereltünk 2 db GPS vezérlésű 70-70 liter űrtartalmú adagoló tartályt, melynek kimenő csővezetékét a permetezőgép szóró-keretébe vezettük. A 2012. évi kísérleteinknél csupán egy adagoló tartályt működtettük, ugyanis nem különböző hatóanyagú készítményeket, hanem egy gyári kombináció (Axial One) helyspecifikus dózis kijuttatását kívántuk megoldani.

Az algoritmus alapján elkészítettük a permetezési utasítást, melyet elektronikus adathordozón AgLeader SMS szoftverrel állítottunk elő és a permetezőgép traktorjának AgLeader Inside fedélzeti számítógépére vittünk fel. A kísérlet során a traktort 2 cm visszatérési pontosságú Trimble RTK állomás jelével irányítottuk. A GPS vevőkészülékkel és robotpilótával ellátott New Holland TS 115 típusú traktor RAU Spidotrain 2800/18 típusú permetezőgépet vontatott (4. ábra).



4. ábra: RAU permetezőre szerelt 2 db. 70 literes adagoló tartály
Figure 4: RAU sprayer equipped with two 70 l tanks

Az adagoló tartály GPS vezérelésű adagolószivattyúja (Injection Pump, Raven Indrusries, Sioux Falls. USA) nemcsak állandó dózis befecskendezésére, hanem 1-40-szeres dózis-változtatásra is programozható. Az „A” tartályba folyékony, kereskedelmi forgalmú Axial One herbicidet töltöttünk. A betöltött mennyiség 27,45 l volt, amit a helyspecifikus kijuttatási program előre kiszámított. A RAU permetezőgép tartályában lévő vízhez Stabilan SL (klórmekvát) szárszilárdítót szert adagoltunk. A permetezőgépet úgy programoztuk be, hogy hektáronként 300 liter vizet permetezzen ki 2 l/ha Stabilan SL dózisával. A traktor folyamatosan juttatta ki a szárszilárdítót tartalmazó permetlevet és amikor olyan cellába ért, ahol az algoritmus alapján működni kellett, bekapcsolt és az előre meghatározott dózisban jutatta ki az Axial One herbicidet.

Az algoritmus elveit az alábbiakban ismertetjük:

Általános és első elvként mérlegeltük a gyomnövények puszta jelenlétét, ugyanis a borítottság rendkívül alacsony volt. Az alábbi eseteket tartalmzták az algoritmusok:

- a) nem kapcsol be az Axial One-t tartalmazó adagoló tartály, ha az xls. táblázat megfelelő sorában nincs előforduló gyomnövény, tehát a mintaterület és a két mintaterület közti távolság gyommentes.
- b) amennyiben az *Apera spica venti* borítottsága 1,87%-nál kisebb, de kísérő gyomnövényként megtalálhatók (és/vagy viszonylatban) a *Veronica hederifolia*, a *Matricaria inodora*, a *Galium aparine*, a *Papaver rhoeas*, abban az esetben a dózist 1 l/ha-ban állapítottuk meg.
- c) amennyiben az *Apera spica venti* borítottsága 1,87%-nál nagyobb (és/vagy) előfordulnak a cellában a b. pontban megnevezett gyomfajok a dózist 1,3 l/ha-ban határoztuk meg.

A precíziós gyomszabályozási kísérletek esetében nehéz a kontroll parcellák kezelése, emiatt azt a módszert választottuk, hogy a b) és a c) pontokban meghatározott szabályoktól szándékosan eltérő kezelést adtunk, majd aratás előtt GPS-el visszatérve a cellába kiértékeljük az algoritmus szabályaitól eltérő módon kezelt cellákat.

Így a 25, 26, 27, 28, 30, és a 43. sorszámú kezelési egységen a 3,12%-os *Apera spica venti* borítottságnál 0,8 l/ha-os dózis alkalmaztunk, a 9, 11, 13, 61 és a 65. cellákon ugyan-csak 3,12%-os *Apera spica venti* borítottságnál 1 l/ha dózist.

Eredmények

A gyomfelvételezés kiértékelése

A gyomfelvételezésről készített xls. táblázatot teljes terjedelmében az alábbiakban ismertetjük (2. táblázat).

