

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

KUKORELLI GÁBOR

**MOSONMAGYARÓVÁR
2012**

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM MEZŐGAZDASÁG- ÉS
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
MOSONMAGYARÓVÁR**

Növénytermesztési Intézet

**„Precíziós növénytermesztési módszerek” alkalmazott
Növénytudományi Doktori Iskola**

Doktori Iskola Vezető:
Prof. Dr. Neményi Miklós
egyetemi tanár, az MTA levelező tagja

Készült a „*Növényvédelmi módszerek és növénykezelések precíziós
termelésorientált integrálása*” program keretében

Programvezető:
Prof. Dr. habil Reisinger Péter CSc
egyetemi tanár

Témavezető:
Prof. Dr. habil Reisinger Péter CSc
egyetemi tanár

**HERBICID-TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK
GYOMSZABÁLYOZÁSA, ÉS HELYÜK MAGYARORSZÁG
NÖVÉNYTERMESZTÉSI SZERKEZETÉBEN**

Készítette:
Kukorelli Gábor

Mosonmagyaróvár
2012

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

Írta: Kukorelli Gábor

Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és
Élelmiszertudományi Kar, Precíziós növénytermesztési módszerek
Növénytudományi Doktori Iskolája, Növényvédelmi módszerek és
növénykezelések precíziós termelésorientált integrálása programja keretében

Témavezető: Prof. Dr. habil Reisinger Péter CSc

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton 100 % -ot ért el,

Mosonmagyaróvár,.....

a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Bíráló neve: Dr. igen /nem

(aláírás)

Bíráló neve: Dr. igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Mosonmagyaróvár,.....

a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

Az EDT elnöke

HERBICID-TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK GYOMSZABÁLYOZÁSA, ÉS HELYÜK MAGYARORSZÁG NÖVÉNYTERMESZTÉSI SZERKEZETÉBEN

Kivonat

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 tudunk 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 tifenzulfuron-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 árvakelésű napraforgó még a gyomflóra meghatározó eleme, de a 4. és főként az 5. évre csökken a

területfoglalása. A herbicid ellenállóság a napraforgó utókelésekben is kifejeződik. Kísérleteink bizonyították, hogy a különböző AHAS-gátló készítményekkel szemben az IMISUN alacsonyabb, az SU árvalékések viszont széles körű keresztrezisztenciával rendelkeznek. Ezzel ellentétben, a CLHA-Plus vonalak kizárólag az imazamoxsal szemben ellenállóak. Az utóveteményben alkalmazott gyomirtási technológia során erre minden esetben figyelemmel kell lenni.

A cikloxidim 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 levélfejlétségénél kezeltünk, az egyszikűek ellen pedig a késői posztemergens alkalmazásmódot választottuk. A cikloxidim a *Poaceae* fajokat nagy hatékonysággal irtotta, a fejlettebb példányoknál is teljes pusztulás alakult ki. A graminicid felhasználásával egyaránt hatékonyan védekeztünk 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 ellenállóan bizonyult a cikloxidimmel szemben, a herbicid többszörös dózisa sem károsította. Ellenben, a más ACCáz-gátló herbicidek ellen csak részleges kereszt rezisztenciát 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 elsődleges előnye, hogy nagy hatékonysággal tudunk 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.

WEED MANAGEMENT OF HERBICIDE TOLERANT CROPS, AND THEIR POSITION IN THE HUNGARIAN CROP PRODUCTION SYSTEM

Abstract

After the first appearance of herbicide resistant weed biotypes researchers started developing herbicide-tolerant (HT) crops in order to increase the herbicide efficacy. The dissertation examines the non-transgenic herbicide-tolerant crops in field studies which are cropped in Hungary.

The experiments which estimated the different sunflower weed control technologies showed that herbicide-tolerant systems gave a much better effect than technologies what were applied in non-tolerant hybrids. Moreover, they were extremely effective against *Ambrosia artemisiifolia*. The weed control was also successful, when we applied one post-emergent treatment. The inter-row cultivation improved the efficacy in all cases. The capital advantages of the herbicide-tolerant systems are the certain impact and the flexible adaptability. Temporary visual phytotoxicity symptoms evolved on the IMISUN and the heterozygote tribenuron-methyl-tolerant (or SU) hybrids after the treatments. However, we did not see this phenomenon on the newly improved imidazolinon-tolerant sunflowers (CLHA-Plus, Pioneer IMI). In addition, the tolerances of the homozygote SU hybrids were higher, because they did not damage in spite of the treatments of the increased dose of tribenuron-methyl, the tribenuron-methyl + thifensulfuron-methyl and the tribenuron-methyl + graminicides (in contrast to the heterozygote SU hybrid).

We found in our study, that sunflower volunteer is dominant weed species, and it germinates intensively in the fields after growing the sunflower even after the third year. Nevertheless, its importance decreased during the fourth and mainly the fifth year after sunflower cropping. The property of herbicide resistance

remains in sunflower volunteers, too. Our experiments indicated that the IMISUN plants have lower, but the SU volunteers have more widespread cross-resistance to the different AHAS-inhibitors. In contrast, the CLHA-Plus varieties are only resistant to the imidazolinones. Growers have to pay attention to these results in the weed management system of the subsequent crops.

We received the best weed control effect on the annual weed species in the cycloxydim-tolerant (CT) maize, when we sprayed the herbicide against dicotyledons (bentazone + dicamba) at the three-four leaf stage of the maize. Besides, we chose the late post-emergent application against the monocotyledon species. Cycloxydim proved to be extremely effective against the *Poaceae* species, it killed also the developed plants and no regrowth was observed with any species. In addition, the usage of this graminicide gave excellent weed control activity against *Cynodon dactylon* and *Phragmites australis*. Additionally, we could eradicate *Sorghum halepense* prominently with the application of shared treatment (early then late post-emergent). Our results confirm that CT maize have great tolerance to cycloxydim, because it was not damaged by the multiple rate of the herbicide. Contrary, the CT maize showed only partially cross resistance to other ACCase inhibitors, so no other types of them can be used to perform chemical weed control in CT maize.

The application of imazamox offers a good solution for the eradication of both monocot and dicot weed species in imidazolinon-tolerant (IMI) winter rape. The primary advantage of this technology is that we can carry out effective weed control against the *Cruciferae* weeds, as well. Nevertheless, the technology ensures a flexible weed management system, since the weed killer effect was convenient along the autumn and the early spring applications, too. Neither treatments caused visual damage on the crop.

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|-----------|
| 1. BEVEZETÉS | 12 |
| 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS | 15 |
| 2. 1. A HERBICID ELLENÁLLÓSÁG JELENTÉSE, TÍPUSAI | 15 |
| 2. 2. HERBICID-TOLERÁNS (HT) KULTÚRNÖVÉNYEK | 16 |
| 2. 3. AZ AHAS-GÁTLÓ HERBICIDEKKEL SZEMBEN TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK | 20 |
| 2. 3. 1. A hidroxiecetsav-szintáz (AHAS) enzim | 20 |
| 2. 3. 2. Az AHAS-gátló herbicidok | 22 |
| 2. 3. 3. Az AHAS-gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia | 24 |
| 2. 3. 4. Az AHAS-gátló herbicidekkel szemben toleráns kukorica (IMI és SUMO kukoricák) | 29 |
| 2. 3. 5. Az AHAS-gátló herbicidekkel szemben toleráns napraforgó | 30 |
| 2. 3. 5. 1. A napraforgó gyomszabályozásának nehézségei | 30 |
| 2. 3. 5. 2. Az imidazolinon-toleráns (IMI) napraforgó | 33 |
| 2. 3. 5. 3. A tribenuron-metil-toleráns (SU) napraforgó | 35 |
| 2. 3. 6. Az AHAS-gátló herbicidekkel szemben toleráns repce | 36 |
| 2. 3. 6. 1. A repce gyomszabályozásának nehézségei | 36 |
| 2. 3. 6. 2. Az imidazolinon- toleráns (IMI) repce | 38 |
| 2. 4. ACCáz-GÁTLÓ HERBICIDEKKEL SZEMBEN TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK | 39 |
| 2. 4. 1. Az Aceti- CoA-karboxiláz (ACCáz) enzim | 39 |
| 2. 4. 2. Az ACCáz-gátló herbicidok és szelektivitásuk | 41 |
| 2. 4. 3. Az ACCáz-gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia | 42 |
| 2. 4. 4. Az ACCáz-gátló herbicidekkel szemben toleráns kukorica | 46 |
| 2. 4. 4. 1. A kukorica gyomszabályozásának nehézségei, az egyszikű fajokkal szembeni védekezés | 46 |
| 2. 4. 4. 2. A ciklozidim-toleráns (CT) kukorica | 52 |
| 2. 4. 4. 3. Az ACCáz-gátló herbicidekkel szemben toleráns szemes cirok | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 2. 5. A HERBICID TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK TERMESZTÉSÉNEK KOCKÁZATAI | 53 |
| 2. 5. 1. A gyomosító napraforgó jelentősége a herbicid-toleráns kultúrváltozatainak termesztése kapcsán | 54 |
| 3. ANYAG ÉS MÓDSZER | 59 |
| 3. 1. HERBICID-TOLERÁNS (IMI ÉS SU) NAPRAFORGÓ | 59 |
| 3. 1. 1. A HT és a nem HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata (2008, 2009, 2011) | 59 |
| 3. 1. 2. A HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata az <i>Ambrosia artemisiifolia</i> -val (parlagfű) szemben (2008, 2009, 2011) | 64 |
| 3. 1. 3. Az IMI toleráns napraforgó gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Cirsium arvense</i> -vel (mezei acat) szemben (2008) | 65 |
| 3. 1. 4. Fitotoxicitás vizsgálatok a nem herbicid toleráns és az IMI toleráns napraforgókban (2008, 2009, 2011) | 66 |
| 3. 1. 5. Fitotoxicitás és herbicid keverhetőség vizsgálatok a tribenuron-metil toleráns („heterozigóta” és „homozigóta”) napraforgóban (2009, 2011) | 67 |
| 3. 1. 6. Precíziós gyomirtási technológiák alkalmazhatóságának vizsgálata a napraforgó posztemergens gyomirtásakor (2007, 2011) | 69 |
| 3. 1. 7. A HT napraforgók termesztésének utóvetemény hatása: a herbicid rezisztens árvakelés | 71 |
| 3. 1. 7. 1. Az árvakelésű napraforgó (<i>Helianthus annuus</i>) gyomosításának mértéke napraforgóvetésekben 3-4-5 évvel a napraforgó elővetemény után | 71 |
| 3. 1. 7. 2. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben (2009, 2010, 2011) | 73 |
| 3. 1. 7. 3. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben kukorica kultúrában (2010) | 79 |
| 3. 1. 7. 4. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben napraforgó kultúrában (2011) | 80 |

| | |
|---|------------|
| 3. 1. 7. 5. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseiivel szemben szója kultúrában (2010, 2011) | 81 |
| 3. 1. 7. 5. 1. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseiivel szemben szója kultúrában (2010) | 81 |
| 3. 1. 7. 5. 2. A 2,4-DB felhasználhatóságának vizsgálata a szójában (2011) | 83 |
| 3. 3. 1. 8. Időjárési tényezők a gyomirtási hatékonyság és fitotoxicitás vizsgálatoknál (3.1.1. - 3.1.6. fejezet) | 84 |
| 3. 2. CIKLOXIDIM-TOLERÁNS KUKORICA | 86 |
| 3. 2. 1. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata magról kelő egy- és kétszikű fajokkal szemben (2009, 2010, 2011) | 86 |
| 3. 2. 2. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Cynodon dactylon</i> (csillagpázsit) és több magról kelő egyszikű gyomfajjal szemben (2009, 2010) | 88 |
| 3. 2. 3. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Phragmites australis</i> -sal (nád) szemben (2009) | 89 |
| 3. 2. 4. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Sorghum halepense</i> -vel (fenyércirok) szemben (2010, 2011) | 91 |
| 3. 2. 5. Fitotoxicitás és keresztrezisztencia vizsgálatok a CT kukoricában (2010, 2011) | 92 |
| 3. 2. 6. Időjárési adatok a gyomirtási hatékonyság vizsgálatokhoz, Győr | 95 |
| 3. 3. IMIDAZOLINON-TOLERÁNS ŐSZI KÁPOSZTAREPCE | 96 |
| 3. 3. 1. Az IMI repce gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata (2009-2010, 2010-2011) | 96 |
| 3. 3. 2. Fitotoxicitás vizsgálatok az IMI toleráns repcében | 98 |
| 3. 3. 3. Időjárési adatok a vizsgálatokhoz | 99 |
| 4. EREDMÉNYEK | 100 |
| 4. 1. HERBICID-TOLERÁNS (IMI ÉS SU) NAPRAFORGÓ | 100 |
| 4. 1. 1. A HT és a nem HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata (2008, 2009, 2011) | 100 |

| | |
|--|-----|
| 4. 1. 2. A HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata az <i>Ambrosia artemisiifolia</i> -val (parlagfű) szemben (2008, 2009, 2011) | 109 |
| 4. 1. 3. Az IMI toleráns napraforgó gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Cirsium arvense</i> -vel (mezei acat) szemben (2008) | 111 |
| 4. 1. 4. Fitotoxicitás vizsgálatok a nem HT és az IMI toleráns napraforgókban | 113 |
| 4. 1. 5. Fitotoxicitás és herbicid keverhetőség vizsgálatok a tribenuron-metil-toleráns („heterozigóta” és „homozigóta”) napraforgóban | 115 |
| 4. 1. 6. Precíziós gyomirtási technológiák alkalmazhatóságának vizsgálata a napraforgó posztemergens gyomirtásakor (2007, 2011) | 120 |
| 4. 1. 7. A HT napraforgók termesztésének utóvetemény hatása: a herbicid rezisztens árvelés | 123 |
| 4. 1. 7. 1. Az árvelésű napraforgó (<i>Helianthus annuus</i>) gyomosításának mértéke napraforgóvetésekben 3-4-5 évvel a napraforgó elővetemény után | 123 |
| 4. 1. 7. 2. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árveléseivel szemben (2009, 2010, 2011) | 134 |
| 4. 1. 7. 3. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árveléseivel szemben kukorica kultúrában (2010) | 155 |
| 4. 1. 7. 4. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árveléseivel szemben napraforgó kultúrában (2011) | 158 |
| 4. 1. 7. 5. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árveléseivel szemben szója kultúrában (2010, 2011) | 161 |
| 4. 1. 7. 5. 1. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árveléseivel szemben szója kultúrában (2010) | 161 |
| 4. 1. 7. 5. 2. A 2,4-DB felhasználhatóságának vizsgálata a szójában (2011) | 164 |
| 4. 2. CIKLOXIDIM-TOLERÁNS KUKORICA | 167 |

| | |
|---|------------|
| 4. 2. 1. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata magról kelő egy- és kétszikű fajokkal szemben (2009, 2010, 2011) | 167 |
| 4. 2. 2. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Cynodon dactylon</i> (csillagpázsit) és több magról kelő egyszikű gyomfajjal szemben (2009, 2010) | 173 |
| 4. 2. 3. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Phragmites australis</i> -sal (nád) szemben (2010) | 176 |
| 4. 2. 1. 4. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a <i>Sorghum halepense</i> -vel (fenyércirok) szemben (2010, 2011) | 178 |
| 4. 2. 5. Fitotoxicitás és keresztrezisztencia vizsgálatok a CT kukoricában (2010, 2011) | 181 |
| 4. 3. IMIDAZOLINON-TOLERÁNS ŐSZI KÁPOSZTAREPCE | 186 |
| 4. 3. 1. Az IMI repce gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata (2009-2010, 2010-2011) | 186 |
| 4. 3. 2. Fitotoxicitás vizsgálatok az IMI toleráns repcében | 191 |
| 5. KÖVETKEZTETÉSEK | 192 |
| 5. 1. HERBICID-TOLERÁNS (IMI ÉS SU) NAPRAFORGÓ | 192 |
| 5. 1. 1. A HT napraforgó gyomirtási technológiák | 192 |
| 5. 1. 2. A HT napraforgó termesztés utóvetemény hatása | 195 |
| 5. 2. CIKLOXIDIM-TOLERÁNS KUKORICA | 298 |
| 5. 3. IMIDAZOLINON-TOLERÁNS ŐSZI KÁPOSZTA REPCE | 200 |
| 6. ÖSSZEFOGLALÁS | 202 |
| 7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK | 208 |
| KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS | 211 |
| IRODALOMJEGYZÉK | 212 |
| MELLÉKLETEK | 245 |

1. 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 növényvédőszer) (Pimentel 2009).

Közismert tény, hogy a növénytermesztésben a termés csökkentő 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 szintjére. Az azóta eltelt időszakban számos hatóanyagcsaládot ill., hatóanyagot állítottak elő, melyek különböző kultúrák gyomirtó szerei. A herbicid kifejlesztés fő célja, hogy a készítmények a gyomflóráját elpusztítsák anélkül, hogy a kultúrnövényt károsítsák. Több esetben a bevezetett szerek használata egy kompromisszumon alapul, miszerint mi az a kultúrnövény károsodás, amit elviselünk 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 egyensúlyokat a természet- és gyomnövények között (Borhidi 2003). A fajok száma lecsökkent, felértékelődtek a herbicideket jól tűró és/vagy egyéb kedvező fejlődésbeli (mély rétegekből csírázó, gyors kezdeti fejlődés stb.) tulajdonságokkal rendelkező gyomok szerepe (Pinke - Pál 2005). Több veszélyes faj általános károsítónak 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. A herbicid toleranciára épülő technológiák célja, hogy jól bevált, nagy hatékonyságú szerek alkalmazhatósági körét kiszélesítsék. Az 1990-es évek elejétől több, sikeres herbicid-toleráns kultúrváltozatot hoztak létre, melyeknek egy része a transzgénikus (pl. glifozát, glufoszinát toleráns növények) másik része pedig a nem-transzgénikus (imidazolinon, szulfonil-karbamid, cikloxidim-toleráns stb.) herbicid-toleráns (HT) növények körét alkotják. Kétségtelenül, az első generációs transzgénikus növények közül a herbicid-toleráns variánsok produkálták a legnagyobb gazdasági hasznot. A HT technológiák elsősorban azon kultúráknál jelentenek megoldást, amelyek gyommentesítése nehézkes. Emellett kiváló lehetőséget adnak a speciális gyomproblémák (pl. gyomrizs fajok kiirtása a kultúrváltozatból) kezelésére.

A genetikailag módosított (GM) növények termesztésének jogszabályozási korlátozása miatt hazánkban a nem-transzgénikus csoporthoz tartozó kultúrnövényekhez fűződő kutatások indultak meg, melyek rövid időn belül a gyakorlatban nagy sikert arattak. A hazai tudományos élet egyes képviselői átfogó tanulmányokat készítenek a GM növények termesztésével kapcsolatos kérdésekben, amely nagymértékben elősegíti a tisztánlátást (Heszky 2011). Az imidazolinon-toleráns és a tribenuron-metil-toleráns napraforgó 2005 és 2006 évben kerültek piaci bevezetésre, és azóta termőterületük nagysága folyamatosan nő. A cikloxiidim-toleráns kukorica 2008, az imidazolinon-toleráns őszi káposztarepce pedig 2011 óta termesztethető.

Az értekezés témáját adó kísérleteket imidazolinon és tribenuron-metil toleráns napraforgó, cikloxiidim toleráns kukorica és imidazolinon toleráns repce kultúrákban állítottuk be. Az értekezés célja, hogy hazai körülmények között kidolgozza és értékelje a HT gyomirtási módokat, bemutassa a HT technológiák előnyeit és ezeket összevesse a hagyományos gyomszabályozási módszerekkel. A dolgozat HT kultúrák termesztésének kockázatait is vizsgálja, ahol a fokozódó herbológiai probléma, a napraforgó árvakelés tárgykörét fejti ki. A kísérletekben célunk az volt, hogy felmérjük a különböző herbicid-toleráns napraforgó vonalak árvakelésének rezisztenciáját különböző kultúrákban használt AHAS-gátló herbicidekkel szemben, kidolgozzuk a HT napraforgó termesztése utáni kultúrákban alkalmazandó megfelelő hatékonyságú gyomirtási technológiákat.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2. 1. A HERBICID ELLENÁLLÓSÁG JELENTÉSE, TÍPUSAI

A herbicidekkel szembeni ellenállásnak több formája ismert:

- Tolerancia: mikor a növények dózistól függő, alacsony szintű rezisztenciával rendelkeznek.
- Rezisztencia: egyes növénybiotípusoknál kialakul egy örökletes tulajdonság, mely lehetőséget ad nekik az eredeti populációra még letális herbicid dózissal szembeni túlélésre.
 - Hatáshely rezisztencia: a herbicid rezisztencia legegyszerűbb formája, mikor a hatóanyag hatás helyén (pl. egy enzim kötődési hely) meggy végbe módosulás.
 - Nem hatáshely rezisztencia: a rezisztencia nem a hatóanyag kötődési helyénél bekövetkező változás, hanem egyéb fiziológiai folyamatok eredménye, pl. a növény felerősödött metabolikus tevékenysége, a herbicid transzlokáció csökkenése, morfológiai változások, stb..
- Kereszt- vagy korezisztencia: azt a jelenséget, mikor a növények többféle herbiciddel szemben ellenállóságot mutatnak, keresztrezisztenciának, vagy ko-rezisztenciának nevezzük.
 - Hatáshely keresztrezisztencia: amennyiben adott herbicidek egyazon helyen kötődnek (pl. enzim), és a kötőhely módosulása több herbiciddel szemben is védettséget ad. Ilyen eset fordul elő az ariloxi-fenoxi propionsavak és a ciklohexándion herbicideknél, ugyanis bár két különböző vegyületcsoportról van szó, hatásukat egyaránt az ACCáz enzim gátlásán keresztül fejtik ki, és az ACCáz enzim

módosulása mindkét herbicid csoporttal szemben is védettséget adhat (Gressel - Evron 1992).

- Nem hatáshely keresztrezisztencia: mikor egy egyszerű növényi mechanizmus megváltozása (mely általában nincs összefüggésben a herbicid hatás-helyével) több herbiciddel szemben is rezisztenciát ad. Pl. AHAS-gátló és ACCáz-gátló tűrőképességet jegyeztek fel Beckie et al. (2012) *Avena fatua* fajnál, amit a megnövekedett citokróm P450 enzim aktivitás váltott ki.
- Többszörös rezisztencia: abban az esetben, ha a növényben kettő, vagy több rezisztencia mechanizmus alakul ki, és két vagy több, hatásukban jelentősen eltérő herbiciddel szemben válnak ellenállóvá. Pl. *Alopecurus myosuroides* fajnál Bailly et al. (2012) AHAS-gátló és ACCáz-gátló rezisztenciát jegyzett fel, ahol az ellenállóság egymástól független folyamatokon keresztül az AHAS és az ACCáz enzimet kódoló génen is kialakult.

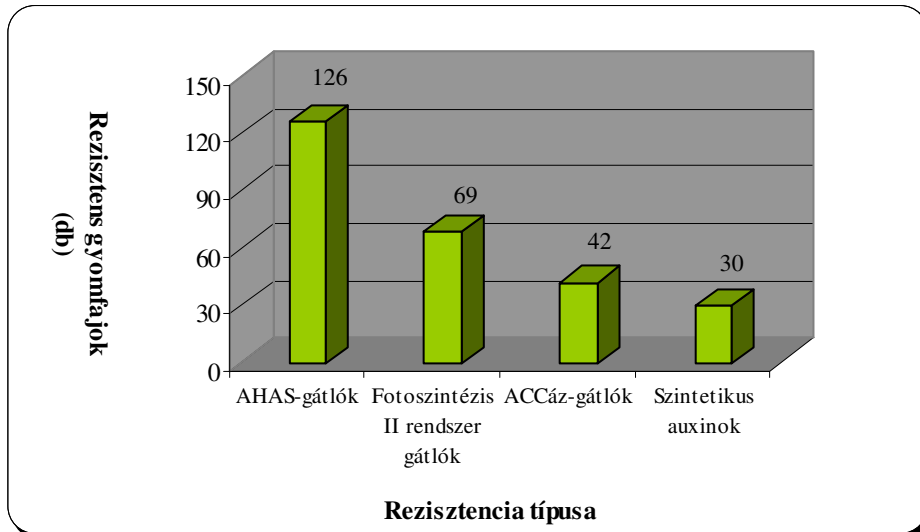
(Moreland 1980; Hunyadi - Pölös 1988; Solymosi 1998; Berzsényi 2000b).

Az értekezésben a kultúrnövények herbicid ellenállóságát a „tolerancia” szóval jellemezzük. A rezisztencia szóhasználat alatt a további fejezetekben azt értjük, hogy egyes növénybiotípusoknál (többszöri herbicid használat következtében) akarunk ellenére, örökletes gyomirtó szer ellenállóság alakult ki.

2. 2. 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 világviszonylatban 388 rezisztens gyomfajt tartanak számon, melyeknél ez a tulajdonság fellépett. A legtöbb rezisztens biotípus az AHAS-gátlók (126 fajnál), a triazin vegyületek (69 fajnál) és az ACCáz-gátlókkal (42 fajnál) szemben fejlődött ki (1. ábra).



1. ábra: A főbb herbicid rezisztencia típusok elterjedése
Forrás: www.weedscience.org

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 féle 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 alakítanak 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) Transzgenikus vagy genetikailag módosított (GM) növények
- (2) Nem transzgenikus növények

A kezdeti fejlesztési munkák a nem transzgenikus biotechnológiai módszereken alapultak. 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 transzgenikus HT technológia is piaci bevezetésre került: szulfonil-karbamid-toleráns szója (1994), szetoxidim-toleráns kukorica (1996), imidazolinon-toleráns növények (leírásuk a későbbi fejezetekben) (*1. táblázat*).

Az 1980-as évektől kezdődött a transzgenikus 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 toleranciát a vegyület metabolikus lebontása, a glufozinát toleranciát a herbicid célfehérjéjének a túltermelése okozza. A legsikeresebb technológiának a gifozát toleranciára épülő gyomirtási mód bizonyult, melyet számos növénybe (kukorica, szója, cukorrépa stb.) beépítettek (*1. táblázat*). A glifozát ellenállóságot egy bakteriális mutáns EPSP enzim génnel és/vagy egy „detoxifikáló génnel” (GOX) történő transzformáció biztosítja (Duke - Cerdeira 2005; Cerdeira - Duke 2006).

1. táblázat: Herbicid-toleráns kultúrnövények
 Forrás: Duke (2005)

| Herbicid-toleráns kultúrnövények | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------------|
| Herbicid (h. a.) | Kultúra | Bevezetés éve | Típus |
| bromoxinil | gyapot | 1995 | Transzsgénikus |
| | repce | 2000 | |
| glufozinát | repce | 1995 | |
| | kukorica | 1997 | |
| | gyapot | 2004 | |
| glifozát | szója | 1996 | |
| | repce | 1996 | |
| | gyapot | 1997 | |
| | kukorica | 1998 | |
| | cukorrépa | 1999 | |
| glifozát | lucerna | 2005 | |
| triazin | repce | 1984 | Nem transzsgénikus |
| szetoxidim | kukorica | 1996 | |
| cikloxidim | Leírás a későbbi fejezetekben | | |
| imidazolinon | | | |
| szulfonil-karbamid | | | |

Gazdasági szempontból a transzsgénikus növények közül kétség kívül a HT változatoknak van a legnagyobb jelentőségük. 2010-ben a GM fajták 148 millió hektárjából 89 milliót foglaltak el. Arányaiban a legfontosabb növény a glifozát-toleráns szója, mely a Föld szója területeinek az 50%-án, 73 millió hektáron található meg (James 2010).

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 transzsgénikus HT növények termesztésének van növekvő gazdasági jelentősége. Hazánkban sikeresnek bizonyultak az imidazolinon valamint a tribenuron-metil ellenálló napraforgók, melyeket 2005 óta lehet megtalálni a kereskedelemben. Termőterületük évről évre növekedett, napjainkban már jóval meghaladja az összes napraforgó vetésterületek 50%-át.

A 2008 évtől bevezették a ciklozidim toleráns kukoricákat, 2012-től pedig az imidazolinon ellenálló repce hibridek is vethetők.

2. 3. AZ AHAS-GÁTLÓ HERBICIDEKSEL SZEMBEN TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK

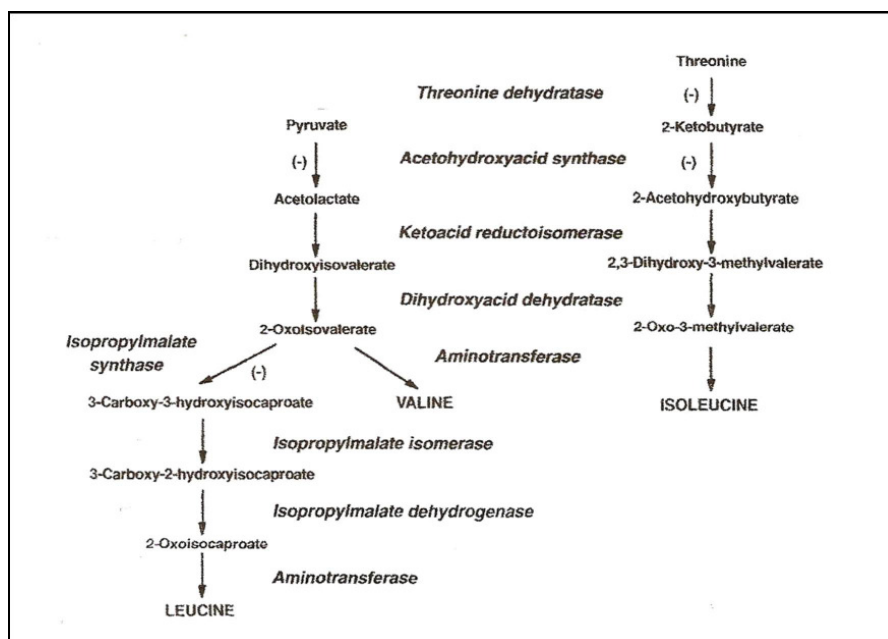
2. 3. 1. A hidroxiecetsav-szintáz (AHAS) enzim

Az AHAS (EC 2.2.1.6) fehérje a sejtmagban van kódolva, de feladatát a kloroplasztiszban tölti be (Miflin 1974), ahova a már szintetizált enzim funkciója ellátása céljából úgy transzlokálódik (Jones *et al.* 1985) egy hozzá kapcsolódott tranzit fehérje segítségével (Singh *et al.* 1991). Az enzim magasabb fokú kifejeződését a fejlődő szervezetekben figyelték meg, mint pl. a metabolikusan aktív merisztematikus szövetek, a gyökér, szár és virágzat osztódó sejtjei (Schmitt - Singh 1990; Keeler *et al.* 1993).

Az AHAS enzimet két alegység képezi. Az egyiket katalitikus vagy nagy alegységnek (AHASL) nevezik, mely tulajdonképpen ellátja az enzim feladatát (a herbicidek ehhez kapcsolódnak). A másik a szabályozó vagy kis alegység, ami az előbbi alegység teljes aktivitásához kell, valamint ezen keresztül történik a feedback reakció (Hershey *et al.* 1999; Lee - Duggleby 2001; Kakefuda *et al.* 2002; Lee - Duggleby 2002).

Az AHAS (vagy szokták nevezni ALS-nek) az első enzim, ami az autotróf élőlényekben katalizálja az elágazó szénláncú aminosavak - valin, leucin, izoleucin - biokémiai szintézisét. Az izoleucin képződése egy 2-ketovajsav és egy piroszőlősav molekula összekapcsolódásával indul, melynek eredményeképpen 2-aceto-hidroxi-vajsav képződik (Umbarger - Brown 1958). A valin előállítás folyamán két piroszőlősav molekula reagál egymással, aminek terméke az α -aceto-tejsav (v. α -aceto-laktát) lesz (Straussmann *et al.* 1953). A leucin termelés a valin képződés egy köztes termékének (α -keto-

izovalerát) felhasználásával veszi kezdetét (Burns *et al.* 1963) (2. ábra). Az AHAS enzim az acetolaktát, ill. az aceto-hidroxi-vajsav képződésének a katalizátora (Umbarger 1978). Az enzimnek korábban az ALS (aceto-laktát-szintetáz) nevet adták, de nem helyes az elnevezés, mert nem veszi figyelembe az enzim szerepét az aceto-hidroxi-sav szintézisben. Az AHAS aktivitásához három köztes elem szükséges: FAD, tiamin-difoszfát (ThDP), és egy töltéssel rendelkező fém ion (pl. Mn^{2+} , vagy Mg^{2+}) (Singh *et al.* 1988; Tse - Schloss 1993; Chang - Duggleby 1997). Az enzim működését a végtermékek visszacsatoló (feedback) gátlással szabályozzák (Miflin 1971).



2. ábra: Az elágazó szénláncú aminosavak képződésének folyamata

Forrás: Singh – Shaner (1995)

Az AHAS enzim tisztított formáját már több növénynél meghatározták pl. *Brassica napus* (Bekkaoui *et al.* 1993), *Tricium aestivum* (Southan - Copeland 1996), *Zea mays* (Singh *et al.* 1988). Az első AHAS enzimet kódoló növényi gént Mazur *et al.* (1987) izolálta *Arabidopsis thaliana* és *Nicotiana tabacum* fajoknál. Ezt követően számos növény AHAS génjét azonosították.

Meghatározták, hogy a fehérjét egy gén kódolja az *A. thaliana* (Mazur *et al.* 1987), és a *Xanthium strumarium* (Bernasconi *et al.* 1995) fajoknál. Több (általában tetraploid) növényben azonban több AHAS gén működését figyelték meg. A *N. tabacum* (Lee *et al.* 1988) és a *Z. mays* (Fang *et al.* 1992) fajoknál kettő, a *Helianthus annuus* növényénél három gént találtak (Kolkman *et al.* 2004). A legbonyolultabb forma a *B. napus*-nál és a *Gossypium hirsutum*-nál működik, ahol az előbbi öt (Wiersma *et al.* 1989; Rutledge *et al.* 1991; Ouellet *et al.* 1992), az utóbbi hat (Grula *et al.* 1995) tagból áll.

2. 3. 2. Az AHAS-gátló herbicidek

Az AHAS gátló herbicidek története a 1970-es évek végén indult, mikor a DuPont cég fejlesztői felfedezték, hogy különböző szulfonil-karbamid (továbbiakban: SU) származékok növénypusztító tulajdonságokkal rendelkeznek (Levitt 1978). Az első SU típusú hatóanyagot, a klórszulfuront (Glean) nem sokkal ezután, 1982-ben hozták kereskedelmi forgalomba, és a gabonafélékben a kétszikű gyomok ellen használták (Saari - Mauvais 1994).

Az imidazolinon hatóanyag csoportot (továbbiakban: IMI) az American Cyanamid Company cég Mezőgazdasági Kutatási Központjában, Princetonban fedezték fel. A hatóanyag család első kifejlesztett vegyülete imazaquin volt, amit a szója szelektív gyomirtására használtak (Orwick *et al.* 1983).

A szerek alkalmazásakor 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). Jelenleg öt gyomirtószer csoport van, melyek hatás-helyéül az AHAS enzimet lehet megjelölni:

- (1) Szulfonil-karbamidok pl. amidoszulfuron, metszulfuron-metil, tifenszulfuron-metil, tribenuron-metil, tritoszulfuron (Chaleff - Mauvais 1984).

- (2) Imidazolinonok pl. imazamox, imazapir, imazaquin (Shaner *et al.* 1984).
- (3) Pirimidiniltio-benzolok (Stidham 1991; Shimizu *et al.* 1994).
- (4) Triazol-pirimidin-szulfonanilidek pl. a flumetsulam, floraszulam (Gerwick *et al.* 1990; Kleshick *et al.* 1990, 1992; Namgoong *et al.* 1999).
- (5) Szulfonilamino-karboniltriazolinonok (Santel *et al.* 1999).

Az AHAS-gátlók hatásukat viszonylag lassan fejtik ki, az első tünetek a merisztematikus szövetek sárgulásában nyilvánulnak meg (Shaner *et al.* 1984), az enzimhez reverzibilisen, szoros-kötődéssel kapcsolódnak (Muhitch *et al.* 1987). A herbicideknél nem-kompetitív és un-kompetitív enzim gátlást is leírtak már (Shaner *et al.* 1984; Schloss *et al.* 1988; Durner *et al.* 1991; Ahan *et al.* 1992; Chang - Dugglebby 1997).

Az enzim-herbicid kapcsolat megértését előre mozdította, mikor ezt háromdimenziós struktúrában is ábrázolták. Először *Saccharomyces cerevisiae* élesztő gomba AHAS katalitikus alegységének 3D szerkezetét készítették el a herbicidek nélkül (Pang *et al.* 2001), majd több szulfonil-karbamidral kapcsoltan (Pang *et al.* 2003; McCourt *et al.* 2005). Ezt követően meghatározták az *A. thaliana* AHAS fehérje 3D kristályosított vázlatát is (McCourt 2006). Mindkét herbicid család képviselői az enzim aktív oldalához vezető csatornára kötődnek, aminek következtében a szubsztrát belépést akadályozzák. A szulfonil-karbamidok kapcsolódásakor a fehérjének 16 aminosav része érintett, közülük 4 szerepe attól függ, melyik szulfonil-karbamid csatlakozik az AHAS-hoz. Az imidazolinonok 12 aminosavval létesítenek kapcsolatot, melyekből csupán kettő nem jut szerephez a szulfonil-karbamidok okozta gátlásnál. Az imidazolinonok és a szulfonil-karbamidok kapcsolódási helye részben fedi egymást, aminek a keresztrezisztencia kialakulásánál van jelentősége (Pang *et al.* 2003; McCourt *et al.* 2005, 2006).

2. 3. 3. Az AHAS-gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia

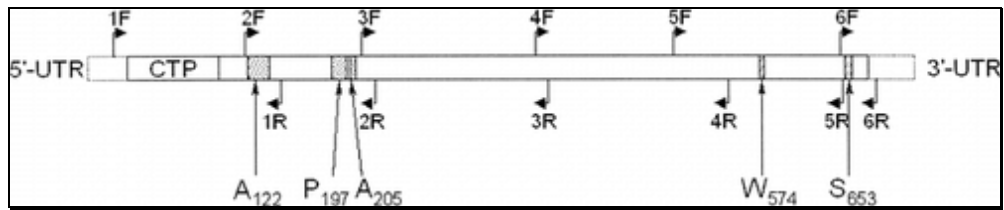
Az AHAS-gátló (szulfonil-karbamid) ellenállóságot szántóföldi körülmények között először 1987-ben (5 évvel a bevezetésüket követően) az USA-ban mutatták ki *Lactuca serriola* (Mallory - Smith *et al.* 1990) és a *Kochia scoparia* (Primiani *et al.* 1990) gyom populációkban. Azóta világviszonylatban a leggyakoribb rezisztenciaforma lett, amit 126 növény fajnál azonosítottak (1. ábra). Az AHAS gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia több folyamaton keresztül is kialakulhat:

(1) Nem hatáshelynek a megváltozása:

Detoxifikáció: Ilyet tapasztaltak pl. az *A. myosuroides* (Menendez *et al.* 1997), a *Lolium rigidum* (Christopher *et al.* 1991; Cotterman - Saari 1992), a *Sinapis arvensis* (Veldhuis *et al.* 2000) esetében. A fajok rezisztenciájukat a megnövekedett citokróm P 450 enzim koncentrációjának köszönheték, ami által metabolikusan bontani tudták az ellenük alkalmazott klórszulfuron illetve etametszulfuron herbicideket.

(2) Hatáshelynek a megváltozása:

A leggyakoribb folyamat, mikor is a növények egy, a herbicidekre nem érzékeny AHAS-t (mAHAS) fejlesztenek. A rezisztenciáért tulajdonképpen egy db aminosav csere felel, ami strukturálisan megváltoztatja az AHAS és herbicid kötőoldalát. Kialakulását már több aminosavnak a cseréjénél megfigyelték, melyek különböző típusú ellenállóságot váltottak ki a különböző AHAS-gátlókkal szemben (3. ábra).



3. ábra: Az *Arabidopsis thaliana* AHAS enzimjének strukturális felépítése, és ezen öt helyzet, ahol rezisztencia kialakulhat

Forrás: McNaughton *et al.* (2005)

IMI specifikus rezisztencia alakul ki az alanin (122^a) - treonin, a szerin (653^a) - aszparagin aminosav helyettesítésnél. Nagyfokú ellenállóság, és erős keresztrezisztenciát tapasztaltak a triptofán - leucin (574^a), az aszparagin (376^a) - glutamin szubsztitúció eredményeképpen. A prolin (197^a) pozícióban többszörös mutáció kialakulását figyelték meg. A *K. scoparia* növénynél 6 különböző aminosav (treonin, szerin, arginin, leucin glutamin és alanin) csere következménye is az SU rezisztencia lett (Guttieri *et al.* 1995). A rezisztencia és mutáció típusokról összefoglalás a 2. táblázat-ban.

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

2. táblázat: AHAS-gátló rezisztenciát biztosító aminosav cserék egyes növényi biotípusoknál

| A rezisztenciát eredményező aminosav-csere | Növény | Rez. típus | | Irodalom |
|--|--------------------------------|------------|-----|-----------------------------------|
| | | IMI | SU | |
| alanin (122 ^a) –treonin | <i>Xanthium strumarium</i> | R | É | Bernasconi <i>et al.</i> (1995) |
| alanin (122 ^a) –treonin | <i>Amaranthus retroflexus</i> | R | É | McNaughton <i>et al.</i> (2005) |
| alanin (122 ^a) –treonin | <i>Amaranthus tuberculatus</i> | R | É | Patzoldt - Tranel (2007) |
| alanin (122 ^a) –treonin | <i>Amaranthus hybridus</i> | R | É | Trucco <i>et al.</i> (2006) |
| szerin (653 ^a) - aszparagin | <i>Arabidopsis thaliana</i> | R | É | Sathasivan <i>et al.</i> (1991) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Brassica napus</i> | R | R | Hattori <i>et al.</i> (1995) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Kochia scoparional</i> | R | R | Foes <i>et al.</i> (1999) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Amaranthus blitoides</i> | R | R | Moshe - Baruch (2003) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Camelina microcarpa</i> | R | R | Hanson <i>et al.</i> (2004) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Sinapis arvensis</i> | R | R | Christoffers <i>et al.</i> (2006) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Amaranthus tuberculatus</i> | R | R | Patzoldt – Tranel (2007) |
| triptofán (574 ^a) - leucin | <i>Helianthus annuus</i> | R | R | Sala - Bulos (2011) |
| aszparagin (376 ^a) – glutamin | <i>Amaranthus hybridus</i> | R | R | Whaley <i>et al.</i> (2007) |
| prolin (197 ^a) - glutamin | <i>Anthemis cotula</i> | R | R | Intanon <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – leucin | | R | R | Intanon <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – szerin | | R | R | Intanon <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – treonin | | R | R | Intanon <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – alanin | <i>Nicotiana tabacum</i> | É | R | Lee <i>et al.</i> (1988) |
| prolin (197 ^a) - glutamin | | É | R | Lee <i>et al.</i> (1988) |
| prolin (197 ^a) – alanin | <i>Kochia scoparia</i> | É | R | Guttieri <i>et al.</i> (1995) |
| prolin (197 ^a) – arginin | | É | R | Guttieri <i>et al.</i> (1995) |
| prolin (197 ^a) - glutamin | | É | R | Guttieri <i>et al.</i> (1995) |
| prolin (197 ^a) – leucin | | É | R | Guttieri <i>et al.</i> (1995) |
| prolin (197 ^a) – szerin | | É | R | Guttieri <i>et al.</i> (1995) |
| prolin (197 ^a) – treonin | | É | R | Guttieri <i>et al.</i> (1995) |
| prolin (197 ^a) – alanin | <i>Rhaphanus raphanistrum</i> | É | R | Yu <i>et al.</i> (2003) |
| prolin (197 ^a) - hisztodin | | É | R | Yu <i>et al.</i> (2003) |
| prolin (197 ^a) – szerin | | É | R | Yu <i>et al.</i> (2003) |
| prolin (197 ^a) – treonin | | É | R | Yu <i>et al.</i> (2003) |
| prolin (197 ^a) – alanin | <i>Papaver rhoeas</i> | NV | R | Kaloumenos <i>et al.</i> (2009) |
| prolin (197 ^a) – arginin | | NV | R | Kaloumenos <i>et al.</i> (2009) |
| prolin (197 ^a) – leucin | | NV | R | Kaloumenos <i>et al.</i> (2009) |
| prolin (197 ^a) – treonin | | NV | R | Kaloumenos <i>et al.</i> (2009) |
| prolin (197 ^a) – alanin | <i>Descurainia sophia</i> | NV | R | Cui <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – leucin | | NV | R | Cui <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – szerin | | NV | R | Cui <i>et al.</i> (2011) |
| prolin (197 ^a) – leucin | <i>Amaranthus retroflexus</i> | RéR | R | Sibony <i>et al.</i> (2001) |
| alanin (205 ^a) – valin | <i>Helianthus annuus</i> | R | RéR | White <i>et al.</i> (2003) |
| alanin (205 ^a) – valin | <i>Arabidopsis thaliana</i> | R | NV | Jander <i>et al.</i> (2003) |

R – rezisztens, RéR - részlegesen rezisztens., É – érzékeny, NV - nem vizsgált, ^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

A különböző herbicid rezisztencia típusok közül, kétségkívül az AHAS-gátlókkal szembeni alakul ki a legkönnyebben a gyom- és kultúrnövényeknél egyaránt. Az ellenálló gyomfajok kisselektálódásához 3-4 éves egyoldalú herbicid használat is elegendő lehet. Az *Amaranthus rudis*-nál Hinz - Owen (1997) 4, Schmitzer *et al.* (1993) a *X. strumarium* esetében 3 éves rendszeres AHAS-gátló alkalmazás után tapasztalták a rezisztens biotípusok kiválogatódását. Gyakori megjelenését több tényező is elősegíti:

- (1) A rezisztencia nem hatáshely és hatáshely változás következtében is kialakulhat.
- (2) A hatáshely változásnál több, különböző aminosav csere is szerepet játszik az ellenállóság kialakulásában, mindemellett a prolin 197^a pozícióban többféle aminosav helyettesítés is rezisztenciához vezet (2. táblázat).
- (3) A rezisztens tulajdonság általában heterozigóta allélforma mellett is kifejeződik (Hart *et al.* 1993; Wright - Prenner 1998a).
- (4) Az AHAS nukleáris kódolású, tehát rá a mendeli öröklődési törvények vonatkoznak (Miflin 1974).
- (5) A tulajdonság pollen és mag útján egyaránt terjed (Stallings *et al.* 1995) /ellentétben pl. egyes triazin rezisztencia típusokkal, melyek extrakromoszómálisan kódoltak, és csak anyai úton öröklődnek (Souza-Machado *et al.* 1978)/.
- (6) A legtöbb esetben a rezisztens tulajdonság megszerzése nem okoz negatív változást a biotípus relatív fitness értékében (Poston *et al.* 2000; Massinga *et al.* 2005) /ellentétben pl. a triazin rezisztenciával, ahol a gyomirtószer tűrő biotípusok relatív fitness értéke kisebb, min az érzékenyeké (Conard - Radosevich 1979)/.

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

A szulfonil-karbamid és az imidazolinon hatóanyagú herbicidek széles körben használt készítmények. Alkalmazásuk előnye, hogy környezetbarát szerek (nagy biológiai aktivitásuknak köszönhetően alacsony aktív hatóanyag mennyiséget kell kijuttatni belőlük), az emlősökre nézve nem toxikusak (ugyanis náluk hiányzik ez az enzim), az érzékeny fajokkal szemben nagy a hatékonyságuk (Nosticzius 2004; Székács 2006).

Számos SU és IMI toleráns kultúrnövényt létrehozta már a biotechnológiai módszerek és a hagyományos nemesítés ötvözésével (3. táblázat). Az ilyen típusú növényváltozatok idegen szervezetből származó gént nem tartalmaznak, tehát a nem transzgenikus herbicid toleráns növények közé tartoznak.

Közülük a legsikeresebbnek az IMI ellenállóságra épülő technológia mondható. Ennek alapja, hogy az imidazolinonok jól irtják az egy- és kétszikűeket, egyedül a pillangós növényekkel szemben hatástalanok (Teclé *et al.* 1993; Nelson *et al.* 1998), melyek jelentősége a szántóföldi gyomflórában alárendelt (Novák *et al.* 2009). Az imidazolinonok alkalmazhatóságát az imazamox kifejlesztése is elősegítette, mely kevésbé perzisztens, így káros utóhatás nélkül felhasználható (Aichele - Prenner 2005).

3. táblázat: IMI és SU toleráns kultúrnövények

| Rezisztencia típus | Növényfaj | Irodalom |
|--------------------|---|--------------------------------|
| IMI | Repce (<i>Brassica napus</i>) | Swanson <i>et al.</i> 1989 |
| | Kukorica (<i>Zea mays</i>) | Newhouse <i>et al.</i> 1991 |
| | Búza (<i>Triticum aestivum</i>) | Newhouse <i>et al.</i> 1992 |
| | Rizs (<i>Oryza sativa</i>) | Croughan 1996 |
| | Cukorrépa (<i>Beta vulgaris</i>) | Wright - Prenner 1998a |
| | Napraforgó (<i>Helianthus annuus</i>) | Miller - Al-Khatib 2002 |
| | Gyapot (<i>Gossypium hirsutum</i>) | Bechere <i>et al.</i> 2010 |
| SU | Szója (<i>Glycine max</i>) | Sebastian <i>et al.</i> 1989 |
| | Cukorrépa (<i>Beta vulgaris</i>) | Hart <i>et al.</i> 1993 |
| | Gyapot (<i>Gossypium hirsutum</i>) | Rajasekaran <i>et al.</i> 1996 |
| | Napraforgó (<i>Helianthus annuus</i>) | Miller - Al-Khatib 2004 |
| | Szemes cirok (<i>Sorghum bicolor</i>) | Hennigh <i>et al.</i> 2010 |

2. 3. 4. Az AHAS-gátló herbicidekkel szemben toleráns kukorica (IMI és SUMO kukoricák)

Az imidazolinon-toleráns kukorica kifejlesztése a '80-as évek elején kezdődött az USA-ban. Használata azért vált szükségessé, mert a szója gyomirtására akkoriban használt imazapir, imazaquin, imazetapir herbicidek perzisztensek voltak, a talajban lassan lebomló hatóanyag maradékok az utóveteményt gyakran károsították (Renner *et al.* 1988; Loux - Reese 1992; Grymes *et al.* 1995). Az USA-ban a szója-kukorica vetésváltása gyakori, a kukoricát (és esetleg a többi pázsitfűféle kultúrát) a károsodása elkerülése érdekében antidótumokkal kellett kezelni (pl. naftalin-anhidrid) (Barrett 1989; Davies *et al.* 1998). Az imidazolinon toleráns kukorica termesztésénél a káros utóvetemény hatás nem jelentkezett.