Table 2: Weed cover characterized with square informatics signs

[illegible]

A fenti xls. táblázat szerint az Orci 42 táblára az alábbi gyomviszonyok jellemzőek (3. táblázat).

3. táblázat: Az „Orci 42” jelű táblán előforduló gyomfajok dominancia és gyakorisági értékei
Table 3: Values of dominance and frequency on „Orci 42” wheat table

Gyomnövény neve	Átlagos borítottsági %	Gyakorisági %	Életforma
<i>Veronica hederifolia</i>	0,825	26	T ₁
<i>Apera spica-venti</i>	0,642	42	T ₂
<i>Matricaria inodora</i>	0,210	6	T ₂
<i>Consolida regalis</i>	0,044	8	T ₂
<i>Galium aparine</i>	0,019	5	T ₂
<i>Viola arvensis</i>	0,013	6	T ₂
<i>Stellaria media</i>	0,007	1	T ₁
<i>Papaver rhoeas</i>	0,007	1	T ₂
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,004	4	T ₁
<i>Thlaspi arvense</i>	0,001	1	T ₂
Összesen:	1,777	100	

A fenti táblázatból egyértelműen látható, hogy kora tavasszal igen kismértékű gyomosodást rögzítettünk (1,777%). Ez nem különös, ugyanis az őszi búza jó gyomelnyomó képességű kultúra és ez a tulajdonsága már ősszel is megnyilvánul.

Hozzá kell tenni azonban azt, hogy a gyomelnyomó képesség csak egyenletes, kellően sűrű és jó kondícióban lévő búzatábla esetén áll fenn. A Farkas Kft-ben 6 éve történik precíziós növénytermesztés (helyspecifikus tápanyag ellátással) igen jó minőségű talajműveléssel, vetéssel és fokozattal rendelkező fajtákkal. A korábbi évek tapasztalatai alapján az eddig elvégzett búza gyomfelvételezések táblaeredményei egy esetben sem haladták meg az 5%-os gyomborítottságot.

A borítottságban ez első helyezést a *Veronica hederifolia* érte el, mely gyomnövény T₁-es életforma csoportba tartozása miatt nem jelenthet terméslimitáló tényezőt a búzában.

A dominancia viszonyokon túlmenően érdemes áttekinteni a gyomfajok gyakorisági (frekvencia) értékeit is. A gyakorisági % azt fejezi ki, hogy a felvételezések hány százalékában volt megtalálható az adott gyomfaj a táblán. Általában nem a legnagyobb borítottságot mutató gyomfaj a leggyakoribb. A mi esetünkben is látható, hogy a leggyakoribb faj a széltippán, amely a mintahelyek 42%-án volt megtalálható. Sok esetben nem a dominancia (borítottsági %), hanem a dominancia és frekvencia együttes értékelése ad valós képet a tábla gyomviszonyairól.

Az életforma csoportok közül a T₁-es és a T₂-es csoportokba tartozó fajok szerepeltek a táblán.

A felvételezett gyomfajok száma mindössze 10 db volt.

Kezelési utasítás

A kezelési utasítás a 70. oldalon ismertetett algoritmus szerint történt. A cellaszámhoz rendeltük az X (Longitude) és Y (Latitude) hely azonosítókat, majd ezen kezelési egységekhez rendeltük a dózisokat.

A kezelési utasítás már elektronikus adathordozón kerül a traktor fedélzeti számítógépére és ettől a ponttól kezdve a folyamat teljesen automatikus vezérléssel történik.

Eredmények értékelése

A kiértékeléseket 2012. június 28-án, a búza tervezett betakarítása előtti napokban végeztük el.

A kiértékelés módszere: a táblát felkeresve az AgLeader eszközzel beazonosítottuk a tavaszi gyomfelvételezések helyeit és az ahhoz tartozó 0,5 ha kiterjesztésű kezelési egységeket (cellákat). Részletes gyomfelvételezést nem végeztünk, elsősorban a széltippan előfordulására koncentráltunk. A gyomnövény jól észrevehető, hiszen bugái a kalászsínt felett helyezkedtek el.