Mutáns génekre történő *in vitro* sejtszelekciós úton több AHAS-gátló toleráns sejtvonalat állítottak elő. Az XA17 vonal esetében az 574^a-es kodonnál a triptofán – leucin, az XI12 és QJ22 vonalnál pedig a 653^a kodonnál a szerin - aszparagin aminosav transzverzió biztosította az ellenállóságot. Az XA17 vonal a szulfonil-karbamidok és az imidazolinonokkal szemben egyaránt, az XI12 és QJ22 vonal viszont kizárólag az imidazolinon herbicidekkel szemben volt toleráns (Newhouse *et al.* 1991; Currie *et al.* 1995; Siehl *et al.* 1996; Wright - Prenner 1998b).

Hazánkban 1996-ban kezdték el termesztetni az IMI toleráns kukoricákat, 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 -

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

Reisinger 2000; Pálfay 1998; 2000; 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.

2. 3. 5. Az AHAS-gátló herbicidekkel szemben toleráns napraforgó

2. 3. 5. 1. A napraforgó gyomszabályozásának nehézségei

A napraforgó vetése április első, második dekádjában esedékes, tehát gyomnövényzetét döntően a melegkedvelő T₄, illetve a G₁, G₃ fajok alkotják. Gyom együttesének jellemző kétszikű fajai az *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp., *Polygonum* spp., a *Datura stramonium*, *Abutilon theophrasti*, helyenként az *Iva xanthiifolia*, a *Hibiscus trionum*, a *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium*. Az egyszikűek csoportjából az *E. crus-galli*, a muhar (*Setaria* spp.) fajok és a köles (*Panicum* spp.) nemzetség, az *Elymus repens* és a fenyércirok (*Sorghum halepense*) fordul elő leginkább (Reisinger 2000b).

A napraforgóban a legnagyobb térfoglalással Pinke - Karácsony (2010) munkája alapján az *Asteracea* család fajai rendelkeznek, elsősorban az *Ambrosia artemisiifolia*, a *Xanthium* spp., *C. arvense* révén (4. táblázat). Napjaink kiemelt problémáját a parlagfű (*A. artemisiifolia*) okozza. Gyakori gyomnövénye több európai országnak (Peternel *et al.* 2005, Laaidi *et al.* 2003, D'Amato *et al.* 1998), Magyarország pedig az egyik legszennyezettebb

régióknak számít (Kömíves *et al.* 2006; Bohren 2007). Az parlagfű veszélyét felértékeli, hogy a gyomok általános kártételén túl jelentős humán-egészségügyi problémákat is felvet (Járai-Komlódi - Juhász 1993; Arbes *et al.* 2005). A 6,2 millió hektárnyi mezőgazdasági területből 5 millió hektár fertőzött (Torma *et al.* 2006b).

4. táblázat: A napraforgó legjelentősebb gyomfajai, és borítottságuk
Forrás: Pinke - Karácsony (2010)

| Rangsor | Gyomfaj | Bor. % |
|---------|--------------------------------|--------|
| 1. | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 9,99 |
| 2. | <i>Chenopodium album</i> | 5,59 |
| 3. | <i>Convolvulus arvensis</i> | 3,68 |
| 4. | <i>Xanthium italicum</i> | 2,37 |
| 5. | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 2,28 |
| 6. | <i>Cirsium arvense</i> | 2,24 |
| 7. | <i>Panicum miliaceum</i> | 2,22 |
| 8. | <i>Setaria pumila</i> | 2,12 |
| 9. | <i>Elymus repens</i> | 1,65 |
| 10. | <i>Hibiscus trionum</i> | 1,29 |

A napraforgó speciális gyomnövénye a napraforgó vajvirág vagy szádor fajok (*Orobanche cumana*, *Orobanche cernua*). Magyarországon az ország keleti, dél-keleti részében található meg, elsősorban pedig Európa mediterrán régióiban jelent kiemelt növényvédelmi problémát (pl. Bulgária, Törökország) (Kaya *et al.* 2004; Solymosi *et al.* 2004; Shindrova 2006).

A napraforgó gyomirtásának sarkalatos pontja a talajherbicidekkel nehezen irtható, nagymagvú kétszikű és az évelő kétszikű fajok elleni védekezés (pl. *D. stramonium*, *C. arvense*, stb.), ill. a vele közeli rokonságban álló fajok visszaszorítása (*A. artemisiifolia*, *Xanthium* spp.). A gyomszabályozására felhasználható szerek nagy része preemergens készítmény, melyeknek hatékonysága korlátozott, erőteljesen függ az időjárási tényezőktől (Reisinger 2000b).

A kétszikűekkel szemben preemergensen használható linuron csak helyzeti szelektivitással rendelkezik. Alkalmazni a „hagyományos gyomokkal” – *Chenopodium* spp., *Amaranthus* spp. – fertőzött területen érdemes. A terbutilazin kizárólag kombinációban használható, hatása elsősorban a csattanó maszlagra terjed ki.

A PROTOX (protoporfirinogén IX oxidáz enzimet gátlók) gátló herbicidek a flumioxazin, és az oxifluorfen (Pritchard *et al.* 1980). A talajfelszínen és annak közelében egy vegyszerfilmet alkotnak, melyek a csírázó gyomnövényre kerülve, azokkal közvetlen érintkezés útján pusztítják el őket (Gyulai 2004). A megfelelő időjárási viszonyok teljesülésekor jó eredményt adnak pl. az *A. retroflexus*, *Chenopodium album*, *Polygonum lapathifolium* ellen. Az *A. artemisiifolia*, *A. theophrasti*, *X. strumarium* ellenében hatásuk nem teljeskörű (Pannacci *et al.* 2007; Jursík *et al.* 2011).

A fluorkloridon a parlagfű elleni preemergens védekezés alapját képezi. A napraforgóban magas dózist kell alkalmazni, amivel visszaszorítható többek közt a *Ch. album*, *A. retroflexus* (Jursík *et al.* 2011), ill. a parlagfűvel közepesen fertőzött területeken megfelelő eredményességet érhetünk el vele (Béres *et al.* 2005a; Béres *et al.* 2006).

A preemergens technológiák alkalmazásakor, a száraz tavasz elmaradhatatlan következménye a területek teljes elgyomosodása.

A kétszikűek elleni posztemergens védekezés korlátozott, csupán a flumioxazin használható fel. A herbicid nem biztosít megfelelő eredményt többek közt a *Ch. album*, *A. artemisiifolia* ellen, a kultúrnövényen pedig perzseléses tüneteket vált ki (Torma *et al.* 2006a; Jursík *et al.* 2011).

2. 3. 5. 2. Az imidazolinon-toleráns (IMI) napraforgó

Az Egyesült Államokban AHAS-gátló ellen rezisztens vad napraforgót először 1996-ban találtak (Baumgartner *et al.* 1999), majd Al-khatib *et al.* (1998) imazetapir hatóanyaggal szemben magas fokú ellenállóságot mutató populációk jelenlétéről számoltak be. Azokon a területeken, ahol 7 egymást követő évben imazetapir herbicid került felhasználásra, a rezisztens növények 70 %-os arányt tettek ki. Később White *et al.* (2002) és Zelaya - Owen (2004) az IMI és SU készítményekkel szemben egyaránt rezisztens *Helianthus annuus* biotípusokat talált.

Az első imidazolinon-ellenálló kultúr napraforgó vonalakat (HA 425 maintainer, RHA 426 és RHA 427 restorer) Kansas-ben, a rezisztensé vált vad napraforgó pollenjének felhasználásával állították elő. Az ilyen típusú változatokat „IMISUN” néven jelölik (Al-Khatib - Miller 2000; Miller - Al-Khatib 2002). A herbicid ellenállóságot az alanin (205^a) - valin szubsztitúció idézi elő, mint amit White *et al.* (2003) is azonosított vad populációknál. Az IMISUN napraforgóknál 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 főgének (Imr1/Imr1) és a módosító faktornak (Imr2/Imr2) is homozigóta formában kell rögzülnie a növényekben. Ennek eredményeképpen az imidazolinonokkal szemben mérsékelten magas, a szulfonil-karbamidokkal szemben pedig részleges ellenállóság alakul ki. A gén markerezése lehetséges, de az e-faktor jelenlétének igazolására még nem ismert diagnosztikai módszer, ami a nemesítési eljárásban okoz nehézséget. A napraforgónál három AHASL gént azonosítottak (AHASL1, AHASL2, AHASL3). Az AHAS-gátló toleranciát

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

eredményező változások az AHASL1 génen alakulnak ki (Bruniard - Miller 2001, Kolkman *et al.* 2004).

A BASF és a Nidera cégek közös fejlesztési programjának eredményeként 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). A CLHA-Plus változatoknál a tolerancia az aminosavlánc 122^a kodonjánál bekövetkező alanin - treonin aminosav cseréjének köszönhető, mely specifikus imidazolinon ellenállóságot biztosít (Sala *et al.* 2008b). Ilyen típusú hibrid köztermesztésben még nincsen.

Az IMI napraforgók az USA-ban 2003-ban kerültek piaci bevezetésre, mára pedig számos országban (2005-től Magyarországon is) alkalmazzák ezt a növényvédelmi technológiát. Hazánkban jelenleg több hibrid (pl. NK Neoma, LG 56.58 CL, Mv Primis) termesztendő, melyek mind az IMISUN vonalhoz tartoznak. Az IMI napraforgó gyomirtására Magyarországon az imazamox használható fel, alkalmazásával megfelelő módon mentesíteni lehet a területeket a kritikus gyomnövényektől, jól pusztítja többek közt *X. strumarium*, *Chenopodium* spp., *Amaranthus* spp., *D. stramonium*, *Panicum miliaceum* fajokat (Zollinger 2004; Reisinger *et al.* 2006; Nagy *et al.* 2006; Schröder - Meinschmidt 2009). Az imazamox alkalmas az *A. artemisiifolia* visszaszorítására (Pfenning *et al.* 2008), továbbá megoldást nyújt az *O. cumana* (Demirci - Kaya 1999) ellen is. Használatukkor fitotoxikus tünetek alakulhatnak ki a napraforgón (yellow flash), de azt nem károsítják (Prostko *et al.* 2009).

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

2. 3. 5. 3. A tribenuron-metil-toleráns (SU) napraforgó

Tribenuron-metil toleráns vonalakat Miller - Al-Khatib (2004) *in vitro* állítottak elő (SUREs-1, SUREs-2). A toleranciát az AHASL1 génen a prolin - leucin (197^a) szubsztitúció eredményezte (Kolkman *et al.* 2004).

Magyarországon 2006 óta lehet a Pioneer forgalmazásában ilyen típusú napraforgóhoz (ExpresSun, SU napraforgó) jutni. A tribenuron-metil szintén megfelelő hatékonysággal irtja a kritikus kétszikű gyomnövényeinket (Béres *et al.* 2005b; Tonev *et al.* 2009), a hibridek a tribenuron-metil 22 g/ha-os dózísát károsodás nélkül elviselik (Jocic *et al.* 2011).

Az első SU hibrid (PR63E82) a tulajdonságot meghatározó génre nézve heterozigóta. Az legújabb hibridekben homozigóta allélforma mellett rögzítették a tulajdonságot (Mikó 2012).

Argentínában vad napraforgó populációkban találtak egy új mutációt, mely az imidazolinon és a szulfonil-karbamid gyomirtó szerekkel szemben nagyfokú rezisztenciát eredményez (Sala - Bulos 2011). A biotípusokat RW-B névvel illették. Genetikai vizsgálatokkal bemutatták, hogy az ellenállóság az 574^a pozícióban bekövetkező triptofán - leucin aminosav csere következménye, és felvetik, hogy újabb HT napraforgó vonalak kifejlesztésére felhasználhatók.

Összefoglalva, a napraforgónál ez idáig 4 mutációt azonosítottak (5. táblázat), melyek különböző típusú ellenállóságot biztosítanak az imidazolinon és/vagy szulfonil-karbamid származékokkal szemben. A termesztett herbicid-toleráns napraforgó hibridek/fajták genetikai alapjait képezik.

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

5. táblázat: Az AHAS-gátlókkal szemben toleráns napraforgó biotípusok

| Sorszám | Aminosav csere | Toleráns változat elnevezése | Tolerancia típus | |
|----------|--|------------------------------|------------------|-----|
| | | | IMI | SU |
| AHASL1-1 | alanin (205 ^a) - valin + módosító faktor | IMISUN (Clearfield) | T | RÉT |
| AHASL1-2 | prolin (197 ^a) - leucin | ExpresSun (SU) | RÉT | T |
| AHASL1-3 | alanin (122 ^a) - treonin | CLHA-Plus (Clearfield Plus) | T | É |
| AHASL1-4 | triptofán (574 ^a) - leucin | RW-B | T | T |

T – toleráns, RÉT – részlegesen toleráns, É – érzékeny, ^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

2. 3. 6. Az AHAS-gátló herbicidekkel szemben toleráns repce

2. 3. 6. 1. A repce gyomszabályozásának nehézségei

A repcében elsősorban a T₁, T₂ életformához tartozó gyomok károsítanak. A legfontosabb fajoknak a pipitér-félék (*Anthemis* spp.), az ebszékfü (*Tripleurospermum inodorum*), a pipacs (*Papaver rhoeas*), a galaj (*Galium aparine*) és a nagy széltippan (*Apera spica-venti*) tekinthető (Novák 2006; Ughy 2009). Egyes esetekben (pl. a sekély műveléssel előkészített vetéseknél) pedig a kalászos árvakelések jelenthetnek gyomproblémát (Martin *et al.* 2001). Ezen felül mára több, a repcével azonos családba tartozó gyomnövénynek (*S. arvensis*, *Descurainia sophia*) egyre nagyobb a jelentősége. Csapadékos, enyhe őszön a „klasszikus” repce gyomok mellett tömegesen kelhetnek a nyárutói (T₄) fajok is (pl. *Ch. album*, *D. stramonium*, *Mercurialis annua*), melyek késő őszig, a fagyokig vannak jelen, azután elpusztulnak. Gyakorlati szempontból a T₄-es gyomoknak csak akkor tulajdonítunk jelentőséget, ha ősszel nagy számban csíráznak és magas borítottsági értéket érnek el, ami elősegíti a repce fagykárra való érzékenységet (Nagy 2003).

Hazánkban a repce herbicides kezelése régebben nem volt általános (Máté 1978; Kádár 1982). A korábbi időknél lényegesen kisebb mennyiségű (2-5 kg/ha) vetőmagnorma felhasználásával, a repce elvesztette jó gyomelnyomó képességét, gyomszabályozása már a vetéstől nagyobb odafigyelést igényel (Benécsné 2010).

A repce vegyszeres gyomirtásához viszonylag kevés hatóanyag áll a rendelkezésünkre, melyek többségében kombinációkban alkalmasak a különböző gyomfajok szűkebb-tágabb spektrumának az eltávolítására. A legtöbb készítmény talajon keresztül fejt ki hatását (pl. napropamid, klomazon, metazaklór, quinmerak). A készítmények a repcét károsító egyszikűek ellen eredményesen használhatók (*A. myosuroides*, *A. spica-venti*), azonban több kétszikű ellen hatásuk csak részleges, a repce közeli rokonai ellen gyenge pl. *S. arvensis*, *D. sophia* (Malik – Vandern Born 1987; Shimi *et al.* 2007). Emellett hatásuk két hónapon át tart, aminek következtében a késő őszi, enyhe téli, kora tavaszi időszakban csírázó fajokra már nem terjed ki (Novák 2006).

Repce állományában a levélen keresztül felszívódó szerek listája szűk. Ilyen alkalmazással használható a klopivalid, mely elsősorban a fészkes virágzatúakat pusztítja (O'Sullivan - Kossatz 1984; Blackshaw 1989b), a galaj visszaszorítására pedig a pikloram javasolt (Gara *et al.* 2005). Általában az előbbi két vegyületet kombinációban alkalmazzák (Poloznyak 2008). A repcében egy viszonylag új hatóanyag az aminopivalid, mely herbicid hatással elsősorban az *Asteraceae*, *Fabaceae* és a *Solanaceae* család fajai ellen rendelkezik (Carrithers *et al.* 2005; Fowler -Husband 2005) és alkalmas a *P. rhoeas* fiatal példányainak elpusztítására (Masters *et al.* 2006; Hoffmanné 2010). A előbbi hatóanyagok kombinációban használhatók (aminopivalid + klopivalid + pikloram), hatásuk a *Cruciferae* gyomokra nem terjed ki. Az amerikai kontinensen a tavaszi repcében a keresztesvirágúak ellen használt vegyület az etametszulfuron, amellyel a *S. arvensis* és a *D. sophia*

visszaszorítható (Blackshaw 1989a; Blackshaw - Harker 1992). Bizonyos egyszikű fajok ellen a graminicides kezeléssel kiegészített gyomirtási technológia nyújt megfelelő eredményt (Chow *et al.* 1983).

Látható, hogy a posztemergens védekezés a repcében összetett feladat, amit csak többféle hatóanyag együttes alkalmazásával lehet megoldani. Ez szakértelmet igényel, a tankkombináció pedig fitotoxikus lehet (Harker *et al.* 1995).

2. 3. 6. 2. Az imidazolinon-toleráns (IMI) repce

In vitro mikrospóra mutagenézissel és szelekcióval Swanson *et al.* (1989) imidazolinon ellenálló repce - PM1 és PM2 - sejtvonalatokat állítottak elő. Később minden imidazolinon-toleráns olajrepce fajtát a PM1 és PM2 illetve ezek kombinációja alapján fejlesztettek ki.

A repce tetraploid növény, esetében az AHAS gén 5 tagból áll, melyet AHAS1, AHAS2, AHAS3, AHAS4 és AHAS5-ként jelölnek (Rutledge *et al.* 1991). A toleranciát itt is egy egyszerű aminosavcsere eredményezi, a PM1 változatoknál az AHAS1 653^a kodonnál egy aszparagin - szerin, a PM2 változatoknál az AHAS3 génen az 574^a pozícióban bekövetkező triptofán - leucin kicserélődés. A PM1 változatok csak az imidazolinonokkal, a PM2 változatok az imidazolinonokkal és a szulfonil-karbamidokkal szemben egyaránt toleránsak (Hattori *et al.* 1995).

A tavaszi repce imidazolinon toleráns változatának a termesztése és az ahhoz kapcsolódó gyomirtási technológia a világ más részein már általánosan elterjedt. Az 1990-es évek elején jelentett nagy előrelépést elsősorban Észak-Amerikában, gazdasági jelentősége a transzgénikus glifozát és glufozinát változatok kifejlesztésével csökkent. A herbicid toleráns repcék vetésterülete

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

az észak-amerikai kontinensen több mint 90 % (O'Donovan *et al.* 2006), amiből 2006-ban az IMI változatokat a vetésterület 10 %-án termesztették (Beckie *et al.* 2006). Kanadában a HT fajták/hibridek termesztésével nem vált szükségessé a herbicid kombinációk alkalmazása, emellett lehetőség adódott többszöri kezelésre. A HT variánsok termesztésekor a kijutatott herbicid hatóanyag felhasználás következetesen kevesebb, mint a konvencionális repce termesztésekor (Brimner *et al.* 2005). Európában IMI tavaszi repcével Finnországban foglalkoznak (Haukka *et al.* 2005). A tavaszi repce változatoknál az imidazolinonok használatával hatékonyan gyommentesíteni tudták a területeket (Harker *et al.* 2000, 2004; Upadhyay *et al.* 2006), lehetőség adódott a *Cruciferae* fajok kiirtására (Grey *et al.* 2006).

Az őszi vetésű repce vegyszeres gyomirtása az alacsony vetőmagnormával termesztett fajták és hibridek elterjedésével vált kérdéssé. Mivel Magyarországon GM tiltás van érvényben, a nemesítő házak a nem transzgenikus növényváltozatok kifejlesztése felé fordulnak.

2. 4. ACCáz-GÁTLÓ HERBICIDEKSEL SZEMBEN TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK

2. 4. 1. 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 malonyl-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, melyeknek nagysága cca. 17-51 Kda (Guchhait *et al.* 1974a; Polakis *et al.* 1974; 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, és így nagysága 220-280 Kda (Iverson *et al.* 1990).

A növényeknél mindkét féle ACCáz enzimet leírtak, melyek különböző sejtrészekben lokalizálódnak. Esetükben a zsírsav bioszintézis fő helye a kloroplaszt (Ohlrogge *et al.* 1979). Először Kannangara - Stumpf (1972) a prokarióta típusú ACCáz egy alegységét izolálta, a spenót kloroplasztjából. Későbbi tanulmányok során bizonyítást nyert, hogy 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 típusú ACCáz pedig a citoszolban található (Betney *et al.* 1992; Alban *et al.* 1994, 1995). Az enzimfehérje nukleáris kódolású, a prokarióta típus egy alegysége (karboxil transzferáz) van csak kloroplasztisz génen kódolva (Sasaki *et al.* 1993, 1995; Roesler *et al.* 1994). 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). Mindkét izoforma nukleáris kódolású,

de különböző génen találhatók (Podkowinski *et al.* 1996; Evenson *et al.* 1997; Gornicki *et al.* 1997).

2. 4. 2. Az ACCáz-gátló herbicidek és szelektivitásuk

Az ariloxi-fenoxi-propionsav (APP) (pl. fluazifop) és a ciklohexándion (CHD) származék (pl. szetoxidim, ciklozidim) herbicideket posztemergensen 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. Hatékonyak többek közt az évelő *S. halepense* (Winton-Daniels *et al.* 1990) és *Cynodon dactylon* (Grichar 1995) fajokkal szemben. Egyes hatóanyagok bizonyos gabonáknál (búza, árpa) is hasznosíthatók pl. diklofop-metil (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 hatóanyagcsaládhoz, a fenilpirazolinok-hoz (PPZ) tartozik (Hofer *et al.* 2006).

A hatóanyagok 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 nekrózis 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).

2. 4. 3. Az ACCáz-gátló herbicidekkel szembeni rezisztencia

Az ACCáz-gátlókkal szembeni gyomrezisztencia a világban széles körben elterjedt, mára a 3. leggyakoribb rezisztenciaformává vált, amit 42 fajnál azonosítottak (1. ábra). Az első megjelenését Ausztráliában, a *L. rigidum*-nál írták le (Heap - Knight 1982), azóta pedig számos gazdaságilag jelentős fajnál, a világ minden pontján észlelték a jelenséget pl. *S. halepense* (Bradley - Hagood 2001; Kaloumenos - Eleftherohorinos 2009), *Setaria viridis* (De Prado *et al.* 2004), *A. myosuroides* (Cocker *et al.* 1999).

Ellenük a rezisztencia több folyamaton keresztül is kialakulhat:

(1) Nem-hatáshely változás alapján:

- (a) Detoxifikáció: mikor fokozódik a herbicid lebontása a növényben. Ilyen előfordul pl. *A. myosuroides* (Hall *et al.* 1997), *L. rigidum* (Preston *et al.* 1996), *Digitaria sanguinalis* (Hidayat - Preston 1997) fajoknál. Ebben az esetben az

ellenállóságért a növényben megnőtt citokróm P450 enzim koncentrációja felel.

(b) Megnövekedett ACCáz enzim aktivitás: A *S. 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 enzimek 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 pont mutáció eredménye, és a rezisztens gén domináns vagy szemidomináns öröklődést mutat (Murray *et al.* 1995; Tardif *et al.* 1996; Seefeldt *et al.* 1998).

Az ellenállóság különböző fokú, és több alkalommal az ariloxi-fenoxi-propionsavak és a ciklohexándion származék herbicidek közt kereszt rezisztencia lép fel. Az APP és CHD szerekkel szemben egyaránt magas szintű ellenállóságot mutattak ki Heap - Morrison (1996), Marles *et al.* (1993) a *S. viridis* fajnál. Ugyanezt tapasztalták Wiederholt - Stoltenberg (1995) a *D. sanguinalis*, Heap *et al.* (1993) az *Avena fatua*, Moss (1990) az *A. myosuroides* fajnál, Burke *et al.* (2006) *S. halepense*-nél. Az ariloxi-fenoxi-propionsavak-kal szembeni magas, a ciklohexándionok-kal szembeni nagyon alacsony fokú rezisztenciát tapasztalták Gronwald *et al.* (1992) a *Lolium multiflorum*, Mansooji *et al.* (1992) *A. fatua* és *Avena sterilis*, valamint Preston *et al.* (1996) *L. rigidum* fajnál. A kereszt-rezisztencia a pinoxaden (PPZ) herbicidre is gyakran kiterjed. A diklofop-ellenálló *L. multiflorum* biotípusokat vizsgálata

során azok 20 %-át a pinoxaden ellen is rezisztensnek találták (Kuk *et al.* 2008). A pinoxaden és az APP szereket tűrő *A. fatua* populációkról Uludag *et al.* (2008), APP, CHD és PPZ herbicid rezisztens *A. sterilis*-ről Papapanagiotou *et al.* (2012) számoltak be.

Az ACCáz-gátlókkal szembeni rezisztenciák genetikailag vannak szabályozva (Murray *et al.* 1995). Már azonosítottak többféle aminosavcserét, ami az enzim karboxil transzferáz alegységénél, a herbicid kötődési helyét változtatja meg, és különböző féle rezisztenciát eredményez (6. táblázat).

6. táblázat: A különböző növényeknél kialakuló aminosav cserék, és az általuk kialakított ACCáz rezisztencia típus

| Aminosav csere | Gyomfaj | Herbicid rez. típus | | | Irodalom |
|---|-------------------------------|---------------------|-----|-----|------------------------------------|
| | | APP | CHD | PPZ | |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Alopecurus myosuroides</i> | R | R | NV | Brown <i>et al.</i> (2002) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | | R | R | NV | Délye <i>et al.</i> (2002a) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | | R | R | NV | Délye <i>et al.</i> (2002b) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Lolium rigidum</i> | R | R | NV | Zagnitko <i>et al.</i> (2001) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | | R | R | NV | Délye <i>et al.</i> (2002b) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | | R | R | NV | Zhang - Powels (2006) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Tricium aestivum</i> | R | R | NV | Zagnitko <i>et al.</i> (2001) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Setaria viridis</i> | R | R | NV | Délye <i>et al.</i> (2002c) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Avena fatua</i> | R | R | NV | Christoffers <i>et al.</i> (2002) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | | | | | Beckie <i>et al.</i> (2012) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Lolium multiflorum</i> | R | R | NV | White <i>et al.</i> (2005) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Avena sterilis</i> | R | R | NV | Liu <i>et al.</i> (2007) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Lolium spp.</i> | R | R | R | Scarabel <i>et al.</i> (2011) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Phalaris paradoxa</i> | RéR | R | RéR | Collavo <i>et al.</i> (2011) |
| izoleucin (1781 ^b) – leucin | <i>Alopecurus japonicus</i> | R | NV | R | Mohamed <i>et al.</i> (2012) |
| aszparagin (2078b ^a) – glicin | <i>Alopecurus myosuroides</i> | R | R | NV | Délye <i>et al.</i> (2005) |
| aszparagin (2078b ^a) – glicin | <i>Avena sterilis</i> | R | R | NV | Liu <i>et al.</i> (2007) |
| aszparagin (2078b ^a) – glicin | <i>Avena fatua</i> | R | R | R | Cruz-Hipolito <i>et al.</i> (2011) |
| aszparagin (2078b ^a) – glicin | <i>Phalaris paradoxa</i> | R | R | R | Hochberg <i>et al.</i> (2009) |
| aszparagin (2078b ^a) – glicin | <i>Avena fatua</i> | R | R | R | Beckie <i>et al.</i> (2012) |
| cisztein (2088 ^b) – arginin | <i>Lolium spp.</i> | R | R | R | Yu <i>et al.</i> (2007) |
| cisztein (2088 ^b) – arginin | <i>Lolium spp.</i> | R | R | R | Scarabel <i>et al.</i> (2011) |
| cisztein (2088 ^b) – arginin | <i>Avena fatua</i> | R | R | R | Beckie <i>et al.</i> (2012) |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Alopecurus myosuroides</i> | R | RéR | NE | Délye <i>et al.</i> (2003) |

A 6. táblázat folytatása

| A rezisztenciát eredményező aminosav csere | Növény | Rez. típus | | | Irodalom |
|---|-------------------------------|----------------|-----|-----|------------------------------------|
| | | APP | CHD | PPZ | |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Lolium rigidum</i> | R | RéR | NV | Délye <i>et al.</i> (2003) |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Avena fatua</i> | R | R | É | Cruz-Hipolito <i>et al.</i> (2011) |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Phalaris paradoxa</i> | R | R | R | Hochberg <i>et al.</i> (2009) |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Lolium spp.</i> | R | É | RéR | Scarabel <i>et al.</i> (2011) |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Avena fatua</i> | R | É | R | Beckie <i>et al.</i> (2012) |
| izoleucin (2041 ^b) - aszparagin | <i>Lolium spp.</i> | R | É | RéR | Scarabel <i>et al.</i> (2011) |
| triptofán (2027 ^b) – cisztein | <i>Alopecurus myosuroides</i> | R | RéR | NV | Délye <i>et al.</i> (2005) |
| triptofán (2027 ^b) – cisztein | <i>Avena sterilis</i> | R | RÉR | NV | Liu <i>et al.</i> (2007) |
| triptofán (2027 ^b) – cisztein | <i>Phalaris minor</i> | R | NV | NV | Gherekhloo <i>et al.</i> (2012) |
| triptofán (2027 ^b) – cisztein | <i>Sorghum bicolor</i> | R | RéR | NV | Kershner <i>et al.</i> (2011) |
| triptofán (2027 ^b) – cisztein | <i>Avena fatua</i> | R | RéR | R | Beckie <i>et al.</i> (2012) |
| aszpartate (2078 ^b) - glicin | <i>Alopecurus myosuroides</i> | R | RéR | NV | Délye <i>et al.</i> (2005) |
| aszpartate (2078 ^b) - glicin | <i>Avena sterilis</i> | R | RéR | NV | Liu <i>et al.</i> (2007) |
| aszpartate (2078 ^b) - glicin | <i>Lolium spp.</i> | R | R | R | Yu <i>et al.</i> (2007) |
| aszpartate (2078 ^b) - glicin | <i>Phalaris minor</i> | R | NV | NV | Gherekhloo <i>et al.</i> (2012) |
| aszpartate (2078 ^b) - glicin | <i>Lolium multiflorum</i> | R | R | R | Kaundun (2010) |
| glicin (2096 ^b) - alanin | <i>Alopecurus myosuroides</i> | R | RéR | NV | Délye <i>et al.</i> (2005) |
| glicin (2096 ^b) - alanin | <i>Avena fatua</i> | NV | NV | NV | Beckie <i>et al.</i> (2012) |
| triptofán (1999 ^b) – cisztein | <i>Avena sterilis</i> | R ^c | É | É | Liu <i>et al.</i> (2007) |
| triptofán (1999 ^b) – leucin | <i>Lolium spp.</i> | NV | NV | NV | Scarabel <i>et al.</i> (2011) |

R – rezisztens, RéR – mérsékelten rezisztens, É – érzékenys, NV – nem vizsgált, ^b *Alopecurus myosuroides* ACCáz enzim pozíció, ^c csak fenoxaprop rezisztens

Az ACCáz rezisztencia gyakori megjelenését több tényező is elősegíti:

- (1) A rezisztencia nem hatás-hely és hatás-hely változás következtében is kialakulhat.
- (2) A nem-hatás hely változásnál kétféle folyamaton keresztül is rezisztencia alakul ki.
- (3) A hatás-hely változásnál több, különböző aminosav csere is szerepet játszik az ellenállóság kialakulásában (6. táblázat).

- (4) A kereszt rezisztencia gyakori a két hatóanyagcsalád között (CHD és APP).
- (5) Az ACCáz nukleáris kódolású, a rezisztenciát egy egyszerű főgén kódolja (Betts *et al.* 1992).
- (6) A rezisztens tulajdonság heterozigóta allélforma mellett is kifejeződik a növényekben (Seefeldt *et al.* 1998; Tal - Rubin 2004).
- (7) A tulajdonság pollen és mag útján egyaránt terjed (Murray *et al.* 2002; Burke *et al.* 2007) (ellentétben pl. egyes triazin rezisztencia típusokkal).
- (8) A rezisztens tulajdonság megszerzése általában nem okoz negatív változást a biotípus relatív fitness értékében (Wiederholt - Stoltenberg 1996; Wang *et al.* 2010) (ellentétben pl. a triazin rezisztenciával).

Az, hogy egy sima, domináns, sejtmagban kódolt gén felel a rezisztens tulajdonságért, valamint, hogy a rezisztens biotípusok produktivitása nem csökken, teremti meg az alapjait a rezisztencia széles körű jelenlétének, hasonlóan az AHAS-gátló ellenállósághoz. Mindemellett ezek a tényezők teremtik meg alapjait annak, hogy sikeresen létrehozhatók az ACCáz-gátlókkal szemben toleráns kultúrnövények.

2. 4. 4. Az ACCáz-gátló herbicidekkel szemben toleráns kultúrnövények

2. 4. 4. 1. 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 hozzá járultak, azonban legkomolyabb befolyásoló hatása kétségkívül a

herbicidek használatnak volt (Kőrösmezei 2000; Reisinger 2000a; Szőke 2001). A szelektív kétszikűirtás, a monokultúrás termesztés, majd az atrazin felhasználás legszembetűnőbb hatása, hogy bizonyos egyszikű gyomok fontossága megnövekedett (7. táblázat, 4. ábra) (Novák *et al.* 2009).

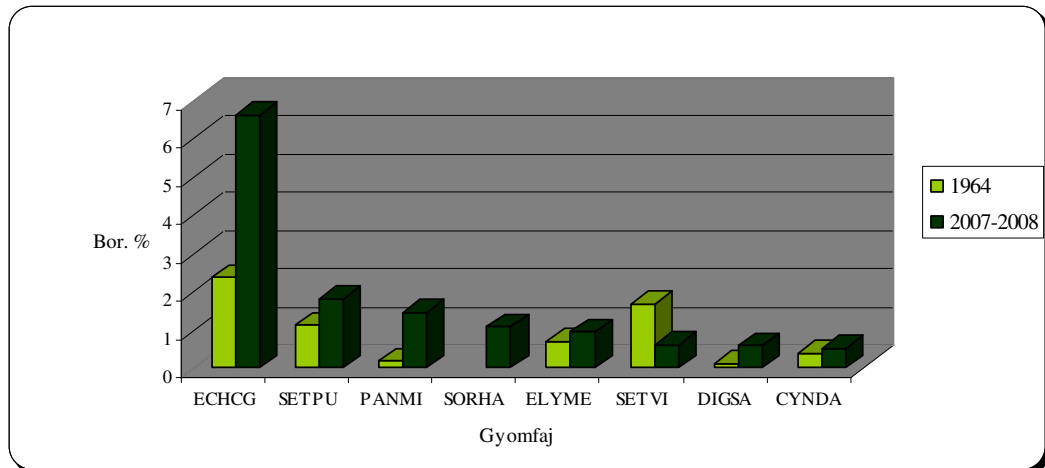
Az *E. crus-galli* Magyarországon az 1970-es évek óta a kukorica elsősorú gyomfajának (7. táblázat) (Ujvárosi 1973), és jelentős kompetíciós partnerének számít (Bosnic - Swanton 1997; Varga *et al.* 2000; Lehoczky - Nagy 2002). A köles (*Panicum* spp.) elterjedését a monokultúra (Czímber - Csala 1974) és a klóraminotriazinok túlzott használata alapozta meg a '80-as években (Thompson 1972).

7. táblázat: A főbb egyszikű gyomfajok borítottságának alakulása 1964 (I. Orsz. Gyomf.) és 2007-2008 (V. Orsz. Gyomf.) között (kukorica nyáreleji gyomfelvétellezésének eredményei)
Forrás: Novák *et al.* (2009)

| Gyomfaj | Országos Gyomfelvétellezés | | | |
|-------------------------------|----------------------------|--------|-----------|--------|
| | 1964 | | 2007-2008 | |
| | Fsor | Bor. % | Fsor | 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 (*S. viridis*) és a ragadós muhar (*Setaria verticillata*) gyomosít (Torma *et al.* 2005). Az V. Országos Gyomfelvétellezésre ismét bekerültek a 10 legveszélyesebb faj közé. A kukorica legjelentősebb növényvédelmi problémáját kétségkívül az évelő fenyércirok 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 fokozódó 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 *E. repens* és a *C. dactylon* borítottsága (7. táblázat).



4. ábra: A főbb egyszikű gyomfajok borítottságának alakulása 1964 (I. Orsz. Gyomf.) és 2007-2008 (V. Orsz. Gyomf.) között (kukorica nyáreleji gyomfelvétkezésének eredményei)
Forrás: Novák *et al.* (2009)

Az egyéves kétszikű fajok közül jelentős károsítók a parlagfű, disznóparéj fajok (*A. retroflexus*, *Amaranthus chlorstachys*), libatop fajok (*Ch. album*, *Chenopodium hybridum*), a csattanó maszlag, a selyemmályva, a szerbtövis fajok (*X. strumarium*, *Xanthium spinosum*), az árvakelésű napraforgó. Helyenként a vadkender, az íva, a varjúmák is előfordul. Az évelő kétszikűek közül meghatározó a mezei acat, az aprószulák és sövényzulák, több helyen észlelték a selyemkóró (*Asclepias syriaca*) terjedését.

A kukorica gyomszabályozásánál az agrotechnikai, mechanikai és vegyszeres védekezési módokat egyaránt alkalmaznunk kell. A vetésváltás betartása, a jó

talajmunka, a megfelelő tápanyag utánpótlás, kiegyenlített vetés, megfelelő tőállomány a modern mezőgazdaságban alapkövetelmény (Berzsenyi 2000a, Reisinger 1981).

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

A magról kelő egyszikűek ellen preemergensen használható készítmények a klór-acetamidok (acetoklór, s-metolaklór, dimetenamid) és a pendimetalin. Jó hatást adnak az *E. crus-galli*, és a *Setaria* spp. ellen (Wilson *et al.* 1988; Vasilakoglou - Eleftherohorinos 2003), viszont nem megfelelő a hatékonyságuk a kölessel szemben (Shenk *et al.* 1990; Westra *et al.* 1990). Az utóbbi évek szárazságba hajló időjárása az állománykezelések felé irányította a kukorica vegyszeres gyomirtását (Szabó 2009). A posztemergensen ható készítmények a szulfonil-karbamid származékok: nikoszulfuron, rimszulfuron, foramszulfuron, és ezek kombinációik. A nikoszulfuron hatékonyan irtja többek közt az *E. crus galli*, *D. sanguinalis* (Vidrine 1990), *S. faberi*, *P. miliaceum* (Dobbels - Kapusta 1993; Rabaey - Harvey 1997a; Williams - Harvey 2000) fajokat. A nikoszulfuron használata a *S. faberi* és a *P. miliaceum* ellenében Tapia *et al.* (1997) vizsgálatában jobb eredményt adott, mint a szelektív preemergens herbicidekkel történő kezelés. A rimszulfuron (Koeppel *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

szerekkel magas hőmérsékleten nem érdemes permetezni, szárazság esetén a permetléhez adjuváns hozzá adása 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 levélfejlettségükig (gyökérváltásig) mondható el (Hoffmanné 2008). A különböző biológiai tulajdonságok miatt a magról kelő egyszikűek elleni állománykezeléseket nehéz megfelelően időzíteni. Amíg a kakaslábfű általában a kukoricával egy időben tömegesen csírázik, a köles példányok a kukoricával egy időben, v. 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 kakaslábfű 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 *P. miliaceum* ellenében az acetoklór és a nikoszulfuron kombinálásával.

A jelenkor meghatározó módszerének a korai posztemergens kukorica gyomirtási technológia számít. Ennek alapjait a triketon-származékok (fehérítő szerek) kifejlesztése fektette le. Legszélesebb körben használt képviselőik a mezotrion, topramezon, tembotrion, melyek a növényekben a karotinoid szintézist gátolják a HPPD enzim blokkolásán keresztül (Mitchell *et al.* 2001; Meazza *et al.* 2002; Grossman - Ehrhardt 2007). 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 *E. 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, metolaklór, dimetenamid és pendimetalin a kukorica 3 leveles koráig kijuttatható). Kitűnő hatást jegyzett fel Creech *et al.* (2004) a mezotrion + atrazin együttes alkalmazásával *S. viridis* és *E. crus-galli* ellen az USA-ban. A mezotrion + acetoklór pedig Armel *et al.* (2003a) kísérletében adott jó eredményt *S. 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 az SU készítmények eredményesek (Bhowmik *et al.* 1992; Damalas - Eleftherohorinos 2001), a karotinoid biszintézist gátlók hatása nem teljes körű (Torma *et al.* 2006c). 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; Scopel *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).

2. 4. 4. 2. A cikloxidim-toleráns (CT) kukorica

ACCáz-gátlóval szemben toleráns kukorica kifejlesztése a '90-es évek elején kezdődött a biotechnológiai módszerek és a hagyományos nemesítés ötvözésével. Az ilyen típusú növényváltozatok idegen szervezetből származó gént nem tartalmaznak, tehát a nem transzgenikus 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 herbiciddekekkel 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), azonban különösebb gazdasági jelentőségük nem volt, mert a transzgénikus glifozát és glufozinát toleráns változatok hatásosak voltak mind az egy-, mind a kétszikűek ellen (Krausz *et al.* 1996; 1999; Tharp - Kells 1999; Loux *et al.* 2011).

A kukorica cikloksidim ellenállóságáért a „CTM” gén felel. A természetben lévő hibridekbe, a különböző nemesítő-házak ezt építik be (Vancetovic *et al.* 2009; Széll *et al.* 2010). Magyarországon 2008 óta lehet felhasználni a cikloksidim-toleráns (CT) kukoricát.

2. 4. 4. 3. Az ACCáz-gátló herbicidekkel szemben toleráns szemes cirok

Kutatók ACCáz rezisztens vad cirok (*Sorghum bicolor*) biortípusokat vizsgáltak (Kershner *et al.* 2011). Megállapították, hogy a magas szintű ellenállóság és az egyszerű öröklődésnek köszönhetően hasznos forrásai lehetnek a herbicid toleráns szemes cirok fajták kifejlesztéséhez.

2. 5. A HERBICID-TOLERÁNS KULTÚRNÖVÉNYEK TERMESZTÉSÉNEK KOCKÁZATAI

A herbicid toleráns kultúrák kapcsán elsősorban két negatív hatású tényező játszik szerepet, amit értékelni kell felhasználásuk előtt:

- (1) Génelszökés: A GM növények termesztésbe vétele kapcsán az egyik legnagyobb vitát kiváltó pont. Az a gén, amely az adott faj fajtáját/hibridjét kiváltságos tulajdonságokkal ruházza fel, a hozzá közeli rokonságban álló fajok közé kerülve a gyompopulációt előnyhöz juttatja. A gyomnövények evolúciós folyamatában többen is a kultúrnövény-vadonélő növény, és a kultúrnövény-gyomnövény

hibridizációkat tartják a legfontosabbaknak a káros gyomnövények kialakulásának tekintetében (Arnold 2004; Campbell *et al.* 2006).

Ilyen probléma felmerül pl. az IMI rizs termesztésénél. Az IMI rizs és a gyomrizs hibridizációt (aminek eredménye a rezisztens gyomrizs) az egész technológia egy kritikus pontjaként jelölik meg (Shivrain *et al.* 2007).

- (2) Rezisztens árvakelés: Amikor a nem betakarított kultúrnövény magvak csíráznak, árvakelés alakul ki. A herbicid toleráns kultúrváltozatok termesztésekor, az elhullajtott magvakból csírázó példányok nagyrészt hordozzák a toleráns tulajdonságot. Ilyen fordul elő pl. a glifozát-toleráns kukorica termesztése után a glifozát-toleráns szójában (Soltani *et al.* 2006).

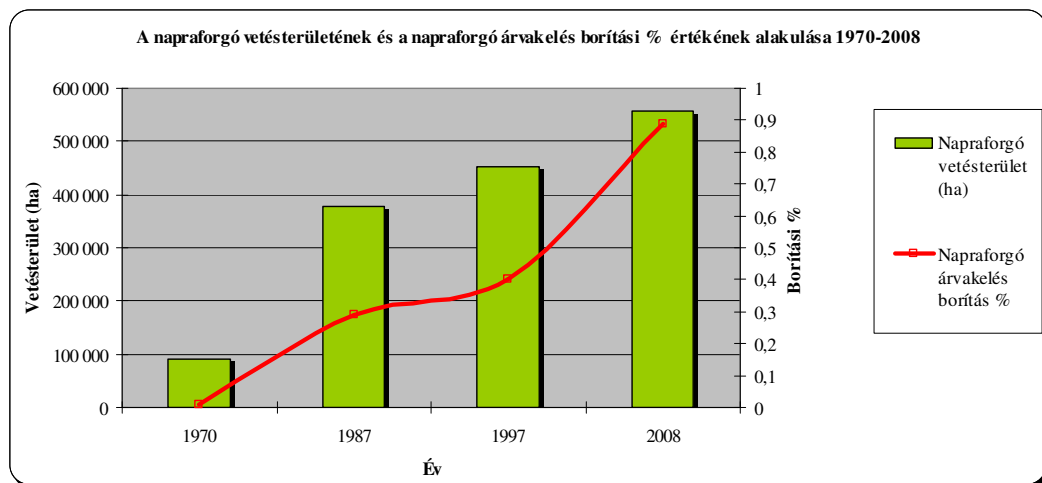
Magyarországon elsősorban a napraforgó esetében találkozhatunk herbicid-toleráns változatának káros mellékhatásaival.

2. 5. 1. A gyomosító napraforgó jelentősége a herbicid toleráns kultúrváltozatainak termesztése kapcsán

A napraforgó származási helyének Észak-Amerika nyugati, Mexikó északi részét tekinthetjük, ahol is több *Helianthus* faj gyomként burjánzik. Az Egyesült Államok északi-középső részén a *H. annuus*, *Helianthus petiolaris*, *Helianthus maximiliani*, a *Helianthus tuberosus* sok helyütt megtalálható. A legelterjedtebb faj az egyéves *H. annuus* általában az ember által megművelt területeken lelhető fel (Harter *et al.* 2004; Balogh 2006). Amerikában a gyomosító napraforgó nagy termésveszteségeket okoz például szójában (Geier *et al.* 1996), kukoricában (Deines *et al.* 2004) az USA néhány államában pedig felhelyezték a veszélyes gyomok listájára (Miller 1987).

Magyarországon, ill. Európában, ahol a napraforgó nem őshonos /ill. a világ számos pontján pl. Argentína (Poverene *et al.* 2004)/, napraforgó árvakelés gyakran előfordul a művelt területeken (Ostrowski *et al.* 2010). Gyomosító napraforgó populációkról az 1970-es évek óta számolnak be (Faure *et al.* 2002; Atlagic *et al.* 2006; Vischi *et al.* 2006). Franciaországban és Spanyolországban a szántóföldi felvételezések során precíz jellemzéseket is készítettek: a gyomosító napraforgó tipikus „vad” tulajdonságokat mutatott (pl. pigmentáció, magnyugalom, erős elágazás) domesztikált jellemvonásokkal kombinálódva (Muller *et al.* 2009).

Magyarországon a napraforgó, mint gyomprobléma összefüggésbe hozható a napraforgó vetésterületek felfutásával (5. ábra), a gépi betakarítás elterjedésével. A gyomként kelő napraforgó életformáját tekintve a tavasszal csírázó nyárutói egyévesek (T₄) közé sorolható, így leginkább a tavaszi vetésű kultúrákban lehet számítani károsításukra. Mára a kukorica területek egy jelentős gyomnövénye (Varga - Szabó 2008), de megnöveli a peszticid felhasználás költségeit a szója, cukorrépa, borsó állományokban is (Reisinger 1997; Benécsné - Kókai 2005).



5. ábra: A napraforgó vetésterületének (zöld oszlop), és a napraforgó árvakelés borítottságának alakulása az Országos Gyomfelvételezések során (piros vonal)

Forrás: www.ksh.hu; Novák *et al.* (2009)

Az V. Országos Gyomfelvételezés eredménye szerint a kukorica nyár eleji gyomflórájában a fajok fontossági sorrendjében a 13. helyre lépett elő, borítottsága 1969-1971 (II. Országos Gyomfelvételezés) és 2007-2008 (V. Országos Gyomfelvételezés) közt meg százszorozódott, és 0,89 %-os értéken áll (Novák *et al.* 2009). Általános kártételén túl jelentőségét növeli, hogy rajta minden napraforgó betegség potenciálisan előfordulhat (Benécsné 1998) /pl. Podhradszky (1968) a *Plasmopara halstedii* elleni védekezésnél írja: „az árvakelések könnyörtelen irtása”/.