A tábla bejárása során az alábbi megállapításokat tettünk:

1. Egyáltalán nem találtunk széltippan az 1 l/ha és az 1,3 l/ha –val kezelt területeken, függetlenül attól, hogy milyen mértékű volt a gyomfaj borítottsága.
2. Az Axial One 0,8 l/ha-val kezelt egységeken (általunk előállított sajátos kontroll) területeken az alábbiak szerint fordult elő a széltippan (4. táblázat).

4. táblázat: A 3,12% *Apera spica-venti* gyomborítottságnál alkalmazott 0,8 l/ha Axial One után megmaradt bugák (aratás előtt értékelve)

Table 4: Number of remaining *Apera spica-venti* panicles at a weed cover of 3.12% after Axial One herbicide treatment (evaluation happened directly before harvesting)

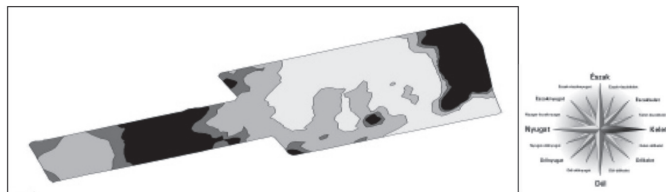
Cella száma	<i>Apera spica-venti</i> átlagos buga szám/4 m ²	Szórás
25	8,5	0-17
26	3	0-7
27	6,7	0-16
28	5	0-10
30	4,7	0-8
43	8	0-16
Átlag	6	

A 3,12%-os borítású *Apera spica-venti* (12-24 db/4 m²) (lásd 1. táblázat) borítottságnál kijuttatott 0,8 l/ha Axial One egyharmadára csökkentette le az APESV tömegét. A szórási adatokból arra a következtetésre juthatunk, hogy voltak teljesen mentes mintateretek is. A tapasztalat alapján elmondható, hogy a gyomnövény szárbaindulását követően, vagy erős gyomosodás esetén a magasabb, 1,0 l/ha –os dózis kijuttatása javasolt.

Az egyéb gyomfajokra gyakorolt hatása a készítménynek kiváló, a tábla az aratás idején teljesen gyommentesnek bizonyult.

Kissé bizonytalanok vagyunk a *Veronica hederifolia* elleni hatást illetően. Sajnos arra nem volt lehetőségünk, hogy a hatáskifejlődést és tünettant közvetlenül a kezelés után tanulmányozzuk. A hatóanyagok ismerete alapján azonban elmondhatjuk, hogy a készítmény ezen gyomnövény ellen nem ad üzemileg elfogadható eredményt.

Összességében megállapítható, hogy az „Orci 42” jelű táblán 1l/ha közép dózist feltételezve a 42 literrel szemben 27,45 liter Axial One készítményt használtunk fel, mely teljes gyommentesség mellett 35%-os szermegtakarítást eredményezett. A helyspecifikus kijuttatásról készült dokumentációt a kalibrációval együtt az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra: Precíziós gyomirtás végrehajtásának dokumentuma (Axial One)
 Figure 5: Documentation of precision weed management (Axial One)

Irodalom

- Béres I. (1998): Nagy széltíppan. In: Csibor I. – Hartmann F. – Princzinger G. – Radvány B. (szerk), Veszélyes 24. Mezőföldi Agrofórum Kft. pp.125-129.
- Gerhards, R. – Sökefeld, M. – Timmermann, C. – Krohmann, P. – Küchbach, W. (2000): Precision weed control – more than just saving herbicides. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 17: 179-186.
- Nordmeyer, H. (2006): Teilflächenunkrautbekämpfung im Rahmen des Reduktionsprogramms chemischer Pflanzenschutz. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 20: 165-172.
- Novák R. – Dancza I. – Szentey L. – Karamán J. (2009): Magyarország szántóföldjeinek gyomnövényzete. FVM. Budapest pp. 15-19
- Reisinger, P. – Németh, L. – Pomsár, P. – Páli, O. – Kuroli, M. – Ősz, F. (2006): Model experiment for optimising the number of weed survey sample areas. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft 20: 249-254
- Kőmives T. – Nagy S.(2003): A gyomfelvételezés mintasűrűségére vonatkozó vizsgálatok a precíziós gyomszabályozás tervezéséhez. Növényvédelem. 39. (9): 413-419.
- Ujvárosi M. (1973): Gyomnövények mezőgazdasági Kiadó. Budapest pp. 767-769.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Farkas László okl. agrárközgazdásznak, hogy kísérletünk elvégzéséhez a feltételeket biztosította és hasznos tanácsokkal látott el bennünket.

A szerzők címe – Address of the authors:

Reisinger Péter – Farkas Balázs – Kukorelli Gábor

Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
 Mosonmagyaróvár, 9200 Mosonmagyaróvár. Vár 2.

E-mail: reisinge@mtk.nyme.hu

farkaskft@freemail.hu

kukorelli.gabor@gmail.com

Inváziós növényfajok Magyarországon

Szerkesztette: CSISZÁR ÁGNES

Több mint harminc társszerző aktív közreműködésével, a Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó gondozásában 2012-ben az Új Széchenyi Terv támogatásával jelent meg az „Inváziós növényfajok Magyarországon” című szakkönyv.

Az invázió jelensége az élet szinte valamennyi területén érezteti hatását. Az inváziós un. özőnfajok (invasive alien plants) száma a hazai flórában való %-os részarányukat tekintve elenyésző, fajszaúuk „viszonylagos” szegénységét (a hazai flóra mindössze 3%-a özőnfaj, míg a neofitonok közül 10%) azonban jelentősen „ellensúlyozák” azok a rendkívül káros hatások, amelyeket jelenlétükkel kifejteneú. Ezek közűl a legfontosabbak: természetes életközösségek ökológiai egyensúlyának és a genetikai diverzitásnak a veszélyeztetése, tájromboló hatás, humánegészségügyi problémák (lsd. parlagfű, parlagi rézgyom pollenallergia!), gazdasági károk a mezőgazdaságilag művelt területeken („özőngyomok”).

Mindezek mellett közvetett kártételük abban nyilvánul meg, hogy számos jelentős gazdasági károúat okozó növényi károsítók (kártévők, kórokozók) alternatív gazdáiként e károsítók rezervoárjai lehetnek, ezért elsődleges fertőzési forrásként jelentős szerepük lehet a kultúrnövények megbetegedésében.

Az import felendűlése, a határoúk nyitottságának növekedése (utazás, turizmus, nemzetközi kereskedelem fokozódása), a legtöbb özőnfaj természetes károsítóinak hiánya, a globális felmelegedés, valamint az ökológiai és zöld folyosók szerepe (pl. természetes és mesterséges vízfolyások, hullámterek, gátak, utak, vasutak, erdősávok) mind olyan tényezők, amelyek fontosak e fajok gyors elterjedésében és nagyarányú térfoglalásában, ezért ez a téma nemcsak a hazai, de a nemzetközi kutatásokban kiemelt szerepet játszik.

A könyv első részében a szerzők ismertetik a növényi invázióval kapcsolatos alapfogalmakat és e jelenséghez kapcsolódó hazai és nemzetközi aktivitást.

Domináns része a könyvnek a hazai, legfontosabb inváziós fás- és lágyszárú növényfajok részletes jellemzése. A fajok kiválasztásának alapjául a már korábban megjelenő „Özőn-



növények” c. könyv nyújtott hatékony segítséget. Balogh Lajos, Botta-Dukát Zoltán és Dancza István szakmai segítségének köszönhető, hogy összeállt a könyvben szereplő fajlista. A szerzők figyelembe vették azt is, hogy a növényfajok inváziós besorolása idővel változhat. E könyvben összesen 74 fajt (taxont) mutatnak be a szerzők. Minden faj leírása a taxonómiai, morfológiai jellemzéssel kezdődik, majd az egyes inváziós fajok életciklusának, nemzetközi és hazai elterjedésének leírásával folytatódik. Végül az egyes fajokat jellemző szerzők ismertetik a fajok ökológiai igényeit, természetvédelmi és gazdasági jelentőségüket. A fajok jellemzése a fajokra jellemző legrelevánsabb hazai és nemzetközi szakirodalom felsorolásával zárul. A könyv szakmai értékét nagymértékben emelik az egyes fajokról készült, kiváló minőségű színes fotók és a fajok hazai előfordulását ábrázoló térképek.