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy itt a „gyomosító kultúrnövény” és a „kultúrgyom” kategóriák keveredésével állunk szemben. Gyomosító kultúrnövény lehet például az árpa, őszi búza árvakelése a repcevetésben (Novák 2006), hiszen megfelel a gyom definíciójának /ott nő, ahol nem kívánatos (Hunyadi 1974)/, de keletkezése nem evolúciós folyamatokra, hanem agrotechnikai okokra vezethető vissza, és károsításával a termesztését követő évben lehet találkozni. Hasonlóan viselkedhet más kultúrákban a burgonya (Williams - Boydstone 2002). Evolúciós értelemben azonban csak akkor beszélhetünk a kultúrnövényből kialakult gyomról (tehát „kultúrgyomról”), ha a növény nem pusztán a szándékunk ellenére nő, hanem olyan új bélyeget tartalmaz, ami terhes gyommá teszi /pl. vadköles (Scholz - Mikolás 1991), néhány gyom rizs (Vaughan *et al.* 2005)/.

A napraforgó árvakelés egy átmenetet képez a kétféle jelenség között. A szántóterületeken való megjelenésének oka a termesztési technológia, ugyanis gépi betakarítását követően általában hektáronként 70-150 kg kaszat a területen marad (Fűzy - Szüle 1994; Csete - Madarász 1997). Aratás után Pomsár - Reisinger (2004) átlagban m²-ként 364 db elpergett kaszatról számoltak be. A napraforgó árvakelés azonban több éven át - nem csak a termesztését követően - károsít a területen, amiben biológiai tulajdonságai segítik: a kaszatok 4-5

éven át csíráképesek, a talaj 15-30 cm-es rétegéből is képesek kikelni (Benécsné - Kókai 2005).

A napraforgó a jelentős szántóföldi olajos növények közül az egyetlen, mely nem rendelkezik GM változattal. A napraforgó idegentermékenyülő növény, melyet a dichogámia biztosít (Frank 2004), a *Helianthus* fajok közt nagy a valószínűsége az inter- és intraspecifikus hibridizációnak (Burke - Rieseberg 2003). A vadon élő és a házasított napraforgó ugyanazon fajhoz tartoznak és képesek kereszteződésre (Arias - Rieseberg 1994; Snow *et al.* 1998; Burke *et al.* 2002). Argentínában Poverene *et al.* (2004) bizonyította, hogy a *H. annuus* subsp. *annuus* és a *H. pteliolaris* természetes populációi hibridizálódnak a termesztett napraforgóval. Mikroszatellitek diverzitásának vizsgálatán alapulva Kane - Rieseberg (2008) kimutatta, hogy a gyomosító napraforgó populációk genetikailag közel állnak az adott térségben előforduló természetes vad populációkhoz. Kísérletben Snow *et al.* (2003) bizonyította, hogy a „Bt gén” a kereszteződés következtében a vad napraforgóban is kifejeződik, ami a vad populációkat evolúciós előnyhöz juttatja, magtermésüket növeli. Eddig még nem publikáltak olyan fenotípusos tulajdonságot, amely alapján a gyom és vad formákat egyértelműen meg lehetne különböztetni egymástól (Muller *et al.* 2011). A kultúr és vad (v. gyomosító) változatok kereszteződését a herbicid rezisztencia terjedésénél is igazolták. Az Egyesült Államokban Marshall *et al.* (2001) imazetapír rezisztens és érzékeny vad napraforgók közti génsodródást vizsgálta, és a herbicidet tűrő napraforgótól 5,5 méterre vetett érzékeny napraforgóban 28,7 %-ban izolálta az imazetapír rezisztenciát. Az IMI napraforgó hibridek és az IMI érzékeny *H. annuus* között üvegházi keresztezéseket végeztek, és a *H. annuus* esetében 94 %-nál teljes körű vagy közepes rezisztenciát találtak (Massinga *et al.* 2003). A vad *H. annuus* populációk gyomosítása következtében az észak-amerikai kontinensen a

növényi olaj termelést elsősorban a szója fedezi. A HT napraforgók termesztése pedig a vad fajok beporzása következtében nem terjedt el.

Egy kísérletben Hoffmanné (2007) különböző AHAS-gátló szerek hatékonyságát vizsgálta IMI és SU rezisztens napraforgó árvakelésekkel szemben. Megállapította, hogy „nem lehet kimondani, hogy az IMI napraforgót a szulfonilurea gyomirtó szerek elpusztítják, ugyanígy nem lehet kimondani azt sem, hogy a tribenuron-metil toleráns napraforgót a többi szulfonilurea gyomirtó szer és a Pulsar 40 SL is egyaránt hatékonyan irtja”, és hogy bizonyos kultúrákban plusz, eddig nem szükséges gyomirtó szer felhasználás lesz indokolt. A napraforgó gyomirtásában az IMI és a SU-ellenálló technológia alkalmas az érzékeny napraforgó árvakelés elpusztítására, de Reisinger *et al.* (2006) megállapítják, hogy a pozitívum a technológiák terjedésével csak időleges.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3. 1. HERBICID-TOLERÁNS (IMI ÉS SU) NAPRAFORGÓ

3. 1. 1. A HT és a nem HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata (2008, 2009, 2011)

A kísérleti területek jellemzése

2008: Győr KMW8H-7-08^c (Lon.: 17°69'45"; Lat.: 47°64'37" ^d):

Humusztartalom: 4,1 %, K_A: 41,5.

2009: Győr KHF2H-E-08 (Lon.: 17°68'81"; Lat.: 46°64'08"):

Humusztartalom: 4,13 %, K_A: 40,8.

2011: Győr KF4FH-F-08 (Lon.: 17°68'77"; Lat.: 47°64'60"): Humusztartalom

3,75 %, K_A: 40,08.

Alkalmazott agrotechnika

A táblákon azonos agrotechnikai műveletek folytak. Alapművelésként őszi mélyszántást alkalmaztunk, melyet február végén - március elején crossboard simítóval és crosskill hengerrel munkáltuk el. A 2011 évre a szántás munkálatait február hónapban végeztük el. A magágy előkészítésére kompaktort használtunk közvetlenül vetés előtt. A vetést Monosem szemenkénti vetőgéppel végeztük, 4-5 cm mélységben (a későbbiekben csak ott tüntetünk fel talajművelési technikát, ahol nem az előzőekben vázolt módszert alkalmaztuk). A területeken az IMI és az SU toleráns napraforgókat közvetlenül egymás mellé vetettük el. További agrotechnikai adatokat a 8. táblázat mutatja.

^c MEPAR azonosító (a továbbiakban nem jelöljük)

^d A kísérleti hely WGS koordinátái (a továbbiakban nem jelöljük)

8. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

| Év | Tábla | Elővet. | Tápanyag utánpótlás | | | Vetés | | | | |
|------|--------------|----------|---------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|---------|----------------|----------------------|
| | | | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | Hibrid neve | | | Vetés ideje | Tőszám (e. tő/ha) |
| | | | | | | Nem HT | IMI | SU | | |
| 2008 | KMW8H-7-08/1 | Kukorica | 100 | 35 | 35 | NK Neoma | NK Neoma | PR63E82 | 04. 12. | 54 |
| 2009 | KHF2H-E-08/1 | Kukorica | 100 | 30 | 30 | NK Neoma | NK Neoma | PR63E82 | 04. 08. | 54 |
| 2011 | KF4FH-F-08/1 | Kukorica | 90 | 30 | 30 | NK Neoma | NK Neoma | P64LE13 | 04. 07. | 54 |

Alkalmazott kezelések

A területeken a nem-toleráns vagy hagyományos (jelölése: H) az IMI és az SU toleráns gyomirtási technológiákat megközelítőleg 1-1 hektáron, egymás mellett alkalmaztuk.

A herbicideket Berthoud permetezővel, 220 liter hektáronkénti vízmennyiséggel, Turbo Teejet I11005 fúvókákkal, 3 bar nyomáson juttattuk ki. Az egyenletes szórásképet a Trimble robotpilóta rendszer, és AgLeader Directliquid kijuttatás vezérlő biztosította. A kezelések időpontját a 9. táblázat mutatja.

A hagyományos napraforgókban az egyszikűirtó komponens a dimetenamid-p + pendimetalin (Wing-P[®])/2008 évben még: dimetenamid + pendimetalin (Wing EC[®]), a kétszikűirtó hatással rendelkező szer pedig 2008 és 2009-ben az oxifluorfen (Goal[®]), 2011-ben a fluorkloridon (Racer[®]). A 2009 évben a bemosó csapadék elmaradt, a területet felülkezeltük a flumioxazin-nal (Pledge 50 WP[®]) (10. táblázat).

[®] A herbicid kereskedelmi neve. Az értekezésben a hatóanyag vagy hatóanyag kombináció első említésénél megjelölésre kerül a herbicid kereskedelmi neve. A vizsgálatokban alkalmazott herbicidekről összefoglaló táblázat a 3. sz. mellékletben található (a továbbiakban nem jelöljük).

9. táblázat: A kezelések időpontjai és a napraforgó fejlettsége

| Kezelés | Év | | | | | |
|----------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|
| | 2008 | | 2009 | | 2011 | |
| | Dátum | Napraforgó fejl. (BBCH) | Dátum | Napraforgó fejl. (BBCH) | Dátum | Napraforgó fejl. (BBCH) |
| Preemergens | 04. 12. | 0 | 04. 08. | 0 | 04. 16. | 0 |
| Posztemergens | 05. 14. | 14-16 | 05. 09. | 14-16 | 05. 21. | 14-16 |
| Posztemergens ^a | 05. 21. | 16-18 | 05. 15. | 16-18 | 05. 21. | 14-16 |
| Kultivátor | 06. 08. | 32-33 | 05. 31. | 30 | 06. 02. | 30-32 |

^a graminicid kijuttatásának ideje az SU technológiánál

Az IMI toleráns gyomirtási mód vizsgálatok a preemergens (dimetenamid-p + pendimetalin) + posztemergens /imazamox (Pulsar 40 SL)/ (IMI/1), az egyszeri posztemergens (imazamox) kezelést alkalmaztuk (IMI/2), továbbá kiértékelésre került a sorközművelés eredményessége. Az IMI/3 (2009 és 2011 évben) és az IMI/4 jelölésű kezelés az előbbi két alkalmazásmód kiegészítése a mechanikai védekezéssel.

A SU toleráns technológiánál az SU/1 jelölés az egyszikűek elleni preemergens (dimetenamid-p + pendimetalin) + a kétszikűek elleni posztemergens /tribenuron-metil (Express 50 SX)/ védekezést takarja. Az SU/2 egy posztemergens alkalmazási mód, ahol az egyszikűek ellen 2008-ban a quizalofop-p-tefuril (Pantera 40 EC), 2009 és 2011-ben a cikloxidim (Focus Ultra) herbicidet használtuk a tribenuron-metil mellett. A tribenuron-metil mellé a permetléhez 0,09 % etoxilált izodecil alkoholt (Trend 90) (továbbiakban: Trend), a graminicides kezelések mellé 0,185 l/ha metil-oleát + 0,185 l/ha metil-palmeát (Dash HC) (továbbiakban: Dash) nedvesítő szereket tettünk. Az SU/3 és SU/4 az előző két kezelés és a mechanikai védekezés együttes eredményességét határozta meg (10. táblázat).

10. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések a napraforgó gyomirtási hatékonyságot összehasonlító vizsgálatokhoz

| Techn. | Sorsz. | Alk. mód | Kezelés | | | | | |
|--------|--------|----------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|
| | | | 2008 | | 2009 | | 2011 | |
| | | | Herbicide (h. a.) | Dózis (g/ha) | Herbicide (h. a.) | Dózis (g/ha) | Herbicide (h. a.) | Dózis (g/ha) |
| Nem HT | H/1 | Pre | dimetenamid | 850 | dimetenamid-p | 750 | dimetenamid-p | 750 |
| | | | pendimetalin | 1000 | pendimetalin | 875 | pendimetalin | 875 |
| | H/2 | Pre | oxifluorfen | 200 | oxifluorfen | 200 | fluorkloridon | 0,75 ^c |
| | | Pre | - | - | dimetenamid-p | 750 | - | - |
| | | Pre | - | - | pendimetalin | 875 | - | - |
| | | Poszt | - | - | flumioxazin | 300 | - | - |
| IMI | IMI/1 | Pre | dimetenamid | 850 | dimetenamid-p | 750 | dimetenamid-p | 750 |
| | | | pendimetalin | 1000 | pendimetalin | 875 | pendimetalin | 875 |
| | IMI/2 | Poszt | imazamox | 48 | imazamox | 48 | imazamox | 48 |
| | | Poszt | imazamox | 48 | imazamox | 48 | imazamox | 48 |
| | IMI/3 | Pre | - | - | dimetenamid-p | 750 | dimetenamid-p | 750 |
| | | | - | - | pendimetalin | 875 | pendimetalin | 875 |
| | | Poszt | - | - | imazamox | 48 | imazamox | 48 |
| | IMI/4 | Poszt | - | - | kultivátor | - | kultivátor | - |
| | | | imazamox | 48 | imazamox | 48 | imazamox | 48 |
| | | - | kultivátor | - | kultivátor | - | kultivátor | - |
| SU | SU/1 | Pre | dimetenamid | 850 | dimetenamid-p | 750 | dimetenamid-p | 750 |
| | | | pendimetalin | 1000 | pendimetalin | 875 | pendimetalin | 875 |
| | SU/2 | Poszt | tribenuron-metil ^a | 22,5 | tribenuron-metil ^a | 22,5 | tribenuron-metil ^a | 22,5 |
| | | Poszt | tribenuron-metil ^a | 22,5 | tribenuron-metil ^a | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 |
| | SU/3 | Pre | - | - | dimetenamid-p | 750 | dimetenamid-p | 750 |
| | | | - | - | pendimetalin | 875 | pendimetalin | |
| | | Poszt | quizalofop-p-tefuril ^b | 65 | cikloksidim ^b | 150 | cikloksidim ^b | 150 |
| | | - | - | - | kultivátor | - | kultivátor | - |
| | SU/4 | Poszt | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 |
| | | Poszt | quizalofop-p-tefuril ^b | 65 | cikloksidim ^b | 150 | cikloksidim ^b | 150 |
| | | - | kultivátor | - | kultivátor | - | kultivátor | - |

^a Trend nedvesítőszerezrel történő kijuttatás; ^b Dash nedvesítőszerezrel történő kijuttatás; ^c dózis (l/ha)

Értékelés módszere

A gyomirtási hatékonyság értékeléseket a kezelést követő 1. és 2. héten, valamint augusztus elején a termésérés időszakában készítettünk. Az értékelés folyamán a különböző kezelésekben részesült területeken, egyenletes eloszlásban 4-4 db vizsgálati blokkot jelöltünk ki. Minden ilyen tartalmazott egy 2x2 méter nagyságú kezeletlen gyomos kontroll és kezelt parcellát (ezek feleltek meg az ismétléseknek) (a későbbiekben ahol kézi parcella permetezőzt használtunk, ott egy ismétlésnek 1 db 21 m² parcella felelt meg). Minden vizsgálati blokkban gyomfelvételezéseket végeztünk Balázs - Ujvárosi módszerével (Balázs 1944; Reisinger 1977). Vizsgáltuk az egyes gyomfajok, ill. az összes gyomborítottság százalékos értékét, emellett figyelemmel kísértük a gyomnövények fejlettségét. A kezelt területeken a gyomirtások után szintén a Balázs - Ujvárosi módszerrel vizsgáltuk a gyomborítottság mértékét, vizsgáltuk, hogy az életben maradt faj/fajok egyedei milyen arányban károsodtak a kezeléstől, ill. fejlettségük hogyan viszonyul a kezeletlen kontroll területen lévő fajtársaikéhoz. Az „Eredmények” fejezet táblázataiban szereplő gyomborítottsági adatok Ujvárosi *et al.* (1979) iránymutatása szerint, az augusztus eleji vizsgálatkor tapasztalt értékeket tartalmazza. (2011 évben a területen megtalálható volt az IMISUN napraforgó árvakelés. Ellene való gyomirtási hatékonyságot külön fejezetben tárgyaljuk, a gyomfelvételezési táblázatokban nem vettük figyelembe a borítottságát, mert torzítja az eredményeket.)

A gyomirtási hatékonyságot külön fajokra nézve, 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.

3. 1. 2. A HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata az *Ambrosia artemisiifolia*-val (parlagfű) szemben (2008, 2009, 2011)

A kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

A 2008 és 2009 évben az összehasonlító kísérletek adatai kerültek felhasználásra. A 2011 évben a parlagfű elleni gyomirtási hatékonyságot két másik területen értékeltük, mivel ott voltak területrészek, ahol magas a gyom borítottsága:

- (1) Győr K07WQ-R-08 (Lon.: 17°65'55"; Lat.: 47°63'87");
Humusztartalom: 2,8 %, K_A : 39,2. Vetett hibrid: NK Neoma.
- (2) Győr KLA9Q-V-08 (Lon.: 17°69'66"; Lat.: 47°63'73");
Humusztartalom: 3,71 %, K_A : 41,1. Vetett hibrid: P63LE13.

A táblákon hasonló agrotechnikai műveletek folytak. Tápanyag utánpótlásra 90 kg N, 30 kg P, 30 kg K került kijuttatásra. Vetésük 2011. 04. 12. ill. 2011. 04. 15-én, 54 ezer hektáronkénti tőszámmal történt.

Alkalmazott kezelések

A kezeléseket Berthoud szántóföldi permetezővel jutattuk ki (leírása a 3. 1. 1. fejezetben). A területeken az IMI/2 és az IMI/4 (K07WQ-R-08 terület) valamint a SU/2 és a SU/4 (KLA9Q-V-08 terület) kezeléseket alkalmaztuk (10. táblázat).

Értékelés módszere

A gyomirtó hatékonyság értékelése az előző fejezetben (3. 1. 1.) ismertett módon történt. A hatékonysági vizsgálatok mellett 2011-ben meghatároztuk a gyomos kontroll és kezelt területeken lévő *A. artemisiifolia* növények m²-re

eső darabszámát, és ezeken lévő porzós virágok mennyiségét, ill. az átlagos porzós virágok számát egyedekre és m²-re vetítve.

3. 1. 3. Az IMI toleráns napraforgó gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Cirsium arvense*-vel (mezei acat) szemben (2008)

A kísérleti terület jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2008: Győr KN4FH-N-08 (Lon.: 17°69'37"; Lat.: 47°64'31"); Humusztartalom: 2,6 %; K_A: 38. Tápanyag utánpótlásra 100 kg N, 30 kg P, 30 kg K használtunk fel. Vetése 2008. 04. 10., 52 ezer hektáronkénti tőszámmal történt. A vetett hibrid: NK Neoma. A területen magas a *C. arvense* területfoglalása.

Alkalmazott kezelés

A napraforgó 2 leveles (BBCH 12) (2008. 04. 28.) fejlettségénél sorközművelést alkalmaztunk. A BBCH 14-16 fenológia mellett posztemergensen kijuttattuk a 48 g/ha imazamox herbicidet (2008. 05. 12), majd a sorok záródása előtt ismét kultivátort használtunk (BBCH 30-31; 2008. 05. 30).

Értékelés módszere

A területen a *C. arvense* borítottságáról AgLeader SMS Basic számítógépes szoftver felhasználásával 2008. 04. 26-ai gyomfelvételezési adatok alapján gyomtérképeket készítettünk. A módszer pontos ismertetését a 3. 1. 6. fejezet tartalmazza. A technológia hatékonyságát a 3. 1. 1. fejezetben bemutatott módon értékeltük.

3. 1. 4. Fitotoxicitás vizsgálatok a nem HT és az IMI toleráns napraforgókban (2008, 2009, 2011)

A kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2008: Győr KMW8H-7-08

2009: Győr KHF2H-E-08

2011: Győr KF4FH-F-08

A területek jellemzését és az alkalmazott agrotechnika leírását a 3. 1. 1. fejezet tartalmazza.

A kísérletben vizsgált IMI toleráns hibrideket a 11. táblázat mutatja. A Pioneer által forgalmazott hibridek (P64C09 és XF2411) esetében a tolerancia típusa nem ismert. Az értekezésben, a továbbiakban ezeket a változatokat a „Pioneer IMI” kifejezéssel jelöljük. A hagyományos technológia fitotoxicitását az NK Neoma hibriden tanulmányoztuk.

11. táblázat: A kísérletben vizsgált IMI toleráns napraforgó hibridek

| Kísérleti év | | | Forgalmazó | Tolerancia típus |
|--------------|-------------|------------------------|-------------|------------------|
| 2008 | 2009 | 2011 | | |
| LG 56.58 CL | LG 56.58 CL | LG 56.58 CL | Limagrain | IMISUN |
| LG 56.63 CL | LG 56.63 CL | LG 56.63 CL | | IMISUN |
| Mv Primis | Mv Primis | Mv Primis | Martonvásár | IMISUN |
| ES Florimis | ES Florimis | ES Florimis | Euralis | IMISUN |
| NK Alego | NK Alego | NK Alego | Syngenta | IMISUN |
| NK Neoma | NK Neoma | NK Neoma | | IMISUN |
| - | - | CLHA-Plus ^a | - | CLHA-Plus |
| - | - | P64LC09 | Pioneer | nem ismert |
| - | - | XF2411 | | nem ismert |

^a a hibrid pontos neve nem ismert

Alkalmazott kezelések

A kezeléseket Berthoud szántóföldi permetező használatával állítottuk be (leírás a 3. 1. 1. fejezetben). Értékelésre a hagyományos technológiánál 2008 és 2011-ben a preemergens kezelések (H/1) kerültek. A 2009 évben a

preemergens szerek hatáskifejtése elmaradt, ezért a posztemergensen kijutatott flumioxazin (H/2) fitotoxikus hatását vizsgáltuk. Az IMI technológiánál a 48 g/ha imazamox hatást tanulmányoztuk az IMI/2 kezelésnél (10. táblázat).

Értékelés módszere

A fitotoxicitás értékelés folyamán a különböző kezelésekben részesült területeken 4-4 db vizsgálati blokkot jelöltünk ki (ezek feleltek meg az ismétléseknek) (a későbbiekben ahol kézi parcella permetezőzt használtunk, ott egy ismétlés az 1 db 21m² parcella volt). Minden kezeléshez tartozott 2x2 méteres kapált kontroll (a mechanikai gyomszabályozást a vegetáció folyamán két alkalommal hajtottuk végre), mely növény egyedeihez viszonyítva állapítottuk meg a kezelt területeken tapasztalható fitotoxicitás nagyságát.

A fitotoxicitást a kezelések utáni 1. és 2. héten, ill. a termésérlelés idején (augusztus eleje) értékeltük. A fitotoxicitást szemrevételezéssel, 0-tól 100-ig terjedő skálán (0=nem volt károsodás, 100=növénypusztulás), százalékos formában, egyetlen értékszámmal fejeztük ki (Dancza 2004). Az ismétlésenkénti adatokat statisztikai analízisnek vetettük alá (leírását a 3. 1. 1. fejezet tartalmazza).

3. 1. 5. Fitotoxicitás és herbicid keverhetőség vizsgálatok a tribenuron-metil-toleráns („heterozigóta” és „homozigóta”) napraforgóban (2009, 2011)

A kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2009: Győr KHF2H-E-08

2011: Győr KF4FH-F-08

A területekről és agrotechnikáról a leírás a 3. 1. 1. fejezetben található.

A vizsgált tribenuron-metil toleráns hibridek

A kísérletekben a toleráns tulajdonságot heterozigóta allélforma mellett tartalmazó PR63E82, és a toleráns tulajdonságot homozigóta allélforma mellett hordozó hibrideket vizsgáltunk (12. táblázat).

12. táblázat. A kísérletben vizsgált tribenuron-metil-toleráns napraforgó hibridek

| Sorsz. | 2009 | | 2010 | | Forgalmazó |
|--------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| | Hibrid neve | Allélforma | Hibrid neve | Allélforma | |
| 1. | PR63E82 | Heterozigóta | PR63E82 | Heterozigóta | Pioneer |
| 2. | PR63A05 | Homozigóta | P64LE13 | Homozigóta | Pioneer |
| 3. | PR64A31 | Homozigóta | - | - | Pioneer |
| 4. | PR64A29 | Homozigóta | - | - | Pioneer |
| 5. | XF4005-X018 | Homozigóta | - | - | Pioneer |

Alkalmazott kezelések

A vizsgálat 7 m hosszú, 4 sort magába foglaló parcellákon történt (21 m²). A kísérletet 2009-ben 4, 2011-ben 3 ismétlésben, teljes véletlen elrendezésben állítottuk be. A permetezést kézi parcella permetezővel végeztük, 270 l/ha-os vízmennyiséggel, 3 bar nyomáson AD12004 Lechler fúvókákkal. A kijuttatás időpontjai: 2009. 05. 09. (napraforgó BBCH 14-16); 2011. 05. 20. (napraforgó BBCH 14-16).

A kísérletben vizsgáltuk a tribenuron-metil normál és másfélszeres dózisát, ill. különböző graminicidekkel és a tifenszulfuron-metillel (csak 2011) történő együttes kijuttatásának hatásait (13. táblázat). A tribenuron-metil mellé Trend, a tribenuron-metil + graminicid együttes kijuttatáskor Dash nedvesítőszer alkalmaztunk.

13. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések

| Sorsz. | Kezelés | | | |
|--------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|--------------|
| | 2009 | | 2011 | |
| | Herbicidez (h. a.) | Dózis (g/ha) | Herbicidez (h. a.) | Dózis (g/ha) |
| 1. | tribenuron-metil ^a | 22,5 | tribenuron-metil ^a | 22,5 |
| 2. | tribenuron-metil ^a | 34 | tribenuron-metil ^a | 34 |
| 3. | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^a | 22,5 |
| | quizalofop-p-tefuril ^b | 40 | tifenszulfuron-metil ^a | 7,5 |
| 4. | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 |
| | cikloxidim ^b | 125 | quizalofop-p-tefuril ^b | 40 |
| 5. | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 |
| | cikloxidim ^b | 400 | cikloxidim ^b | 150 |

^a Trend nedvesítőszerrel történő kijuttatás; ^b Dash nedvesítőszerrel történő kijuttatás

Értékelés módszere

A fitotoxikus tüneteket szemrevételezéssel határoztuk meg, és százalékos formában fejeztük ki (0-tól 100-ig) (leírása a 3. 1. 4. fejezetben).

Emellett 2009-ben 3 hibrid (PR63E82, PR63A05, XF4005-X018), 2011-ben a 2 hibrid kezelt parcellainak termését (8 %-os víztartalomra, és t/ha-ban adtuk meg) parcella kombájnnal betakarítottuk, kaszatjai olajtartalmát laboratóriumban meghatároztuk. Az eredményeket statisztikai analízisnek vetettük alá (leírást a 3. 1. 1. fejezet tartalmazza).

3. 1. 6. Precíziós gyomirtási technológiák alkalmazhatóságának vizsgálata a napraforgó posztemergens gyomirtásakor (2007, 2011)

A vizsgálatot a tribenuron-metil toleráns napraforgóban állítottuk be. Az elv a búzában alkalmazott módszerre épült (Reisinger 2011).

Kísérleti területek, alkalmazott agrotechnika

2007: Győr KF4FH-F-08 tábla 7 ha részén. Terület leírása a 3. 1. 1. fejezetben olvasható. Az elővetemény kukorica volt, tápanyag utánpótlásra 100 kg N-t, 30 kg P-t és 30 kg K-ot jutattunk ki. A vetés 2007. 04. 14-én hektáronként 52 ezres tőszámmal történt. A termesztett hibrid: PR63E82.

2011: Győr KLA9Q-V-08/1. Terület jellemzése és alkalmazott agrotechnika leírása a 3. 1. 2. fejezetben.

A gyomtérképek készítése

A terület határvonalait AgLeader kézi, műholdas helymeghatározó eszköz segítségével digitalizáltuk. Ezt követően SMS Mobile szoftver használatával 0,5 hektáros részekre osztottuk, melyek középpontjában gyomfelvételezési helyeket jelöltünk ki. Ezen felvételezési parcellákat műholdas navigációval felkerestük, ahol Balázs - Ujvárosi módszerével, a kezelés előtt meghatároztuk a terület gyom-összetételét.

A gyomfelvételezés után a fajokat egy- és kétszikű fajok szerint csoportosítottuk. A terepi, ill. a térinformatikai adatokat AgLeader SMS Basic számítógépes szoftver használatával dolgoztuk fel. A programmal a mintateretek GPS koordinátái alapján, a hozzájuk tartozó gyomborítottsági értékek felhasználásával interpolálást végeztünk. A méretarányos modellek a gyomfajok, fajcsoportok táblán belüli eloszlását mutatják.

A modell alapján próbáltuk meghatározni azokat a tábla részeket, melyeken nem szükséges a kétszikűek és/vagy az egyszikűek ellen használatos herbicid komponens kijuttatása.

3. 1. 7. A HT napraforgók termesztésének utóvetemény hatása: a herbicid rezisztens árvakelés

3. 1. 7. 1. Az árvakelésű napraforgó (Helianthus annuus) gyomosításának mértéke napraforgóvetésekben 3-4-5 évvel a napraforgó elővetemény után

A kísérleti területek jellemzése

A kísérletet 2011 évben állítottuk be három területen:

- (1) Győr K07WQ-R-08.
- (2) Győr KF4FH-F-08 (a vizsgálat tárgyát egy 9 hektáros része képezte).
- (3) Győr KLA9Q-V-08.

A területek jellemzése és agrotechnika adatok a 3. 1. 1. és a 3. 1. 2. fejezetekben olvashatók.

Alkalmazott agrotechnika

A K07WQ-R-08 (13,6 ha) táblán 3 évvel ezelőtt (2008) termesztettünk napraforgót. A KF4FH-F-08 jelű szántó egy 9 hektáros részét vizsgáltuk, ahol korábban 4 évvel (2007) folyt napraforgó termelése. A KLA9Q-V-08 terület 2,5 hektár nagyságú, ahova napraforgót 5 évvel ezelőtt vetettünk. A területek 2006-2011 közti előveteményeit az *14. táblázat* mutatja. Az árvakelésű napraforgó ellen minden évben hatékony volt a gyomirtási technológia. Az állományokban, és a tarlókon magkötése nem következett be.

14. táblázat: A kísérleti területeken 2006-2011 között termesztett növények

| Év | Termesztett kultúra | | |
|------|---------------------|------------|------------|
| | K07WQ-R-08 | KF4FH-F-08 | KLA9Q-V-08 |
| 2006 | őszi búza | kukorica | napraforgó |
| 2007 | kukorica | napraforgó | őszi búza |
| 2008 | napraforgó | őszi búza | őszi búza |
| 2009 | őszi búza | kukorica | repce |
| 2010 | kukorica | kukorica | őszi búza |
| 2011 | napraforgó | napraforgó | napraforgó |

Értékelés módszere

A kísérleti terület határvonalait AgLeader kézi, műholdas helymeghatározó eszköz segítségével digitalizáltuk. Ezt követően SMS Mobile szoftver használatával 0,5 hektáros részekre osztottuk, melyek középpontjában gyomfelvételezési pontokat jelöltünk ki (K07WQ-R-08: 25 db, KF4FH-F-08: 9 db, KLA9Q-V-08: 6 db mintatér). A felvételezési parcellákat műholdas navigációval felkerestük, majd a 4 m²-es mintaterék pontos helyét karóval megjelöltük. A kvadrátokon herbicides kezelés nem történt. A parcellákon Balázs - Ujvárosi módszerével megállapítottuk a gyomosító *H. annuus* és a többi gyomfaj területborítottságát. A felmérést két alkalommal hajtottuk végre:

(1) május 11: a kultúr napraforgó a K07WQ-R-08 és a KF4FH-F-08 területeken 2-4 (BBCH12-14) levél, a KLA9Q-V-08 területen pedig 2 levél fejlettségű volt

(2) május 31: a kultúr napraforgó 6-8 levélfejlettségénél (BBCH 16-18)

A gyomfelvételezések adatait MS Excel táblázatba rögzítettük, és meghatároztuk az egyes fajok átlagborítottságát, majd a gyomfajok dominancia sorrendjét (ezt a 05. 31-ei felvételezés alapján). A gyomosító napraforgó esetében felmértük az előfordulás gyakorisági százalékot, a m²-re eső darab számot, valamint egy példányának átlagos területfoglalását. A terepi, ill. a

térinformatikai adatokból AgLeader SMS Basic program használatával gyomtérképeket készítettünk (leírása az 3. 1. 6. fejezetben található).

Időjárási tényezők

A 2010. év folyamán, a térségben lehullott nagy mennyiségű csapadéknak köszönhetően a talajok nedvességgel telítve várták a tavaszi vetéseket, ami biztosította a vetések, ill. a gyomok első hullámának a kelését. Ezt követően száraz periódus következett, azonban 2-5 mm csapadék mennyiség folyamatosan hullott, ami a nedvességgel telített talajokon lehetőséget teremtett a későbbi gyomcsírázás számára is.

3. 1. 7. 2. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben (2009, 2010, 2011)

A kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2009: Győr KHF2H-E-08: Terület jellemzése és alkalmazott agrotechnika leírása a 3. 1. 1. fejezetben található.

2010: Győr KFTVH-K-08 (Lon.: 17°67'77"; Lat.: 47°64'53"): Humusztartalom: 2,4 %; K_A : 40,8. A terület vetése 2010. 04. 28-án volt.

2011: Győr KF4FH-F-08: A terület jellemzése és az alkalmazott agrotechnika leírását a 3. 1. 1. fejezet tartalmazza.

Parcellák kialakítása

A napraforgó árvakeléseket egy 6 soros Monosem vetőgéppel vetettük el úgy, hogy a vetőgép minden egyes vetőelemébe más-más napraforgó hibridtől származó kaszatot helyeztünk el (6. ábra). A kaszatok csávázásban nem részesültek, a területre talajfertőtlenítő készítményt nem juttatunk ki, a kísérleti

hely - a vizsgálat tárgyát képező herbicideken kívüli - peszticides kezelésben nem részesült.

A kísérletben vizsgált különböző HT napraforgó vonalak

A kísérlet tárgyát képező különböző árvakelések az adott hibridek előző évi terméséből gyűjtött kaszatok voltak, tehát a hibridek F2 generációi.

A különböző típusú napraforgó árvakelések:

- (1) Nem herbicid rezisztens árvakelés
- (2) Imidazolinon rezisztens árvakelések
 - (a) IMISUN vonalak: 2009-ben két különböző hibrid, 2010 és 2011 évben egy hibrid árvakelését vizsgáltuk. A 2011 évben elvetésre került egy olyan területen magot érlelő gyomnapraforgóból gyűjtött termés, ahol előtte 3 évvel ezelőtt volt IMISUN napraforgó (hibrid: Rimisol). Ebben az esetben pontosan nem tudni, hogy a kultúrváltozat hányadik generációja (legalább F3), az értekezésben az „IMISUN F4” jelölést kapta.
 - (b) CLHA-Plus vonalak: 2009 és 2011-ben volt a kísérlet része.
 - (c) CLHA-Plus/IMISUN: az IMISUN napraforgók, és a CLHA-Plus napraforgók keresztezéséből előállított vonalak. Mindhárom évben szerepelt a vizsgálatokban.
- (3) Tribenuron-metil rezisztens árvakelések
 - (a) Heterozigóta hibrid árvakelése: A PR63E82 hibrid árvakelése. A rezisztenciát biztosító tulajdonságot heterozigóta allélforma mellett tartalmazza. Mindhárom évben szerepelt a kísérletben.
 - (b) Homozigóta hibrid árvakelése: A 2010 évben a PR64A01 hibrid, 2011-ben pedig a P64LE13 hibrid utókelése. A rezisztens tulajdonságot homozigóta allélforma mellett tartalmazzák.

Összefoglalás a 15. táblázat-ban.

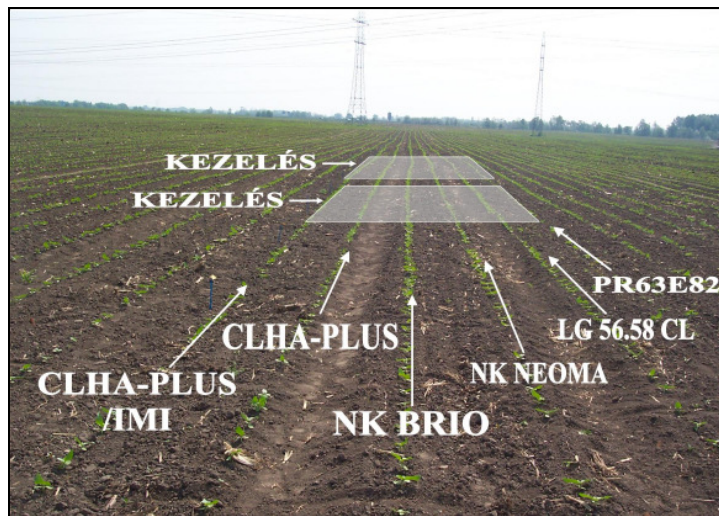
15. táblázat: A három évben beállított kísérletben vizsgált különböző típusú napraforgó árvakelések

| Rez. típus | Rezisztens vonal | Hibrid neve | | |
|------------|---------------------|-------------|------------|------------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 |
| Nem HT | F2 | NK Brio | NK Brio | NK Brio |
| IMI | IMISUN F2 | NK Neoma | NK Neoma | NK Neoma |
| | | LG 56.58 CL | - | - |
| | IMISUN F4 | - | - | Rimisol F4 |
| | CLHA-PLUS/IMISUN F2 | nem ismert | nem ismert | nem ismert |
| | CLHA-PLUS F2 | nem ismert | - | nem ismert |
| SU | SU heterozigóta F2 | PR63E82 | PR63E82 | PR63E82 |
| | SU homozigóta F2 | - | PR64A01 | P64LE13 |

Alkalmazott kezelések

A gyomirtó szeres kezeléseket egy 3 méter keretszélességű kisparcella permetező segítségével állítottuk be (leírása a 3. 1. 5. fejezetben). A herbicideket a 2009-ben (05. 01.) és 2011-ben (05. 12.) a napraforgó 2 leveles fenológiai (BBCH 12) állapotánál (mivel a kísérletben a napraforgó, mint gyom szerepelt), 2010-ben (az időjárás miatt) a napraforgó 4 leveles (BBCH 14) (2010. 06. 07.) fejlettségénél jutattuk ki. A kezeléseket a vetett sorokra merőlegesen alakítottuk ki, melyek közt fél méter puffer sávot hagytunk. A vizsgálatot teljes véletlen elrendezésben végeztük, melyekhez 2009-ben öt, 2010 és 2011-ben 4 ismétlés és kezeletlen, kapált kontroll parcella tartozott. A vizsgált készítményeket a 16. táblázat mutatja.

A parcellákon a vizsgált napraforgó növényeket mind a kontroll, mind a kezelt területen kézi kapálással mentesítettük a gyom konkurenciától, ugyanis a károsodott (de el nem pusztult) napraforgók herbicid toleranciájának értékelhetőségét az elgyomosodás befolyásolta volna. Ennek következtében az eredmények a növények tényleges herbicid érzékenységét és/vagy toleranciáját tükrözik.



6. ábra: A kísérletben vizsgált napraforgó árvakelések elhelyezkedése, és a herbicides kezelések kialakítása, 2009

A kísérletben különböző kultúrákban felhasználható elsősorban egykomponensű AHAS-gátló készítmények (16. táblázat) posztemergens alkalmazásának hatását vizsgáltuk.

Az amidoszulfuron + jodoszulfuron, a metszulfuron-metil, a tritoszulfuron, a triaszulfuron a búzában használt herbicidek. Mindhárom kísérleti évben vizsgáltuk hatékonyságukat. A tritoszulfuron + fluroxipir és az aminopirialid + piroxszulam + floraszulam készítményekben auxinhatású komponensek egészítik ki az AHAS-gátlók hatását. Első kísérleti évben ezeknek a szereknek a hatását is felmértük.

16. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések

| Kultúra | Ssz. | Kezelés | | | | | | Herbicidek neve |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|-----------------|
| | | 2009 | | 2010 | | 2011 | | |
| | | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | |
| Kalászosok | 1. | amidoszulf. ^a | 15 | amidoszulf. ^a | 15 | amidoszulf. ^a | 15 | Sekator |
| | | jodoszulf. ^a | 3,75 | jodoszulf. ^a | 3,75 | jodoszulf. ^a | 3,75 | |
| | 2. | metszulfuron-metil ^b | 4 | metszulfuron-metil ^b | 4 | metszulfuron-metil ^b | 4 | Ally 20 DF |
| | 3. | triaszulfuron ^c | 10 | triaszulfuron ^c | 10 | triaszulfuron ^c | 10 | Logran 75 WG |
| | 4. | tritoszulfuron ^d | 35 | tritoszulfuron ^d | 35 | tritoszulfuron ^d | 35 | Biathlon |
| | | tritoszulfuron ^e | 35 | - | - | - | - | |
| 5. | fluroxipir-metilhetil-észter | 0,1 l/ha | - | - | - | - | Biathlon Star | |
| | aminopiridid | 10 | - | - | - | - | | |
| | piroksulam | 10 | - | - | - | - | | |
| 6. | florasulam | 5 | - | - | - | - | Genius WG | |
| | rimiszulfuron ^b | 10 | - | - | rimiszulfuron ^b | 10 | | |
| Kukorica, burgonya | 7. | - | - | rimiszulfuron ^b | 15 | rimiszulfuron ^b | 15 | Titus 25 DF |
| | 8. | - | - | rimiszulfuron ^b | 10 | rimiszulfuron ^b | 10 | |
| Kukorica | 9. | tifenszulfuron-metil ^b | 5 | tifenszulfuron-metil ^b | 5 | tifenszulfuron-metil ^b | 5 | Basis 75 DF |
| | | - | - | - | - | proszulfuron ^b | 12,5 | |
| Napraforgó, kalászosok | 10. | - | - | - | - | pirimiszulf. ^b | 7,5 | Ring 80 WG |
| | | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 | tribenuron-metil ^b | 22,5 | |
| Napraforgó, pillangósok | 11. | imazamox | 48 | imazamox | 48 | imazamox | 48 | Express 50 SX |
| Szója, kukorica | 12. | tifenszulfuron-metil ^b | 7,5 | tifenszulfuron-metil ^b | 7,5 | tifenszulfuron-metil ^b | 7,5 | Refine 75 DF |
| | 13. | - | - | - | - | tifenszulfuron-metil ^b | 10 | Refine 75 DF |
| Cukorrépa | 14. | - | - | - | - | trifluszulfuron-metil ^b | 15 | Safari |

^a 0,8 l/ha demetilált repceolaj (Mero) használata; ^b Trend használata; ^c 820 g/ha etilan TT-15 (Frigate) használata; ^d 1 l/ha Dash használata; ^e 0,5 l/ha Dash használata

A rimszulfuron 10 és 15 g/ha-ban alkalmazható a kukorica, burgonya és paradicsom kultúrákban. A rimszulfuron + tifenszulfuron-metil a kukoricában használható. A tifenszulfuron-metil a szójában 7,5 g/ha, a kukoricában 7,5-10 g/ha dózisban alkalmazható. Kísérletünkben elsősorban, mint szója herbicide szerepelt, 2009 és 2010 évben a 7,5 g/ha, 2011-ben 7,5 és 10 g/ha-os

alkalmazás mellett vizsgáltuk. A tribenuron-metillel a kalászosok és az SU toleráns napraforgót kezelhetjük, az imazamox a pillangósok és az IMI napraforgó gyomirtó szere. A cukorrépában alkalmazható készítmény a trifluszulfuron-metil, mely 2011-ben volt része a kísérletnek.

Értékelés módszere

A kísérleti területeken a kezelések gyomirtási hatékonyságát állapítottuk meg százalékos értékben kifejezve, a különböző hibridekből származó árvakelésekre vonatkoztatva. A kísérletben vizsgáltuk, hogy a napraforgó árvakelések milyen arányban károsodtak a kezeléstől, ill. fejlettségük hogyan viszonyul a kezeletlen kontroll parcellákon lévő fajtársaikéhoz. Megfigyeléseket a területen több alkalommal végeztünk: 7 nappal a kezelés után, 14 nappal a kezelés után és augusztus elején.

A gyomirtási hatékonyságot egyetlen értékszámmal fejeztük ki (0-tól 100-ig), az ismétlésenként kapott eredményeket statisztikai analízisnek vetettük alá, ahogy azt a 3. 1. 1. fejezetben már ismertettük.

Időjárási tényezők

A 2009 évben a kezelések időszakában száraz, átlagos hőmérsékletű időjárás uralkodott. Jelentős csapadék csak június hónapban volt mérhető. 2010-ben nagyobb mennyiségű csapadék a kezelések után 10 nappal jelentkezett. 2011-ben a kezelések idején száraz, meleg időjárás volt.

3. 1. 7. 3. *AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben kukorica kultúrában (2010)*

Kísérleti terület jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2010: Győr KF4FH-F-08: Terület leírása a 3. 1. 1. fejezetben. Az elővetemény kukorica volt, a tápanyag utánpótlást 120 kg/ha N, 35 kg/ha P és 35 kg/ha K fedezte. A vetést 69 ezer tő/ha magmennyiség felhasználásával 2010. 04. 28-án végeztük. A vetett hibrid: PR37F73. A táblán korábban 2007-ben folyt napraforgó termesztés, amikor is az 50 hektáros tábla 22 hektárja SU, 28 hektárja IMISUN napraforgóval volt elvetve. A kísérletet a terület két részében állítottuk be, melyekből az egyik helyen az IMISUN, másikon az SU árvakelés csírázott. Emellett a kukorica sorok közé hagyományos napraforgó árvakelés is elvetésre került.

Alkalmazott kezelések

A kezeléseket parcella permetező használatával állítottuk be (leírást a 3. 1. 5. fejezet tartalmazza), 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. A kijuttatás a kukorica 5 leveles (BBCH 15) fejlettségénél, 2010. 06. 08-án történt.

A vizsgált herbicidek:

- (1) rimszulfuron 15 g/ha (+ Trend)
- (2) rimszulfuron 10 g/ha + tifenszulfuron-metil 5 g/ha (+ Trend)
- (3) foramszulfuron 45 g/ha
- (4) tifenszulfuron-metil 10 g/ha (+ Trend)

Értékelés módszere

A területen gyomfelvételezéseket végeztünk (a táblázatokban a hagyományos napraforgó árvakelés nincs feltüntetve, mivel az nem természetes úton volt megtalálható a területen). Az értékelés során a szerek, árvakelésekkel szemben

kifejtett hatását vizsgáltuk. A gyomirtási hatékonyságot egyetlen értékszámmal fejeztük ki, a kapott adatokat statisztikai elemzésnek vetettük alá (leírása a 3. 1. 1. fejezetben olvasható).

Időjárási tényezők

A kezelésekkor a területen nedves, hűvös időjárási viszonyok voltak. A posztemergens permetezés után a 8. napon jelentkezett csapadék.

3. 1. 7. 4. *AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseivel szemben napraforgó kultúrában (2011)*

Kísérleti terület jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2011: Győr KF4FH-F-08: Terület jellemzése és az alkalmazott agrotechnika a 3. 1. 1. fejezetben olvasható.

A területen napraforgót előzőleg 2007-ben termesztettünk, amikor is az 50 hektáros tábla 22 hektárját SU, 28 hektárját IMISUN napraforgóval vetettük el. A kísérletet a terület két pontján állítottuk be, ahol az egyik részében az IMISUN, másik részében az SU árvakelés csírázott. Emellett a vetett napraforgó sorok közé nem-toleráns és CLHA-Plus típusú napraforgó árvakelés is kihelyezésre került. A területen imidazolinon és tribenuron-metil toleráns napraforgó termesztése is folyt.

Alkalmazott kezelések

A szereket Berthoud szántóföldi permetezővel jutattuk ki (leírása a 3. 1. 1. fejezetben), kezelésként 4 vizsgálati blokkot jelöltünk ki. A kísérletben az alábbi kezelések hatékonyságát vizsgáltuk az IMI és az SU árvakelésekkel szemben:

- (1) imazamox 48 g/ha
- (2) imazamox 48 g/ha + kultivátor
- (3) tribenuron-metil 22,5 g/ha (+ Trend)
- (4) tribenuron-metil 22,5 g/ha (+ Trend) + kultivátor

Értékelés módszere

A területeken gyomfelvételezéseket végeztünk. A 4 technológia gyomirtási hatékonyságát egyetlen értékszámmal fejeztük ki, a kapott adatokat statisztikai elemzésnek vetettük alá (leírás a 3. 1. 1. fejezetben).

A CLHA-Plus és a nem-toleráns napraforgó árvakelések ellen az imazamox és a tribenuron-metil hatékonyságát mértük fel. A kultivátoros kezelés értékelése az esetükben értelmetlen, ill. a gyom-felvételezési táblázatokban sem szerepelnek, mivel a területen nem természetes úton voltak megtalálhatók.

Időjárási tényezők

Az időjárási tényezőkről leírást a 3. 1. 8. fejezet tartalmaz.

3. 1. 7. 5. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseivel szemben szója kultúrában (2010, 2011)

3. 1. 7. 5. 1. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseivel szemben szója kultúrában (2010)

Kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2010: A Győr KF4FH-F-08 (terület jellemzése a 3. 1. 1. fejezetben található) tábla két hektáros részében folyt szója termesztése. A területen ezelőtt 3 évvel volt megtalálható IMISUN típusú napraforgó, tehát az IMISUN árvakelés

természetes úton csírázott a területen. Emellett a kísérleti parcellákba nem-toleráns, CLHA-Plus, és SU toleráns árvakelések (PR63E82) 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 alkalmazásával 2010. 05. 03-án.

Alkalmazott kezelések

A szereket parcella permetezővel jutattuk ki (leírás a 3. 1. 5. fejezetben), 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben, a szója BBCH 13-14 fejlettségénél (2010. 06. 12.). Kezelések:

- (1) imazamox 48 g/ha
- (2) tifenszulfuron-metil 7,5 g/ha (+ Trend)
- (3) bentazon 1440 g/ha (Basagran)

Értékelés módszere

A kísérlet tárgyát a posztemergens herbicidek a különböző típusú árvakelésekkel és az *A. artemisiifolia*-val szembeni hatékonysága képezte. A bentazon kezelésnél nem vettük figyelembe a napraforgó árvakelés típusát. A gyomirtási hatékonyság értékelése a 3. 1. 1. fejezetben leírtakkal egyezett meg. A kezelt parcellákon gyomfelvételezéseket nem végeztünk.

Időjárási tényezők

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

3. 1. 7. 5. 2. A 2,4-DB felhasználhatóságának vizsgálata a szójában (2011)

A 2,4-DB auxinhatású szer (korábban engedélyezett), mely fitotoxikus tünetek mellett a szója ill. egyéb pillangósok szuper szelektív készítménye. A 2011 évben külön kísérletben vizsgáltuk a szer ill. kombinációi kultúrnövényre gyakorolt fitotoxikus hatását, ill. a szer ill. kombinációi gyomirtó hatékonyságát elsősorban a *H. annuus* ellen.

Fitotoxicitás vizsgálatok

Fitotoxicitási kísérleteinket Dunaszentpál és Mosonmagyaróvár városában állítottuk be. Dunaszentpálon a vetett fajta: Pannónia Kincse, az alapgyomirtás metribuzin (Sencor 70 WG) + s-metolaklór (Dual Gold 960 EC) herbicidekkel végezték. Mosonmagyaróváron a vetett fajta: Zsuzsanna, alap gyomirtóként a pendimetalin + dimetenamid-p herbicidet használták.

A kísérleti herbicideket parcella permetezővel jutattuk ki (leírás a 3. 1. 5. fejezetben), a szója BBCH 14 fejlettségénél, 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. Két herbicid kombináció fitotoxikus hatását vizsgáltuk:

(1) 300 g/ha 2,4-DB

(2) 40 g/ha 2,4-DB + 960 g/ha bentazon

A fitotoxicitást szemrevételezéssel, a 3. 1. 4. fejezetben ismertetett módszerrel értékeltük. A kísérletben standard kezelésként a 40 g/ha imazamox szerepelt.

A kezelésekkor száraz, meleg időjárás uralkodott.

Gyomirtási hatékonysági vizsgálatok

Az előző két helyszínen a napraforgó árvakelés nem volt része a gyom együttesnek, így a gyomirtó hatékonyságot egy tarlón értékeltük (Győr KFTVH-K-08 terület, leírása a 3. 1. 7. 2. fejezetben), ahol 2010-ben SU toleráns napraforgó termesztése folyt. A kultúrnövény lekerülése után a

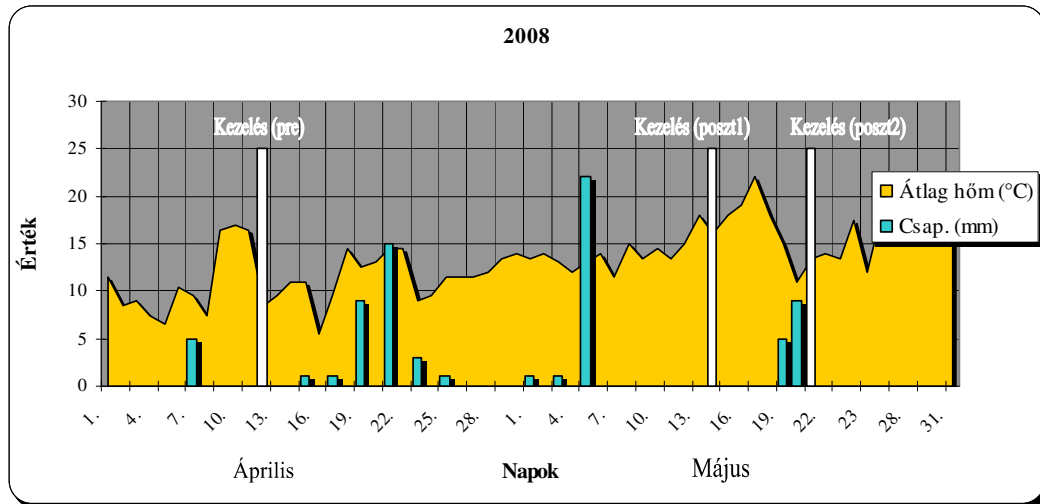
napraforgó árvakelés nagymértékű csírázását láthattuk. A kezeléseket parcella permetezővel állítottuk be, 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben (leírása a 3. 1. 1. fejezetben olvasható). A vizsgált kombinációk:

- (1) 300 g/ha 2,4-DB
- (2) 40 g/ha 2,4-DB + 960 g/ha bentazon
- (3) 1440 g/ha bentazon
- (4) 48 g/ha imazamox
- (5) 48 g/ha imazamox + 300 g/ha 2,4-DB

A gyomirtó hatékonyságot a 3. 1. 1. fejezetben ismertetet módon értékeltük a SU toleráns napraforgó árvakelése, a parlagfű és a fehér libatop gyomfajokkal szemben. A kezelésekkor száraz, meleg időjárás uralkodott.

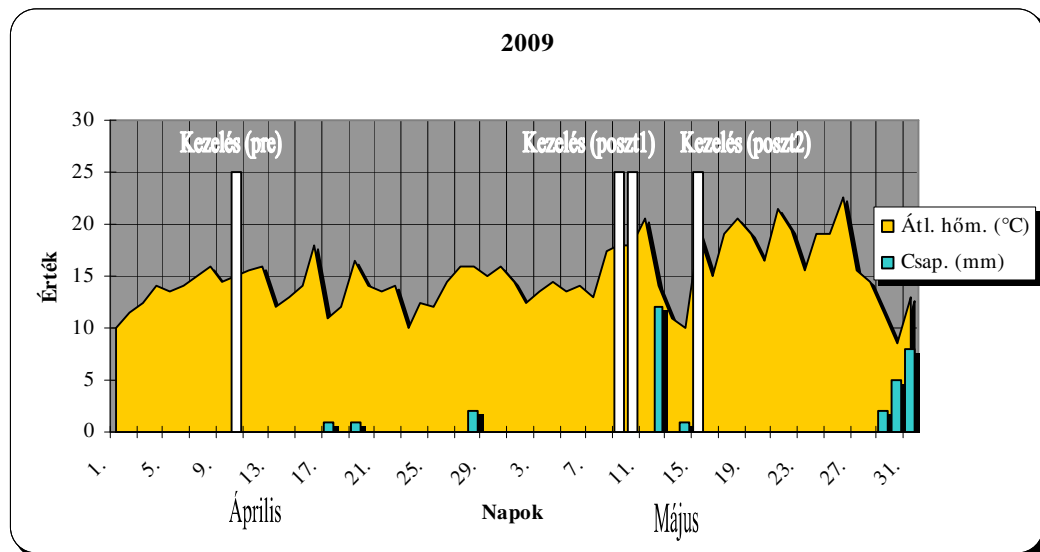
3. 1. 8. Időjárási tényezők a gyomirtási hatékonyság és fitotoxicitás vizsgálatoknál (3. 1. 1-5. fejezet)

A 2008 kísérleti évben a preemergens kezelést követő napokban több alkalommal jelentős mennyiségű csapadék hullott. A posztemergens kezelés utáni első hétben 14 mm eső volt. Június, július, augusztus hónapban további 163 mm csapadékot mértünk (7. ábra).



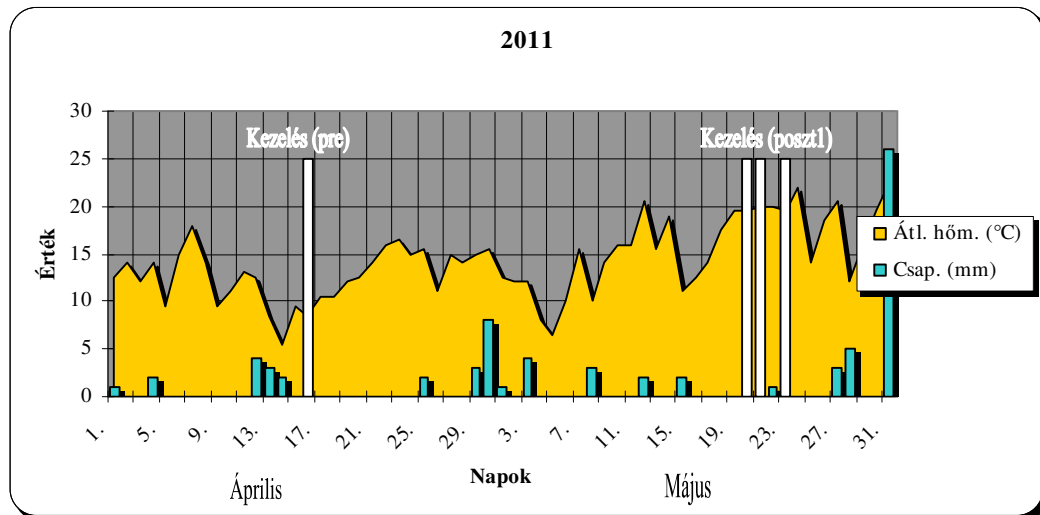
7. ábra: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2008

A 2009 évben a preemergens kezelést követő 2 héten belül mérvadó csapadék nem volt mérhető. A posztemergens kezelések utáni napokban 12 mm eső hullott. Június, július, augusztus hónapban további 132 mm eső esett (8. ábra).



8. ábra: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2009

A 2011 évben a preemergens kezelés után több alkalommal kisebb mennyiségű csapadékot mértünk. Az állománykezelések után 4 nappal jelentkezett csapadék (9. ábra).



9. ábra: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2011

3. 2. CIKLOXIDIM-TOLERÁNS KUKORICA

3. 2. 1. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata magról kelő egy- és kétszikű fajokkal szemben (2009, 2010, 2011)

Kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2009: KELVH-A-08/1 (Lon.: 17°70'01"; Lat.: 47°65'19"): Humusztartalom: 2,13 %, K_A :35.

2010: KELVH-A-08/1

2011: KMW8H-7-08: Terület jellemzését a 3. 1. 1. fejezet tartalmazza.

Agrotechnikai adatokat a 17. táblázat mutatja.

17. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

| Év | Tábla neve | Elővetemény | Tápanyag utánpótlás | | | Vetés | | |
|------|--------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|-----------|---------|----------------------|
| | | | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | Hibrid | Dátum | Tőszám (e. tő/ha) |
| 2009 | KELVH-A-08/1 | Kukorica | 120 | 35 | 35 | Ultrastar | 04. 18. | 69 |
| 2010 | KELVH-A-08/1 | Kukorica | 120 | 30 | 30 | Ultrafox | 05. 03. | 69 |
| 2011 | KMW8H-7-08 | Őszi búza | 120 | 35 | 35 | Ultrafox | 04. 24. | 69 |

Alkalmazott kezelések

A vizsgálat 21 m²-es parcellákon folyt. A kísérleti szereket kézi parcella permetező használatával jutattuk ki, 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben (leírása a 3. 1. 5. fejezetben).

A bentazon + dikamba (Cambio) kétszikűirtó komponenst mindig a kukorica 3 leveles fejlettségénél permeteztük ki. Az egyszikűek ellen használatos cikloxidim-et kétféleképpen, a bentazon + dikamba herbiciddel együtt korai posztemergens valamint késői posztemergens (kukorica BBCH 16-17) módon alkalmaztuk 150 g/ha dózisban, mely mellé Dash nedvesítőszerrel is kevertünk (18. táblázat).

18. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

| Sorsz. | Alkalmazásmód | Kijuttatás | | | Kezelés | |
|--------|---------------------|------------|---------|---------|-------------------------|-----------------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 | Herbicid (h. a.) | Dózis (g/ha) |
| 1. | korai posztemergens | 05.17. | 06. 09. | 05. 21. | bentazon | 800 |
| | korai posztemergens | 05. 17. | 06. 09. | 05. 21. | dikamba | 225 |
| 2. | korai posztemergens | 05. 17. | 06. 24. | 05. 21. | cikloxidim ^a | 150 |
| | korai posztemergens | 05. 17. | 06. 24. | 05. 21. | bentazon | 800 |
| | késői posztemergens | 06. 06. | 06. 24. | 05. 31. | dikamba | 225 |
| | késői posztemergens | 06. 06. | 06. 24. | 05. 31. | cikloxidim ^a | 150 |

^a Dash nedvesítőszerrel együtt történő kijuttatás

Értékelés módszere

A gyomos kontroll és a kezelt parcellákon gyomfelvételezéseket végeztünk (az eredmények fejezetben, a gyomfelvételezési táblázatok augusztus eleji bortottságot mutatják). A kísérlet során értékeltük a két időpontban használt cikloxidim hatékonyságát az *E. crus-galli*, *S. verticillata* és *P. miliaceum* ellen. Emellett megvizsgáltuk a bentazon + dikamba több kétszikű fajjal szembeni hatását. A gyomirtási hatékonyságot 0-tól 100-ig terjedő skálán határoztuk meg, az adatokat statisztikai vizsgálatnak vetettük alá (leírás a 3. 1. 1. fejezetben).

3. 2. 2. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Cynodon dactylon* (csillagpázsit) és több magról kelő egyszikű gyomfajjal szemben (2009, 2010)

Kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2009: KELVH-A-08/2 (Lon.: 17°69'19"; Lat.: 47°65'19"). Humusztartalom: 2,2 %; K_A: 38.

2010: KELVH-A-08/2 (Lon.: 17°69'19"; Lat.: 47°65'19")

Agrotechnikai adatokat a 19. táblázat mutatja.

19. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

| Év | Tábla | Elővetemény | Tápanyag utánpótlás | | | Vetés | | |
|------|--------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|-----------|---------|----------------------|
| | | | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | Hibrid | Dátum | Tőszám (e. tő/ha) |
| 2009 | KELVH-A-08/2 | őszi búza | 120 | 35 | 35 | Ultrastar | 04. 22. | 69 |
| 2010 | KELVH-A-08/2 | kukorica | 120 | 30 | 30 | Ultrafox | 05. 05. | 69 |

Alkalmazott kezelések

A kezelések kisparcellás körülmények között kerültek beállításra (leírását a 3. 1. 5. fejezet tartalmazza), 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben.

A bentazon + dikamba minden esetben korai posztemergens úton került felhasználásra (kukorica fejlettség: BBCH 13). A cikloxidim eredményességét két egyszeri (késői posztemergens kijuttatás), és két osztott (korai posztemergens és késői posztemergens kijuttatás) alkalmazás mellett vizsgáltuk (19. táblázat). Dash nedvesítőszerrel minden kezelésnél használtunk.

20. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

| Sorsz. | Alkalmazásmód | Kijuttatás | | Kezelés | |
|--------|---------------------|------------|---------|-------------------------|--------------|
| | | 2009 | 2010 | Herbicidek | Dózis (g/ha) |
| 1. | késői posztemergens | 06. 06. | 06. 24. | cikloxidim ^a | 300 |
| 2. | késői posztemergens | 06. 06. | 06. 24. | cikloxidim ^a | 400 |
| 3. | korai posztemergens | 05. 17. | 06. 13. | cikloxidim ^a | 200 |
| | késői posztemergens | 06. 06. | 06. 24. | cikloxidim ^a | 100 |
| 4. | korai posztemergens | 05. 17. | 06. 13. | cikloxidim ^a | 200 |
| | késői posztemergens | 06.06. | 06. 24. | cikloxidim ^a | 200 |

^a Dash nedvesítőszerrel együtt történő kijuttatás

Gyomirtási hatékonyság értékelés módszere

Az értékeléskor a cikloxidim gyomirtási hatékonyságát adtuk meg a *C. dactylon*, *S. verticillata* és *E. crus-galli* fajokkal szemben, a 3. 1. 1. fejezetben leírt módszerrel.

3. 2. 3. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Phragmites australis*-sal (nád) szemben (2009)

Kísérleti terület jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2009: Győr KF0VH-Q-08 (Lon.: 17°63'47"; Lat.: 47°64'85"): Humusztartalom: 2,96 %, K_A: 34. A területen az előző fejezetben ismertetett (2009. évi) agrotechnikai műveleteket alkalmaztuk (19. táblázat).

Alkalmazott kezelések

A kezelések kisparcellás körülmények között kerültek beállításra (leírását a 3. 1. 5. fejezet tartalmazza). A kétszikűirtó herbicidet a kukorica 3 leveles fejlettségénél permetezzük ki (2009. 05. 17.). A cikloxidimmal hét kezelést állítottunk be. Háromszor a graminicidet egyszeri 400 g/ha dózisban alkalmaztuk korai posztemergens (BBCH 13), normál posztemergens (BBCH 15) és késői posztemergens (BBCH 17) módon. A többi esetben osztott kezelések voltak, melyeknél különböző időpontokban (korai posztemergens + normál posztemergens és korai posztemergens + késői posztemergens) és különböző dózisokban (200 + 200 g/ha, 300 + 100 g/ha, 300 + 200 g/ha) használtuk a gyomirtó szert (21. táblázat). Dash nedvesítőszerrel minden kezeléskor együtt történt a kijuttatás.

21. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

| Sorsz. | Kijuttatás ideje | | Kezelés | |
|--------|----------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | Alkalmazásmód | Dátum (2009) | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) |
| 1. | korai posztemergens | 05. 17. | cikloxidim ^a | 400 |
| 2. | normál posztemergens | 05. 27. | cikloxidim ^a | 400 |
| 3. | késői posztemergens | 06.06. | cikloxidim ^a | 400 |
| 4. | korai posztemergens | 06.06. | cikloxidim ^a | 200 |
| | normál posztemergens | 05. 27. | cikloxidim ^a | 200 |
| 5. | korai posztemergens | 05. 17. | cikloxidim ^a | 200 |
| | késői posztemergens | 06.06. | cikloxidim ^a | 200 |
| 6. | korai posztemergens | 05. 17. | cikloxidim ^a | 300 |
| | késői posztemergens | 06.06. | cikloxidim ^a | 100 |
| 7. | korai posztemergens | 05. 17. | cikloxidim ^a | 300 |
| | késői posztemergens | 06.06. | cikloxidim ^a | 200 |

^a Dash nedvesítőszerrel együtt történő kijuttatás

Értékelés módszere

A kísérletben a cikloxiidim hatékonysága került kiértékelésre a *P. australis* gyomnövényt szemben. Az értékelés módszere a 3. 1. 1. fejezetben leírtakkal megegyezett.

3. 2. 4. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Sorghum halepense*-vel (fenyércirok) szemben (2010, 2011)

Kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2010: Alap (Fejér-megye): A terület felszíne sík, a humusztartalom 3,6-4,1% közötti, a K_A : 38-41 körüli. A terület előveteménye őszi búza volt. Tápanyag utánpótlásra 120 kg N-t juttattak ki. A vetés 2010. 04. 26-án volt hektáronként 70 ezer tő felhasználásával. A vetett hibrid: Silex Duo.

2011: Alap (Fejér-megye): A 2010-es kukorica terület került vissza vetésre. A tápanyag utánpótlást 150 kg N kijuttatásával fedezték, a vetés 2011. 04. 19-én, 70 ezer hektáronkénti tőszánnal történt. A vetett hibrid: Laxot Duo.

Alkalmazott kezelések

A kezelések kisparcellás körülmények között kerültek beállításra (leírása a 3. 1. 5. fejezetben), 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben.

A bentazon + dikamba herbicidet az 1. kezelésnél a cikloxiidimmel egy menetben, normál posztemergensen (kukorica BBCH 14-15) alkalmaztuk. A 2. kezelésnél korai posztemergensen (kukorica BBCH 13) az osztott kezelés első részével együtt permeteztük ki. A 400 g/ha cikloxiidimet az első esetben a kultúrnövény 4-5 leveles fenológiája mellett egyszeri kijuttatással használtuk. A második variációnál osztottan, a kukorica BBCH 13 majd BBCH 17 fejlettségénél juttattuk ki (22. táblázat). Minden kezeléshez hozzáadtunk Dash nedvesítőszert.

22. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

| Sorsz. | Alkalmazásmód | Kijuttatás ideje | | Kezelés | |
|--------|----------------------|------------------|---------|--------------------------|--------------|
| | | 2010 | 2011 | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) |
| 1. | normál posztemergens | 05. 30. | 05. 24. | bentazon | 800 |
| | | | | dikamba | 225 |
| | | | | cikloksidim ^a | 400 |
| 2. | korai posztemergens | 05. 08. | 05. 12. | bentazon | 800 |
| | | | | dikamba | 225 |
| | késői posztemergens | 06. 14. | 06. 08. | cikloksidim ^a | 200 |

^a Dash nedvesítőszerrel együtt történő kijuttatás

Értékelés módszere

A kísérlet tárgyát a különböző alkalmazásmódban használt cikloksidim *S. halepnese*-vel és *E. crus-galli*-val szembeni hatékonysága képezte. A gyomirtási hatékonyságot a 3. 1. 1. fejezetben leírt módszerrel értékeltük.

Időjárási viszonyok

A 2010 évben a kezelések elvégzésekor meleg, száraz időjárási körülmények voltak. Csapadék a kezelés utáni 12. napon (17 mm) hullott. A 2011 évben a permetezéskor száraz, meleg időjárás uralkodott. Csapadék a szerek kijuttatása utáni 6. napon (7 mm) volt.

3. 2. 5. Fitotoxicitás és keresztrezisztencia vizsgálatok a CT kukoricában (2010, 2011)

Kísérleti területek jellemzése, alkalmazott agrotechnika

2010: Győr KD98H-C-08 (Lon.: 17°69'52"; Lat.: 47°65'36");

Humusztartalom: 2,51 %, K_A: 39,2.

2011: Győr KMW8H-7-08 (leírása a 3. 1. 1. fejezetben).

A területeken azonos agrotechnikai műveletek folytak, leírását 3. 2. 1. fejezet tartalmazza. A vetett hibrid: ES Ultrafox (cikloxidim toleráns, FAO 340). A vetés munkálatai 2010-ben május 3-án, 2011-ben április 24-én voltak.

Alkalmazott kezelések

A permetezést kézi parcella permetezővel végeztük (leírása a 3. 1. 5. fejezetben). A kezeléseket 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be.

A kísérleti területeken a kétszikű fajok visszaszorítása érdekében, a kukorica 3 leveles fejlettségénél 800 g/ha bentazon + 225 g/ha dikamba került kijuttatásra. Egyéb növényvédőszeres kezelés nem volt.

A vizsgálat tárgyát képező kezeléseket (a graminicidek) normál posztemergensen, a kukorica 5-7 leveles fejlettségénél (BBCH 15-17) juttattuk ki (23. táblázat).

Az alkalmazott dózisok a szerek:

- (1) magról kelő fajokkal szembeni dózis
- (2) az évelő fajokkal szembeni dózis
- (3) az évelő fajokkal szembeni dózis kétszerese

A vizsgált készítmények 2010-ben: cikloxidim, quizalofop-p-tefuril, haloxifop-r-metilészter (Perenal). 2011-ben: cikloxidim, quizalofop-p-tefuril, haloxifop-r-metilészter, propaquizafop (Agil 100 EC), fluazifop-p-butyl (Fusilade Forte). A pontos dózisokat a táblázat mutatja. Adjuvánst (Dash) a technológiai ajánlás alapján a cikloxidim, a quazilafop-p-tefuril, haloxifop-r-metilészter, propaquizalofop mellé kevertünk.

A fitotoxicitási vizsgálatok értékelése céljából a kísérlethez tartozott egy standard kezelés, ahol a 160 g/ha dikamba + 50 g/ha topramezon (Stellar) készítményt alkalmaztuk.

23. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

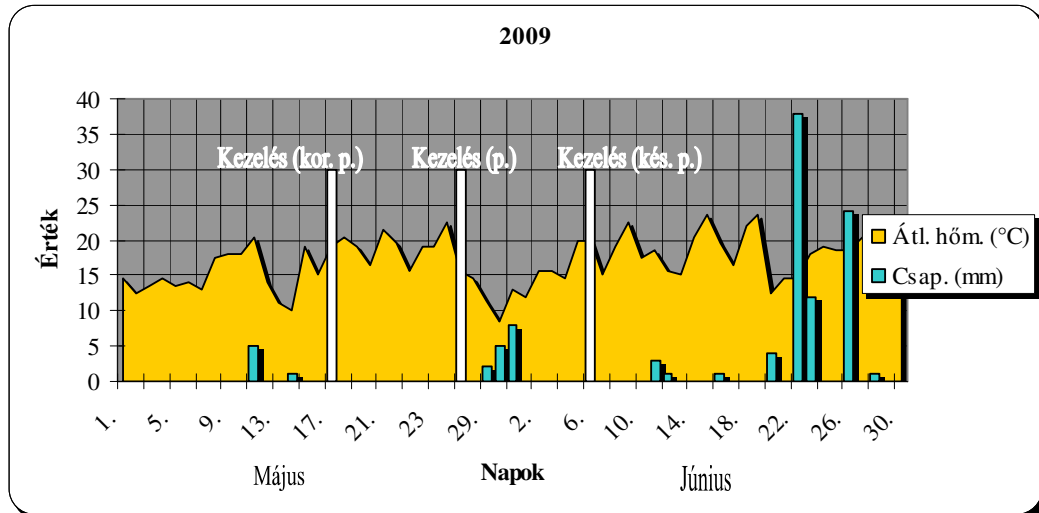
| Kezelés | | Kukorica fejlettség (BBCH) | | Kezelés ideje | |
|---------------------------------------|--------------|----------------------------|-------|---------------|--------|
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 |
| cikloxidim ^a | 150 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| | 400 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| | 800 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| quizalofop-p-tefuril ^a | 40 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| | 120 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| | 240 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| haloxifop-r-metil észter ^a | 55 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| | 215 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| | 430 | 16-17 | 15-16 | 06. 24 | 05. 31 |
| propaquizafop ^a | 75 | - | 15-16 | - | 05. 31 |
| | 150 | - | 15-16 | - | 05. 31 |
| | 300 | - | 15-16 | - | 05. 31 |
| fluazifop-p-butil | 120 | - | 15-16 | - | 05. 31 |
| | 375 | - | 15-16 | - | 05. 31 |
| | 750 | - | 15-16 | - | 05. 31 |
| dikamba + topramezon ^b | 160 + 50 | 13 | 13 | 06. 12 | 05. 21 |

^a Dash nedvesítőszerrel együtt történő kijuttatás, ^b standard kezelés

Értékelés módszere

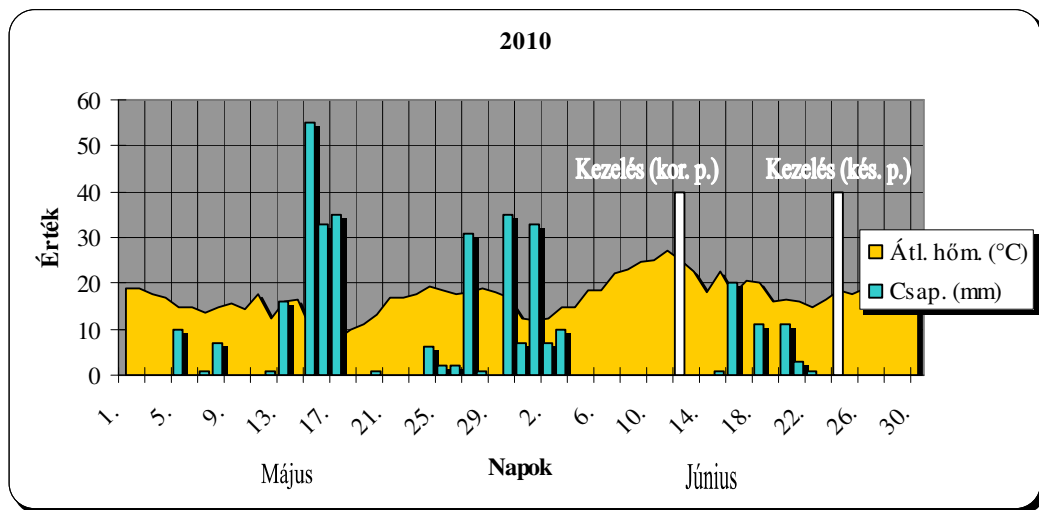
A fitotoxicitást szemrevételezéssel, 0-tól 100-ig terjedő skálán (0=nem volt károsodás, 100=növénypusztulás), százalékos formában, egyetlen értékkel fejeztük ki (leírása a 3. 1. 3. fejezetben olvasható). Emellett a kezelt parcellákon termésérés is történt, Wintersteiger parcella kombájnnal történő betakarítást követően. A terméseredményeket 13,5 %-os nedvességtartalomra számítottuk át. A kapott adatokat statisztikai analízisnek vetettük alá (leírást 3. 1. 1. fejezet tartalmazza).

3. 2. 6. Időjárási adatok a gyomirtási hatékonyság vizsgálatokhoz, Győr



10. ábra: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2009

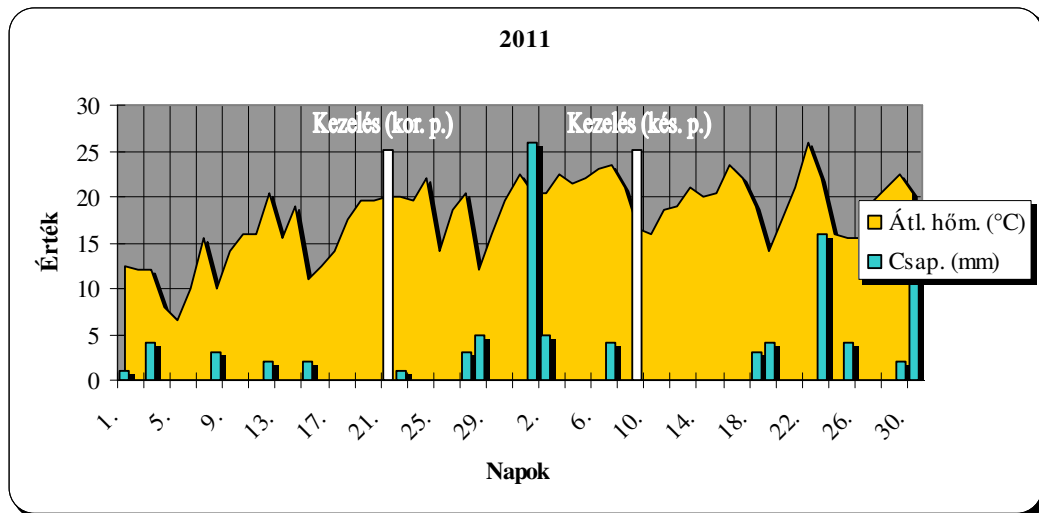
A 2009. év tavaszán száraz időjárási viszonyok uralkodtak. Jelentős mennyiségű csapadék csak június második felében volt mérhető (10. ábra).



11. ábra: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2010

A 2010 év tavaszi hónapjaiban nagy mennyiségű csapadék hullott. Júniusban, a korai posztemergens kezelés utáni 4. napon, a késői posztemergens kezelés után pedig 3 héttel jelentkezett nagyobb mennyiségű csapadék (11. ábra).

2011-ben a kezelések napjaiban csapadék mentes, meleg időjárási viszonyok voltak (12. ábra).



12. ábra: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2011

3. 3. IMIDAZOLINON-TOLERÁNS ŐSZI KÁPOSZTAREPCE

3. 3. 1. Az IMI repce gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata (2009-2010, 2010-2011)

A kísérleti területek jellemzése

2010: Győr KF4FH-F-08: egy 2 hektárt felölelő részében folyt repce termesztése.

2011: Győr KHF2H-E-08.

A terület jellemzését a 3. 1. 1. fejezet tartalmazza.

Alkalmazott agrotechnika

A kísérletet a 2009/2010-es és 2010/2011 repcetermesztési szezonban állítottuk be. A 2009/2010 évben az alapművelés szántás és elmunkálása, 2010/2011-ben a lazítás volt. Magágy készítésére kompaktort használtunk. A vetés Horsch Pronto géppel történt, gabona sortávon. További agrotechnikai adatokat a 24. táblázat mutatja.

24. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

| Év | Tábla | Elővet. | Tápanyag utánpótlás | | | Vetés | | |
|------|--------------|-----------|---------------------|--------------|--------------|----------|---------|-------------------|
| | | | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | Hibrid | Dátum | Vetóm. (kg/ha) |
| 2010 | KF4FH-F-08 | őszi búza | 120 | 30 | 30 | X08W985I | 09. 02. | 3,5 |
| | | | | | | X08W984I | 09. 02. | 3,5 |
| | | | | | | X08W982I | 09. 02. | 3,5 |
| 2011 | KHF2H-E-08/1 | őszi búza | 120 | 30 | 30 | PX100CL | 09. 07. | 3,5 |
| | | | | | | PT200CL | 09. 07. | 3,5 |

Alkalmazott kezelések

A herbicideket Berthoud szántóföldi permetezővel jutattuk ki a területekre (leírása a 3. 1. 1. fejezetben). A 2009/2010 termelési szezonban egy őszi imazamox kezelést vizsgáltunk. A 2010/2011 szezonban kísérletet folytattunk a nem-toleráns repcében alkalmazott metazaklór + quinmerak technológiában, emellett az imazamox őszi és tavaszi posztemergens kezelését vizsgáltuk (25. táblázat).

25. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

| Kezelés | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------------|---------------|--------------------|--------------|--------------------|---------------|
| 2009/2010 | | | | 2010/2011 | | | |
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Repce fejl. (BBCH) | Időpont | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Repce fejl. (BBCH) | Időpont |
| - | - | - | - | metazaklór | 835 | 12 | 2010. 09. 04. |
| - | - | | | quinmerak | 210 | | |
| imazamox | 40 | 16-18 | 2009. 10. 05. | imazamox | 40 | 14-16 | 2010. 09. 23. |
| - | - | - | - | imazamox | 40 | 18-19 | 2011. 03. 16. |

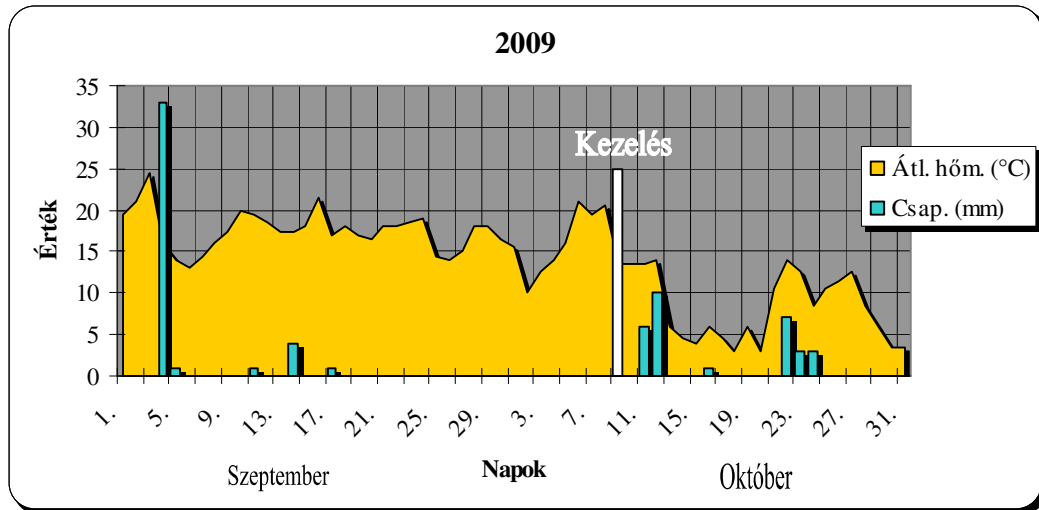
Értékelés módszere

A gyomirtószeres kezelések értékelése a 3. 1. 1. fejezetben leírtakkal megegyezett. A vizsgálatokat a területen három alkalommal hajtottuk végre: a kezelést követő 14. napon, kora tavasszal és a termésérlelés időszakában (június első hete). Az Eredmények fejezetben a 2009/2010 évi kísérlet gyomfelvételezési táblázata az őszi (október) gyomborítottságot mutatják. A 2010/2011 évi gyomfelvételezési táblázat a 2011. június eleji adatokat tartalmazza.

3. 3. 2. Fitotoxicitás vizsgálatok az IMI toleráns repcében

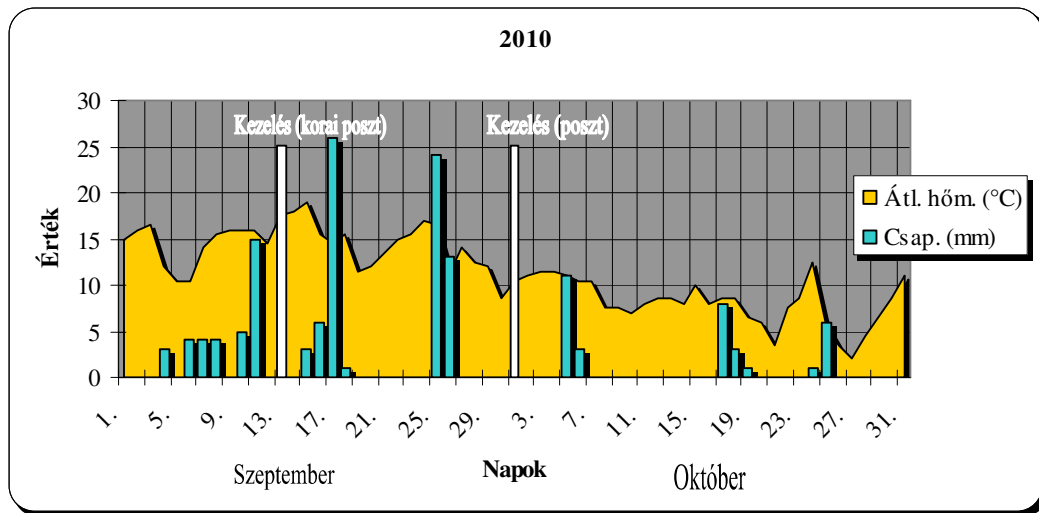
A kísérleti területeken az első évben három (X08W985I, X08W984I, X08W982I) a második évben két hibridet (PX100 CL, PX100 CL) vetettünk el. A fitotoxicitás mértékét mindegyik hibridben meghatároztuk. A vizsgálatokat a már megjelölt három alkalommal végeztük el, szemrevételezéssel (leírása a 3. 1. 4. fejezetben olvasható).

3. 3. 3. Időjárási adatok a vizsgálatokhoz



13. ábra Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2009

2009 szeptemberében és október első felében a csapadékmentes, átlagosnál magasabb átlaghőmérséklet uralkodott (13. ábra). A posztemergens kezelés utáni 3. napon jelentkezett csapadék. 2010 őszén sok volt a csapadékos napok száma. A korai posztemergens kezelés utáni 2.-3.-4. napon jelentkezett eső (14. ábra). Kora tavasszal hűvös időjárási viszonyok voltak jellemzőek. A tavaszi posztemergens kezelés idején 8°C-t mértünk, és száraz idő volt.



14. ábra: Az időjárási tényezők alakulása az őszi kezeléseknél, 2011

4. EREDMÉNYEK

4. 1. HERBICID-TOLERÁNS (IMI ÉS SU) NAPRAFORGÓ

4. 1. 1. A HT és a nem HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata (2008, 2009, 2011)

2008

26. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

| Gyomfaj neve | Borítottság % | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-----------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| | Gyomos kontroll | Kezelések | | | | | | |
| | | H/1 | IMI/1 | IMI/2 | IMI/4 | SU/1 | SU/2 | SU/4 |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 40,52 | 17,76 | 1,25 | 6,35 | 1,4 | 1,25 | 10,66 | 1,86 |
| <i>Datura stramonium</i> | 26,4 | 0,15 | 0,03 | 0,14 | 0 | 0,21 | 0 | 0 |
| <i>Chenopodium album</i> | 9,95 | 0,43 | 0,3 | 1,55 | 0,8 | 0,23 | 0,36 | 0,21 |
| <i>Polygonum lapathifolium</i> | 3,35 | 0,03 | 0,06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 1,5 | 0 | 0,03 | 0,03 | 0,36 | 0 | 0,12 | 0,1 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 1,5 | 0,21 | 0,03 | 0,21 | 0 | 0 | 0,03 | 0 |
| <i>Panicum miliaceum</i> | 0,5 | 0,12 | 0,03 | 0,03 | 0 | 0 | 0,21 | 0,12 |
| Többi gyomfaj | 1,83 | 0,53 | 0,03 | 0,3 | 0,03 | 0 | 0 | 0,18 |
| Összes gyomborítottság | 85,55 | 19,23 | 1,76 | 8,61 | 2,59 | 1,69 | 11,38 | 2,17 |

27. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a főbb gyomfajokkal szemben

| Kezelés | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|---|-------|----|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|----|
| | AMBAR | | DATST | | CHEAL | | POLLA | | AMARE | | ECHCG | | PANMI | |
| H1 | 83,5 | d | 97,5 | b | 92,8 | c | 98,5 | b | 95,5 | b | 97,3 | b | 95,3 | c |
| IMI/1 | 98,5 | a | 99,5 | a | 99,5 | a | 99,3 | a | 99,8 | a | 99 | a | 99,3 | a |
| IMI/2 | 93,8 | b | 98 | ab | 94,8 | b | 100 | a | 99,8 | a | 99 | a | 99 | ab |
| IMI/4 | 98,5 | a | 100 | a | 98,8 | a | 100 | a | 99,3 | a | 100 | a | 100 | a |
| SU/1 | 98,3 | a | 99,5 | a | 100 | a | 100 | a | 100 | a | 100 | a | 100 | a |
| SU/2 | 90 | c | 100 | a | 98,5 | a | 100 | a | 98,3 | a | 98,8 | a | 97,8 | b |
| SU/4 | 97,8 | a | 100 | a | 98,8 | a | 100 | a | 99 | a | 100 | a | 99 | ab |

A dimetenamid + pendimetalin + oxifluorfen kombináció a területen lévő egyszikűek és a legtöbb kétszikű fajjal szemben hatékonynak bizonyult. Az A.

retroflexus, *D. stramonium*, *Ch. album*, *P. lapathifolium* ellen 95,5 %, 97,5 %, 92,8 %, 98,5 %-os hatékonyságot értünk el (27. táblázat). Gyengébb hatást az *A. artemisiifolia*-val szemben láttunk (83,5 %), melynek egyes példányai a szer felvételét követően képesek voltak a regenerálódásra (15. ábra), és a kezelt parcellákon 17 %-os (26. táblázat) borítottságot értek el augusztusra.



15. ábra: Oxifluorfen kezelés után regenerálódó *A. artemisiifolia*

A HT technológiák alkalmazásánál a dimetenamid + pendimetalin jó eredményt adott az egyszikűek és több kétszikű faj (pl. *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp.) ellen. Az *A. artemisiifolia*-ra csak növekedésgátló hatást váltott ki. A preemergens kezelés következtében a posztemergens permetezés alacsony gyomborítottság mellett történt, néhol csak a parlagfű volt megtalálható. A preemergens + posztemergens (imazamox vagy tribenuron-metil) kezeléseknél kiváló hatékonyságot értünk el (27. táblázat).



16 .ábra: Imazamox + kultivátor kezelés, 2008 július

A csak posztemergens gyomirtás alkalmazásakor a permetezés idején a gyomok sűrűn borították a felszínt, a kétszikűek javarészt 2-6 levélfejltséget (BBCH 12-16) (kis mértékben ennél fejlettebb: BBCH 18-21), az egyszikűek 3-4 levél – bokrosodás eleje (BBCH 13-21) fejlettséget érték el. Az egyszeres posztemergens imazamox kezelés az előbbinél gyengébb, de megfelelő gyomszabályozó hatást eredményezett. Az *A. retroflexus*-nál 99,8 %, a *D. stramonium*-nál 99,5 %, a *P. lapathifolium*-nál 100 % hatékonyságot jegyeztünk fel, a fejlettebb példányaik (BBCH 18-21) is teljes pusztulást mutattak. Részleges regenerálódás jelentkezett a 4 levelesnél fejlettebb parlagfű és fehér libatop növényeknél. A herbicidnek az egyszikű fajokkal szemben is megfelelő volt a hatása (27. táblázat).

A tribenuron-metil gyengébb hatást adott az *A. artemisiifolia*-val szemben (90 %), azonban a többi fajt – *D. stramonium* (100 %), *Ch. album* (100 %), *A. retroflexus* (100 %) - nagyobb hatékonysággal irtotta, mint az imazamox (27. táblázat). Az egyszikűek elleni posztemergens graminicides kezelés (SU/2) elpusztította a területen lévő fűféle fajokat, a kezelést követően kismértékű utócsírázás a *P. miliaceum* esetében jelentkezett.

A kultivátoros kiegészítés hatására a sorköz megtisztult a gyomoktól, a gyomirtási hatékonyság mértéke nőtt az IMI/2-IMI/4 és SU/2-SU/4 kezelések közt. A posztemergens kezelés + kultivátor alkalmazása a preemergens + posztemergens kezelésekkel megegyező hatékonyságot produkált (27. táblázat, 16. ábra).

2009

28. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

| Gyomfaj neve | Borítottság % | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | Gyomos kontroll | Kezelés | | | | | | | | | |
| | | H/1 | H/2 | IMI/1 | IMI/2 | IMI/3 | IMI/4 | SU/1 | SU/2 | SU/3 | SU/4 |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 32,5 | 37,5 | 11,33 | 5 | 4,68 | 1,09 | 0,65 | 6,64 | 7,81 | 1,87 | 2,12 |
| <i>Chenopodium hybridum</i> | 22,5 | 21,73 | 7,03 | 0,34 | 1,31 | 0,1 | 0,18 | 0,03 | 0,03 | 0 | 0,09 |
| <i>Chenopodium album</i> | 15,62 | 14,84 | 6,05 | 1 | 0,62 | 0,86 | 0,25 | 0,4 | 0 | 0,1 | 0,03 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 3,6 | 3,24 | 0,79 | 0 | 0,02 | 0 | 0,76 | 0 | 0,03 | 0,12 | 0,03 |
| <i>Panicum miliaceum</i> | 2,81 | 2,34 | 1,43 | 0,44 | 0 | 0 | 0,12 | 0,18 | 0 | 0,27 | 0 |
| Többi gyomfaj | 9,83 | 7,1 | 4,95 | 1,21 | 2,27 | 0,65 | 0,98 | 0,47 | 0,31 | 0,77 | 0,3 |
| Összes gyomborítottság | 87,73 | 87,64 | 36,47 | 8,08 | 8,9 | 3,01 | 2,18 | 7,69 | 8,18 | 3,16 | 2,57 |

29. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a főbb gyomfajokkal szemben

| Kezelés | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---|------|---|------|---|
| | AMBAR | CHEHY | CHEAL | AMARE | PANMI | | | | | |
| H/1 | 0 | e | 0 | e | 0 | e | 0 | e | 0 | d |
| H/2 | 59,3 | c | 75,3 | b | 59 | c | 71,3 | b | 43,8 | c |
| IMI/1 | 95 | a | 97,4 | a | 96,2 | a | 99 | a | 97,8 | a |
| IMI/2 | 95 | a | 97,4 | a | 96,2 | a | 99 | a | 99 | a |
| IMI/3 | 97,0 | a | 99,5 | a | 97 | a | 100 | a | 100 | a |
| IMI/4 | 98,4 | a | 99,3 | a | 99,2 | a | 100 | a | 98,8 | a |
| SU/1 | 90,3 | b | 100 | a | 99,7 | a | 98 | a | 0 | d |
| SU/2 | 90,3 | b | 100 | a | 99,7 | a | 98 | a | 100 | a |
| SU/3 | 96,5 | a | 100 | a | 99,5 | a | 98,3 | b | 73,8 | b |
| SU/4 | 97,5 | a | 100 | a | 99,8 | a | 99,3 | a | 100 | a |

A 2009-es évben a bemosó csapadék elmaradt, így gyomirtó hatás a preemergens technológiánál nem jelentkezett, a kezelt parcellák (87,73 %) gyomborítottsága megegyezett a kontroll (87,63 %) területekével (28. táblázat, 17. ábra).



17. ábra: A hagyományos preemergens gyomirtási technológiával kezelt parcella

A flumioxazin kijuttatása után a növények nem pusztultak el, csupán növekedésükben maradtak vissza, ami a kultúrnövény számára pillanatnyi fejlődési előnyt biztosított (18. ábra). Gyomszabályozó hatása nem volt kielégítő, a fajok a napraforgó fölé nőttek és átlagban 33 %-ban borítottak.

A HT technológiáknál alkalmazott preemergens (dimetenamid-p + pendimetalin) kezelések a késői esőzések miatt (33 nappal a kijuttatás után) gyomszabályozó képességüket nem tudták kifejteni, a gyomok borítottsági értékei és fejlettségük az alapkezelt (IMI/1, SU/1 kezelés) és az alapkezelésben nem részesített (IMI/2, SU/2) parcellákon a posztemergens kezelésekkor megegyeztek. Az esőzések után a preemergensen gyomirtott parcellákon csírázó gyomokat hasonló arányban találtunk, mint a nem kezelt területeken, tehát talajon keresztüli herbicid hatás 2009-ben nem jelentkezett. Emiatt az IMI/1 és IMI/2, valamint az SU/1 és SU/2 kezelések hatékonysági eredményei hasonlóan alakultak (29. táblázat).