A könyvet a növényi invázió iránt érdeklődő botanikusok, természetvédelmi és agrárszakemberek részére ajánljuk, de a hazai agrár és természetvédelmi felsőoktatásban résztvevő hallgatók számára is fontos ismereteket nyújt.

A könyv korlátozott példányszámban még elérhető, az érdeklődők Csizsár Ágnessel vehetik fel a kapcsolatot (keresztlapu@emk.nyme.hu).

Kazinczi Gabriella

Herbicid-toleráns kultúrnövények gyomszabályozása, és helyük Magyarország növénytermesztési szerkezetében

KUKORELLI GÁBOR

Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

Az első gyomirtó szer rezisztens gyom biotípusok megjelenését követően a kutatók elkezdtek foglalkozni azzal, hogy a gyomirtás hatékonyságának növelése céljából herbicid-toleráns (HT) kultúrnövényeket hozzanak létre. A dolgozat a Magyarországon termesztett, nem transzgénikus úton előállított HT kultúrnövények tárgykörét szabadföldi körülmények között vizsgálja.

A napraforgó gyomirtási technológiát értékelő kísérleteink során a herbicid toleráns napraforgókban a nem toleráns hibridekben alkalmazott technológiát jóval felülmúló, széleskörű hatást tudtunk elérni, többek közt kiemelkedő eredményt kaptunk az *Ambrosia artemisiifolia* ellen is. A gyomirtás az egyszeri posztemergens kezelés alkalmazásakor egyaránt sikeresnek mutatkozott. A sorköz mechanikai ápolása minden esetben javította a hatékonyságot. A HT technológiák legfőbb előnye a biztos hatásban és a rugalmas alkalmazhatóságban fogalmazható meg. Az IMISUN és a heterozigóta tribenuron-metil toleráns (vagy SU) hibrideken a kezelések következtében átmeneti fitotoxikus tünetek alakultak ki. Az új fejlesztésű imidazolinon ellenálló (CLHA-Plus, Pioneer IMI) változatoknál azonban már ez a jelenség nem volt látható. Emellett, a „homozigóta” SU napraforgók is nagyfokú ellenállóságot mutattak a tribenuron-metil-lel szemben, többek közt a herbicid emelt dózisa, a tifenszulfuron-metil, illetve a graminicidekkel történő együttes kijuttatás sem váltott ki károsodást rajtuk (ellentétben a „heterozigóta” SU hibriddel). Felméréseink során azt tapasztaltuk, hogy a napraforgó termesztését követő harmadik évben az árvelésű napraforgó még a gyomflóra meghatározó eleme, de a 4. és főként az 5. évre csökken a területfoglalása. A herbicid ellenállóság a napraforgó utókezelésekben is kifejeződik. Kísérleteink bizonyították, hogy a különböző AHAS-gátló készítményekkel szemben az IMISUN alacsonyabb, az SU árvelések viszont széles körű keresztrezisztenciával rendelkeznek. Ezzel ellentétben, a CLHA-Plus vonalak kizárólag az imazamox hatóanyaggal szemben ellenállóak. Az utóveteményben alkalmazott gyomirtási technológia során erre minden esetben figyelemmel kell lenni.

A cikloxiidim toleráns (CT) kukorica termesztésekor, a magról kelő fajok elleni védekezésnél abban az esetben kaptuk a legjobb hatást, amikor a kétszikűekkel szemben a kukorica 3-4 levélfejléttségénél kezeltünk, az egyszikűek ellen pedig a késői posztemergens alkalmazásmódot választottuk. A cikloxiidim a *Poaceae* fajokat nagy hatékonysággal irtotta, a fejlettebb példányoknál is teljes pusztulás alakult ki. A graminicid felhasználásával egyaránt hatékonyan védekezünk a *Cynodon dactylon* és a *Phragmites australis* ellen. A *Sorghum halepense* gyomfajt az osztott (korai majd késői posztemergens) kezelés alkalmazásával kiemelkedő hatékonysággal irtottuk. A CT kukorica rendkívül ellenállónak bizonyult a cikloxiidimmel szemben, a herbicid többszörös dózisa sem károsította. Ellenben, a

más ACCáz-gátló herbicidek ellen csak részleges keresztrezisztenciát mutatott, így azok nem használható fel az állományában.