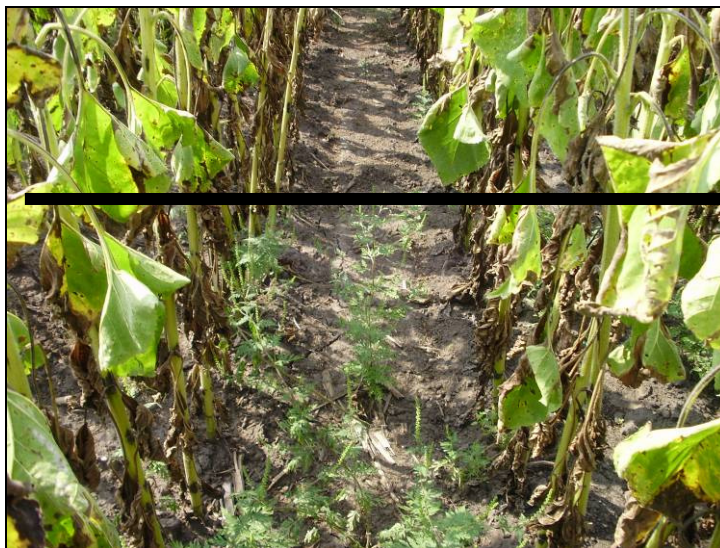
18. ábra: Flumioxazin kezelés után új hajtást képző *A. artemisiifolia*

Az imazamox állománykezelés – 2008 évhez hasonlóan - jó hatást adott a disznóparéj (99 %), pokolvar libatop (97,4 %) ellen. A 4 levélnél fejlettebb *Ch. album*, *A. artemisiifolia* (BBCH 14-18), és a bokrosodás elején lévő *E. crus-galli* és *P. miliaceum* (BBCH 19-21) növényeknél nem következett be teljes pusztulás, fejlődésükben azonban erőteljes károsodást szenvedtek.

A tribenuron-metil hatása a parlagfűvel szemben gyengébb (90,3 %) volt, a többi kétszikű ellen viszont erőteljesebb hatást adott, mint az imazamox (28. táblázat).

A tribenuron-metil és az imazamox talajon keresztüli tartamhatással nem rendelkezik, az állománykezeléseket követően utócsírázások indultak meg. Az apró csíranövényeket, valamint a (későbbiekben esetleg újr ahajtó) herbicidek által legyengített növényeket mechanikai műveléssel könnyedén elpusztítottuk. A sorközművelés gyomszabályozó képességét a gyom-felvételezési adatok is alátámasztják (28. táblázat). Az IMI/3, IMI/4 és SU/3, SU/4 parcellák gyomborítottsága kisebb (1-2 %), mint az IMI/1, IMI/2 és SU/1, SU/2

területeké (8-9 %) (29. táblázat). A mechanikai védekezés pozitív hatása még augusztus második felében is szemmel látható volt (19. ábra).



19. ábra: A kép felső részében az imazamox + kultivátor kezelés, a kép alsó részében az imazamox kezelés hatékonysága, 2009. augusztus

2011

30. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

| Gyomfaj neve | Gyomborítottság % | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| | Gyomos kontroll | Kezelés | | | | | | | | |
| | | H/1 | IMI/1 | IMI/2 | IMI/3 | IMI/4 | SU/1 | SU/2 | SU/3 | SU/4 |
| <i>Chenopodium album</i> | 37,5 | 1,4 | 1,25 | 29,26 | 0,36 | 12,5 | 0,5 | 1,03 | 0,5 | 0,62 |
| <i>Datura stramonium</i> | 11,72 | 1,4 | 0 | 0,03 | 0 | 0,21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chenopodium hybridum</i> | 9,38 | 0,12 | 0,12 | 0,21 | 0,03 | 0,21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 8,6 | 6,24 | 0,81 | 0,03 | 0,02 | 0 | 0,31 | 0,41 | 0,31 | 0,15 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 3,35 | 0,31 | 0 | 0,05 | 0 | 0,03 | 0,155 | | 0,025 | 0 |
| <i>Panicum miliaceum</i> | 2,96 | 0,03 | 0,03 | 0,16 | 0,05 | 0 | 0,18 | 0,53 | 0,25 | 0 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 2,18 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,03 | 0,24 | 0,25 | 0,45 | 0,025 | 0,03 |
| <i>Mercurialis annua</i> | 2,18 | 0 | 0,27 | 2,49 | 0,17 | 0,62 | 3,04 | 3,9 | 0,93 | 0,21 |
| Többi gyomfaj | 6,04 | 0,51 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0 | 0,16 | 0,21 | 0 | 0 |
| Összes borítottság (kivéve HELAN) | 83,91 | 9,59 | 3,02 | 32,35 | 0,68 | 13,81 | 4,6 | 6,53 | 2,03 | 1,01 |
| <i>Helianthus annuus</i> | 3,9 | 7,22 | 10,55 | 6,27 | 2,08 | 0,83 | 0,12 | 0,24 | 0,32 | 0,62 |
| Összes gyomborítottság | 87,81 | 16,81 | 13,52 | 39,03 | 2,76 | 14,63 | 4,72 | 6,77 | 2,35 | 1,63 |

31. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a főbb gyomfajokkal szemben

| Kezelés | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|----|-------|---|-------|---|-------|---|-------|----|-------|-----|-------|----|-------|----|
| | CHEAL | | DATST | | CHEHY | | AMBAR | | AMARE | | PANMI | | ECHCG | | MERAN | |
| H/1 | 94 | b | 93 | b | 98,5 | a | 85 | b | 97 | c | 99 | ab | 99,8 | a | 100 | a |
| IMI/1 | 96 | ab | 99,8 | a | 99 | a | 97,5 | a | 100 | a | 99,3 | ab | 99,3 | a | 97,3 | ab |
| IMI/2 | 73,5 | d | 99,8 | a | 98,5 | a | 98,3 | a | 99,3 | a | 97,3 | bc | 98,5 | ab | 95,3 | b |
| IMI/3 | 98 | ab | 100 | a | 99,5 | a | 99,3 | a | 100 | a | 99,5 | ab | 99,3 | a | 98 | ab |
| IMI/4 | 85,8 | c | 98,8 | a | 98,5 | a | 100 | a | 98,8 | ab | 100 | a | 97,8 | ab | 97 | ab |
| SU/1 | 98,5 | a | 100 | a | 100 | a | 97,8 | a | 98 | b | 97,8 | abc | 98 | ab | 92 | c |
| SU/2 | 95 | ab | 100 | a | 100 | a | 97 | a | 100 | a | 96,5 | c | 97 | b | 90,5 | c |
| SU/3 | 99 | a | 100 | a | 100 | a | 96,5 | a | 99,5 | a | 99,3 | ab | 99,3 | a | 98,5 | ab |
| SU/4 | 99,3 | a | 100 | a | 100 | a | 98 | a | 100 | a | 100 | a | 99,5 | a | 98,8 | ab |

Eredményeink mutatják, hogy megfelelő időjárási körülmények közt a dimetenamid-p + pendimetalin és a fluorkloridon kezelés a *Ch. album* (94 %), *Ch. hybridum* (98,5 %), *A. retroflexus* (97 %), *D. stramonium* (93 %), *E. crus-galli* (99,8 %) és *P. miliaceum* (99 %) ellen kimondottan hatékony. A *Ch. album* ellen talajon keresztül ható szerrel a védekezés eredményesebb volt, mint az imazamox levél herbiciddel (31. táblázat). Alacsonyabb gyomirtó hatás érvényesült az *A. artemisiifolia* (85 %) ellen, példányaik egy része a herbicid felvételt követően képesek voltak a regenerálódásra (20. ábra).

Az IMI technológiánál a dimetenamid-p + pendimetalin szerrel alkalmazott posztemergens gyomirtás jóval jobb eredményt, és kisebb gyomborítottságot (3,02 %) eredményezett, mint a talajherbicid nélküli alkalmazás, ahol ez 32,35 % volt (30. táblázat). A csak imazamox alkalmazásnál (IMI/2) a *Ch. album* ellen az előző két évekhez képes jelentős gyomirtó hatás csökkenést (73,5 %) tapasztaltunk, ami miatt alakult ki a magas borítottsági érték. A többi gyomfaj esetében ilyen jelenséget nem láttunk. Az imazamox kijuttatása után a fehér libatop példányai megálltak a fejlődésben, azonban teljes pusztulásuk nem következett be, augusztusra egyedei az 50-70 cm nagyságot érték el.



20. ábra: Középen a fluorkloridon kezelés után elpusztult parlagfű egyed, mellette az el nem pusztult példányok

Az SU technológiánál a *Ch. album* elleni hatáscsökkenést nem tapasztaltuk. A kezelt területeken a *M. annua* utócsírázását láthattuk, melyek gyengén fejlettek (20-30 cm nagyság) voltak. Kiváló eredményt kaptunk a tribenuron-metil + cikloxiidim együttes kijuttatásával (21. ábra).

A kultivátoros művelést követően a sorközök megtisztultak a gyom fajoktól. Minden esetben javította a gyomirtási hatékonyságot. A kultivátoros parcellákon utócsírázást csak a sorok közvetlen közelében láthattunk, a sorközök teljesen gyommentesek maradtak.



21. ábra: Tribenuron-metil + cikloxidim kombinációval egy menetben történő posztemergens gyomirtás hatása a „homozigóta” SU napraforgóban

4. 1. 2. A HT napraforgó gyomirtási technológiák hatékonyságának vizsgálata az *Ambrosia artemisiifolia*-val (parlagfű) szemben (2008, 2009, 2011)

A preemergens szerek, a megfelelő bemosó csapadék esetén több fajjal szemben hatékonyak voltak, azonban az *A. artemisiifolia*-t nem tudták megfelelő mértékben visszaszorítani. Amennyiben pedig, a kijuttatásuk utáni 10-14 napban nem hullott csapadék, a területek teljesen elgyomosodtak (28. táblázat, 17. ábra). A nem herbicid toleráns napraforgóban posztemergensen használható flumioxazin a területek parlagfű mentesítésre nem volt képes.

Az imazamox használatakor a 4 levélnél fejlettebb növények a herbicid felvétele után nem pusztultak el, de fejlődésükben erőteljes gátlást szenvedtek. Az újrAhajtott egyedekre jellemző volt, hogy nem a tenyészőcsúcs hajtott tovább, hanem alóla 2-4 oldalhajtatást fejlesztettek.

Augusztusban végzett növényvizsgálatok (2008 és 2009) alapján, a gyomirtott területeken (nem kultivátorozott) kétféle parlagfű volt megtalálható: (1) a

kezelés után csírázók: az állomány kb. 70 %-a, egy gyenge főhajtással rendelkezett, (2) a gyomirtó szer hatására elhalt főhajtás alól oldalhajtásokat (3-4 db) fejlesztett. A kezelt parcellákon a parlagfű egyedek 30-50 cm nagyságot érték el, 6,25 (2008), 4,68 (2009) és 7,72 (2011) %-os borítottsági érték mellett.

A tribenuron-metil a 2008. és 2009. évi kísérletekhez hasonlóan 2011-ben is gyengébb hatékonyságot mutatott (88 %) a parlagfűvel szemben, mint az imazamox. Ennél a herbicidnél is jellemzően a 4 levelesnél fejlettebb példányok regenerálódtak, azonban ebben az esetben a növények könnyebben kiheverték a herbicid hatást, és a kezelt területeken nagyobb fejlettséget értek el. Ennek következtében a borítottsági értékek is magasabbak voltak a tribenuron-metillel kezelt parcellákon: 10,66 % (2008), 7,81 % (2009) és 18,75 % (2011) (32. táblázat).

Május végén, június elején a parlagfű növények még a herbicid okozta erőteljes gátló hatás alatt voltak, az ekkor végzett mechanikai sorközművelés e gyenge növényeket, illetve az állománykezelés után kelt példányokat a sorközben megsemmisítette. Töltögető kultivátor használatakor a sorban növekvő kisebb növények is elpusztultak. A gyomirtó hatékonyság minden esetben növekedett (32. táblázat).

A 2011-ben beállított kísérletben részletesen megvizsgáltuk a kezelt és kontroll területeken lévő parlagfű növények fejlettségét. A kontroll parcellákon az IMI napraforgónál 76,75, az SU napraforgónál 67,6 db parlagfüvet számoltunk meg m^2 -ként, melyeken átlagban 20,15 és 25,4 db porzós virág volt. A posztemergensen kezelt területeken az IMI alkalmazásakor 7 db, a tribenuron-metil használatakor 9 db parlagfű növény maradt, tehát ebben nincs jelentős különbség. A parlagfű növények fejlettségében azonban szemmel látható differencia volt. Az IMI kezelésnél a gyomfaj egyedei 20-50 cm nagyságot érték el, rajtuk átlagban 2,92 db porzós virágzat képződött. A tribenuron-metillel kezelt területeken megmaradt parlagfüvek 50-100 cm nagyságra

nőttek, és átlagosan 29 db porzós virágzatot fejlesztettek. A kultivátor használata mindkét technológiánál csökkentette ezen értékeket (33. táblázat).

32. táblázat: Az *A. artemisiifolia* és a főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken, 2011

| Gyomfaj neve | IMI napraforgó | | | SU napraforgó | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|------|
| | Borítottság % | | | Borítottság % | | |
| | Gyomos kontroll | Kezelés | | Kontroll | Kezelés | |
| IMI/2 | | IMI/4 | SU/2 | | SU/4 | |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 55 | 7,72 | 1,87 | 43,65 | 18,75 | 3,43 |
| <i>Chenopodium album</i> | 7,6 | 1,35 | 0 | 8,12 | 0 | 0,04 |
| <i>Chenopodium hybridum</i> | 2,5 | 0,78 | 0,02 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 3,12 | 0,18 | 0 | 20,82 | 0,4 | 0 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 1,25 | 0,03 | 0 | 0 | 2,5 | 1,45 |
| <i>Panicum miliaceum</i> | 0 | 0 | 0 | 12,65 | 0 | 0,06 |
| Többi faj | 9,37 | 0 | 0 | 7,48 | 0 | 1,32 |
| Összes borítottság | 78,84 ^a | 10,88 ^a | 2,25 ^a | 94,37 | 22,19 | 6,3 |

^a Az összes gyomborítottság értéket a *H. annuus* borítottsági %-a nélkül adtuk meg.

33. táblázat: Az *A. artemisiifolia* elleni gyomirtási hatékonyság %, a gyomfaj tő/m², porzó/m² és porzó/növény (db) értékei a kísérleti területeken, 2011

| Érték | IMI napraforgó | | | SU napraforgó | | | | | | |
|----------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|------|------|-------|---|-------|---|
| | Gyomos kontroll | IMI/2 | IMI/4 | Gyomos kontroll | SU/2 | SU/4 | | | | |
| Gyom. hat. % | - | 96,8 | a | 98,3 | a | - | 88 | b | 95,8 | a |
| tő/m ² | 76,75 | 7,08 | | 2,86 | | 67,6 | 9,3 | | 4,1 | |
| porzó/m ² | 1602 | 20,33 | | 5,31 | | 1723 | 282,6 | | 19,25 | |
| porzó/növény (db) | 20,15 | 2,92 | | 1,63 | | 25,4 | 29 | | 5,1 | |

4. 1. 3. Az IMI toleráns napraforgó gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Cirsium arvense*-vel (mezei acat) szemben (2008)

A 2008 évben gyomirtási hatékonysági vizsgálatot végeztünk egy területen, ahol a mezei acat magas borítottsággal rendelkezett. Korábbi évek gyomirtási tapasztalatai alapján tudtuk, hogy a tribenuron-metil jó eredményt ad a *C.*

arvense föld feletti hajtásaival szemben, az imazamox-nak azonban gyenge pontját képezi az acat elleni hatás (Nagy *et al.* 2006). A mezei acat a napraforgó vetését követően gyorsan kikelt és nagy intenzitással fejlődött. A kultúrnövény 2 leveles fejlettségére már magas borítottságot ért el a területen (22. ábra), és kompetícióra készítette a kultúrnövényt (ekkor az imazamox posztemergens kezelés még korai lett volna). A posztemergens kezelés előtti kultivátorozás a sorközben lévő acat példányokat jó hatékonysággal elpusztította (23. ábra), a sorokban hajtókat visszafogta a fejlődésben annyira, hogy a napraforgó meg tudott erősödni. A 4-6 leveles napraforgóban végzett posztemergens gyomirtás hatására a területen lévő többi gyomfaj elpusztult, a *C. arvense* fejlődésében megállt. A sorzáródás előtti mechanikai művelés tovább gyengítette az évelő gyomot. A kezelt területen nem semmisült meg teljes mértékben, de virágzatot nem fejlesztett. A kultivátor + imazamox + kultivátor kezeléssel 89 % gyomirtási hatékonyságot értünk el, borítottságát 11,05 %-ra szorítottuk (a gyomos kontroll területeken 83,2 % volt).



22. ábra: A *C. arvense* borítottsága a területen, 2008. 04. 26.



23. ábra: Az első kultivátoros kezelés hatása a *C. arvensis* ellen

4. 1. 4. Fitotoxicitás vizsgálatok a nem HT és az IMI toleráns napraforgókban

Az oxifluorfen és a flumioxazin egyaránt a PROTOX-gátló szerek közé tartoznak. Az oxifluorfen a talajról a napraforgó leveleire felverődve szövetelhalást váltott ki. A flumioxazin posztemergens alkalmazása során hasonló jelenséget okozott. A fluorkloridon 2011 évben a napraforgó idősebb levelein sárgulást és növekedési depressziót idézett elő, ami jelentősebb volt, mint amit az IMI technológiánál láttunk.

A imazamox kezelések hatására az IMISUN változatoknál fitotoxikus tünetek kialakulását figyelhettük meg. Ez két részből tevődött össze: növekedési depresszió és sárgulás jelentkezik a napraforgón. A tünetek hűvös csapadékos időben erőteljesebbek, a hibridek között különbségek mutatkoznak a tünetek erősségének függvényében. Minden kísérleti évben a legkisebb fitotoxikus tünetek az LG 56.58 CL és a LG 56.63 CL hibrideken alakultak ki. A növény-sárgulás a kezelés utáni 12-14. napra, a növekedésbeli különbség a virágzás idejére egyik hibridnél sem volt látható. A CLHA-PLUS gént

tartalmazó növényeknél, valamint a P64LC09 és XF2411 „Pioneer IMI” vonalaknál nem jelentkezett fitotoxicitás (34. táblázat, 24. ábra).

34. táblázat: A fitotoxicitás % értéke a nem toleráns és az IM toleráns technológiáknál

| Hibrid | Fitotoxicitás % | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|----|------|----|------|--------------|------|----------|------|----------|-----|---|
| | IMI toleráns | | | | | Nem toleráns | | | | | | |
| | 2008 | | 2009 | | 2011 | Oxifluor. | | Flumiox. | | Fluorkl. | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| LG 56.58 CL | 3 | a | 2 | a | 2 | b | - | - | - | - | | |
| LG 56.63 CL | 2 | a | 1 | a | 3 | b | - | - | - | - | | |
| Mv Primis | 5,3 | ab | 4,5 | b | 6,5 | d | - | - | - | - | | |
| ES Florimis | 4 | ab | 3 | ab | 4,3 | c | - | - | - | - | | |
| NK Alego | 7,8 | b | 7 | c | 6,3 | d | - | - | - | - | | |
| NK Neoma | 6 | bc | 8 | c | 5,3 | cd | 11,3 | c | 10,3 | d | 9,5 | e |
| CLHA-Plus | - | - | - | - | 0 | a | - | - | - | - | - | - |
| P64LC09 | - | - | - | - | 0 | a | - | - | - | - | - | - |
| XF2411 | - | - | - | - | 0 | a | - | - | - | - | - | - |



24. ábra: Bal oldalon a CLHA-Plus változat, jobb oldalon a besárgult IMISUN (NK Neoma) napraforgók az imazamox kezelés utáni 6. napon

4. 1. 5. Fitotoxicitás és herbicid keverhetőség vizsgálatok a tribenuron-metil-toleráns („heterozigóta” és „homozigóta”) napraforgóban

A PR63E82 napraforgón a tribenuron-metil normál, 22,5 g/ha-os dózisának kijuttatását követően átmeneti sárgulás és növekedésbeli lemaradás jelentkezett, amit rövid időn belül kihevert a növény. Emellett az állomány egy részénél deformált tányérok képződtek, melyeken alacsony szintű volt a kaszatképzés (2009-ben ez nagyobb mértéket ölelt fel, mint 2011-ben) (35. táblázat). A parcellák termésére 3,48 t/ha-t (2009) és 3,35 t/ha-t (2011) kaptunk.

A 33,75 g/ha-ban alkalmazott tribenuron-metil, valamint a graminicidekkel (quizalofop-p-tefuril, cikloxidim) történő együttes kijuttatás már váltott ki károsítást a napraforgón. A quizalofop-p-tefuril, vagy a cikloxidim használatakor, ill. a cikloxidim alacsonyabb vagy magasabb dózisa közt nem volt számottevő különbség (36. táblázat). A herbicides kezeléseket követően a napraforgón morfológiai elváltozások mutatkoztak (fajtajellegtől eltérő hosszúkásan megnyúlt, lankadó levélzet). Az állomány egy részénél virágokat (ezáltal termést) nem képző tányérok alakultak ki, ami 2009-es évben nagyobb, 2011-ben kisebb mértékű volt (35. táblázat, 25. ábra). Amely példányoknál volt tányérképződés ott is láthattunk deformációt. Ebből következően a termés mennyiségében és 2009-ben az olajtartalomban is következett be változás. A 2009 évben: 1,16 t/ha, 0,62 t/ha, 1,05 t/ha és 0,76 t/ha értéket mértünk. A 2011 évben: 2,4 t/ha, 2,233 t/ha és 2,27 t/ha termést kaptunk (37., 38. táblázat). A 2011-ben vizsgált tribenuron-metil (22,5 g/ha) + tifenszulfuron-metil (7,5 g/ha) kombináció is hasonlóan károsítja a PR63E82 hibridet.

35. táblázat: A deformált tányérok aránya a heterozigóta (PR63E82) SU hibridben a kezelt területeken

| Kezelés | | Deformált tányérok (%) | | | |
|----------------------|--------------|------------------------|-----------|--------|-----------|
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | 2009 | | 2011 | |
| | | Teljes | Részleges | Teljes | Részleges |
| tribenuron metil | 22,5 | 7 | 5 | 2 | 2 |
| tribenuron metil | 33 | 77 | 23 | 35 | 65 |
| tribenuron metil | 22,5 | 90 | 10 | 43 | 57 |
| quizalofop-p-tefuril | 40 | | | | |
| tribenuron metil | 22,5 | 87 | 13 | 35 | 65 |
| cikloxidim | 150 | | | | |
| tribenuron metil | 22,5 | 92 | 8 | - | - |
| cikloxidim | 400 | | | | |
| tribenuron-metil | 22,5 | - | - | 52 | 48 |
| tifenszulfuron-metil | 7,5 | | | | |

A PR63A05, PR64A31, XF4007-X018, XF4005-X018 és 2011-ben P63LE13 napraforgónál a kezelések következtében színváltozás és növekedés gátlás nem jelentkezett. Morfológiai deformációk és torz tányérok képződését egyik kezelés hatására sem lehetett látni (26. ábra). A fitotoxicitás mértékét 2009-ben a négy hibriden, 2011-ben az egy hibriden az összes kezelésnél 0 %-os szinten állapítottuk meg (36. táblázat).

A PR63A05 és az XF4005-X18 (2009) és a P63LE13 (2011) napraforgón a betakarított termés mennyiségében, valamint olajtartalmában a kezelések szignifikánsan igazolható eltérést egyik esetben sem váltottak ki (37., 38. táblázat).



25. *ábra*: A PR63E82 hibrid a tribenuron-metil + cikloxidim kezelés hatására. 2011



26. *ábra*: A PR63A05 hibrid állománya a tribenuron-metil + cikloxidim kezelés következtében, 2009

36. táblázat: A kezelt területeken a fitotoxicitás % értéke az SU napraforgó hibrideken

| Kezelés | | Fitotoxicitás % | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|-----------------|-----------------|---------|---------|---|---|---|----------|---|--------|---|
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | 2009 | | | | | | | | | | 2011 | | | |
| | | Heteroz. | | Homoz. | | | | | | | | Heteroz. | | Homoz. | |
| | | PR63E82 | PR63A05 | PR64A31 | XF4007- X018 | XF4005- X018 | PR63E82 | P64LE13 | | | | | | | |
| tribenuron-m. | 22,5 | 12 | a | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 10 | a | 0 | a |
| tribenuron-m. | 33 | 75 | b | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 63,3 | b | 0 | a |
| tribenuron-m. | 22,5 | 82 | b | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 67,3 | b | 0 | a |
| quizalofop | 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron-m. | 22,5 | 83 | b | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 63 | b | 0 | a |
| cikloxidim | 150 | | | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron-m. | 22,5 | 86 | b | 0 | a | 0 | a | 0 | a | 0 | a | - | | - | |
| cikloxidim | 400 | | | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron-m. | 22,5 | - | b | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 | b | 0 | a |
| tifensulf.-m. | 7,5 | | | | | | | | | | | | | | |

37. táblázat: A termés mennyiségének és olajtartalmának értékei a kezelt területeken, 2009

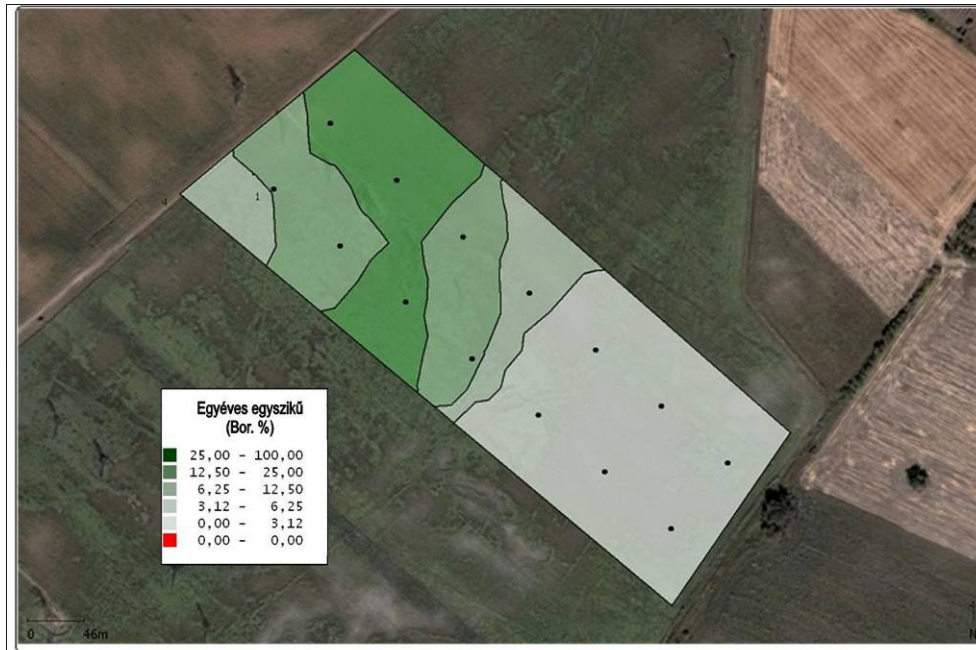
| Kezelés | | Hibrid | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------|--------|----------------|------------------|----------------------|----------------|------------------|--------|--------------------------|---|------|---|------|---|-------|---|------|---|
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | PR63E82 (heterozigóta) | | | | PR63A05 (homozigóta) | | | | XF4005-X018 (homozigóta) | | | | | | | | | |
| | | Termés (t/ha) | Olaj % | Olaj (t/ha) | Termés (t/ha) | Olaj % | Olaj (t/ha) | Termés (t/ha) | Olaj % | Olaj (t/ha) | | | | | | | | | |
| tribenuron-m. | 22,5 | 3,477 | a | 44 | a | 1,53 | a | 4,05 | a | 44,46 | a | 1,77 | a | 3,86 | a | 44,53 | a | 1,72 | a |
| tribenuron- m. | 34 | 1,16 | b | 41,37 | ab | 0,47 | b | 3,94 | a | 43,64 | a | 1,72 | a | 4,13 | a | 43,62 | a | 1,8 | a |
| tribenuron- m. | 22,5 | 0,62 | b | 40,62 | ab | 0,25 | b | 3,99 | a | 45,57 | a | 1,81 | a | 4,27 | a | 43,24 | a | 1,84 | a |
| quízalofop-p-tefuril | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron- m. | 22,5 | 1,053 | b | 42,92 | ab | 0,44 | b | 3,8 | a | 43,58 | a | 1,66 | a | 4,09 | a | 43,71 | a | 1,79 | a |
| ciklozidim | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron- m. | 22,5 | 0,76 | b | 38,81 | b | 0,29 | b | 3,69 | a | 44,42 | a | 1,64 | a | 3,92 | a | 44,23 | a | 1,73 | a |
| ciklozidim | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

38. táblázat: A termés mennyiségének és olajtartalmának értékei a kezelt területeken, 2011

| Kezelés | | Hibrid | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------------------|---|--------|---|----------------|---|----------------------|---|--------|---|----------------|---|
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | PR63E82 (heterozigóta) | | | | | | P63LE13 (homozigóta) | | | | | |
| | | Termés (t/ha) | | Olaj % | | Olaj (t/ha) | | Termés (t/ha) | | Olaj % | | Olaj (t/ha) | |
| tribeuron-m | 22,5 | 3,34 | a | 44,7 | a | 1,49 | a | 2,74 | a | 46,1 | a | 1,24 | a |
| tribenuron-m | 34 | 2,4 | b | 43,3 | a | 1,06 | b | 2,59 | a | 46,3 | a | 1,2 | a |
| tribenuron-m | 22,5 | 2,23 | b | 44,9 | a | 1 | b | 2,49 | a | 47,9 | a | 1,2 | a |
| quizalofop-p-tefuril | 40 | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron-m | 22,5 | 2,27 | b | 43,8 | a | 0,99 | b | 2,51 | a | 46,7 | a | 1,17 | a |
| cikloxidim | 150 | | | | | | | | | | | | |
| tribenuron-m | 22,5 | 2,69 | b | 43,6 | a | 1,17 | b | 2,46 | a | 46,9 | a | 1,2 | a |
| tifenszulf-m | 7,5 | | | | | | | | | | | | |

4. 1. 6. Precíziós gyomirtási technológiák alkalmazhatóságának vizsgálata a napraforgó posztemergens gyomirtásakor (2007, 2011)

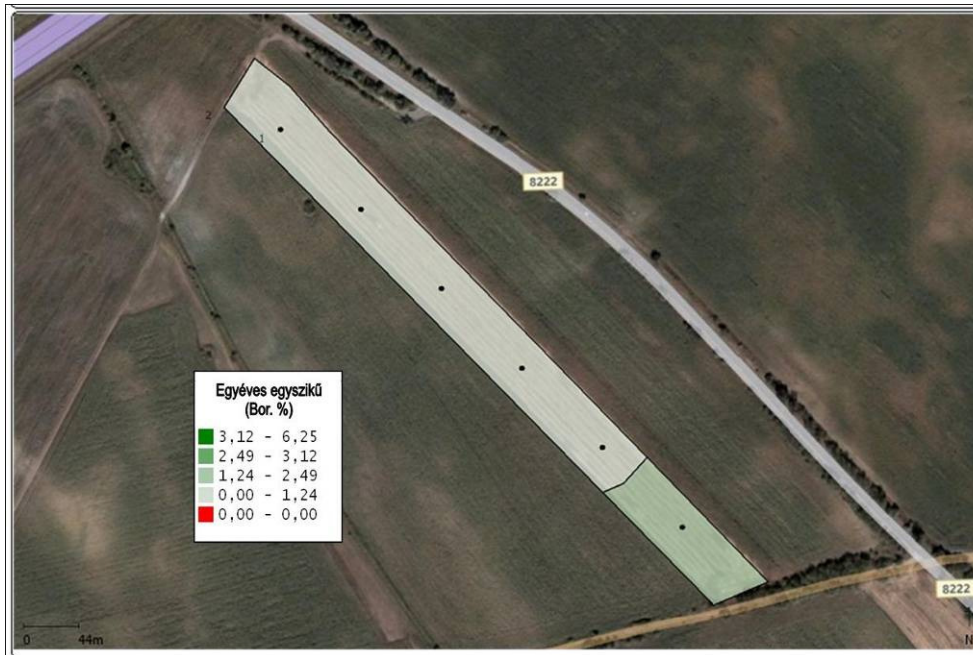
A kísérletben Reisinger (2011) által leírt módszert követtük. A technológia csak az SU napraforgóban működhet, ugyanis itt külön kerül kijuttatásra az egy- és a kétszikűirtó komponens. A 27., 28., 29., 30. ábra-k az egyszikű és kétszikű fajok táblán belüli elterjedését mutatják. Az egyszikűek borítottsága mindkét kísérleti évben alacsonyabb volt. A napraforgó tág térállású kultúra, fejlődésének kezdeti szakaszán a gyomnövények tömeges csírázását lehetett érzékelni. A területek oly mértékben fertőződtek az egy- és kétszikű fajokkal, hogy nem tudtunk elkülöníteni táblarészeket, melyeken az egy és/vagy a kétszikűek elleni gyomirtást nem kellett volna végre hajtani. Kukoricában beállított kísérletében Gerhards *et al.* (2011) az egy- és kétszikűek elleni kezelést 3 db/m² egyedsűrűség felett tervezett. A módszert nem tartjuk célra vezetőnek, mert nézőpontunk szerint, ha egyes területrészekben nem védekezünk - ha az adott évben közvetlen károsításuk nem - több év távlatában a gyomok felszaporodása fog jelentkezni.



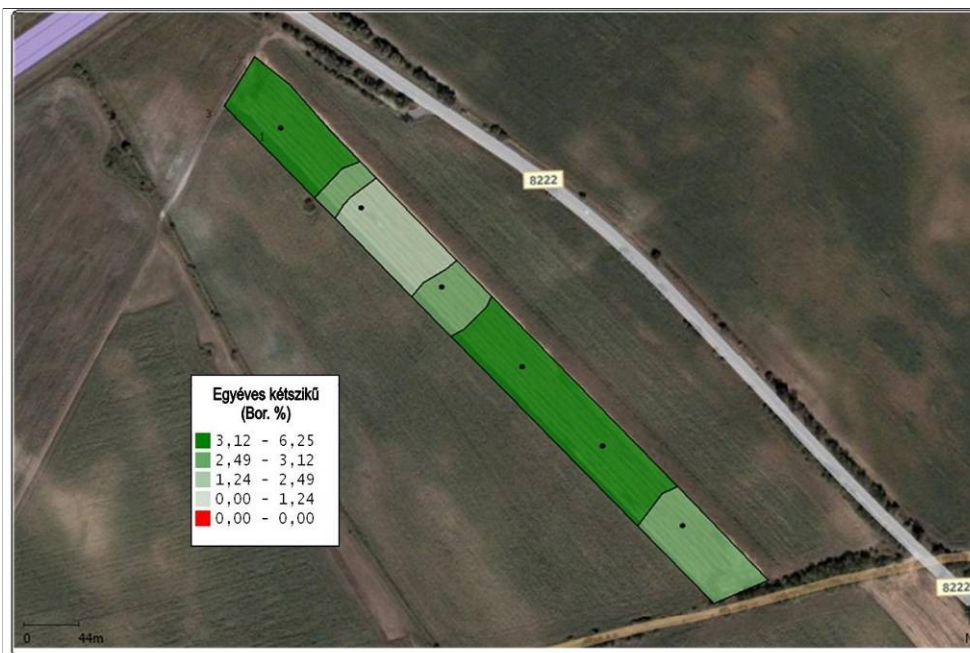
27. ábra: Egyéves egyszikű fajok borítottsága a KF4FH-F-08 területen, 2007



28. ábra: Egyéves kétszikű fajok borítottsága a KF4FH-F-08 területen, 2007



29. ábra: Egyéves egyszikű fajok borítottsága a KLA9Q-V-08 területen, 2011



30. ábra: Egyéves kétszikű fajok borítottsága a KLA9Q-V-08 területen, 2011

4. 1. 7. A HT napraforgók termesztésének utóvetemény hatása: a herbicid rezisztens árvakelés

4. 1. 7. 1. Az árvakelésű napraforgó (*Helianthus annuus*) gyomosításának mértéke napraforgóvetésekben 3-4-5 évvel a napraforgó elővetemény után

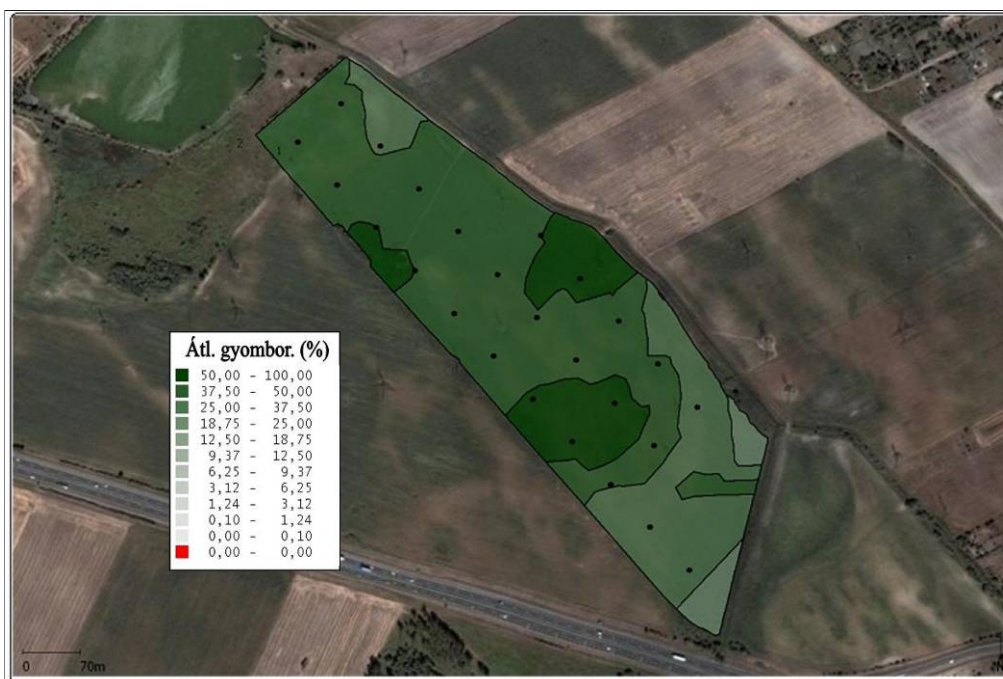
Győr K07WQ-R-08 (3 évvel a napraforgó elővetemény után)

A területen összesen 22 gyomfajt találtunk, amelyek átlagosan 05. 11-én 8,55 %, 05.31-én 45,73 % talajfelszínt borítottak (39. táblázat).

39. táblázat: A gyomfajok borítottsága és dominancia sorrendje a K07WQ-R-08 területen

| Győr K07WQ-R-08 | | | |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------|
| Sorsz. | Gyomfaj neve | Borítottság % | |
| | | 05. 11. | 05. 31. |
| 1. | <i>Helianthus annuus</i> | 1,66 | 15,02 |
| 2. | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 1,58 | 11,75 |
| 3. | <i>Chenopodium album</i> | 1,37 | 8,5 |
| 4. | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 0,29 | 1,66 |
| 5. | <i>Polygonum persicaria</i> | 0,46 | 1,55 |
| 6. | <i>Chenopodium hybridum</i> | 0,23 | 1,43 |
| 7. | <i>Elymus repens</i> | 0,77 | 1,27 |
| 8. | <i>Cirsium arvense</i> | 0,26 | 0,96 |
| 9. | <i>Phragmites australis</i> | 0,13 | 0,87 |
| 10. | <i>Mercurialis annua</i> | 0,15 | 0,71 |
| 11. | <i>Bilderdykia convolvulus</i> | 0,21 | 0,68 |
| 12. | <i>Convolvulus arvensis</i> | 0,21 | 0,53 |
| 13. | <i>Datura stramonium</i> | 0,52 | 0,52 |
| 14. | <i>Panicum miliaceum</i> | 0,14 | 0,36 |
| 15. | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 0,29 | 0,29 |
| 16. | <i>Sonchus arvensis</i> | 0,13 | 0,29 |
| 17. | <i>Reseda lutea</i> | 0,07 | 0,15 |
| 18. | <i>Solanum nigrum</i> | 0,004 | 0,054 |
| 19. | <i>Lathyrus tuberosus</i> | 0,025 | 0,047 |
| 20. | <i>Portulaca oleraceae</i> | 0,004 | 0,04 |
| 21. | <i>Polygonum aviculare</i> | 0,008 | 0,018 |
| 22. | <i>Sinapis arvensis</i> | 0,047 | 0 |
| Összes gyomborítottság | | 8,55 | 46,7 |

A domináns faj a gyomosító *H. annuus* (38. ábra), mely borítottsága a második gyomfelvételezés során az összes gyomborítottság közel 1/3-t tette ki (28., 29., 31. ábra). Előfordulási gyakorisága az első felvételezés alkalmával 96 %, a második során 100 %, tehát 05. 31.-én az összes mintaterén észleltük jelenlétét (42. táblázat). Eloszlása a területen homogén, két parcellán tapasztaltuk nagyobb tömegű csírázását (32. ábra).



31. ábra: Összes gyomborítottság a K07WQ-R-08 területen, 2011. 05. 31.



32. ábra: *Helianthus annuus* borítottság a K07WQ-R-08 területen, 2011. 05. 31.

A mintatereken az első felvételezés során négyzetméterenként átlagosan 2,46 db árvakelésű napraforgót találtunk, melyeknek többsége szik-2, ill. 2-4 leveles fenológiai állapotban voltak, egy példányuk pedig átlagosan 0,16 %-ban borította a talajt. A második vizsgálatnál m²-ként átlagosan 2,56 db gyomosító napraforgó volt fellelhető. Nagyrészüik 6-10 leveles fejlettségű volt, azonban kis százalékban (4 %) előfordultak 2-4 leveles egyedek is. Ekkor, egy napraforgó átlagosan 1,26 %-ban borította a talajfelszínt (42., 43. táblázat).

Győr KF4FH-F-08 (4 évvel a napraforgó elővetemény után)

A vizsgálatok alkalmával összesen 17 gyomfaj jelenlétét észleltük, az összes gyomborítottság értékét 05. 31-én 40,2 %-ra becsültük (33. ábra). A terület domináns növénye a *Ch. album* volt. A *H. annuus* fontossági sorrendben a harmadik (40. táblázat), borítottsága a második felvételezésnél közel 5 %, amivel az összes gyomborítottságnak közel 10 %-t tette ki (37. ábra).

40. táblázat: A gyomfajok borítottsága és dominancia sorrendje a KF4FH-F-08 területen

| Győr KF4FH-F-08 | | | |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------|
| Sorsz. | Gyomfaj neve | Borítottság % | |
| | | 05. 11. | 05. 31. |
| 1. | <i>Chenopodium album</i> | 0,61 | 18,84 |
| 2. | <i>Datura stramonium</i> | 0,16 | 8,54 |
| 3. | <i>Helianthus annuus</i> | 0,77 | 4,58 |
| 4. | <i>Chenopodium hybridum</i> | 0,26 | 3,56 |
| 5. | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 0,5 | 2,06 |
| 6. | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 0,22 | 1,08 |
| 7. | <i>Mercurialis annua</i> | 0,97 | 0,97 |
| 8. | <i>Panicum miliaceum</i> | 0,28 | 0,28 |
| 9. | <i>Convolvulus arvensis</i> | 0,006 | 0,069 |
| 10. | <i>Bilderdykia convolvulus</i> | 0,04 | 0,04 |
| 11. | <i>Reseda lutea</i> | 0,035 | 0,037 |
| 12. | <i>Cirsium arvense</i> | 0,006 | 0,034 |
| 13. | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 0,02 | 0,02 |
| 14. | <i>Polygonum aviculare</i> | 0,006 | 0,006 |
| 15. | <i>Sinapis arvensis</i> | 0,006 | 0,006 |
| 16. | <i>Polygonum persicaria</i> | 0,074 | 0 |
| 17. | <i>Solanum nigrum</i> | 0,01 | 0 |
| Összes gyomborítottság | | 3,97 | 40,12 |

A napraforgó 05. 11-én a mintaterék 83 %-án, 05. 31-én pedig a 89 %-án volt megtalálható. Példányainak elhelyezkedése a táblán belül egyenletes (34. ábra), m²-ként az első alkalommal 0,77, második vizsgálatnál 0,73 db napraforgót számoltunk meg. Ezen növények az első felvételezésnél 2-6 leveles fejlettségűek voltak, a következő felvételezésnél pedig zömmel a 6-8 és a 8-10 leveles fejlettséget érték el. Ezek mellett kis százalékban (4 %) 2-4 leveles egyedeket is találtunk a kvadrátokon. Egy db *H. annuus* 05. 11-én átlagban 0,21 %-ban, 05.31-én pedig átlagban 1,26 %-ban borította a talajfelszínt (42., 43. táblázat).



33. ábra: Összes gyomborítottság a KF4FH-F-08 területen, 2011. 05. 31.



34. ábra: *Helianthus annuus* borítottság a KF4FH-F-08 területen, 2011. 05. 31.

Győr KLA9Q-V-08 (5 évvel a napraforgó elővetemény után)

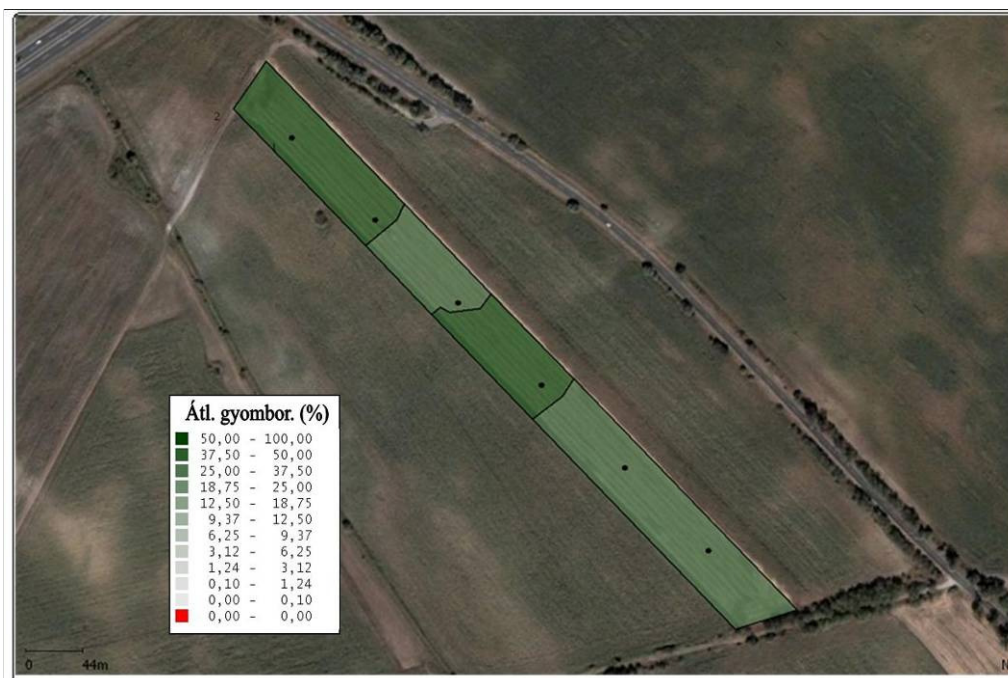
A táblázat adatai alapján, a területen 19 különböző faj fordult elő. A dominancialistán a legnagyobb jelentőséggel a magról kelő *E. crus-galli*, *D. stramonium* és *Ch. hybridum* bírtak. A napraforgó utókelés borítottsága a második felvételezés során 0,95 %, amivel a terület 7. legfontosabb gyomnövénye (41. táblázat, 35., 36. ábra). Táblán belüli elhelyezkedése egyenletes, a két felmérés során 83 %-os előfordulási gyakoriságot mértünk (42. táblázat).

41. táblázat: A gyomfajok borítottsága és dominancia sorrendje a KLA9Q-V-08 területen

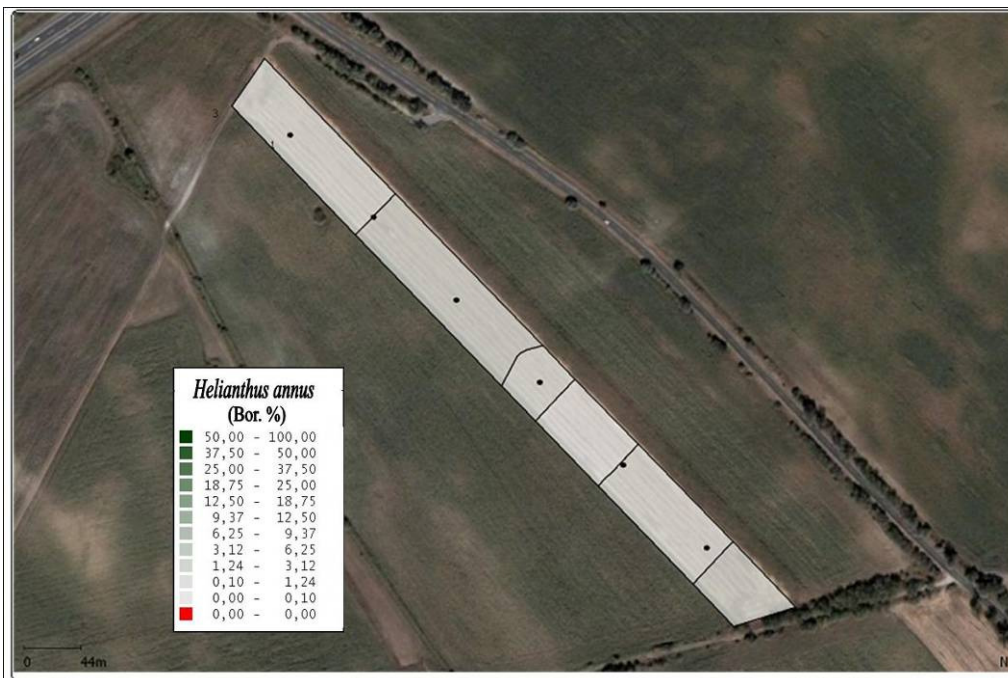
| Győr KLA9Q-V-08 | | | |
|------------------------|--------------------------------|---------------|---------|
| Sorsz. | Gyomfaj neve | Borítottság % | |
| | | 05. 11. | 05. 31. |
| 1. | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 0,83 | 8,33 |
| 2. | <i>Datura stramonium</i> | 0,53 | 7,16 |
| 3. | <i>Chenopodium hybridum</i> | 0,71 | 7,05 |
| 4. | <i>Chenopodium album</i> | 0,24 | 4,89 |
| 5. | <i>Mercurialis annua</i> | 0,72 | 2,55 |
| 6. | <i>Sinapis arvensis</i> | 0,4 | 1,45 |
| 7. | <i>Helianthus annuus</i> | 0,13 | 0,95 |
| 8. | <i>Atriplex patula</i> | 0,27 | 0,72 |
| 9. | <i>Bilderdykia convolvulus</i> | 0,14 | 0,65 |
| 10. | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 0,017 | 0,64 |
| 11. | <i>Panicum miliaceum</i> | 0,197 | 0,58 |
| 12. | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 0,017 | 0,34 |
| 13. | <i>Cirsium arvense</i> | 0,017 | 0,21 |
| 14. | <i>Polygonum aviculare</i> | 0,14 | 0,14 |
| 15. | <i>Cannabis sativa</i> | 0,017 | 0,103 |
| 16. | <i>Elymus repens</i> | 0,017 | 0,1 |
| 17. | <i>Polygonum persicaria</i> | 0,017 | 0,06 |
| 18. | <i>Sonchus arvensis</i> | 0,017 | 0,06 |
| 19. | <i>Solanum nigrum</i> | 0,017 | 0,017 |
| Összes gyomborítottság | | 4,55 | 36,61 |

Az első felvételezés során a szántón m²-ként átlagosan 0,4 db *H. annuus*-t találtunk, melyek szik-2 és 2-4 levélfejléttséget érték el, 1 db tónél pedig

átlagosan 0,094 % borítottságot becsültünk. A 05. 31-én végzett vizsgálatoknál 0,33 db/m²-es egyedsűrűséget mértünk. Ekkor példányaik legnagyobbbész 4-6 levelek voltak – de találtunk 2-4 leveles egyedeket is – és átlagosan 0,64 %-ban borították a talajfelszínt (42., 43. táblázat).



35. ábra: Összes gyomborítottság a KLA9Q-V-08 területen, 2011. 05. 31.



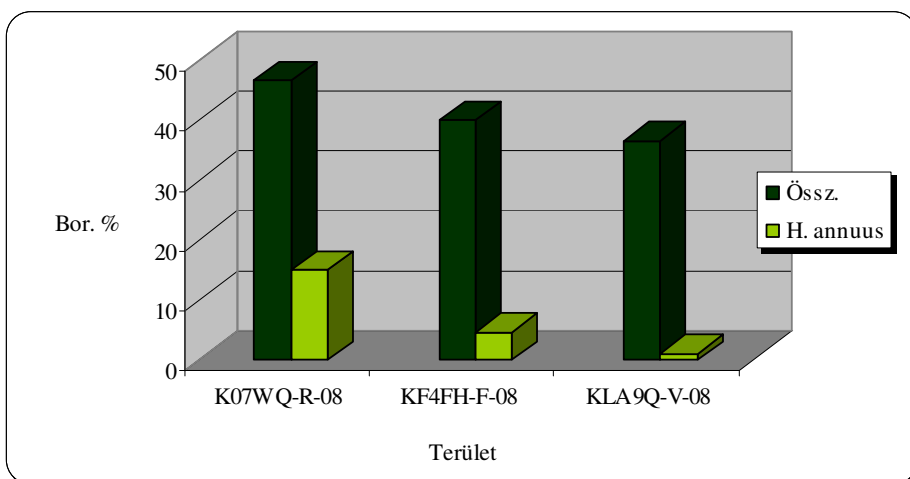
36. ábra: *Helianthus annuus* borítottság a KLA9Q-V-08 területen, 2011. 05. 31.

42. táblázat: A *Helianthus annuus* borítottsága, gyakorisági eloszlása, m²-kénti db száma, és 1 db átlagos borítottsága a kísérleti területeken

| Érték | Terület | | | | | |
|------------------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| | K07WQ-R-08 | | KF4FH-F-08 | | KLA9Q-V-08 | |
| | 05. 11. | 05. 31. | 05. 11. | 05. 31. | 05. 11. | 05. 31. |
| Összes borítottság % | 8,55 | 45,73 | 3,97 | 40,12 | 4,44 | 36 |
| <i>H. annuus</i> borítottság % | 1,66 | 15,02 | 0,77 | 4,58 | 0,13 | 0,95 |
| <i>H. annuus</i> gyakorisági % | 96 | 100 | 83 | 89 | 83 | 83 |
| <i>H. annuus</i> db/m ² | 2,46 | 2,56 | 0,76 | 0,72 | 0,4 | 0,33 |
| <i>H. annuus</i> db/borítottság % | 0,16 | 1,27 | 0,21 | 1,26 | 0,094 | 0,64 |

43. táblázat: A *Helianthus annuus* különböző fejlettségű példányainak százalékos megoszlása a 05. 11. és a 05. 31. felvételezés során

| Fejlettség (BBCH) | % | | |
|-------------------|------------|------------|------------|
| | 05. 11. | | |
| | K07WQ-R-08 | KF4FH-F-08 | KLA9Q-V-08 |
| 10-12 | 30 | 0 | 25 |
| 12-14 | 57 | 47 | 75 |
| 14-16 | 13 | 53 | 0 |
| Fejlettség (BBCH) | 05. 31. | | |
| 12-14 | 4 | 4 | 12,5 |
| 14-16 | 14 | 13,5 | 62,5 |
| 16-18 | 58,5 | 34,5 | 25 |
| 18-20 | 23,5 | 48 | 0 |



37. ábra: Az összes gyomborítottság, és a *Helianthus annuus* borítottsága a területeken, 2011. 05. 31.



38. ábra: A vetett napraforgó sorok közt fejlődő, gyomosító napraforgók, 2011. 05. 11.

A gyomnapraforgó példányainak területen belüli eloszlását megvizsgálva a három táblánál homogenitást láttunk, emellett mindenhol magas előfordulási gyakoriságot figyeltünk meg. Ebből is következik, hogy a táblán belüli elterjedése elsősorban a termesztési technológia eredménye, ugyanis a betakarító gép munkája során szabályosan teríti szét a kaszatokat.

A területeken a gyomosító napraforgó és a kultúrnápraforgó fejlettsége a legtöbb példánynál azonos volt, azonban a második felmérés alkalmával a területeken kis százalékban találtunk kisebb egyedeket is. Tehát, a területen lévő gyomnapraforgó legnagyobb része április első felében, a vetett napraforgóval egy időben tömegesen csírázott, azonban később a második hullámban is megjelent az árvakelésű napraforgó.

A három táblán a borítottság csökkenésével, értelemszerűen a m^2 -re eső db szám is csökkent. Az K07WQ-R-08 táblán a második felvételezés alkalmával átlagosan 0,1-el nőtt a m^2 -re eső napraforgók száma, ami bizonyítja, hogy további kelés volt a területen. Az KF4FH-F-08 és KLA9Q-V-08 tábláknál kis

mértékben csökkent a m^2 -re eső tőszám, ami vadak károsításának, és/vagy fiatal kori gombás fertőzésnek lehet az eredménye.

Szójában Geier *et al.* (1996) vizsgálatai szerint $0,3$ napraforgó/ m^2 17-19 %-kal, 3 napraforgó/ m^2 85 %-kal, $4,6$ napraforgó/ m^2 pedig 95 %-kal csökkentette a termés mennyiségét. Cukorrépában Schweizer – Bridge (1982) pedig már $1,5$ tő/ m^2 jelenlétekor 70 %-os termés kiesést mért. Ebben a megközelítésben az K07WQ-R-08 területen észlelt $2,56$ napraforgó/ m^2 nagyon jelentős, de még az KF4FH-F-08 szántón tapasztalt $0,73$ napraforgó/ m^2 állomány is jelentős termés csökkentő hatással bír.

A vizsgálatok bizonyítják, hogy a napraforgó termesztésénél a 4-5 éves vetésváltás betartásának alapvető termesztéstechnológiai elemnek kell lennie, amit nem csak növénykórtani (Szepessy 1977; Fischl 1995), hanem gyomosodási okok is indokolnak.

4. 1. 7. 2. AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben (2009, 2010, 2011)

44. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben, 2009

| Kezelés | | | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------|-----------------|--------------------------|---|--------------|---|-------------|---|-----------|------------------|-----------------|-------------|------|---|
| Ssz. | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Nem toleráns | | IMI toleráns | | | | | | | SU toleráns | | |
| | | | | | IMISUN | | | | CLHA-Plus | CLHA-Plus/IMISUN | SU heterozigóta | | | |
| | | | | | NK Neoma | | LG 56.58 CL | | | | | | | |
| 1. | amidoszulfuron | 15 | 99,2 | a | 98,4 | a | 97,8 | a | 99,4 | a | 98,8 | ab | 91,2 | b |
| | jodoszulfuron | 3,75 | | | | | | | | | | | | |
| 2. | metszulfuron-metil | 4 | 98,6 | a | 75,6 | c | 83 | b | 98,8 | a | 97,4 | ab | 83,8 | b |
| 3. | triaszulfuron | 10 | 100 | a | 96,2 | a | 95,6 | a | 98,6 | a | 96 | ab | 88,6 | b |
| 4. | tritoszulfuron | 35 | 100 | a | 100 | a | 99,8 | a | 98,2 | a | 98,6 | ab | 94 | b |
| 5. | tritoszulfuron | 35 | 100 | a | 100 | a | 100 | a | 100 | a | 100 | ab | 99,8 | a |
| | fluroxipir | 0,1 (l/ha) | | | | | | | | | | | | |
| 6. | aminopiridid | 10 | 100 | a | 95,6 | a | 93,8 | a | 96,2 | a | 96,8 | ab | 93,8 | a |
| | pirokszulam | 10 | | | | | | | | | | | | |
| | floraszulam | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 7. | rimszulfuron | 10 | 98,8 | a | 93,6 | a | 92,2 | a | 19,6 | b | 45,2 | e | 57 | c |
| 9. | rimszulfuron | 10 | 98,6 | a | 84,4 | b | 82 | b | 97,2 | a | 94 | c | 43 | d |
| | tifenszulfuron-metil | 5 | | | | | | | | | | | | |
| 11. | tribenuron-metil | 22,5 | 100 | a | 27,8 | e | 18,4 | d | 95,8 | a | 79,2 | d | 0 | f |
| 12. | imazamox | 48 | 99 | a | 3 | f | 2,6 | f | 4,6 | c | 9,4 | f | 14,6 | e |
| 13. | tifenszulfuron-metil | 7,5 | 84,2 | b | 25,6 | e | 22,4 | d | 99,4 | a | 92,2 | bc | 14,4 | e |

45. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben, 2010

| Kezelés | | | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | | | | | |
|---------|----------------------|--------------|--------------------------|----|--------------|---|------------------|---|---------------|----|-----------------|---|
| Ssz. | Herbicidez (h. a.) | Dózis (g/ha) | Nem toleráns | | IMI toleráns | | | | SU toleráns | | | |
| | | | | | IMISUN | | CLHA-Plus/IMISUN | | SU homozigóta | | SU heterozigóta | |
| 1. | amidoszulfuron | 15 | 99,7 | a | 96,7 | a | 99,7 | a | 88 | a | 90 | a |
| | jodoszulfuron | 3,75 | | | | | | | | | | |
| 2. | metszulfuron-metil | 4 | 99,3 | a | 72,7 | b | 92,3 | b | 26,7 | d | 46,7 | e |
| 3. | triaszulfuron | 10 | 99,7 | a | 97 | a | 99,3 | a | 43,7 | b | 54 | d |
| 4. | tritoszulfuron | 35 | 99,3 | a | 96,7 | a | 99,7 | a | 47,7 | b | 71 | b |
| 8. | rimoszulfuron | 15 | 100 | a | 99,3 | a | 99 | a | 35,7 | c | 61,7 | c |
| 9. | rimoszulfuron | 10 | 98,7 | ab | 71,7 | b | 95 | b | 23,3 | d | 27 | f |
| | tifenszulfuron-metil | 5 | | | | | | | | | | |
| 11. | imazamox | 48 | 96,7 | b | 5 | e | 1,3 | d | 9,3 | e | 28,3 | f |
| 12. | tribenuron-metil | 22,5 | 97 | b | 37,7 | d | 46,7 | c | 0 | f | 0 | g |
| 13. | tifenszulfuron-metil | 7,5 | 93,7 | c | 43,7 | c | 94,7 | b | 6 | ef | 6,7 | g |

46. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvalakéssel szemben, 2011

| Kezelés | | | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------|-----------------|--------------------------|----|--------------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------------|---------------|------------------|-----------------|------------------|------|----|
| Ssz. | Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Nem toleráns | | IMI toleráns | | | | | | | | SU toleráns | | | |
| | | | | | IMISUN | | | | CLHA-Plus | CLHA-Plus/IMISUN | SU homozigóta | | SU heterozigóta | | | |
| | | | | | IMISUN F2 | IMISUN F4 | CLHA-Plus | CLHA-Plus/IMISUN | | | CLHA-Plus | CLHA-Plus/IMISUN | CLHA-Plus | CLHA-Plus/IMISUN | | |
| 1. | amidoszulfuron | 15 | 100 | a | 96 | ab | 99,5 | a | 100 | a | 99,8 | a | 84,5 | c | 91 | b |
| | jodoszulfuron | 3,75 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | metszulfuron-metil | 4 | 98 | a | 52,3 | e | 75 | c | 99 | a | 80,8 | b | 16,5 | f | 31,8 | de |
| 3. | triaszulfuron | 10 | 100 | a | 84,8 | c | 83,5 | b | 97,3 | a | 92 | a | 25,3 | e | 34,8 | d |
| 4. | tritoszulfuron | 35 | 100 | a | 98 | a | 100 | a | 98,5 | a | 99,3 | a | 82,3 | c | 91,5 | b |
| 7. | rimszulfuron | 10 | 99,8 | a | 90,8 | b | 95,3 | a | 30,3 | c | 57,8 | d | 30,5 | de | 37 | d |
| 8. | rimszulfuron | 15 | 99,8 | a | 96,3 | ab | 98,5 | a | 43,3 | b | 76,8 | bc | 35 | d | 57,5 | c |
| 9. | rimszulfuron | 10 | 98,5 | a | 79 | d | 86,3 | b | 99,3 | a | 91 | a | 17,3 | f | 23,5 | f |
| | tifenszulfuron-metil | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. | proszulfuron | 12,5 | 100 | a | 99,5 | a | 100 | a | 100 | a | 100 | a | 91,3 | b | 94,8 | ab |
| | pirimisulfuron | 7,5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. | tribenuron-metil | 22,5 | 99,8 | a | 24,5 | g | 41 | f | 99 | a | 68 | c | 0 | h | 11,5 | g |
| 12. | imazamox | 48 | 97,3 | a | 0 | i | 3 | i | 0 | e | 0 | g | 17,8 | f | 25,5 | ef |
| 13. | tifenszulfuron-metil | 7,5 | 85 | c | 24,8 | g | 49,8 | e | 99,8 | a | 71,5 | bc | 16,8 | f | 25,3 | ef |
| 14. | tifenszulfuron-metil | 10 | 94,5 | ab | 34 | f | 64,8 | d | 100 | a | 75,5 | bc | 15,8 | f | 25 | ef |
| 15. | trifluszulfuron-metil | 15 | 91,3 | b | 10,8 | h | 27,5 | g | 99,5 | a | 47,5 | e | 12,3 | f | 18 | f |

A különböző AHAS-gátló készítmények kijuttatását követően, az érzékeny napraforgó változatoknál hasonló folyamaton keresztül következett be a pusztulás. A kezelések után a növények megálltak a fejlődésben, a tenyészőcsúcson sárgulás alakult ki. Majd, a sziklevelek alatti szárrészen nekrozist és a szár elvékonyodását láttuk. A szövetelhalás fokozatosan felhúzódott a száron, majd átterjedt levélnyélre, ahonnan kiindulva elkezdtek leszáradni a levelek. A teljes növényi pusztulás a kezelés utáni 7-15. napra következett be (39. ábra).



39. ábra: Nem-toleráns napraforgó árvakelés pusztulása a tribenuron-metil kezelést követő 6. napon, 2009

A különböző rezisztens árvakélesknél azonban regenerálódás játszódott le, mely szintén hasonló és jellemző szimptomákon keresztül zajlott. A kezelés után a napraforgók megálltak a fejlődésben, a sziklevel alatti szárrészen nekrozis látszott. A toleráns növényeknél azonban a tenyészőkúp nem halt el, a sziklevel feletti szárrész megvastagodott. A tenyészőkúpon, illetve a levél hónalaji részekből egy-két héttel a kezelés után új hajtások fejlesztése indult (40. ábra). A kezelt növények általában sok oldalhajtást képeztek, a kezeletlen

kontroll területhez képest kisebbek voltak. Amennyiben a károsodás kisebb mértékű volt, a tenyészőkúp hajtott tovább.



40. ábra: Károsodott, de új hajtást fejlesztő IMISUN (NK Neoma) árvakelés a 7,5 g/ha tífenszulfuron-metil kezelés utáni 12. napon, 2009

Amidoszulfuron + jodoszulfuron

A nem rezisztens a CLHA-Plus és a CLHA-Plus/IMISUN árvakeléseknél a hatékonyság minden esetben 100 % volt. Az IMISUN növények ellen is jó hatást értünk el, 2009 és 2011 évben kis mértékben jelentkezett regenerálódás. Az IMISUN F4 árvakelésnél (2011) teljes pusztulás következett be (41. ábra). Az SU napraforgókkal szemben is jó hatás mutatkozott (heterozigóta: 2009 – 91,2 %; 2010 – 90 %; 2011 – 91 %), a homozigóta változatoknál valamivel alacsonyabb szintű volt a károsodás (2010 – 88 %; 2011 – 84,3 %) (44., 45., 46. táblázat, 42. ábra).



41. ábra: Amidoszulfuron + jodoszulfuron hatása az IMISUN F4 napraforgón, 2011



42. ábra: Amidoszulfuron + jodoszulfuron hatása a homozigóta SU napraforgón, 2011.
augusztus

Metszulfuron-metil

A metszulfuron-metil a hagyományos és a CLHA-Plus napraforgót egyaránt biztonságosan irtotta. Az IMISUN árvalakéssel szembeni alkalmazása nem volt eredményes (2009 – 75,6 % és 83 %; 2010 – 72,7 %), a növények

kiheverték a herbicid hatást és sok oldalhajtást növesztve fejlődtek tovább. A 2011 évben az IMISUN F4 (73 %) típust jobban károsította, mint az IMISUN F2 generációt (52,3 %) (43. ábra). A CLHA-Plus/IMISUN típusoknál hasadást láttunk. A 2009 évben a kezelt növények több, mint $\frac{3}{4}$ része, 2011-ben a fele pusztult el, 2010-ben azonban az újrachajtás csak minimális szinten jelentkezett. Az SU árvakelések jó toleranciát mutattak a metszulfuron-metillel szemben. A herbicid jobb hatást 2009 évben mutatott (83,8 %), 2010 (46,7 %) és 2011 (31,8 %) években azonban hatékonysága alacsonynak bizonyult. A homozigóta SU hibrideken a sárgulásban, és helyenként morfológiai elváltozásokban megnyilvánuló gyenge hatékonyságot (2010 - 26,7 %; 2011 - 16,5 %) adott (44., 45., 46. táblázat, 44. ábra).



43. ábra: Metszulfuron-metil hatása az IMISUN árvakeléssel szemben, 2011



44. ábra: A metszulfuron-metil hatására baloldalon az elpusztult a CLHA-Plus/IMISUN árvakelések, jobbra mellette a homozigóta SU napraforgók, 2010

Triaszulfuron

A nem rezisztens és a CLHA árvakeléseket kiemelkedő hatással pusztította. Az IMISUN ellen 2009 (96,2 % és 95,6 %) és 2010 (97 %) évben jó hatást értünk el, 2011-ben (84,3 %) azonban gyengébbet. A CLHA-Plus/IMISUN árvakelésekkel szemben jó hatékonyságot láttunk 2009 és 2010-ben, 2011 évben a kezelt növények 12%-nál az IMISUN növényénél tapasztalt újrachajtást jegyeztünk fel. A heterozigóta SU vonalagnál 2009-ben a kezelt növények felénél újrachajtást tapasztaltunk, de ezek a példányok is erőteljes növekedésgátlásban részesültek. A 2010 (54 %) és 2011 (34,8 %) években a herbicid hatása gyengébbnek bizonyult. A homozigóta SU változatoknál (2010 – 43,7 %; 2011 – 25,3 %) kisebb volt a károsodás mértéke.

Tritoszulfuron

A herbicid használatakor a normál, az IMISUN a CLHA-Plus és a CLHA-Plus/IMISUN napraforgóknál mindegyik kísérleti évben pusztulás következett be (45. ábra). A 2009 évben a PR63E82 árvakelése ellen is hatékonynak

bizonyult a kezelés (94 %), de 2010 (71 %) és 2011-ben (91 %) gyengébb tritoszulfuron hatást tapasztaltunk. A heterozigóta SU árvakeléseken mindig erősebb a károsodás, mint a homozigóta típusokon (2010 – 47,7 %; 2011 – 82,3 %). Az újraajtott példányok sok elágazást fejlesztettek, kicsik maradtak és a tányérok torzulás alakult ki.



45. ábra: A tritoszulfuron hatása az IMISUN (NK Neoma) árvakeléssel szemben, 2009

Tritoszulfuron + fluroxipir

A herbicid kezelés után a napraforgó növényeken a hormonhatású szerek jellegzetes tünetei is kifejeződtek. A tritoszulfuron önmagában is jó gátló szerének bizonyult a különböző rezisztens árvakeléseknek, a hormonhatású komponens ezt csak tovább fokozta (44., 45., 46. táblázat).

Aminopirialid + piroxszulam + kloquintocet-metil + floraszulam

A készítménnyel történő kezelésnek is megfelelő volt a hatása. A *H. annuus* változatok a szer felvételét követően azonnal megálltak a fejlődésben. Rajtuk a leszáradás tünetei nem jelentkeztek határozottan, de zöld növényi részek fejlesztésére az esetek túlnyomó többségében már nem voltak képesek. Azon

napraforgók, melyeken nem mutatkozott teljes pusztulás, a vegetáció végéig törpék (10-15 cm) és torzok maradtak, tányér képzése már nem következett be.

Rimszulfuron

A nem rezisztens árvakelésnél minden esetben teljes pusztulást tapasztaltunk. Az IMISUN ellen is jó hatást értünk el, a 10 g/ha is javarészt pusztulást okozott, regenerálódást csak egy-egy növénynél láthattunk (46. ábra). A 2009 évben a két különböző hibridtől – NK Neoma, LG 56.58 CL - származó árvakelés érzékenysége közt különbség – 93,6 %; 92,2 % - nem volt (44. táblázat). 2011-ben az IMISUN F4 növények jobban károsodtak, mint az F2 generáció (46. táblázat). A CLHA-Plus árvakeléseknél a rimszulfuron gyengébb hatáskifejtését jegyezhetjük fel (2009 - 19,6 %, 2011 – 30,3 %), pusztulása nem következett be (47. ábra). A 2011-ben alkalmazott 15 g/ha dózisonál a károsodás nagyobb mértékűnek bizonyult (43,3 %). CLHA-Plus/IMISUN típusnál a kezelt növényeknek egy része elpusztult, egy része pedig a CLHA-Plus árvakeléshez hasonló módon új hajtást fejlesztett. A 2009 évben teljes pusztulás a kezelt növények 67,5 %-nál, 2011-ben (10 g/ha dózisonál) a 45 %-nál, a 15 g/ha dózisonál 65 %-nál alakult ki. A 2010 évben a 15 g/ha dózis használata után nem láttunk regenerálódást. A heterozigóta SU toleráns vonalaknál a rimszulfuron elleni toleranciára nézve 2009 (a kezelt növények 38,5 %-nál teljes pusztulás) és 2011 (12,5 %-nál teljes pusztulás) évben hasadás következett be. A homozigóta típusok árvakelése 2010 (heteroz.: 61,7 %; homoz.: 35,7 %) és 2011 (heteroz.: 57,5 %; homoz.: 35 %) évben is kevésbé károsodott (44., 45., 46. táblázat).



46. ábra: A 10 g/ha rimsulfuron hatása az IMISUN (NK Neoma) árvakeléssel szemben, 2009



47. ábra: Regenerálódó CLHA-Plus napraforgó árvakelés a 10 g/ha rimsulfuron kezelés utáni 15. napon, 2011

Rimsulfuron + tifenszulfuron-metil

A nem toleráns és a CLHA-Plus árvakeléseinél teljes leszáradás alakult ki. Az IMISUN napraforgók a herbicid kombináció felvételét követően erőteljesen károsodtak, azonban helyenként sok oldalhajtást és kevés levélfelületet fejlesztve regenerálódást láthattunk. 2009-ben (84,4 % és 82 %) jobb volt a

hatékonyság, mint 2010 (71,7 %) és 2011 (79 %) évben. 2011-ben az IMISUM F4 (86,3 %) növények jobban károsodtak. A CLHA-Plus/IMISUN napraforgó egyes példányainál látható volt regenerálódás. Az SU toleráns változatokkal szemben a kombináció gyenge hatással rendelkezett (heteroz.: 2009 – 43 %; 2010 – 27 %; 2011 – 23 %). A növények a herbicid hatást gyorsan kiheverték, és több elágazást képezve fejlődtek tovább. A homozigóta hibrideknél enyhébb fitotoxikus tünetek jelentkeztek (2010: 23,3 %; 2011: 17,3 %). A 10 g/ha rimszulfuron tifenszulfuron-metillel történő együttes alkalmazása az IMISUN és SU napraforgó hibrideken következetesen kisebb hatékonyságot mutatott, mint a 10 g/ha rimszulfuron önmagában történő kezelés (48. ábra). A CLHA-Plus növényeknél viszont a tifenszulfuron-metil jelenléte pusztulást váltott ki, ellenben a 10 g/ha rimszulfuronnal (44., 45., 46. táblázat).



48. ábra: A rimszulfuron + tifenszulfuron-metil hatástalansága a heterozigóta SU árvakelés ellen, 2009

Proszulfuron + pirimisulfuron

A kombináció használata a hagyományos és az IMI toleráns vonalakkal szemben kifejezetten eredményesnek bizonyult. Csekély mértékű

regenerálódás az SU napraforgóknál mutatkozott: 91,3 % (homoz.) és 94,8 % (heteroz.) (44., 45., 46. táblázat).

Tribenuron-metil

A herbicid nagy hatékonysággal pusztította el a nem rezisztens és a CLHA-Plus napraforgót (49. ábra). Az IMISUN napraforgók ellen a herbicid nem eredményezett megfelelő hatást (2009 – 27,8 % és 18,4 %; 2010 – 37,7 %). A kezelést követő 7-10 napig a növények növekedési gátló hatás alatt álltak, a szárukon nekrozis alakult ki, de a tenyészőkúp alól új hajtásokat fejlesztettek (50. ábra). A 2011 évben az F4 nemzedéknél erőteljesebb károsodás alakult ki (41 %), mint az F2 generációnál (24,5 %). A CLHA-Plus/IMISUN típusnál a kezelt növényeknek egy része elpusztult, azonban (az IMISUN növényekhez hasonló módon) regenerálódó példányokat is láthattunk (51. ábra). A 2009 évben jobb herbicid hatást jegyeztünk fel (95,8 %), mint 2010 (46,7 %) és 2011 (68 %) években. Az SU napraforgókkal szemben nem volt hatása a tribenuron-metilnek. A heterozigóta változat kevés számú egyedénél jelentősebb károsodás lépett fel.



49. ábra: Jobb oldalon a tribenuron-metil hatására elpusztult CLHA-Plus árvakelések, baloldalon a nem károsodott SU napraforgó árvakelések, 2011



50. ábra: Tribenuron-metil kezelés után tovább fejlődő IMISUN napraforgók, 2010



51. ábra: CLHA-Plus/IMISUN hasadása: a tribenuron-metil kezelés után pusztuló és regenerálódó példányok, 2011

Imazamox

Az imazamox a konvencionális napraforgó utókezeléseit jó hatékonysággal írtotta. Az IMI toleráns vonalakra nem fejtett ki herbicid hatást (52. ábra). Az SU napraforgókon a kezelések után sárgulás, növekedési depresszió, és levél

deformáció jelentkezett. 2009-ben a PR63E82 árvakelések 1/5-e, 2011-ben pedig 1/10-e pusztult el a kezelés következtében. A 2010 évben különösebb növényi károsodást nem tapasztaltunk. A homozigóta típusokkal szemben 2011-ben kisebb hatékonyság mutatkozott (53. ábra) (44., 45., 46. táblázat).



52. ábra: Jobb oldalon az imazamox kezelés hatására elpusztult nem toleráns napraforgó árvakelés, középen a nem károsodott IMISUN F4 árvakelés, bal oldalon pedig a nem károsodott IMISUN F2 árvakelés, 2011



53. ábra: Bal oldalon az imazamox hatására enyhén károsodott heterozigóta SU árvakelés, középen az enyhén károsodott homozigóta SU árvakelés, 2011

Tifenszulfuron-metil

A nem herbicid toleráns napraforgó ellen 2009 (84,2 %) és 2011-ben (85 %) a tifenszulfuron-metil (7,5 g/ha) alkalmazásával nem értünk el teljes körű növénypusztulást. A CLHA-Plus árvakeléssel szemben nagyfokú hatékonyságot mutatott a herbicid. Ezen típusú napraforgókat gyorsabban és nagyobb hatékonysággal (2009 – 99,4 %; 2011 - 99,8 %) irtotta a készítmény még a hagyományos napraforgóknál is (54. ábra).

A szer IMISUN növények elleni hatása gyenge: 25,6 % és 22,4 % (2009); 43,7 % (2010); 24,8 % (2011). A kijuttatás után a növények megálltak a fejlődésben, rajtuk nekrózis is kialakult, azonban 6-10 napon belül oldalhajtásokat fejlesztve regenerálódni tudtak, és nagy levélfelületet alakítottak ki. 2011-ben, az IMISUN F4 nemzedéknél a tifenszulfuron-metil erőteljesebb károsodást eredményezett (49,8 %), ami abban nyilvánult meg, hogy a kezelés után a napraforgók nehezebben indultak újbóli fejlődésnek (56. ábra).

A CLHA-Plus/IMISUN növények ellen 2009 (92,2 %) és 2010-ben (94,7 %) jó hatékonyságot értünk el, regenerálódást az állomány kis (15-23 %) részénél láthattunk (55. ábra). A 2011 évben a hatékonyság gyengébbnek bizonyult (71,5 %), új hajtást fejlesztő példányokat nagyobb számban találtunk.

Az SU napraforgó fejlődését a tifenszulfuron-metil csekély mértékben befolyásolta (2009 – 14,4 %; 2010 – 6,7 %; 2011 – 25,3 %). A tifenszulfuron-metil hatékonyságának hiányát mutatja, hogy az általa kezelt SU növényekre nem volt jellemző az elágazásképzés, rendszerint a főhajtás növekedett tovább. A homozigóta árvakelések szinte teljesen tünetmentesen bírták a kezelést (2010 – 6 %; 2011 – 16,8 %) (55. ábra).

A 2011 évben alkalmazott 10 g/ha tifenszulfuron-metil a nem toleráns vonalakkal szemben eredményesebbnek bizonyult. Az IMISUN növények ellen a magasabb dózis jobb hatékonyságot adott (34 %), ami leginkább az F4

generáción látszott (64,8 %), mely 10-14 napig erős növekedés gátló hatás alatt állt. A többi típusú árvakelésnél érzékelhető különbség nem volt.



54. ábra: A 7,5 g/ha tifenszulfuron-metil hatása a CLHA-Plus napraforgó ellen, 2009



55. ábra: Bal oldalon a pusztuló CLHA-Plus/IMISUN árvakelés, középen a nem károsodott homozigóta SU árvakelés a 7,5 g/ha tifenszulfuron-metil kezelés után, 2010



56. ábra: A tifenszufluron-metil gyenge hatása az IMISUN F4 árvakelés ellen, 2011

Trifluszulfuron-metil

A tifenszulfuron-metilhez hasonlóan a CLHA-Plus növények (99,5 %) nagyobb érzékenységet mutattak a herbiciddel szemben, mint a nem toleráns hibrid árvakelései (91,3 %).

Az IMISUN növényekkel szembeni hatása gyenge (10,8 %), az F4 generációnál a károsodás mértéke nagyobb (27,5 %) (57. ábra).

Az SU változatok ellen a szer hatékonysága: 12,3 % (homoz.) és 18 % (heteroz.).



57. ábra: A trifluszulfuron-metil gyenge hatása az IMISUN F4 árvakelés ellen, 2011

Az eredmények összefoglalása:

Az imidazolinonok valamint a szulfonil-karbamidok széles köre, a rezisztens vonalak termesztésbe vonásáig a gyomként kelő *H. annuus* ellen biztos és hatékony védelmet adtak. Ezt támasztja alá, hogy vizsgálatainkban a nem herbicid toleráns hibridek árvakelését a kipróbált készítmények hatékonyan irtották.

A herbicid tűrőképesség a napraforgókban öröklődnek, tehát termesztésüket követően az árvakelésre, mint rezisztens gyomra kell tekinteni. Az ellenállóság mértéke több generációban gyengülhet, de egyértelműen kifejeződik.

Az IMISUN növények mérsékelt keresztrezisztenciát mutatnak az egyes szerekkel szemben. Jó hatást ad ellenük az amidoszulfuron + jodoszulfuron, a tritoszulfuron, a rimszulfuron, a proszulfuron + pirimisulfuron, mérsékelten jó hatást ad a triaszulfuron és a rimszulfuron + tifenszulfuron-metil. Azonban vannak olyan SU szerek, melyeknek hatása nem megfelelő: metszulfuron-metil, tribenuron-metil, tifenszulfuron-metil, trifluszulfuron-metil. Tehát az IMISUN változatok esetében Kolkman *et al.* (2004) eredményeihez hasonlóan

a szulfonil karbamidokkal szembeni részleges rezisztenciát tapasztaltunk. Az eredmények hasonlóak, mint amit több vad *H. annuus* populációnál is leírtak. Az imazamoxsal szemben magas, a tifenszulfuron-metil és a klorimuron SU herbicidek elleni gyengébb ellenállóságról számoltak be Baumgartner *et al.* (1999). Az imazetapír ellen 39-szeres a klorimuronnal (SU) szemben 9-szeres ellenállóságot jegyzett fel White *et al.* (2002). Az imazetapír (35 g/ha) és a metszulfuron – metil (4,2 g/ha) talajon keresztüli alkalmazásakor Howatt - Endres (2006) az IMI toleráns napraforgóknál 60 %-os károsodást tapasztalt. A 2011-ben vizsgált IMISUN F4 minden esetben jobban károsodott, mint az F2 generáció. Egyrészt ez bizonyítja, hogy a rezisztens tulajdonság éveken át HT napraforgó termesztését követően is kifejeződik, azonban ez valamilyen szinten gyengül benne. Az IMISUN napraforgókban a teljes körű rezisztenciához két génnek kell homozigóta formában rögzülnie. Vélhetően ebben az esetben a módosító faktornál hasadás jelentkezett. Az erősebb herbicid hatás elsősorban abban nyilvánult meg, hogy kijuttatásuk után a növények nehezebben indítottak új hajtásokat.

A CLHA-Plus gént tartalmazó napraforgók alapvetően más rezisztencia formát képviselnek. Meglepő, hogy a növények több esetben érzékenyebben reagáltak az SU kezelésekre (elsősorban tifenszulfuron-metil és trifluszulfuron-metil), mint a nem rezisztens vonalak. Egyetlen szer a rimszulfuron, amely nem pusztítja el őket, és jobban tolerálták, mint az IMISUN típusok. A legnagyobb különbség a metszulfuron-metil, a tribenuron-metil, a tifenszulfuron-metil és a trifluszulfuron-metil készítményeknél mutatkozott, melyek kimondottan hatékonyak bizonyultak a CLHA-Plus növények ellen, az IMISUN azonban jól tolerálta őket. Gyomnövényeknél bekövetkező alanin (122^a) - leucin mutációnál többen is bizonyították, hogy specifikus IMI rezisztencia jelentkezik. Az *Amaranthus powellii* fajnál McNaughton *et al.* (2005) az ilyen

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

típusú aminosav csere következményeként az imazetapir elleni tűrőképességről és a tifenszulfuron-metillel szembeni érzékenységről számoltak be. Az SU és a CLHA-Plus hibrideket vizsgálva Sala *et al.* (2011b) a metszulfuron-metil (5 g/ha) esetében az SU homozigótáknál nem tapasztaltak károsodást, a CLHA-Plus-nál viszont pusztulást jegyeztek fel. Hasonló eredményekről számoltak be Bernasconi *et al.* (1995) a *X. strumarium* fajnál, Trucco *et al.* (2006) pedig az *Amaranthus hybridus* növénynél. Az előbbi tanulmányok a rimszulfuron herbicidet nem vizsgálták.

A legszélesebb körű kereszt-rezisztencia egyértelműen a SU árvakelésekénél jelentkezett. A homozigóta forma minden esetben jobban tolerálta a kezeléseket, mint a heterozigóták. A heterozigótánál bizonyos szintű hasadást láttunk, ugyanis több szernél a kezelt növények egy része elpusztult. Vannak SU készítmények, melyek jó hatékonyságot mutattak ellenük: amidoszulfuron + jodoszulfuron, tritoszulfuron, proszulfuron + pirimiszulfuron. Itt sem következett be minden esetben teljes pusztulás, azonban a növénykárosodás magas szintű volt. Megbízható kereszt rezisztencia állt fent a metszulfuron-metil, a rimszulfuron + tifenszulfuron-metil, a tifenszulfuron-metil (7,5 és 10 g/ha), a trifluszulfuron-metil készítményekkel szemben. Alacsonyabb szintű tűrőképességet a triaszulfuron és a rimszulfuron herbicideknél jegyeztünk fel. Az imazamox is károsította őket, de nem volt képes elpusztítani a napraforgókat. A metszulfuron – metil (4,2 g/ha) talajon keresztüli alkalmazásakor Howatt - Endres (2006) az SU napraforgóknál nem tapasztalt károsodást. Az AHAS-gátlókkal szemben rezisztens vad napraforgónál Allen *et al.* (2001) a klorimuron (SU) és több IMI szer alkalmazásakor 38-56 %-os hatékonyságról számolt be. Az *A. retroflexus* növénynél a prolin (197^a) mutáció mellett Sibony *et al.* (2001) magas ellenállóságról írt a tifenszulfuron-metil és a metszulfuron-metil, alacsonyabb toleranciáról pedig az

^a *Arabidopsis thaliana* AHAS enzim pozíció

imidazolinonok alkalmazásakor. Ez a típusú SU rezisztencia szemi domináns öröklődést (tehát a domináns allél által meghatározott tulajdonság kifejeződése heterozigóta allélforma mellett nem teljes) mutat, mivel a homozigóta típusoknál magasabb szintű az ellenállóság, mint a heterozigótáknál, hasonlóan Hart *et al.* (1993) és Wright – Prenner (1998a) által publikáltakhoz.

4. 1. 7. 3. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakelésével szemben kukorica kultúrában (2010)

A rimszulfuron a hagyományos és az IMISUN napraforgókat eredményesen irtotta (47. táblázat). Az SU árvakelések közel felénél teljes pusztulás alakult ki, a többi példány erőteljes növekedés gátló hatásban részesült, de új oldalhajtás képzésével regenerálódni tudtak és augusztusra 60-70 cm-t érték el (58. ábra). A rimszulfuron + tifenzulfuron-metil hatékonysága a hagyományos árvakelés ellen kiváló, az IMISUN ellen jó. Az SU árvakeléseknél a károsodás mértéke kisebb volt, mint a rimszulfuron kezelésnél (48., 49. táblázat).

A foramszulfuron hatása a konvencionális napraforgóval szemben sem kielégítő, a toleráns változatok ellen pedig kifejezetten gyengének bizonyult.

A tifenzulfuron-metil a herbicid ellenálló növényekkel szemben alacsony hatékonyságot produkált (59. ábra). Az IMISUN típusoknál minden esetben nagyobb szintű károsodást jegyeztünk fel (49. táblázat).

47. táblázat: Az IMISUN napraforgó árvakelésnek és a főbb gyomfajoknak a borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

| Gyomfaj neve | Gyomborítottság % | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------|----------------------|----------|-------------|
| | Gyomos kontroll | rimsz. | rimsz. + tifensz.-m. | foramsz. | tifensz.-m. |
| <i>Helianthus annuus</i> (IMISUN) | 37,5 | 0 | 1,04 | 7,5 | 8,3 |
| <i>Datura stramonium</i> | 13,12 | 6 | 5,2 | 0 | 0,41 |
| <i>Chenopodium album</i> | 8,89 | 4,42 | 8,2 | 2,08 | 6,42 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 21,25 | 0,62 | 0,82 | 1,04 | 1,65 |
| Többi gyomfaj | 6,03 | 2,16 | 1,13 | 1,04 | 0,28 |
| Összes gyomborítottság | 86,7 | 13,2 | 15,35 | 11,66 | 17,06 |

48. táblázat: Az SU napraforgó árvakelésnek (heterozigóta) és a főbb gyomfajoknak a borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

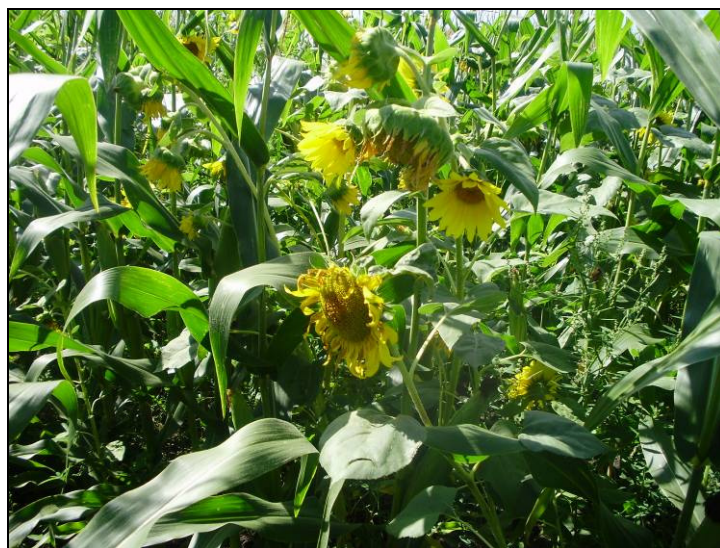
| Gyomfaj neve | Gyomborítottság % | | | | |
|-------------------------------|-------------------|--------|----------------------|----------|-------------|
| | Gyomos kontroll | rimsz. | rimsz. + tifensz.-m. | foramsz. | tifensz.-m. |
| <i>Helianthus annuus</i> (SU) | 44,2 | 9,2 | 16,5 | 35 | 36,6 |
| <i>Datura stramonium</i> | 15,7 | 12,6 | 5,2 | 1,2 | 2,9 |
| <i>Chenopodium album</i> | 17,4 | 1,45 | 0,5 | 0,1 | |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 9,4 | 1,6 | 0,4 | 0,5 | 2 |
| Többi gyomfaj | 3,9 | 0 | 1,13 | 0 | 4,1 |
| Összes gyomborítottság | 92,3 | 24,85 | 23,75 | 36,8 | 45,6 |

49. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben

| Kezelés | | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | |
|--------------------|--------------|-----------------------------|---|------|---|--------|----|
| Herbicidek (h. a.) | Dózis (g/ha) | Napraforgó árvakelés típusa | | | | | |
| | | IMISUN | | SU | | Nem HT | |
| rimszulfuron | 15 | 99 | a | 81 | a | 100 | a |
| rimszulfuron | 10 | 95,7 | a | 60 | b | 99 | ab |
| tifenszulfuron-m. | 5 | | | | | | |
| tifenszulfuron-m. | 10 | 84 | b | 46,7 | c | 97,7 | b |
| foramszulfuron | 45 | 75,7 | c | 23 | d | 89,3 | c |



58. ábra: Az SU napraforgó árvakelés a tífenszulfuron-metil kezelés utáni 14. napon



59. ábra: IMISUN napraforgó árvakelés a tífenszulfuron-metillel kezelt területen, 2010. augusztus

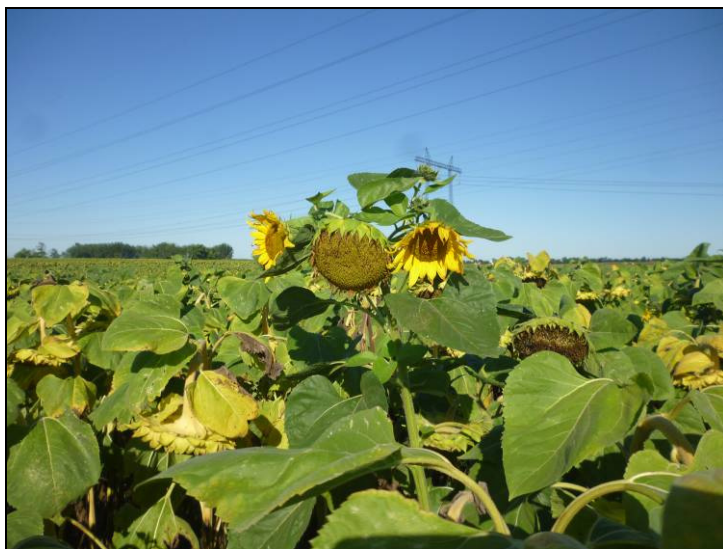
4. 1. 7. 4. AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseivel szemben napraforgó kultúrában (2011)

50. táblázat: A különböző típusú napraforgó árvakelések borítottsága, db/m² értékei és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Kezelés | Érték | Napraforgó árvakelés típusa | | | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------|----------------|----------------|
| | | IMISUN | SU | CLHA-Plus | nem-toleráns |
| gyomos kontroll | Bor.% | 11,6 | | - ^a | - ^a |
| | db/m ² | 0,8 | | - ^a | - ^a |
| imazamox | Bor.% | 12,5 | 4,21 | - ^a | - ^a |
| | db/m ² | 1 | 0,6 | - ^a | - ^a |
| | Gy. hat.% | 4 d | 59,8 a | 0 b | 99,5 a |
| imazamox + kultivátor | Bor.% | 2,89 | 2,28 | - ^a | - ^a |
| | db/m ² | 0,21 | 0,15 | - ^a | - ^a |
| | Gy. hat.% | 61,5 c | 72 a | - ^a | - ^a |
| tribenuron-metil | Bor.% | 0,62 | 9,5 | - ^a | - ^a |
| | db/m ² | 0,5 | 0,8 | - ^a | - ^a |
| | Gy. hat.% | 76,3 b | 5,8 b | 100 a | 100 a |
| tribenuron-metil + kultivátor | Bor.% | 0,1 | 1,86 | - ^a | - ^a |
| | db/m ² | 0,1 | 0,24 | - ^a | - ^a |
| | Gy. hat.% | 89,5 a | 66,5 a | - ^a | - ^a |

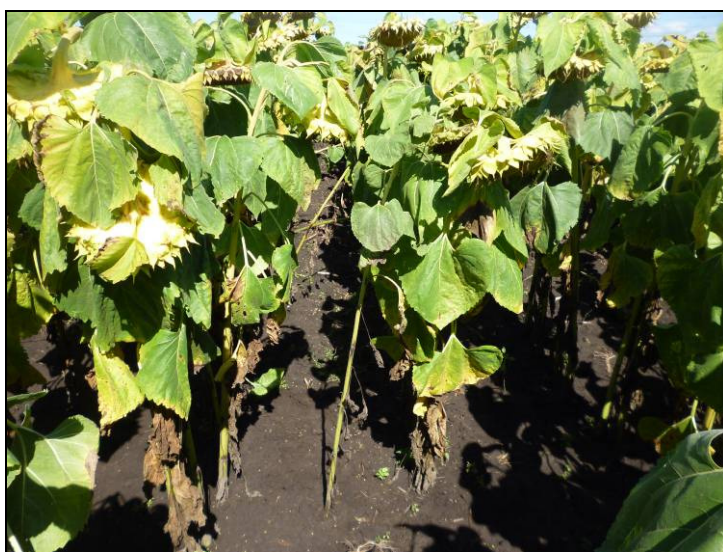
^a gyomfelvételezési, db/m² és a kultivátorral kiegészített kezelések gyomirtási hatékonysági adatok nem tartoznak hozzájuk, mert a területen nem természetes úton voltak megtalálhatók

A nem toleráns napraforgó árvakeléseket az imazamox és a tribenuron-metil egyaránt jól irtotta. A CLHA-Plus típusok ellen a tribenuron-metil kiváló hatékonyságot adott, az imazamox azonban nem károsította. Az imazamox az IMISUN napraforgók utókezelései ellen nem rendelkezett gyompusztító hatással. A napraforgók a kezelés után zavartalanul fejlődtek, majd augusztusra a kultúr változat fölé növe 4-6 kisebb tányért képeztek (60. ábra). Amennyiben az imazamox kezelést kultivátorral kiegészítettük, a borítottságát jelentősen csökkenteni tudtuk (50. táblázat).



60. ábra: Az IMISUN napraforgó árvakelése az IMI toleráns napraforgóban, 2011. augusztus

Az SU árvakelések az imazamox kijuttatását követően megálltak a fejlődésben, és 7-10 nap után hajtottak tovább. Ez idő alatt a kultúr napraforgó túlnőtte, és a gyom hosszanti növekedésre fordította energiáját. A kezelt növények szára megnyúlt vékony lett, kis levélfelületet képeztek (61. ábra). A kultivátor használatával a borítottságuk csökkenthető (50. táblázat).