Az imidazolinon toleráns őszi káposztarepcében az imazamox felhasználásával az egy- és kétszikű fajokkal szemben egyaránt jó hatást értünk el. A technológia legfőbb előnye, hogy nagy hatékonysággal tudtunk fellépni a *Cruciferae* gyomfajokkal szemben is. Mindemellett, rugalmas gyomirtási lehetőséget biztosít, ugyanis a hatás az őszi és a kora tavaszi posztemergens kijuttatás alkalmával egyaránt megfelelő volt. A kultúrnövény károsodása egyik kezelés esetében sem jelentkezett.

TABLE OF CONTENTS

MEMORY

PÉTER REISINGER

Prof. Dr. Miklós Ujvárosi was born 100 years ago	3
--	---

REVIEW

GÁBOR KUKORELLI

Application of weed control technology in maize which based on herbicide tolerance in order to eradicate the monocotyledonous weed species	5
--	---

WEED BIOLOGY AND ECOLOGY

LÁSZLÓ MAGYAR – GERGELY KIRÁLY

Additions to the knowledge of the <i>Panicum miliaceum</i> -aggregate in Hungary	29
--	----

TECHNOLOGY

GÁBOR KUKORELLI

Chemical weed management of imidazolinone and tribenuron-methyl tolerant sunflowers volunteers in soybean	41
---	----

KÁLMÁN TÓTH – KATINKA BLAZSEK – GÁBOR MILICS – ATTILA JÓZSEF KOVÁCS –

FERENC KAJDI – GYULA PINKE – PÉTER REISINGER – BALÁZS FARKAS

Postemergence weed control experiment in alkaloid poppy	51
---	----

PÉTER REISINGER – BALÁZS FARKAS

Precision weed control with Axial One herbicide in winter wheat	63
---	----

BOOK REVIEW

ÁGNES CSISZÁR (EDS)

Invasive plant species in Hungary	75
---	----

PHD THESIS

GÁBOR KUKORELLI

Weed management of herbicide tolerant crops, and their position in the Hungarian crop production system	77
---	----

TARTALOM

EMLÉKEZET

REISINGER PÉTER

100 éve született Dr. Ujvárosi Miklós	3
---	---

SZEMLE

KUKORELLI GÁBOR

Herbicid-toleranciára épülő kukorica gyomirtási technológia alkalmazása az egyszikű gyomfajok visszaszorítására	5
--	---

GYOMBIOLÓGIA ÉS ÖKOLÓGIA

MAGYAR LÁSZLÓ – KIRÁLY GERGELY

Kiegészítések a <i>Panicum miliaceum</i> L. alakkörének ismeretéhez	29
---	----

TECHNOLÓGIA

KUKORELLI GÁBOR

Imidazolinon és tribenuron-metil toleráns napraforgó árvakelések vegyszeres gyomirtási lehetőségei szójában	41
--	----

TÓTH KÁLMÁN – BLAZSEK KATINKA – MILICS GÁBOR – KOVÁCS ATTILA JÓZSEF –

KAJDI FERENC – PINKE GYULA

Posztemergens gyomirtási kísérlet alkaloida mákvetésben	51
---	----

REISINGER PÉTER – FARKAS BALÁZS

Precíziós technológiával végzett gyomirtási kísérlet őszi búzában Axial One herbiciddel	63
--	----

KÖNYVISMERTETŐ

CSISZÁR ÁGNES (SZERK.)

Inváziós növényfajok Magyarországon	75
---	----

PHD VÉDÉS

KUKORELLI GÁBOR

Herbicid-toleráns kultúrnövények gyomszabályozása, és helyük Magyarország növénytermesztési szerkezetében	77
--	----