61. ábra: Az SU napraforgó árvakelése az IMI toleráns napraforgóban, 2011. augusztus

A tribenuron-metil kezelés után az IMISUN árvakelések növekedés gátló hatás alá kerültek, fejlődésük a kezelés utáni 10-14. napon indult tovább. Az új hajtások a tenyészőcsúcs alól 3-4 vékony oldalhajtással képeződtek, augusztusra 70-90 cm-t érték el (62. ábra). A tribenuron-metil hatása teljes pusztulást nem váltott ki, de – a kultúrnövény gyomelnyomó hatásával - jelentősen károsította a gyomosító formákat. A tribenuron-metil jobb hatással volt az IMISUN árvakelésre, mint az imazamox az SU árvakelésre. Az SU toleráns napraforgó utókelése a tribenuron-metil használatától nem károsodott (50. táblázat, 63. ábra).



62. ábra: Az IMISUN napraforgó árvakelése az SU toleráns napraforgóban, 2011. június



63. ábra: Az SU napraforgó árvakelése az SU toleráns napraforgóban, 2011. június

4. 1. 7. 5. *AHAS-gátló herbicidek hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseivel szemben szója kultúrában (2010, 2011)*

4. 1. 7. 5. 1. *AHAS-gátló készítmények hatékonyságának vizsgálata HT napraforgó hibridek árvakeléseivel szemben szója kultúrában (2010)*

Az imazamox alkalmazásával megfelelően tudtunk védekezni a hagyományos árvakeléssel szemben, azonban az IMISUN, CLHA-Plus és SU típusokra nem fejtett ki gyompusztító hatást. A tifenzulfuron-metil a konvencionális és a CLHA-Plus árvakeléseket jól irtotta (64. ábra), az IMISUN és SU változatok visszaszorítására azonban nem volt képes (65. ábra). Ezeken a parcellákon a napraforgók a szója fölé növe nagy levélzetet fejlesztettek és termést érleltek. A többi gyomfaj ellen (a tifenzulfuron-metil esetében kétszikű fajok) a herbicidek eredményesek voltak.

Az AHAS ellenálló *H. annuus* biotípusok ellen Allen *et al.* (2001) és Al-Khatib *et al.* (2000) szintén az imidazolinonok (imaxamox, imaxaquin, imaxetapír) és

szulfonil-karbamid (klorimuron) szerek alacsony (30-50 %-os) hatékonyságát jegyezték fel.

A 1440 g/ha bentazon a napraforgó 4 (BBCH 14) levélfejltségéig 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, ami azt mutatja, hogy a bentazon felhasználásával az AHAS-gátlók alkalmazását nem minden esetben lehet kiváltani. A bentazon kétszeri alkalmazásával Allen *et al.* (2001) jó hatékonyságot értek el a *H. annuus* ellen, azonban kísérletükben az általános gyomirtó képességet szintén gyengének találták, továbbá ez volt a legkevésbé jövedelmező kezelés.

51. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben

| 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 |
| tífenszulfuron-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



64. ábra: Pusztuló CLHA-Plus napraforgó árvakelés a tífenszulfuron-metil kezelés után, 2010



65. ábra: Az IMISUN napraforgó árvakelés a tífenszulfuron-metillel kezelt parcellákon, 2010. augusztus

4. 1. 7. 5. 2. A 2,4-DB felhasználhatóságának vizsgálata a szójában (2011)

A szója vegyszeres gyomszabályozására felhasználható egy auxin hatású herbicid is, a 2,4-DB (borsónál, ill. egyéb pillangósoknál: MCPB). Az imidazolinonok kifejlesztése előtt elsősorban a *Xanthium* spp. fajok visszaszorításra használták (McWhorter - Hartwig 1966).

Fitotoxicitás vizsgálatok:

A dunaszentpáli és mosonmagyaróvári helyszíneken hasonlóak voltak tapasztalataink. A 300 g/ha 2,4-DB alkalmazását követően a szója 7-10 napig lassabban fejlődött. A kezelés után fejlesztett összetett levélzetén enyhe deformáció alakult ki (a levél széle felfelé kanalasodott) (66. ábra), és kisebb vegetatív tömeget képeztek a növények. A standard és a kezelt parcellák közti fejlődésbeli különbségek viszonylag sokáig, a harmadik hétig jól láthatók voltak. A 40 g/ha 2,4-DB + bentazon kezelés is visszafogta a fejlődésben a kultúrnövényt, de kisebb mértékben, mint a magas dózisú 2,4-DB. Ennek következtében az előbbi kezelésnél a fitotoxicitás értékét 19 (Dunaszentpál) és 18 (Mosonmagyaróvár) %-ra, az utóbbi kezelésnél 10 (Dunaszentpál) és 8,5 (Mosonmagyaróvár) %-ra becsültük (52. táblázat).

52. táblázat: A fitotoxicitás % értéke a kezelt területeken

| Kezelés | | Fitotoxicitás % | | | |
|------------------------|-----------------|-----------------|---|-------|---|
| Herbicid (h. a.) | Dózis (g/ha) | D. szentpál | | Móvár | |
| imazamox (standard) | 40 | 0 | a | 0 | a |
| 2,4-DB | 300 | 19 | c | 18 | c |
| 2,4-DB | 40 | 10 | b | 8,5 | b |
| bentazon | 960 | | | | |



66. ábra: A 300 g/ha 2,4-DB hatása a szóján, a kezelést követő 7. napon

Hatékonysági vizsgálatok:

Az imazamox a toleráns árvakelést csak kismértékben károsította. A 2,4-DB kezelés eredményeképpen a napraforgónál nem következett be teljes pusztulás, azonban a növényeken erős morfológiai elváltozások mutatkoztak, és nem tudtak tovább növekedni (67. ábra). A 2,4-DB jó hatást adott a *Ch. album*, gyenge eredményt az *A. artemisiifolia* ellen.

53. táblázat: A különböző kezelések hatása a *H. annuus*, *A. artemisiifolia* és *Ch. album* ellen

| Kezelés | | Gyomirtási hatékonyság % | | | | | |
|-----------|--------------|--------------------------|---|-------|---|-------|---|
| Herbicide | Dózis (g/ha) | HELAN ^a | | AMBAR | | CHEAL | |
| 2,4-DB | 300 | 90,5 | b | 36,5 | d | 99,3 | a |
| 2,4-DB | 40 | 99,3 | a | 88,8 | b | 86,3 | b |
| bentazon | 960 | | | | | | |
| bentazon | 1440 | 88,5 | b | 65,8 | c | 17,8 | c |
| 2,4-DB | 300 | 90,8 | b | 97,5 | a | 98,8 | a |
| imazamox | 48 | | | | | | |
| imazamox | 48 | 32,1 | c | 97,8 | a | 97,2 | a |

^a SU napraforgó árvakelése

A 1440 g/ha bentazon a napraforgó pusztulását 4 leveles korig váltotta ki, a fejlettebb példányok új hajtást tudtak fejleszteni. A *Ch. album*-al szemben gyenge, az *A. artemisiifolia* ellen hatása csak részleges. A napraforgóval szemben legjobb eredményt a 40 g/ha 2,4DB + 960 g/ha bentazon alkalmazásával kaptuk. Minden (BBCH 14-18 is) példánynál teljes pusztulás mutatkozott. A *Ch. album* és *A. artemisiifolia* ellen csak részleges hatást mutatott. Az imazamox és a 2,4-DB használatakor a napraforgó ellen az első kezeléshez hasonló eredményesség mutatkozott, a többi fajjal szemben azonban kitűnő hatékonyság jelentkezett, emellett az egyszikű fajok is elpusztultak (53. táblázat).



67. ábra: 300 g/ha 2,4-DB hatása egy fejlett napraforgó árvakeléssel szemben a kezelés utáni 14. napon

Összefoglalva elmondható, hogy a 2,4-DB ill. kombinációi a szóján növekedési depressziót idéznek elő, mint ahogy Wax *et al.* (1974), Barker *et al.* (1984), Alan *et al.* (1991) is találták, de a készítmény felhasználható a kultúrában. A napraforgó ellen a legjobb hatást a 2,4-DB és bentazon kombinációja eredményezte, a fejlettebb (BBCH 14-18) példányokat is jó hatással szorította vissza.

4. 2. CIKLOXIDIM-TOLERÁNS KUKORICA

4. 2. 1. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata magról kelő egy- és kétszikű fajokkal szemben (2009, 2010, 2011)

2009

54. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Herbicidek (h. a.) | Gyomfaj neve | Borítottság % | | | Gyom. hat. % | | | |
|------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|---|
| | | Gyomos kontroll | Korai poszt. | Késői poszt. | Korai poszt. | Késői poszt. | | |
| cikloxidim | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 22,92 | 3,12 | 0,53 | 92,3 | b | 98,5 | a |
| | <i>Setaria verticillata</i> | 27,08 | 8,77 | 1,86 | 86 | b | 96,8 | a |
| | <i>Panicum miliaceum</i> | 5,05 | 0,24 | 0,01 | 96,8 | b | 99,5 | a |
| bentazon + dikamba | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 3,75 | 0,14 | | 99,3 | a | | |
| | <i>Chenopodium album</i> | 6,66 | 0,1 | | 99,3 | a | | |
| | <i>Datura stramonium</i> | 2,29 | 0,03 | | 99,8 | a | | |
| Többi gyomfaj | | 8,94 | 0,1 | | - | | | |
| Összes gyomborítottság | | 78,63 | 12,27 | 2,82 | - | | | |

A kétszikű fajokkal szemben a bentazon + dikamba kombináció megfelelő hatást mutatott, az utócsírázás is alacsony szintű volt.

A korai posztemergensen kijuttatott cikloxidim jó hatékonysággal pusztította a már kicsírázott egyszikű fajokat. A kezeléskor elsősorban az *E. crus-galli* borítottságával (1,45 %; BBCH 13-15) találkozhattunk. A *S. verticillata* példányai a kezeléskor alacsony egyedszámban, BBCH 09-11 fejlettség mellett voltak jelen a területen. A kijuttatás és a kukorica sorzáródása közt még hosszú idő telt el, aminek következtében a parcellákon utócsírázás (elsősorban *S. verticillata*) jelentkezett. A fűféle gyomok augusztusra a 60-70 cm-t érték el, és fejlesztettek virágzatot.

A kései posztemergens gyomirtáskor az egyszikűeket jelentős egyedszámban, nagyobb borítottsági értékkel (ECHCG – 9,54 %; SETVE – 3,04 %) lehetett megtalálni. Az *E. crus-galli* és *P. miliaceum* példányai már fejletten (BBCH 21-33) (68. ábra), a *Setaria* növények 3 levél-bokrosodás (BBCH 13-22) fenológia (69. ábra) mellett várták a herbicid kijuttatását.



68. ábra: Az *E. crus-galli* fejlettsége a késői posztemergens gyomirtáskor



69. ábra: A *S. verticillata* fejlettsége a késői posztemergens gyomirtáskor

A cikloxidim 150 g/ha dózisa jól pusztította a gyomokat. A kezelés után rövid idővel a kukorica sorok záródtak, új csíranövények csak kis hányadban keltek,

melyek a 20-30 cm nagyságra nőttek és virágzatot nem fejlesztettek. Ennél az oknál fogva a késői posztemergens kezelés jobb hatékonyságot eredményezett (ECHCG: 98,5 %; SETVE: 96,4 %), mint a korai kijuttatás (ECHCG: 92,3 %; SETVE: 86 %).

2010

A bentazon + dikamba hatása a kétszikű fajokkal szemben kiváló eredményt produkált.

A korai posztemergens gyomirtáskor a területeken az *E. crus-galli* BBCH 15-21, a *S. verticillata* BBCH 11-14 fejlettségűek voltak, a talajt 2,5 %-ban borították. A kezelés után az egyszikűek általi felgyomosodást láthattunk, ahol a hűvösebb idő és a sok csapadék következtében elsősorban az *E. crus-galli* dominanciája érvényesült (70. ábra). A gyomirtási hatékonyság a kakaslábfű esetében 88 %, a ragadós muharnál 90 %.

55. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Herbicidez (h. a.) | Gyomfaj neve | Borítottság % | | | Gyom. hat. % | | | |
|------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|---|
| | | Gyomos kontroll | Korai poszt. | Kései poszt. | Korai poszt. | Kései poszt. | | |
| cikloxiidim | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 52,1 | 13,72 | 2,07 | 88 | b | 98 | a |
| | <i>Setaria verticillata</i> | 11,62 | 6,47 | 0,74 | 90 | b | 97,3 | a |
| | <i>Panicum miliaceum</i> | 5,25 | 0,06 | 0,03 | 97,5 | a | 99,3 | a |
| bentazon + dikamba | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 1,66 | 0,05 | | 99,3 | | a | |
| | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | 1,24 | 0,05 | | 99,5 | | a | |
| | <i>Chenopodium album</i> | 6,77 | 0,3 | | 99,3 | | a | |
| Többi gyomfaj | | 8,02 | 0 | | - | | | |
| Összes gyomborítottság | | 86,3 | 20,25 | 329 | - | | | |

A kései posztemergens kezelések az *E. crus-galli* BBCH 22-35 fejlettség és 12,6 % borítottság, a *S. verticillata* BBCH 15-25 fenológia és 4,4 %-os talaj borítottsági értéknél történt. A gyomfajokat a készítmény jól pusztította. A

gyomirtó hatékonyság a kései kijuttatásnál jobbnak mutatkozott (*E. crus-galli*: 98 %; *S. verticillata*: 97,3 %) (55. táblázat).

A *P. miliaceum*-nál a két kezelés hatékonysága közt lényeges különbséget nem érzékeltünk. Ez arra enged következtetni, hogy második hullámban történő kelésük nem mutatkozott.



70. ábra: A korai posztemergens gyomirtást követő 6. nap, a pusztuló *E. crus-galli* mellett már látható az új csíranövény, 2010. június

2011

56. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Herbicide (h. a.) | Gyomfaj neve | Borítottság % | | | Gyom. hat. % | | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|---|
| | | Gyomos kontroll | Korai poszt. | Késői poszt. | Korai poszt. | | Késői poszt. | |
| cikloxidim | <i>Echinochloa crus-galli</i> | 9,54 | 5,2 | 0,03 | 92 | b | 99 | a |
| | <i>Setaria verticillata</i> | 0,62 | 1,03 | 0,06 | 89 | b | 97,8 | a |
| | <i>Panicum miliaceum</i> | 2,8 | 0,06 | 0 | 99,3 | a | 99,8 | a |
| bentazon + dikamba | <i>Amaranthus retroflexus</i> | 9,54 | 0,05 | | 99,3 | | a | |
| | <i>Chenopodium album</i> | 43,75 | 0,2 | | 99,5 | | a | |
| | <i>Datura stramonium</i> | 4,68 | 0 | | 99,8 | | a | |
| | <i>Solanum nigrum</i> | 0,36 | 0,27 | | 94,5 | | b | |
| Többi gyomfaj | | 7,68 | 0,1 | | - | | | |
| Összes gyomborítottság. | | 80,83 | 6,96 | 0,76 | - | | | |

A területen elsősorban a kétszikű fajok dominanciáját figyelhettük meg. Legmagasabb borítottsággal a *Ch. album* rendelkezett. A bentazon +dikamba kombináció levélen keresztül kiváló hatékonyságot eredményezett, emellett a kezelés utáni gyomkelés sem volt jellemző. Gyengébb hatást a *Solanum nigrum* ellen kaptunk, melyek pusztulása erős károsodás kíséretében nem következett be (56. táblázat).

Az egyszikűek elleni védekezés esetében a tapasztalatok hasonlóak, mint amit 2009 és 2010 évben ismertettünk. A kétszikűirtással együttes védekezés korainak bizonyult. A kései kezelés fejlettebb egyszikűek ellen irányult, de ez a 150 g/ha cikloxiidimnek nem jelentett problémát (71., 72. ábra).



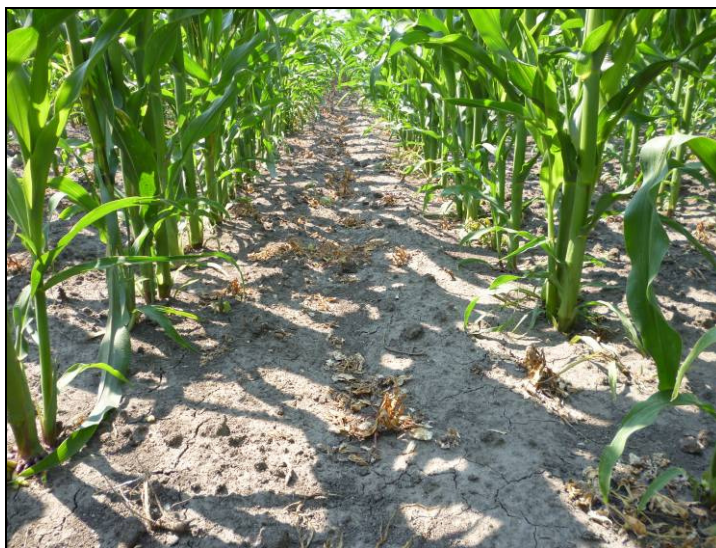
71. ábra: Elpusztult, fejlett *P. miliaceum* (felül) és *E. crus-galli* (alul) a 150 g/ha késői posztemergens cikloxiidim kezelés utáni 14. napon

Összefoglalva elmondható, hogy a technológia kétszikűirtó komponenseként alkalmazott bentazon + dikamba kiváló levélen keresztüli hatékonyságot mutatott. Ezen felül a dikamba-t gyökéren keresztül is felveszik a növények (Chang - Vanden Born. 1971; Stacewicz-Sapuncakis *et al.* 1973), ami elegendő

volt ahhoz, hogy a kukorica sorok záródásáig a talajfelszín gyommentesen tartották.

A kukorica 3 levélfejltségénél történő cikloxidim kijuttatás az egyszikűek elleni védelem szempontjából korainak bizonyult. A cikloxidim talajon keresztüli hatását nem tapasztaltuk, a kezelés után egyszikű gyomkeletést láttunk (elsősorban a melegigényes *S. verticillata*). A 2010 és 2011 évben az utókeletés nagyobb mértékűnek találtuk, mivel május vége - június eleje – tehát a sorzáródás előtti időszak – csapadékosabb volt. A korai posztemergens kezelés után kelet példányok kompetíciós partnert már nem jelentenek a kukoricának, nem vagy csak gyengén bokrosodnak.

A későbbi kezeléskor az egyszikűeket a cikloxidim 150 g/ha dózisa biztonsággal elpusztította. A szer alkalmazásának előnye, hogy a fejlettebb egyszikűek ellen is kiemelkedő hatékonyságot mutatott.



72. ábra: A bentazon + dikamba (korai posztemergens) és cikloxidim (késői posztemergens) herbicidekkel történő gyomirtás hatékonysága, 2011. június

4. 2. 2. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Cynodon dactylon* (csillagpázsit) és több magról kelő egyszikű gyomfajjal szemben (2009, 2010)

2009

57. táblázat: A *C. dactylon*, a *S. verticillata* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Gyomfaj neve | Gyomos kontroll (bor. %) | Cikloxidim kezelés (g/ha) | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|-----------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|
| | | 200 + 100 | | 200 + 200 | | 300 | | 400 | |
| | | Bor. % | Gyom. hat. % | Bor. % | Gyom. hat. % | Bor. % | Gyom. hat. % | Bor. % | Gyom. hat. % |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 39,58 | 1,07 | 97 a | 0,95 | 98,3 a | 6,67 | 93 b | 1,36 | 97,5 a |
| <i>Setaria verticillata</i> | 14,58 | 8,2 | 91,3 b | 2,28 | 98,3 a | 1,66 | 98,8 a | 0,41 | 99 a |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 8,33 | 3,33 | 98,8 a | 0,44 | 99,3 a | 0,45 | 99 a | 0,24 | 98,8 a |
| Többi gyomfaj | 26,82 | 4,26 | - | 6,23 | - | 1,09 | - | 3,8 | - |
| Összes gyomborítottság | 91,21 | 16,86 | - | 9,9 | - | 9,87 | - | 5,81 | - |

A *C. dactylon* a kukorica fejlődésének elején már nagy borítottsággal rendelkezett. Az osztott kezeléseknél az első permetezések 9,4 % terület foglalásuk és BBCH 15-19 fejlettségük mellett történtek. A 200 g/ha cikloxidim teljesen leszárította a leveleket. Ezt követően a gyom új hajtások képzésébe kezdett, a második kezelésre egyedei 1-5 levelet fejlesztettek (BBCH 13-15) (73. ábra). A *C. dactylon* ellen hatásosnak bizonyult a 200 + 100 g/ha cikloxidim, azonban a *S. verticillata*-t nem tudta kellően visszaszorítani. A ragadós muhar az első permetezésre még nem csírázott, a második védekezés idején példányai a 3 levél-bokrosodás eleje (BBCH 13-21) fenológiában voltak.



73. ábra: A 200 g/ha cikloxydim után leszáradt, de új hajtást képző *C. dactylon*, 2009

A 100 g/ha cikloxydim kezelés leszárította leveleit, de a BBCH 20-21 fejlettségű példányok a bokrosodási csomóból új hajtásokat tudtak képezni (74. ábra). A 200 g/ha + 200 g/ha használatkor nem merült fel hasonló jellegű probléma, a gyomirtó hatás a CYNDA (98,3 %) és a SETVE (98,3 %) fajok ellen is kiválóan mutatkozott (57. táblázat).

Az egyszeres, magasabb dózis alkalmazása a *C. dactylon* fejlett (BBCH 30-33) egyedeinek magas borítottsága mellett (15-26 %) történt. A hektáronkénti 300 g (93 %) és a 400 g (97,5 %) cikloxydim egyaránt biztonságosan pusztította a csillagpázsitot és a többi egyszikűt (52. táblázat).



74. ábra: A bokrosodási csomóból új hajtást képző *S. verticillata* a második 100 g/ha cikloxydim kezelés után, 2010

2010

58. táblázat: A *C. dactylon*, a *S. verticillata* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Gyomfaj neve | Gyomos kontroll (bor. %) | Cikloxydim kezelés (g/ha) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|----|-------|-----------|--------------|------|----|--------|--------------|--------|--------------|
| | | 200 + 100 | | | | 200 + 200 | | | | 300 | | 400 | |
| | | Bor. % | Gyom. hat. % | | | Bor. % | Gyom. hat. % | | | Bor. % | Gyom. hat. % | Bor. % | Gyom. hat. % |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 29,17 | 2,18 | 94,3 | ab | 1,24 | 98 | a | 4,68 | 90 | b | 1,36 | 97,8 | a |
| <i>Setaria verticillata</i> | 6,93 | 11,62 | 83,8 | b | 1,66 | 97,3 | a | 0,82 | 99 | a | 0,27 | 99,3 | a |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 22,92 | 2,18 | 97 | a | 2,18 | 98 | a | 0,27 | 99 | a | 0,27 | 98,5 | a |
| Többi gyomfaj | 22,24 | 3,16 | - | | 6,14 | - | | 1,06 | - | | 5,09 | - | |
| Összes gyomborítottság | 87,9 | 19,2 | - | | 11,25 | - | | 6,89 | - | | 6,99 | - | |

Az osztott kezelések jó hatékonyságot adtak a *C. dactylon* és a többi egyszikű fajjal szemben. Alkalmazásával alacsony gyomborítottságot biztosítottunk a kukorica számára kezdeti fejlődésétől. A 200 g/ha cikloxydim a BBCH 13-15 fenológiában lévő csillagpázsit növényeket jó hatékonysággal leszártotta, a második 200 g/ha kezelés pedig kiválóvá tette a gyomirtó hatást (58. táblázat).

A második kezelésnél alkalmazott 100 g/ha cikloxidim nem adott teljes hatást a *S. verticillata* faj ellen. 2010 évi kísérletünkben a gyom magasabb borítottsági értéket mutatott a kezelt területeken (11,3 %) mint a kezeletlen kontroll parcellákon (6,9 %). Ezt az okozhatta, hogy a vetés utáni időjárás nem kedvezett a fajnak (hűvös csapadékos), így a gyomos kontroll területeken az *E crus-galli* és a *C. dactylon* fajok dominanciája érvényesült. A kezelt területeken azonban a többi faj elpusztult, így teret kapott a ragadós muhar. A 100 g/ha cikloxidim hatékonysága ellene egyértelműen gyengébb (83,3 %).

Az egyszeri posztemergens kezelésekkor az egyszikű fajok fejlettek voltak (CYNDA: 20-30 cm-es hajtások; ECHCG: bokrosodott-szárba indult; SETVE: 5 levél - bokrosodás eleje), és magas borítottságot értek el a területen (CYNDA: 27,08 %; ECHCG: 3,12 %, SETVE: 1,45 %). A 300 g/ha és a 400 g/ha is biztos hatékonyságot adott ellenük (58. táblázat).

A *C. dactylon*-t jól tudtuk irtani a cikloxidimmel. Legjobb hatékonyságot és a kukorica kezdeti fejlődésétől gyommentes környezetet biztosított az osztott kijuttatás. Az egyszeri 300 g/ha és 400 g/ha kezeléssel is eredményesen visszaszorítható, de ilyenkor a korai kompetíció nincs kikapcsolva.

4. 2. 3. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Phragmites australis*-sal (nád) szemben (2010)

Az egyszeri kezelések közül a korai posztemergens alkalmazás produkálta a legjobb hatást (84 %). A normál posztemergens és kései posztemergens permetezéseknél a gyom már nagyobb (30-60 cm) fejlettséget ért el, melyek ellen a herbicidhatás gyengébbnek bizonyult. A kezelések következtében a kontroll területekhez képest csökkent a nád borítottsága emellett példányaik kisebbek voltak, virágzatot nem fejlesztettek. Az egyszeri kezelések gyengébb hatékonyságot eredményeztek, mint a készítmény osztott alkalmazása. Az osztott kezelésekkor a korai kijuttatásnál a nád 4-8 %-ban borított, hajtásai 10-

20 cm (BBCH 11-18) nagyságot érték el. A 200 + 200 (normál poszt.) alkalmazás nem volt olyan eredményes, mert a második permetezéskor a nád kis levélfelülettel rendelkezett (BBCH 09-12), a kezelés után pedig még új hajtásokat tudott képezni a sorok záródásáig. A 300 + 100 g/ha használatakor a második dózis alacsonynak bizonyult ahhoz, hogy a BBCH 12-19 fejlettségű hajtásokat visszaszorítsa, hatékonysága 87 %. Legjobb eredményt (95 %) a 200 + 200 g/ha (kései poszt.) permetezés adta (75. ábra). Az első kezelés korán megfogta a gyomot, majd a kései posztemergens 200 g/ha kijuttatás kellő hatékonysággal pusztított. A 300 + 200 g/ha kezeléssel nem értünk el jobb eredményességet (94 %), mint amit a 200 + 200 (kései poszt.) kezelésnél tapasztaltunk, így nem szükséges a dózis növelése (59. táblázat).

59. táblázat: A *P. australis* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Cikloxidim kezelés (g/ha) | | | <i>P. australis</i> (bor. %) | Gyom. hat. % | |
|---------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|----|
| Korai poszt. | Normál poszt. | Késői poszt. | | | |
| 200 | 200 | - | 25 | 87 | b |
| 200 | - | 200 | 3,1 | 95 | a |
| 300 | - | 100 | 11,2 | 87 | b |
| 300 | - | 200 | 3,1 | 94 | a |
| 400 | - | - | 18,8 | 84 | bc |
| - | 400 | - | 27,1 | 80 | c |
| - | - | 400 | 22,9 | 83 | bc |
| Gyomos kontroll | | | 55,33 ^a | - | |

^a A kontroll terület összes gyomborítottsági értéke: 72,2 %



75. ábra: A cikloxidim 200 + 200 (késői posztemergens) g/ha kezelés hatása a *P. australis*-sal szemben, 2009. augusztus (háttérben egy kontroll parcella)

4. 2. 4. A CT kukorica gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata a *Sorghum halepense*-vel (fenyércirok) szemben (2010, 2011)

2010

60. táblázat: A *S. halepense* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Gyomfaj neve | Gyomos kontroll (bor. %) | Cikloxidim kezelés (g/ha) | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---|-----------|--------------|---|
| | | 400 | | | 200 + 200 | | |
| | | Bor. % | Gyom. hat. % | | Bor. % | Gyom. hat. % | |
| <i>Sorghum halepense</i> | 48,44 | 6,57 | 89,3 | b | 0,23 | 98,3 | b |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 1,24 | 0,05 | 98,8 | a | 0 | 100 | a |
| Többi gyomfaj | 35,82 | 0,16 | - | | 0,25 | - | |
| Összes gyomborítottság | 85,5 | 6,775 | - | | 0,48 | - | |

Az egyszeri, normál posztemergens védekezéskor a gyomok már jelentős mértékben borították a talajfelszínt (2010. 05. 30: 47,8 %). A terület domináns faja a kezeléskor a *S. halepense* volt a maga 23,5 %-os (2010. 05. 30-án) borítottságával. Fejlettségét tekintve a 30 cm nagyságot érte el. A 400 g/ha cikloxidim teljesen kipszította a szerrel érintkező fenyércirok egyedeket, de

ezt követően képződtek új hajtások. A termésérlelés időszakában a gyom átlagban a parcellák 6,6 %-át foglalta el, és virágzatot fejlesztve 100-150 cm nagyságra fejlődtek.

Az osztott (200 + 200 g/ha) alkalmazás kitűnő hatást nyújtott a fenyércirok ellen. Az első kezelések (2010. 05. 08) a gyomfaj 3-5 leveles fenológiája és 12 % borítottsága mellett történt, melyek ellen a 200 g/ha cikloxidim jó hatást mutatott. A kései posztemergens kijuttatásra a *S. halepense* példányait hasonló fejlettségben találtuk meg, melyeket az újbóli permetezés sikeresen elpusztított. Az osztott kezelés kitűnő, 98,8 % eredményt adott, mely jobb, mint az egyszeres kezelés 89,3 % hatékonysága (60. táblázat).

A normál posztemergens kezelés a kétszikűek 4-8 levélfejlettségénél (BBCH 14-18) következett be, ellenük a bentazon + dikamba kitűnő hatást nyújtott. A herbicid korai posztemergens használata szintén eredményesnek bizonyult.

2011

61. táblázat: A *S. halepense* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Gyomfaj neve | Gyomos kontroll (bor. %) | Cikloxidim kezelés (g/ha) | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|---|-----------|--------------|---|
| | | 400 | | | 200 + 200 | | |
| | | Bor. % | Gyom. hat. % | | Bor. % | Gyom. hat. % | |
| <i>Sorghum halepense</i> | 58,25 | 11,75 | 86,5 | b | 0,5 | 97 | b |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 3,5 | 0,36 | 98,5 | a | 0,36 | 99,8 | a |
| Többi gyomfaj | 30,45 | 0,89 | - | | 1,34 | - | |
| Összes gyomborítottság | 92,2 | 13 | - | | 2,2 | - | |

A egyszeri állománykezelés a *S. halepense* 20-30 cm nagyságú (27,5 % gyomborítottság) egyedei ellen irányult. A 400 g/ha cikloxidim a hajtásait leszárította, de mivel a kukorica sorok záródásáig még 14-20 nap állt fent, új hajtás képzésébe kezdtek.

Az osztott kezelések alacsonyabb fenológiájú példányaik ellen történtek (BBCH 11-15). A cikloxidim 200 + 200 g/ha teljesen kipusztította a gyomnövényt. A második védekezés után rövid idővel záródtak a kukorica sorok, utókelés nem jelentkezett. A kezelés hatékonysága kiemelkedő 98,5 % (76. ábra). A parcellákon augusztusban a fenyércirok 0,5 %-os átlagos borítottságot ért el, egyedei 20-40 cm nagyságúak voltak, virágzatot nem fejlesztettek (61. táblázat). Az osztott alkalmazásmód kiváló eredményt adott a magról kelő kakaslábfű ellen is.

A bentazon + dikamba kombináció a korai posztemergens és normál posztemergens alkalmazásban egyaránt jó hatékonyságot eredményezett a kétszikű fajokkal szemben.



76. ábra: A cikloxidim osztott kezelése (200 + 200 g/ha) hatása *S. halepense*-vel erősen fertőzött területen, 2010. július

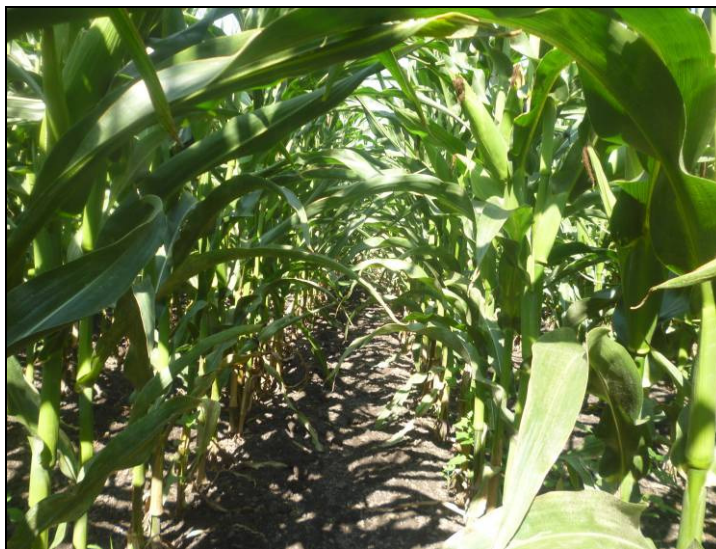
Összefoglalva elmondható, hogy a CT kukoricában a fenyércirok kiemelkedő eredményességgel elpusztítható. A legjobb hatást az osztott kezelés adta, de az egyszeri nagy dózis alkalmazásával is megfelelően tudunk védekezni. A cikloxidim felhasználásával hasonlóan kiemelkedő hatékonyságot tudunk elérni, mint amit Johnson *et al.* (2003) tapasztalt a glifozát-toleráns kukoricában. A technológia további előnye a rugalmas felhasználhatóság, a késői posztemergens alkalmazásmód lehetősége (a konvencionális kukoricában az SU készítményeket a kukorica 5. levélfejltségéig lehet alkalmazni).

Mindemellett, a cikloxidim jelentős tényezővé válhat a fenyércirok AHAS-rezisztenciájának törésében, ugyanis a nem-toleráns kukoricában hatékony fenyércirok ellen alkalmazható készítmények mind az SU családhoz tartoznak.

4. 2. 5. Fitotoxicitás és keresztrezisztencia vizsgálatok a CT kukoricában (2010, 2011)

A cikloxidim 150 g/ha, 400 g/ha és 800 g/ha dózisa nem váltott ki látható károsodást a CT kukoricán 2010 és 2011 évben (77. ábra). A kezelések hatására a standard parcellákon 2010-ben mért 8,1 t/ha, 2011-ben mért 10,29 t/ha hozamhoz képest nem következett be lényeges változás (57. táblázat).

A quizalofop-p-tefuril egyévesek elleni dózisa csak a 2. évben váltott ki alacsony fitotoxicitást (10 %), a parcellákon 2010-ben 7,99 t/ha, 2011-ben 10,38 t/ha termés mutatkozott. A magasabb herbicid mennyiségnél már egyértelmű károsodás látszott (62. táblázat). Fitotoxikus tüneteket láthattunk 1 héttel a kezelés után. A növények megálltak a fejlődésben, a fiatal, fejlődő leveleken deformáció (felfelé csavarodik) és szövetelhalás jelentkezett.



77. ábra: A CT kukorica a 800 g/ha cikloxidim kezelés után, 2011. augusztus

Ekkor a felső levélemeletet könnyen el tudtuk távolítani, és a növekedési pontban nekrozis látszódott (78. ábra). A jelenség a 2. héten már nem volt tapasztalható, és a növény új, ép leveleket növesztett. Később, mikor a kukorica kifejlesztette csővirágzatát, és a növénynek nagyobb súlya lett, a harmatgyökerek környékén a tövek egy része kidőlt. A töréseknél a belső szövetek károsodását figyeltük meg (79. ábra). A tövek kidőlése az állomány egy részét érintette, a magasabb dózisoknál nagyobb mértékű volt.

2010-ben mindkét magasabb dózisonál szignifikáns volt a termésnövekedés a standard és a cikloxiidim kezelésekhez viszonyítva, és 6,57 t/ha, ill. 5,92 t/ha termésszint alakult ki. 2011-ben szintén változást láthattunk (120 g/ha kezelésnél 8,95 t/ha), azonban szignifikánsan igazolható különbség csak a 240 g/ha dózisonál alakult ki, ahol 3,49 t/ha szemtermést takarítottunk be (62. táblázat).



78. ábra: A kukorica száralapi részénél tapasztalt szövetkárosodás a *quisqualis* 120 g/ha kezelés utáni 7. napon



79. ábra: A kukorica száralapi részének törése a quizalofop 120 g/ha kezelés után, 2011. augusztus

A haloxifop-r-metilészter tünetei a quizalofop-p-tefuril herbicidnél tapasztaltakkal megegyező volt. Az egyévesek elleni dózis kevésbé, de a magasabb dózisok jobban megviselték a kukorica állományt. Az 55 g/ha használatokor nem jelentkezett termés kiesés 2010-ben. 2011-ben a cikloxiidim kezeléshez képest alacsonyabb, 9,14 t/ha hozamot kaptunk, azonban ez nem volt szignifikáns változás. A magasabb dózisoknál már jelentős növénykárosodás lépett fel. A tövek kidőlése nagyobb arányban következett be, mint a quizalofop-p-tefuril kezeléseknél. A 215 g/ha használatokor a termés a felére esett vissza – 4,27 t/ha (2010), 3,49 t/ha (2011) -, a 430 g/ha kezelések pedig erős 93 % (2010) és 92 % (2011) fitotoxicitás mellett az állomány szinte teljes pusztulását okozták (57. táblázat).

A legkisebb károsodás a propaquizalofop kezelésre alakult ki. A 75 g/ha és a 150 g/ha hatására a fitotoxicitás 10,5 % és 11,3 %. Növekedési depresszió, szövetkárosodás nem volt látható, a tökidőlés jelensége csak kis mértékben jelentkezett. A termésszint nem mutatott szignifikáns csökkenést. A 300 g/ha dózissal kezelt parcellákon a fitotoxicitás: 16 %. A kezelést követő 1-2 hétben jelentkezett enyhe növekedési depresszió, emellett enyhe levéldeformáció is

kialakult. A hozamban szignifikáns különbség mutatkozott, 7,22 t/ha termést kaptunk.

Fluazifop-p-butil erős károsodást idézett elő a CT kukoricán. A szövetkárosodás jelentős volt, a növények alacsonyak lettek, azonban a tőkídőlés nem jelentkezett (80. ábra). Az kezelt állomány kisebb volt a standardhoz képest. A magasabb dózisoknál a tünetek jóval erőteljesebben mutatkoztak. A kukorica fejlesztett csöveket, amik jól kötöttek, de (kevés levélfelület miatt) nagyon apró szemű termés képződött

A fluazifop kezeléseknél a dózis növekedésével a károsodás egyre nagyobb mértéket ölelt fel, a 150 g/ha-nál 9,31 t/ha, 375 g/ha-nál 4,07 t/ha, a 750 g/ha-nál 2,16 t/ha-ra csökkent a termésszint.



80. ábra: Növénykárosodás a fluazifop-p-butil 375 g/ha kezelés után, 2011. augusztus

62. táblázat: A kezelt területeken a fitotoxicitás % és a termés mennyiségének értékei

| Kezelés | | Fitotoxicitás % | | | | Termés (t/ha) | | | |
|------------------------------------|--------------|-----------------|---|------|---|---------------|---|-------|---|
| Herbicidek | Dózis (g/ha) | 2010 | | 2011 | | 2010 | | 2011 | |
| cikloxiidim | 150 | 0 | a | 0 | a | 7,92 | a | 10,52 | a |
| | 400 | 0 | a | 0 | a | 7,84 | a | 10,49 | a |
| | 800 | 0 | a | 0 | a | 8,04 | a | 10,55 | a |
| quizalofop-p-tefuril | 40 | 0 | a | 10 | b | 7,99 | a | 10,38 | a |
| | 120 | 31 | b | 26 | e | 6,57 | b | 8,95 | a |
| | 240 | 73 | d | 86 | g | 5,92 | c | 3,49 | c |
| haloxifop-r-metileszter | 55 | 0 | a | 11 | b | 8,17 | a | 9,14 | a |
| | 215 | 68 | c | 75 | f | 4,24 | d | 3,74 | c |
| | 430 | 93 | e | 92 | g | 1,43 | e | 1,77 | d |
| propaquizafop | 75 | - | | 11 | a | - | | 1,01 | a |
| | 150 | - | | 11 | a | - | | 8,96 | a |
| | 300 | - | | 15 | c | - | | 7,22 | b |
| fluazifop-p-butil | 150 | - | | 19 | d | - | | 9,31 | a |
| | 375 | - | | 76 | f | - | | 4,07 | c |
| | 750 | - | | 92 | g | - | | 2,16 | d |
| standard (dikamba + topramezon) | | 0 | a | 0 | a | 8,1 | a | 10,29 | a |

Az eredményekből megállapítható, hogy a CT kukorica nagyfokú ellenálló képességgel rendelkezik a cikloxiidimmel szemben, mint ahogy azt Zivojinovic *et al.* (2009), Széll *et al.* (2010) is megállapították. Ezáltal lehetőség van arra, hogy kétszikűirtő partnerrel kiegészített herbicidek kombinációkat alkalmazzunk akár egy menetben, mert nem várható fitotoxicitás, mint ahogy az a szetoxidim toleráns kukoricánál is volt (Dotray *et al.* 1993b).

Szántóföldi körülmények között, a különböző APP graminicidekkel szemben nem megbízható, alacsony szintű ellenállósággal rendelkezik a CT kukorica. A növényállomány teljes pusztulása egyetlen kezelés hatására sem következett be, azonban károsodás is jelentkezett, aminek mértéke a használt szerektől és a dózistól nagyban függött. Ez a tolerancia típus hasonló, mint amit Shukla *et al.*

(1997) talált *S. faberi* és *S. viridis* (a CHD szerekkel szemben magas, az APP szerekkel szemben alacsony fokú rezisztencia) gyomoknál. Az eredmények hasonlóak, mint amit Vangessel *et al.* (1997) megállapított a szetoxidim toleráns kukorica esetében. Nem javasolható, hogy a kísérletben szignifikáns termés-csökkenést nem eredményező kezeléseket (quizalofop-p-tefuril 40 g/ha, haloxifop-r-metilészter 55 g/ha, propaquizalofop 75 g/ha) üzemi körülmények között alkalmazzuk, ugyanis az nem vizsgált, milyen biotikus vagy abiotikus stressz válthat ki erőteljesebb károsodást a CT kukoricán.

4. 3. IMIDAZOLINON-TOLERÁNS ŐSZI KÁPOSZTAREPCE

4. 3. 1. Az IMI repce gyomirtási technológia hatékonyságának vizsgálata (2009-2010, 2010-2011)

2009-2010

63. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága (2009. október) a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

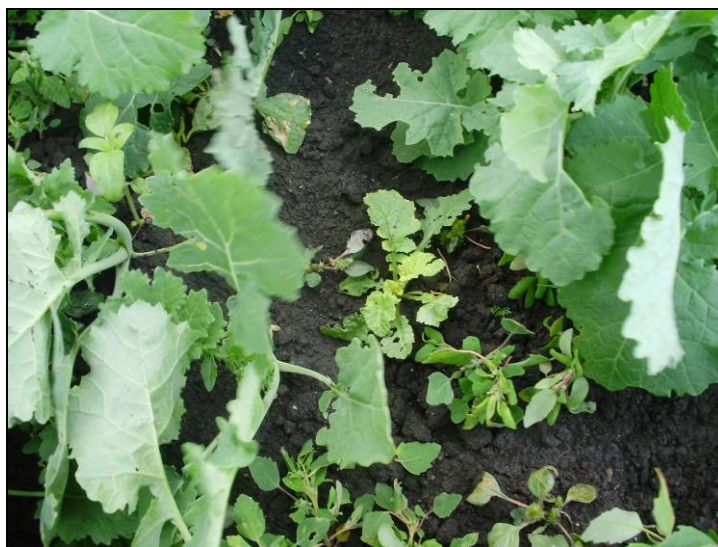
| Gyomfaj neve | Gyomos kontroll (bor. %) | Imazamox kezelés | | |
|----------------------------------|--------------------------|------------------|----------|---|
| | | Bor. % | Gy. h. % | |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | 2 | 0 | 94,3 | b |
| <i>Sinapis arvensis</i> | 1,87 | 0 | 100 | a |
| <i>Tricium aestivum</i> | 0,46 | 0 | 100 | a |
| <i>Chenopodium album</i> | 7,6 | 0 | 100 | a |
| <i>Datura stramonium</i> | 2,1 | 0 | 100 | a |
| <i>Chenopodium hybridum</i> | 3,43 | 0 | 100 | a |
| Többi gyomfaj | 2,72 | 0,05 | - | |
| Összes gyomborítottság | 20,5 | 0,5 | - | |

A 2010. szeptember-októberi magas átlaghőmérsékletnek köszönhetően a repcében elsősorban a T₄ gyomfajok dominanciája érvényesült (81. ábra). A

nyárutói fajok a herbicid hatására vöröses elszíneződés mellett pusztultak el. A *T. inodrum*, a *G. aparine* ellen a védekezés egyaránt eredményesnek bizonyult. Az egyszikű növények, az *A. spica-venti*, valamint az árvakelésű búza is érzékenyen reagáltak az imazamox kezelésre. A *P. rhoeas* fajnál teljes pusztulás az őszi folyamán nem jelentkezett, de a herbicid által legyengített egyedek az erőteljes repce állományban nem tudtak kifejlődni.



81. ábra: Bal oldalon a gyomos kontroll, jobb oldalon az imazamoxsal kezelt terület, 2009. október



82. ábra: Szuper szelektív gyomirtás a repcében: az imazamox kezelés után pusztuló *S. arvensis*, 2010. október

A *Cruciferae* családhoz tartozó *D. sophia* és *S. arvensis* pusztulásának mértéke 100 % volt (63. táblázat, 82. ábra). A kontroll területen tavasszal magas gyomborítottságot nem tapasztaltunk, ugyanis az ősz folyamán domináns T₄ gyomok a fagyokkal elpusztultak. A kísérlet bizonyította, hogy a repcében a nyárutói gyomfajokra is figyelmet kell szentelni. A károsításuk nem a közvetlen víz és tápanyag elvonásban nyilvánult meg, hanem a nem gyomirtott területeken a kultúrnövényt a hosszanti növekedésre készítették, ami a repce télállóságának a romlását okozta (10-20 %-os kifagyás).

64. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága

| Gyomfaj neve | Gyomos kontroll (bor. %) | Kezelés | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|----------|---|----------------------------|----------|---|-------------------------------|----------|---|
| | | metazaklór + quinmerak | | | imazamox (őszi kijuttatás) | | | imazamox (tavaszi kijuttatás) | | |
| | | Bor. % | Gy. h. % | | Bor. % | Gy. h. % | | Bor. % | Gy. h. % | |
| <i>Descurainia sophia</i> | 22,5 | 10,5 | 48,8 | c | 0,4 | 93,8 | b | 0,03 | 100 | a |
| <i>Papaver rhoeas</i> | 6,87 | 5,9 | 59,5 | c | 0,47 | 88,8 | b | 0,16 | 97,5 | a |
| <i>Veronica hederifolia</i> | 0,93 | 0 | 100 | a | 0 | 100 | a | 0 | 100 | a |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | 0,62 | 0,14 | 97,5 | a | 0,18 | 97,8 | a | 0 | 99 | a |
| <i>Viola arvensis</i> | 0,31 | 0 | 100 | a | 0,03 | 0 | b | 0 | 0 | b |
| <i>Apera spica-venti</i> | 4,69 | 0 | 100 | a | 0 | 98,5 | b | 0,08 | 100 | a |
| <i>Tricium aestivum</i> | 0,36 | 0,3 | 10,5 | b | 0 | 100 | a | 0 | 100 | a |
| Többi gyomfaj | 0,3 | 0 | - | | 0 | - | | 0 | - | |
| Összes gyomborítottság | 36,58 | 16,91 | - | | 1,08 | - | | 0,27 | - | |

A 2011 év őszi csapadékos időjárás eredményeképpen a kísérleti területeken a *D. sophia*, *P. rhoeas* és *A. spica-venti* nagymértékű gyomosítását láthattuk.

A metazaklór + quinmerak korai posztemergens használata jó hatékonyságot adott az *A. spica-venti* (100 %), *V. hederifolia* (100 %), *T. inodorum* (97,5 %) ellen. Hatást nem kaptunk az árvakelésű búza ellen, a *D. sophia* (48,8 %) és a *P. rhoeas* (59,5 %) fajokkal szemben pedig gyengének bizonyult (64. táblázat). Az őszi imazamox kezelés jó eredményt mutatott a sebforrasztó zombor, az ebszékfű a borostyánlevelű veronika, a nagy széltippan és a búza árvakelés fajokkal szemben egyaránt (83. ábra).



83. ábra: Pusztuló *D. sophia* és *P. rhoeas* példányok az őszi posztemergens imazamox kezelés után, 2011. október



84. ábra: Bal oldalon a kontroll, középen a metazaklór + quinmerak kezelésben, jobb oldalon az őszi imazamox kezelésben részesített parcellákon talált *D. sophia* növények

Gyengébb hatékonyság a *P. rhoeas* ellen alakult ki, mely fejlettebb egyedeik új, deformált leveleket tudtak fejleszteni. Tavaszra azonban a regenerálódott példányok legnagyobb része elpusztult, ugyanis a legyengült növények nem tudtak áttelelni. A kezelés után (ősz vége - tavasz eleje) a *D. sophia* és *P. rhoeas* növényeknél még egy újabb csírázási hullám jelentkezett. A növények

jelentős növekedési hátrányból indultak a kultúrnövényhez képest, aminek eredményeképpen kis vegetatív tömeget képezve alacsony borítottsági értékkel találtuk meg őket a kezelt parcellákon (84. ábra).

A március elején kijutatott imazamox a legtöbb gyomfajjal szemben (*A. spicaventi*, *D. sophia*, stb.) kimagasló hatékonyságot mutatott (64. táblázat). A pipacs teljes pusztulása nem következett be, de mivel a permetezést követő rövid időn belül a repce állománya összezárt, a legyengült gyom nem tudott tovább fejlődni. Újabb gyom csírázási hullám nem jelentkezett. Az imazamox 10°C alatt is jó hatást adott (ellentétben az auxinhatású készítményekkel). A gyomirtási hatékonyság eredményei a tavaszi kezelésnél jobbnak mutatkoztak. A *V. arvensis* gyomfaj nem károsult az imazamox hatására, hasonlóan Degenhardt *et al.* (2005) eredményeihez.

4. 3. 2. Fitotoxicitás vizsgálatok az IMI toleráns repcében

A herbicides kezelés a repcén sárgulást és növekedési depressziót nem váltott ki egyik hibrid esetében, egyik évjáratban sem. Az imazamox tavaszi kijuttatása szintén nem idézett elő fitotoxikus tünetket a repcén (65. táblázat).

65. táblázat: A kezelt területeken a fitotoxicitás % értéke az IMI repce hibrideken

| Hibrid neve | Fitotoxicitás % | | | | | |
|-------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---|
| | 2010 | | 2011 | | | |
| | | | ősz | | tavasz | |
| kezelés | kezelés | kezelés | kezelés | kezelés | kezelés | |
| X08W985I | 0 | a | - | - | - | - |
| X08W984I | 0 | a | - | - | - | - |
| X08W982I | 0 | a | - | - | - | - |
| PX100 CL | - | - | 0 | a | 0 | a |
| PX 200 CL | - | - | 0 | a | 0 | a |

5. KÖVETKEZTETÉSEK

5. 1. HERBICID-TOLERÁNS (IMI ÉS SU) NAPRAFORGÓ

5. 1. 1. A HT napraforgó gyomirtási technológiák

A nem toleráns napraforgóban alkalmazandó preemergens kezelések az időjárási feltételek teljesülésekor több fajjal szemben is jó hatékonyságot adnak (pl. *Ch. album*, *A. retroflexus*), de (kísérleti területeinken előforduló fajok közül) az *A. artemisiifolia* ellen nem megfelelő a hatásuk. Kijelenthetjük, hogy a táblák erős gyomosodási hajlama, valamint az *A. artemisiifolia* nagyarányú jelenléte mellett a napraforgó termesztését a vetés után kelés előtt használatos készítményekre kockázatos alapozni, a flumioxazin posztemergens használatával pedig területeink parlagfű és más fajokkal szembeni, megfelelő mértékű gyommentesítése nem lehetséges.

Az IMI napraforgóban használt imazamox nagyon hatékony gyomirtó a magról kelő egy-, és kétszikűek ellen egyaránt. A legtöbb fajt fejlettebb fenológia mellett is jól irtja (*Ch. hybridum*, *D. stramonium*, *A. retroflexus*, *P. miliaceum*). Hatásának csökkenését aszályos időjárási körülmények között a *Ch. album* esetében figyeltük meg. A gyom magas borítottságakor a sikeres preemergens alapkezelésnek nagy lehet a jelentősége. Az imazamox-nak a *C. arvense* elleni hatása gyengébb, azonban a gyom kultivátoros kiegészítéssel eredményesen visszaszorítható az IMI napraforgóban is. A parlagfű ellen az imazamox gyomirtó hatása nem teljes, a 4 levélnél fejlettebb példányok képesek a regenerálódásra. De, mivel növekedésükben erőteljes gátlást szenvednek, meghatározó kompetíciós partnert a kezeléseket után nem jelentenek. Az SU napraforgó gyomirtására használt tribenuron-metil az *A. artemisiifolia* ellen kicsivel gyengébb hatással rendelkezik, mint az imazamox, a többi fajt viszont

jobban irtja (beleértve *Ch. album* és *C. arvense* fajokat is). Az SU napraforgóban az egyszikűekkel szemben felléphetünk talaj- (pl. s-metolaklór) vagy levélherbicidek felhasználásával. Kijelenthetjük, hogy a napraforgó jó gyomelnyomó képessége, valamint a posztemergens herbicidek jó gyomirtó tulajdonságai következtében, az egyszeri, jól időzített imazamox vagy tribenuron-metil (+ egyszikűirtás) állománykezeléssel is megfelelő hatást érhetünk el. A posztemergens permetezést a napraforgó 4-6 leveles állapotánál célszerű elvégezni, mikor már a gyomnövények nagy része kicsírázott, viszont még nem takarják egymást, és nem akadályozzák a megfelelő mennyiségű herbicid felvételét.

A preemergens + posztemergens (imazamox vagy tribenuron-metil) kezeléssel kedvező időjárás esetén a hatékonyság tovább növelhető, és a napraforgóban a kezdeti fejlődésétől teljes mértékben ki van kapcsolva a gyomkonkurencia. A kultivátor alkalmazásával az állománykezelés után kelő apró csíranövényeket, illetve a herbicid által legyengített gyomokat (pl. *A. artemisiifolia*) jó hatással el tudjuk pusztítani.

A posztemergens kezelések után az IMISUN típusú hibrideken sárgulásban és növekedési depresszióban megnyilvánuló fitotoxikus tünetek alakulnak ki. Előremutatást jelent, hogy az újabb fejlesztésű változatok (CLHA-Plus vonalak és a Pioneer IMI napraforgói) semmilyen módon nem reagálnak a herbicides kezelésre. A „heterozigóta” SU hibridnél a fitotoxikus tünetek káros hatásai elsősorban a torz tányérok képződésében nyilvánulnak meg, azonban a hibrid emellett is képes jó termést produkálni. Ennek a napraforgónak a termesztésekor a tribenuron-metil dózisének emelése, illetve graminiciddal történő együttes kezelés nem lehetséges, mert nagyarányú deformált tányérképződés általi termésveszteség alakulhat ki. Ennek okául, ha az egyszikűek ellen állománykezelést alkalmazunk, a tribenuron-metil és a ACCáz-gátlók kijuttatása közt 5-7 napot szükséges kihagyni. Ilyen esetben az első kezelést a tribenuron-metillel kell végre hajtani, ugyanis a megfelelő

hatékonyság elérése egyes gyomfajok esetében (pl. *A. artemisiifolia*) fenológiához kötött. Az új fejlesztésű SU hibridek („homozigóták”) már magas szintű toleranciával rendelkeznek, és nem mutatnak fitotoxicitást. Mindemellett, elviselik a tribenuron-metil magasabb dózisát, a tribenuron-metil + tifenszulfuron-metil herbicid kombinációt, melyekkel a kétszikűek elleni gyomirtás eredményessége fokozható. Továbbá, nem károsodnak a tribenuron-metil + graminicid (pl. quizalofop-p-tefuril) együttes kijuttatásakor sem, ezáltal egy rugalmas gyomirtási technológia kerül a termelők kezébe, melyben lehetőség nyílik egy menetben posztemergensen védekezni a fűféle és a széles levelű gyomfajok ellen. A „homozigóta” SU napraforgók nagyfokú ellenálló képessége felveti több szulfonil-karbamid származék alkalmazhatóságát.

Vizsgálati eredményeink azt mutatják, hogy a magyarországi táblák nagyarányú egy- és kétszikű fertőzöttsége következtében a napraforgó precíziós posztemergens gyomirtása nem valósítható meg. A tág térállású kultúrákban az egy- és kétszikűek ellen a teljes felületkezelés szükséges.

A herbicid-toleráns gyomirtási rendszerek védelmet nyújtanak a nehezen irtható kétszikű gyomokkal szemben, ami nemcsak az adott év károsításának elkerülése miatt fontos, hanem megakadályozhatjuk további térnyerésüket. A termelőknek biztonságot nyújtanak azáltal, hogy az időjárási viszonyoktól szinte független a hatásuk.

Az imazamox egyszikűirtó képessége valamint a tribenuron-metil + graminicid kijuttatás az Európai Unió által kilátásba helyezett herbicid engedélyokiratok (pl. klór-acetamid származékok) (URL1) visszavonásával a jövőben felértékelődhet.

A HT napraforgó termesztésével a napraforgó gyomirtásánál korábban kötelezően alkalmazandó agrotechnikai elem, miszerint: „A táblákat tehát úgy kell kiválasztanunk, hogy lehetőség szerint mentesek legyenek a nehezen irtható, ún. veszélyes, magról kelő és évelő kétszikű gyomoktól” (Reisinger 2000b) aktualitását veszíti.

5. 1. 2. A HT napraforgó termesztés utóvetemény hatása

A napraforgó termesztését követő 1-2-3 évben mindenképpen számítani kell a gyomnapraforgó tömeges csírázására. Ezért ilyenkor, olyan kultúrák termesztését érdemes előtérbe helyezni, melyekből a *H. annuus* könnyen elpusztítható (pl. kukorica, kalászosok). Az alkalmazott gyomirtási technológia kiválasztásánál szem előtt kell tartani (főként a herbicid-toleráns napraforgó után) a gyomosító napraforgó jelenlétét. Amennyiben a napraforgó továbbra is ilyen meghatározó szerepet fog betölteni a magyar vetésszerkezetben, az utókelés tökéletes visszaszorítására kell törekedni, még ha ez pótlólagos ráfordítást is igényel. A 4, de főként az 5. évre viszont már csökken az árvakelésű napraforgó előfordulása, így a vetésváltás betartásának alapvető agrotechnikai elemnek kell lennie.

Az IMI és az SU napraforgók herbicid ellenállósága egyértelműen öröklődő tulajdonság. Az IMI és az SU napraforgók forgalomba hozatala sok termelő gyomproblémájára adott megfelelő választ, azonban termesztésükkel saját magunk gyarapítjuk termőföldjeinken a gyomirtószer tűró növényeket. Az IMISUN és SU vonalak a különböző AHAS-gátlók ellen különböző rezisztencia szintet mutatnak. Az, hogy melyik AHAS-gátló milyen hatékonysággal alkalmazható az egyes típusok (IMISUN, „SU heterozigóta”, „SU homozigóta” stb.) ellen egy bonyolult, nehezen nyomom követhető feladat lesz a jövőben, és sarkalatos pontját fogja képezni a növényvédelemnek.

A szulfonil-karbamid készítmények meghatározó csoportját képezik az őszi búza állományok napraforgó mentesítésének. A gyomnapraforgó jellemzően április első dekádjától kezdi tömeges csírázását, amikor is a búza fejlettségére való tekintet miatt a szintetikus auxinokat (2,4-D stb.) már nem lehet igénybe venni. Az őszi búzában a *H. annuus* elleni védelmet az integrált gyomszabályozás tükrében végezzük, a napraforgó mentes területeket a jó

állomány, és a megfelelően kiválasztott herbicid fogja szavatolni. Vizsgálataink alapján jó hatás várható az amidoszulfuron + jodoszulfuron, a tritoszulfuron használatától. A legbiztosabb megoldást azonban a nem AHAS-gátló (fejlettebb búzában is kijuttatható) hatóanyagok alkalmazása (pl. fluroxipír, karfentrazon-etil) fogja adni. A megállapítás vonatkozik a többi kalászos gabonára is.

A kukorica gyomirtásának tervezésekor is célszerű figyelembe venni a rezisztens árvakelések jelenlétét, és a kizárólag szulfonil-karbamidot tartalmazó herbicidek használatát lehetőség szerint mellőzni kell. Bár a kultúrában beállított kísérleteknél az SU szer fejlődésbeli gátló hatása valamint a kultúrnövény gyomelnyomó képessége együttesen több esetben is (elsősorban az IMISUN árvakelés ellen a rimszulfuron) megfelelő hatást adott. De előfordult, hogy a gyomirtás eredményessége így is gyengének mutatkozott (pl. SU rezisztens árvakelés ellen alkalmazott tifenszulfuron-metil). A bő szerválaszték következtében a kukoricánál is célszerű nem AHAS-gátló készítményt alkalmazni (pl. HPPD-gátlók).

A kultúr napraforgóban vegyszeres kezeléssel a nem herbicid-toleráns vonalak utókelései ellen érhetünk el eredményt a herbicid-toleráns hibridekben, illetve a CLHA-Plus vonalak árvakelése pusztítható ki az SU napraforgóban. A jelenleg szántóinkon megtalálható IMI árvakelések ellen a tribenuron-metil használatával erőteljes károsítást érhetünk el, de a hatás nem lesz teljes. A többi esetben (IMI napraforgóból az IMI árvakelés stb.) védekezési módszerként a vetésváltás betartása és a sorköz mechanikai ápolása marad.

A legnagyobb veszteségek a szója (és egyéb pillangós növények, pl. borsó) termesztőket érik, ugyanis az eddig nagy hatékonyságú készítmények közé tartozó imidazolinonok a rezisztens árvakelések megjelenésével kiesnek a hatékony szerek „listájáról”. A problémakört tovább fokozza, hogy a szója egy másik levélen keresztül felszívódó szere a tifenszulfuron-metil vizsgálataink alapján nem képes elpusztítani az IMISUN és SU („heterozigóta” és

„homozigóta” egyaránt) hibridek utódnemzedékeit. A helyzetet nehezíti a szója (és egyéb pillangósok) gyengébb gyomelnyomó képessége. A bentazon magas dózisban a napraforgót 4 levélfejlétségig képes elpusztítani, használata azonban több veszélyes gyomfaj ellen nem ad védelmet (pl. parlagfű, fehér libatop). A szójában használható szerek körét szélesíti a 2,4-DB (hasonló készítmény a borsóban az MCPB) szintetikus auxin. A 2,4-DB magas dózisban történő használata növekedési depressziót idéz elő a kultúrnövényen. Alacsonyabb dózisban kiválóan kombinálható a bentazon anyaggal, mely már a szójára is kevésbé fitotoxikus. A napraforgó és a többi gyommal szemben a legjobb hatást a 2,4-DB + bentazon kombináció adta. A szer a parlagfűvel szemben gyengébb hatású az egyszikűek ellen hatástalan. Tehát a toleráns napraforgó kiirtása a hüvelyesekből nem megoldhatatlan feladat, de mindenképpen plussz ráfordítást igényel. Emellett az AHAS-gátlók használatát nem fogjuk tudni kikerülni elsősorban a parlagfű probléma következtében (az egyszikű oldal alapkezeléssel és/vagy a lipid bioszintézis gátlók alkalmazásával megoldható). Az alkalmazott technológiát az alapgyomirtás sikerességének és a terület gyomösszetételének kell eldöntenie. Ezért is bírnak kiemelkedő jelentőséggel a CLHA-Plus napraforgó vonalak, melyek imidazolinon rezisztenciájuk mellett a szulfonil-karbamidokkal, többek közt a tifenszulfuron-metillel szemben is érzékenységet mutattak. Ez lehetőséget ad, hogy különösebb ráfordítás nélkül, sikeresen léphessünk fel az árvakelésű napraforgóval szemben.

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 rendszerrel 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 mértékben fog felőlelni a gyomként burjánzó *H. annuus* érzékenységének csökkenése az AHAS-gátló herbicidekkel szemben. Olyan területeken is megjelenhet a tulajdonság, ahol korábban nem termesztettek toleráns napraforgót.

5. 2. CIKLOXIDIM-TOLERÁNS KUKORICA

A CT kukoricában a magról kelő fajokkal szembeni védekezésnél a kétszikűek és az egyszikűek elleni kezeléseket érdemes különválasztani. A kétszikűekkel szemben a kukorica 3 leveles fejlettségénél szükséges permetezni, mert a tömeges gyomkonkurenciától legalább részben mentesíteni kell a kultúrnövényt. Amennyiben az egyszikűek ellen is ekkor permetezünk a később csírázó fajok (pl. *Setaria* spp.) nem érintkeznek a herbiciddel, ezáltal nem tudjuk maximálisan kihasználni a cikloxidim kukoricában történő felhasználásának előnyeit. A késői posztemergens kijuttatás idején a *Poaceae* fajok nagy része fejlett, azonban a cikloxidim 150 g/ha dózisa biztonsággal elpusztítja azokat. Az alkalmazásmód hátránya, hogy két menetben kell elvégezni a vegyszeres gyomirtást, de a tökéletes hatékonyság elérése érdekében mindenképpen így célszerű alkalmazni a technológiát. A bentazon + dikamba a jó levélhatás és a dikamba talajhatásának következtében kiváló partnere a graminicidnek, így az egy- és kétszikűektől egyaránt mentes kukorica területet kaphatunk.

A konvencionális kukorica termesztésekor az egyszikűek elhúzódozó időintervallumban történő csírázása következtében a talajon keresztül ható komponens használata célszerű, melyek érvényesüléséhez csapadékhatás

szükségeltetik. A cikloxidim felhasználásának előnye a kimagasló hatékonyság és a nagyfokú szelektivitás, a biztos, csapadéktól független hatás. A *C. dactylon* és a *P. australis*-sal szemben a kukorica állományában eredményesen használható készítmény ez idáig nem volt ismert, azonban a cikloxidim lehetőséget nyújt a gyomok visszaszorítására is. A *C. dactylon* a kukoricával egy időben hajt, így már az első kelési hullám ellen érdemes védekezni korai posztemergens kijuttatással. De, mindkét faj ellen a legjobb hatást az osztott (korai posztemergens és késői posztemergens) alkalmazás adta. A cikloxidim-toleráns rendszer használatával a fenyércirok ellen kimagasló hatékonysággal tudunk védekezni. Az osztott kezelés adja az optimálisabb hatást, mely képes a fenyércirok teljes körű kipusztítására. Emellett az ACCáz-gátló jelentős tényezővé válhat a fenyércirok AHAS-gátló rezisztencia kialakulásának megelőzésében.

A fitotoxicitás vizsgálatok igazolják, hogy a CT kukorica nagyfokú ellenálló képességgel rendelkezik a cikloxidimmel szemben. Ezáltal lehetőség van arra, hogy kétszikúirtó partnerrel kiegészített herbicid kombinációkat alkalmazzunk akár egy menetben, emellett speciális esetekben a cikloxidim nagy dózisban is (pl. 2 x 400 g/ha, 600 g/ha) használható. Szántóföldi körülmények között, a különböző ACCáz-gátló, ariloxi-fenoxi propionát készítményekkel szemben nem megbízható, dózistól függő ellenállósággal rendelkezik a CT kukorica. A tény kizárja a lehetőségét annak, hogy más graminicideket a CT kukorica állományában biztonsággal felhasználhassunk.

A CT kukorica termesztésével hasonló gyomirtási hatékonyságot lehet elérni, mint a glifozát toleráns kukoricában (Johnson *et al.* 2000), ezáltal Európában jó alternatívája lehet a transzgenikus HT változatoknak. Vetésterületének aránya a megfelelő termőképességű hibridek kifejlesztésével valószínűsíthetően növekedni fog. Legnagyobb jelentősége azokban a közép-európai országokban és mediterrán régióban lesz, ahol a fenyércirok kiemelt növényvédelmi problémát jelent. Magyarországon ebben a problémakörben elsősorban a

délnyugati megyék érintettek. A ciklozidim felhasználhatóságának jelentőségét tovább növelheti több klór-acetamid származék herbicid visszavonási szándéka.

5. 3. IMIDAZOLINON-TOLERÁNS ŐSZI KÁPOSZTAREPCE

A posztemergens védekezés a nem toleráns repcében összetett feladat. Mindemellett a hagyományos technológiák több fajjal szemben nem eredményeznek megoldást. Az imazamox a repcét károsító egy és kétszikűek széles köre ellen kiemelkedő hatékonysággal bír. A kezelés idejének megválasztására több lehetőség van, amit a tábla gyomviszonyainak és az adott év időjárási tényezőinek kell meghatározniuk. Nagyarányú őszi gyomosodás esetén érdemes lehet ekkor kezelni, hogy a repce zavartalanul tudjon fejlődni, mert a jó telelés így biztosítható. Bár elmondhatjuk, hogy a nagyarányú őszi gyomosodás, amennyiben T_1 és T_2 fajok dominanciája mutatkozik nem biztos, hogy a repce számára különösebb kompetíciós hátrányt okoz, ugyanis az ide tartozó fajokra nem jellemző az őszi intenzív növekedés. Az imazamox alkalmazásánál tartamhatás nincs, így az őszi kezelés utáni utócsírázás jelentkezhet. A problémát enyhítheti az újabb fejlesztésű imazamox + metazaklór kombináció alkalmazása (Pfenning *et al.* 2012). Alacsonyabb őszi gyomosodás esetén a kezelést érdemes kora tavaszra időzíteni. A tavaszi kezelés után a repce gyors és intenzív fejlődése következtében a további gyomkelés esélye minimális. Amennyiben a területen a T_3 életformájú *Cruciferae* fajok (*Rhapanus rapanistrum* és *S. arvensis*) a gyomflóra meghatározó elemei, érdemes a tavaszi kezelést előnybe részesíteni. Az árvalakelű búza ellen az imazamox használatakor nem szükséges graminicides kiegészítés.

A technológia egyik újdonsága a repceből eddig csak nehezen vagy egyáltalán nem eltávolítható *Cruciferae* családhoz tartozó gyomnövények elleni kiváló

hatékonyság lehet. Kijelenthetjük, hogy az imazamox az őszi posztemergens és a tavaszi posztemergens alkalmazásmód mellett egyaránt jó gyomszabályozó hatással bír. Az IMI repcék kiemelkedő ellenállóságot mutatnak az imazamoxsal szemben.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évtizedekben a szántföldi gyom együttes jelentősen átalakult, több veszélyes faj általános károsítóvá vált. Ennek következtében az eredményes gyomirtás már nagyobb hatékonyságú vegyületek alkalmazását követeli meg, mint a korábbi időkben. Az 1990-es évek elejétől a biotechnológiai módszerek és a hagyományos nemesítés ötvözésével kultúrnövényeket több széles hatásspektrumú gyomirtó szerekkel szemben ellenállóvá tettek. A herbicid-toleráns (HT) technológiák elsősorban azon kultúráknál jelentenek megoldást, amelyek gyom mentesítése nehézkes, mindemellett kiváló lehetőséget adnak a kultúrnövénnyel közeli rokonságban álló fajok kipusztítására.

Az értekezés célja, hogy hazai körülmények között kidolgozza és értékelje a Magyarországon alkalmazott HT gyomirtási módokat. A dolgozat HT kultúrák termesztésének kockázatait (a HT napraforgó árvakelése) is vizsgálja.

A napraforgó gyomszabályozása mindig is a legnehezebb növényorvosi feladatok közé tartozott. Ennek legfőbb forrása, hogy a gyomirtó szer ellenálló napraforgó hibridek megjelenéséig megfelelő hatékonysággal bíró posztemergens gyomirtási lehetőséget nem ismertünk. Kísérleteket három éven át (2008, 2009, 2011) végeztünk, ahol a nem toleráns, az imidazolinon (IMI) és a tribenuron-metil (SU) toleranciára épülő gyomirtási módokat értékeltük. A nem toleráns napraforgóban alkalmazott preemegrens kezelések a megfelelő időjárási tényezők teljesülésekor (2008, 2011) több fajjal szemben is hatékonyak bizonyultak (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, stb.) de az *Ambrosia artemisiifolia*-ra nem fejtettek ki megfelelő hatást. A bemosó csapadék elmaradása esetén (2009) pedig a terület teljes elgyomosodását tapasztaltuk. Kijelenthetjük, hogy a napraforgó termesztését a vetés után kelés előtt használatos készítményekre kockázatos alapozni, emellett a flumioxazin posztemergens alkalmazása nem ad megfelelő eredményt. Az IMI és az SU

napraforgók termesztésekor biztos és jobb gyomirtó hatást tapasztaltunk. A hatékony védekezést jól időzített posztemergens kezeléssel is biztosítani tudtuk, de az alapkezelés (csapadék esetén) fokozta a gyomirtó hatást. A sorköz mechanikai ápolása minden esetben növelte a gyomszabályozás eredményességét. Mindkét technológia alkalmasnak bizonyult a parlagfű visszaszorítására. Az imazamox gyengébb hatást a *C. arvense* ellen mutatott, de 2008-ban végzett kísérletünkben a kétszeri kultivátoros kezelés mellett használt imazamox jó eredményt produkált. Az IMISUN és a „heterozigóta” SU napraforgókon a posztemergens herbicides kezelés hatására fitotoxikus tünetek (sárgulás és növekedési depresszió, az SU napraforgóknál az állomány kis részénél deformált tányérok képződése) jelentkeztek, amit a kultúrnövény a kezelést követő második hétre teljesen kihevert. Az újabb fejlesztésű IMI (CLHA-Plus és Pioneer IMI) ill. SU (homozigóta változat) hibrideknél ilyen jelenség már nem alakult ki. A heterozigóta SU hibrid termesztésekor, 2009 és 2011 évben a tribenuron-metil engedélyezett dózisának növelése, a tribenuron-metil + tifenzulfuron-metil kombináció, valamint az egyszikű irtóval (cikloxidim, quizalofop-p-tefuril) való együttes posztemergens kijuttatása a kultúrnövény erőteljes károsodását okozta. A „homozigóta” változatok magasabb fokú toleranciával rendelkeznek, a tribenuron-metil emelt dózisa ill. a tribenuron-metil + graminicid kezelés sem károsította őket. A tény, egy rugalmas posztemergens gyomirtást tesz lehetővé az SU napraforgóban.

A növénytermesztési gyakorlatban a kultúr változat mellett, az elhullajtott kaszatokból megjelenő gyomosító napraforgónak is egyre meghatározóbb szerepe van. Vizsgálatokat végeztünk 2011 tavaszán három szántó területen, ahol 2011 előtt 3, 4, ill. 5 évvel folyt napraforgó termesztése. A vizsgálatok alkalmával megállapítottuk, hogy a talaj csíráképes kaszattartalma az évek alatt folyamatos kimerülést mutat, ugyanis ahogy nőttek a napraforgó újbóli vetése közti évek, úgy csökkent a napraforgó árvakelés jelentősége. A napraforgó termesztését követő harmadik évben a gyomosító forma tömeges csírázására

kell számítanunk. A HT napraforgók termesztésével a gyomként megjelenő napraforgó árvakeléseknél az AHAS-gátlókkal szembeni rezisztencia vagy keresztrezisztencia fel fog lépni. Három éves kísérleteinkben (2009, 2010, 2011) különböző napraforgó hibridek (nem toleráns, IMISUN, CLHA-Plus, IMISUN/CLHA-Plus, „heterozigóta” SU, „homozigóta” SU) árvakeléseinek, különböző AHAS-gátló herbicidekkel szembeni érzékenységét vizsgáltuk. A herbicid ellenállóság egyértelműen öröklődő tulajdonság, ami az egyes rezisztens vonalaknál különböző fokú, és némely esetekben jelentős mértékű. Az IMISUN árvakelések keresztrezisztenciát mutattak a metszulfuron-metil, tribenuron-metil, tifenszulfuron-metil, trifluszulfuron-metil ellen. Jó hatást adott ellenük az amidoszulfuron + jodoszulfuron, a tritoszulfuron a rimszulfuron, a proszulfuron + pirimiszulfuron, mérsékelten jó hatást kaptunk a triaszulfuron és a rimszulfuron + tifenszulfuron-metil alkalmazásakor. A CLHA-Plus változatok magas fokú érzékenységét figyeltük meg az SU készítményekkel (kivéve rimszulfuron) szemben. A legszélesebb körű keresztrezisztencia egyértelműen a SU árvakeléseknél jelentkezett. Gyenge eredményt adtak a metszulfuron-metil, a rimszulfuron + tifenszulfuron-metil, a tifenszulfuron-metil, az imazamox és a trifluszulfuron-metil herbicidek, közepes hatást mutatott a rimszulfuron. Az amidoszulfuron + jodoszulfuron, a tritoszulfuron és a proszulfuron + pirimiszulfuron alkalmazásánál megfelelő mértékű növénypusztulást tapasztaltunk. A homozigóta formák minden esetben jobban tolerálták a kezeléseket, mint a heterozigóták. Az egyszikű kultúráknál körültekintő herbicid kiválasztásával könnyedén vissza tudjuk szorítani a rezisztens árvakeléseket. Gyomirtási technológiájuknál a pusztán szulfonil-karbamid származékot tartalmazó készítmények használatát kerülni kell. A napraforgó kultúrákból vegyszeresen a nem toleráns árvakelést tudtuk elpusztítani a HT napraforgókban ill. a CLHA-Plus változatokat az SU napraforgókban. A többi esetben a herbicides kezelés hatása nem volt teljes körű. A sorközök mechanikai ápolása jelentősen csökkentette a gyomosító

napraforgó területfoglalását. A rezisztens árvakelések a legnagyobb problémát várhatóan a szója és egyéb pillangós kultúráknál fogják okozni. A pillangósok gyenge gyomelnyomó képessége párosul azzal, hogy az IMISUN és SU árvakelések az imazamoxot és a tifenzulfuron-metilt is jól tolerálják. Ellenük plusz gyomirtó szeres kezelést kell alkalmazni, melyre a bentazon (1440 g/ha dózis mellett, 4 levélfejlétségig), a 2,4-DB (korábban engedélyezett) (borsónál MCPB) és a kombinációjuk is eredményesek lehetnek. Egyszerű megoldást nyújtanak a CLHA-Plus napraforgó vonalak, melyek kimondottan érzékenyek bizonyultak a tifenzulfuron-metillel szemben.

A magyarországi kukoricaterületeken az egyszikű gyomfajok jelentős terméslimitáló tényezőként vannak jelen. A nehezen irtható egyszikű növények előre törése megkívánja a leghatékonyabb kukorica gyomirtási technológiák kidolgozását és alkalmazását. A kukorica területeken az utóbbi évtizedekben a posztemergens technológiák aránya megnövekedett a preemergenshez képest. A posztemergens kezelések elsősorban a tömegesen csírázó kétszikű gyomfajok ellen irányulnak. A gyakorlatban felmerül annak igénye, hogy az egyszikű gyomok ellen egy későbbi időpontban eredményesen és fitotoxicitás nélkül védekezzünk. Kísérletünkben magról kelő és/vagy évelő egyszikű gyomnövényekkel fertőzött területeken próbáltuk a ciklozidim toleranciára (CT) épülő kukorica gyomirtási módszer hatékonyságát. Három éves (2009, 2010, 2011) vizsgálataink során a magról kelő fajok elleni védekezéskor a legjobb hatást akkor értük el, mikor az egy- és kétszikűek elleni kezeléseket külön választottuk. A kritikus kompetíció elkerülése érdekében, a kétszikűek ellen a kukorica 3 levélfejlétségénél védekezni kellett. A 150 g/ha ciklozidim késői posztemergens alkalmazásával kiválóan jó hatást kaptunk az *Echinochloa crus-galli*, *Setaria verticillata*, *Panicum miliaceum* ellen. A ciklozidim használatával lehetőség adódott a kukorica állományában a *Cynodon dactylon* és *Phragmites australis* gyomfajok visszaszorítására. Kísérleteinkben (2009, 2010) mindkét gyomfaj ellen a leghatékonyabb megoldást a korai majd késői

posztemergensen alkalmazott osztott kezelésnél (200 + 200 g/ha) jegyeztük fel. Kétéves (2010, 2011) vizsgálatainkban a *Sorghum halepense* ellen az egyszeri (normál posztemergens 400 g/ha) permetezés is jó eredményt mutatott, de egyértelműen az osztott kezelés /200 (korai posztemergens) + 200 (késői posztemergens) g/ha/ adta a legoptimálisabb hatást. A fitotoxicitás vizsgálatok (2010, 2011) alapján elmondható, hogy a CT kukorica nagyfokú ellenálló képességgel rendelkezik a cikloxidim hatóanyaggal szemben, ugyanis károsodás nélkül elviselte többszörös (800 g/ha) dózisát is. A cikloxidim herbicid a növényi pusztulást számos „rokon” vegyülethez hasonlóan az ACCáz enzim blokkolásán keresztül fejt ki. Két éves kísérletünkben (2010, 2011) felmértük, hogy több ACCáz-gátló graminicid ellen, milyen toleranciával rendelkezik a CT kukorica. Vizsgálatainkban a más típusú graminicidok alacsony dózisban nem, de az évelő gyomok elleni nagyobb dózisban károsították a kukoricát, és csökkentették a termését. Kijelenthető, hogy a CT kukorica gyomirtására csak a cikloxidim használható fel. Köztudott, Európában a transzgénikus kukorica termesztése erősen korlátozott, ezért kutatási eredményeink jó alternatívát biztosítanak a kukorica területeken előforduló egyszikű gyomfajok ellen.

Az utóbbi években az őszi káposztarepce az egyik legintenzívebb szántóföldi növényé lépett elő, ami folyamatos gondoskodást igényel. A repce gyomirtásához viszonylag kevés hatóanyag áll a rendelkezésünkre, széles körű hatékonyságot pedig csak kombinációk alkalmazásával tudunk elérni. Kétéves vizsgálataink (2010, 2011) során az imazamox hatékonyságát és felhasználásának lehetőségeit vizsgáltuk az imidazolinon-toleráns (IMI) repcében. Az imazamox megfelelő eredménnyel lépett fel a repce főbb egy- (búza árvakelés is) és kétszikű gyomfajaival szemben, többek közt a *Cruciferae* családhoz tartozó növényeket (*Descurainia sophia*, *Sinapis arvensis*) is irtotta. Őszi és kora tavaszi posztemergens kijuttatása egyaránt eredményesnek bizonyult. Az imazamoxsal történő gyomirtás egyértelműen

jobb hatást mutatott, mint amit a nem toleráns repcében el tudunk érni. Az adott évben alkalmazott technológiáról az év időjárási tényezői és a terület gyomviszonyai függvényében kell dönteni. A kezelések (őszi és tavaszi) hatására az IMI repcén fitotoxikus tünetek nem mutatkoztak.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉYEK

1. Vizsgálataink bizonyítják, hogy a herbicid-toleráns napraforgóval elvetett területeken biztos és megfelelő hatékonyságú gyomirtás érhető el, aminek következtében a kultúrnövény termesztési kockázatai alacsony szintre csökkennek (a nem toleráns napraforgókkal ellentétben). Kijelenthetjük, hogy a technológiák alkalmazásával az egyszeri, jól időzített posztemergens védekezés is jó eredményt ad. Az imazamox és a tribenuron-metil 4 levélfejlettséig elpusztítja az *Ambrosia artemisiifolia*-t, de a fejlettebb példányok képesek új hajtást fejleszteni. Az imazamox hatása a *Chenopodium album* ellen csökkenhet száraz időben. A sorközök mechanikai művelése tovább növeli a gyomirtás eredményességét és csökkenti a gyomborítottságot. Az imidazolinon-toleráns napraforgó hibridekben a *Cirsium arvense* ellen a kultivátor (BBCH 12) - imazamox (BBCH 14-16) – kultivátor (BBCH 30-32) kezeléssel megfelelően védekezhetünk.
2. Vizsgálataink szerint a legújabb fejlesztésű CLHA-Plus és Pioneer által nemesített imidazolinon-toleráns napraforgó hibrideken az imazamox kezelés után növény-sárgulás és növekedési depresszió nem alakul ki. A heterozigóta tribenuron-metil (vagy SU) toleráns hibridnél a tribenuron-metil dózisának növelése, a tifenzulfuron-metillel és a graminicidekkel való együttes kijuttatás jelentős károsodást vált ki. A homozigóta tribenuron-metil toleráns hibridek azonban minden kezelést fitotoxikus tünetek és károsodás kialakulása nélkül tűrnek.
3. A napraforgó tág térállású kultúra lévén a fejlődésének kezdeti szakaszában az egy- és kétszikűek általi nagyarányú gyomosodás

mutatkozik. Ennek eredményeképpen a precíziós posztemergens gyomirtása nem valósítható meg, termesztésekor teljes felületkezelés szükséges.

4. Kísérletünk bizonyította, hogy a napraforgó vetését követő 3. évben a gyomosító formája még tömegesen jelentkezik, és a gyomflóra domináns növénye. A 4. évre csökken a jelentősége, az 5. évre pedig már nagymértékben visszaszorul. A területen belüli térfoglalása egyenletes.

5. A herbicid-toleráns napraforgó árvakeléseiben a gyomirtószer tűrő képesség kifejeződik, tehát egyértelműen öröklődő tulajdonság. Az értekezésben megállapítást nyert, hogy az egyes herbicid-toleráns változatok különböző szintű rezisztenciát és/vagy kereszt-rezisztenciát mutatnak az AHAS-gátlókkal szemben. Az IMISUN típusú napraforgók ellen jó hatással rendelkezik az amidoszulfuron + jodoszulfuron, a tritoszulfuron, a rimszulfuron, a proszulfuron + pirimiszulfuron, mérsékelten jó hatása a triaszulfuron és a rimszulfuron + tifenszulfuron-metil gyomirtónak van. Ellenben, a metszulfuron-metil, a tribenuron-metil, a tifenszulfuron-metil, és a trifluszulfuron-metil alkalmazásakor csak gyenge növénypusztító képesség mutatkozik. A herbicid ellenállóság az IMISUN napraforgók esetében évekkal a kultúrváltozat termesztését követően is kifejeződik, azonban ez valamilyen szinten gyengül benne. A CLHA-Plus típusok kimondottan érzékenyek a szulfonil-karbamidokkal szemben (kivéve rimszulfuron). A tribenuron-metil-toleráns napraforgó hibridek árvakeléseit az amidoszulfuron + jodoszulfuron, tritoszulfuron, proszulfuron + pirimiszulfuron megfelelően pusztítja. Megbízható kereszt rezisztencia a metszulfuron-metil, a rimszulfuron + tifenszulfuron-metil, a tifenszulfuron-metil, az imazamox és a trifluszulfuron-metil herbicidekkel

szemben áll fenn. Alacsonyabb szintű ellenálló képességet a triaszulfuron a rimszulfuron és az imazamox ellen mutat. A homozigóta típusok minden esetben jobban tolerálják a kezeléseket, mint a heterozigóta formák. Az IMISUN és SU árvakelések elleni védekezéskor a kukorica, a napraforgó és a szója kultúrákban a kizárólag AHAS-gátló készítmények használatakor gyomirtó hatás csökkenés jelentkezik. Ezzel szemben a CLHA-Plus napraforgók jól irthatók a szulfonil-karbamidok használatával.

6. Kísérleteink alapján a cikloxidim-toleráns kukorica hibridek termesztésekor a magról kelő fajok elleni védekezés esetében a legjobb gyomirtó hatás úgy érhető el, ha a kétszikűekkel szemben a kukorica 3, az egyszikűek ellen az 5-7 levélfejlettségnél kezelünk. Új lehetőség, hogy a kukorica állományában a cikloxidim felhasználásával, jó eredménnyel szorítható vissza a *Cynodon dactylon* és a *Phragmites australis*. A cikloxidim az osztott alkalmazásban (korai majd késői posztemergens) kiemelkedően hatékony a fenyércirok ellen.
7. Bizonyítottuk, hogy a cikloxidim-toleráns kukorica a cikloxidim többszörös dózisát is károsodás nélkül elviseli. Ezzel ellentétben a többi ACCáz-gátló herbiciddel szemben csak részleges ellenálló képességgel rendelkezik, így azok nem használhatók fel állománykezelésére.
8. Felméréseink szerint az imidazolinon toleranciára épülő gyomirtási technológia alkalmazásával kiemelkedő gyomirtó hatékonyság érhető el őszi káposztarepce hibridekben. Az imazamox őszi és kora tavaszi posztemergens használata egyaránt eredményes, a kultúrnövény károsítása nélkül.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Reisinger Péternek, valamint édesapámnak Kukorelli Gyulának támogatásukért és a dolgozatom elkészítéséhez nyújtott szakmai iránymutatásukért.

A magas színvonalú szakmai és technikai segítséget köszönöm a BASF fejlesztő mérnökeinek, Pálfay Gábornak, Dr. Torma Máriának, és Ádámszki Tamásnak.

Köszönettel tartozom Dr. Pinke Gyulának az együttműködésért és az önzetlen segítségnyújtásáért.

A kísérleti anyagok beszerzésében nyújtott segítséget köszönöm a DuPont munkatársainak, Vaszari Szabolcsnak és Bálint Sándornak valamint a Pioneer munkatársának, Marcali Miklósnak.

Köszönöm a rendelkezésemre bocsátott szója területeket Várföldi Lajos gazdálkodónak és Győri Tibornak.

Továbbá szeretném megköszönni családomnak végtelen kitartását és rendíthetetlen támogatását.

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.
- Ahan, T. W. - Kim, D. W. - Choi, J. D. (1992): Inhibition of acetohydroxyacid synthase by sulfonylureas and imidazolinones. *Korean Biochemical Journal* 25: 636-641.
- Aichele, T. M. - Penner, D. (2005): Adsorption, desorption, and degradation of imidazolinones in soil. *Weed Technology* 19:154-159.
- Alan, C. Y. - Wilcut, J. W. - Keene, M. M. - Walls, F. R. Jr. (1991): Soybean (*Glycine max*) response to postemergence herbicide mixtures containing 2,4-DB. *Weed Technology* 5: 43-47.
- 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.
- 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.
- 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.
- Arbes, S. J. - Gergen, P. J. - Elliott, L. - Zeldin, D. C. (2005): Prevalence of positive skin test responses to 10 common allergens in the US population:

- results from the third national health and nutrition examination survey. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 116: 377–383.
- Arias, D. M. – Rieseberg, L. H. (1994): Gene flow between cultivated and wild sunflowers. *Theoretical and Applied Genetics* 89: 655-660.
- 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.
- Arnold, M. L. (2004): Natural hybridization and the evolution of domesticated, pest and disease organisms. *Molecular Ecology* 13: 997–1007.
- Atlagic, J. – Terzic, S. – Skoric, D. – Marinkovic, R. – Vasiljevic, L. – Pankovic-Saftic, D. (2006): The wild-sunflowers collection in novi sad. *Helia* 29: 55-64.
- Bailly, G. C. - Dale, R. P. - Archer, S. A. - Wright, D. J. - Kaundun, S. S. (2012): Role of residual herbicides for the management of multiple herbicide resistance to ACCase and ALS inhibitors in a black-grass population. *Crop Protection* 34: 96–103.
- Balázs F. (1944): A növénycönológiai felvételek készítésének újabb módja. *Botanikai közlemények* 41: 18-33.
- Balogh L. (2006): Napraforgófajok. *In: Botta-Dukát Z. - Mihály B. (szerk.): Özönnövények II. TermészetBúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 247-307.*
- Barker, M. A. – Thompson, L. Jr. – Patterson, R. P. (1984): Effect of 2,4-DB on soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 32: 299-303.
- Barrett, M. (1989): Protection of corn (*Zea mays*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) from imazethapyr toxicity with antidotes. *Weed Science* 37: 296-301.
- Baumgartner, J. R. - Al-Khatib, K. J. – Currie, R. S. (1999): Survey of common sunflower (*Helianthus annuus*) resistance to imazethapyr and chlorimuron in northeast Kansas. *Weed Technology* 13: 510–514.
- 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.
- Beckie, H. J. - Harker, K. N. - Hall, L. M. - Warwick, S. I. - Légère, A. - Sikkema, P. H. (2006): A decade of herbicide resistant crops in Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 86: 1243-1264.
- Beckie, H. J. - Warwick, S. I. - Sauder, C. A. (2012): Basis for herbicide resistance in Canadian populations of wild oat (*Avena fatua*): *Weed Science* 60: 10-18.
- Bekkaoui, F. - Schorr, P. – Crosby, W. L. (1993): Acetolactate synthase from *Brassica napus*: immunological characterization and quaternary structure

- of the native enzyme. *Physiologia Plantarum* **88**: 475–484.
- Benécsné Bárdi G. (1998): Az árvalakelésű napraforgó (*Helianthus annuus*). *Gyakorlati Agrofórum* **9** (5): 61-66.
- Benécsné Bárdi G. (2010): A repce gyomviszonyiról és gyomirtásáról az állandóság és a változás jegyében. *Gyakorlati Agrofórum Extra* **34**: 30-36.
- Benécsné Bárdi G. – Hartmann F. (2004): A gyomirtás tervezésének sarokpontjai a kukoricában. *Gyakorlati Agrofórum Extra* **5**: 49-60.
- Benécsné Bárdi G. - Kókai T. (2005): Árvalakelésű napraforgó (*Helianthus annuus*). *In*: Benécsné Bárdi G. - Hartmann F. - Radvány B. - Szentey L. (szerk.): *Veszélyes 48. Mezőföldi Agrofórum Kft, Szekszárd*, pp. 13-24.
- Bendixen, L. E. (1986): Corn (*Zea mays*) yield in relationship to Johnsongrass (*Sorghum halepense*) population. *Weed Science* **34**: 449-451.
- Bernasconi, P. - Woodworth, A. R. - Rosen, B. A. - Subramanian, M. V. - Siehl, D. L. (1995): A naturally occurring point mutation confers broad range tolerance to herbicides that target acetolactate synthase. *Journal of Biological Chemistry* **270**: 17381-17385.
- Berzsenyi Z. (2000a): A gyomszabályozás módszerei. *In*: Hunyadi K. - Béres I. - Kazinczi G. (szerk.): *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest*, pp. 334-382.
- Berzsenyi Z. (2000b): Herbicidrezisztens gyomnövények, és kultúrnövények. *In*: Hunyadi K. - Béres I. - Kazinczi G. (szerk.): *Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest*, pp. 456-474.
- 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.
- Betts, K. J. - Ehlke, N. J. - Wyse, D. L. - Gronwald, J. W. - Somers, D. A. (1992): Mechanism of inheritance of diclofop resistance in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Science* **40**: 184-189.
- 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.
- Béres I. - Hoffmann L. - Hoffmanné Pathy Zs. (2005a): A parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*). *In*: Benécsné Bárdi G. - Hartmann F. - Radvány B. - Szentey L. (szerk.). *Veszélyes 48. Mezőföldi Agrofórum Kft, Szekszárd*, pp. 94-101.
- Béres I. - Kazinczi G. - Novák R. - Hoffmanné Pathy Zs. (2006): Az ürömlevelű parlagfű elterjedése, morfológiája, biológiája, jelentősége és a védekezés lehetőségei. *Gyakorlati Agrofórum Extra* **15**: 4-23.
- Béres I. - Sente D. - Gyenes V. - Somlyay I. (2005b): Weed control in sunflower (*Helianthus annuus* L.) with post-emergent herbicides. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* **70**: 475-479.
- 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
- Blackshaw, R. E. (1989a): Control of *Cruciferae* weeds in canola (*Brassica napus*) with DPX A7881. Weed Science 37: 706-711.
- Blackshaw, R. E. (1989b): Synergistic mixes of DPXA78-81 and clopyralid in canola. Weed Technology 3: 690-695.
- Blackshaw, R. E. - Harker, N. K. (1992): Combined postemergence grass and broadleaf weed control in canola (*Brassica napus*). Weed Technology 6: 892-897.
- Bohren, C. - Deabays, N. - Mermillod, G. (2007): *Ambrosia artemisiifolia* – a quick reaction to an invasion of Switzerland. 14th EWRS Symposium, Hamar (Norway), pp. 19.
- 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.
- Bradley, K. W. - Wu, J. - Hatzios, K. K. - Hagood, E. S. Jr (2001): The mechanism of resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in a Johnsongrass biotype. Weed Science 49: 477-484.
- Brimner, T. A. – Gallivan, G. J. – Stephenson, G. R. (2005): Influence of herbicide-resistant canola on the environmental impact of weed management. Pest Management Science 61: 47-52.
- Brown, A. C. - Moss, S. R. - Wilson, Z. A. - Field, L. M. (2002): An isoleucine to leucine substitution in the ACCase of *Alopecurus myosuroides* (black-grass) is associated with resistance to the herbicide sethoxydim. Pesticide Biochemistry and Physiology 72: 160-168.
- Bruniard, J. M. – Miller, J. F. (2001): Inheritance of imidazolinone herbicide resistance in sunflower. Helia 24: 11–16.
- 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.
- Burke, I. C. - Holland, J. B. - Burton, J. D. - York, A. C. - Wilcut, J. W. (2007): Johnsongrass (*Sorghum halepense*) pollen expresses ACCase target-site resistance. Weed Technology 21: 384–388.

- Burke, I. C. - Wilcut, J. W. - Cranmer, J. (2006): Cross-resistance of a Johnsongrass (*Sorghum halepense*) biotype to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides. *Weed Technology* 20: 571-575.
- Burke, J. M. – Rieseberg, L. H. (2003): The fitness effects of transgenic disease resistance in wild sunflowers. *Science* 300: 1250.
- Burke, J. M. - Gardner, K. A. – Rieseberg, L. H. (2002): The potential for gene flow between cultivated and wild sunflower (*Helianthus annuus*) in the United States. *American Journal of Botany* 89: 1550-1552.
- Burns, R. O. – Umbarger, H. E. – Gross, S. R. (1963): The biosynthesis of leucine III. The conversion of alfa-hydroxy-beta-carboxyisocaproate to alfa-ketoisocaproate. *Biochemistry* 2: 1053-1058.
- 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
- Campbell, L. G. - Snow, A. A. – Ridley, C. E. (2006): Weed evolution after crop gene introgression: greater survival and fecundity of hybrids in a new environment. *Ecology Letters* 9: 1198–1209.
- Carrithers, V. F. - Burch, P. I. - Kline, W. N. - Masters, R. A. - Nelson, J. A. - Halstvedt, M. B. - Troth, J. L. - Breuninger, J. M. (2005): Aminopyralid: a new reduced risk active ingredient for control of broadleaf invasive and noxious weeds. *Proceedings of Western Society of Weed Science* 58: 59-60.
- 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.
- Chaleff, R. S. – Mauvais, C. J. (1984): Acetolactate synthase is the site of action of two sulfonylurea herbicides in higher plants. *Science*, 224: 1443–1445.
- Chang, A. K. – Duggleby, R. G. (1997): Expression, purification and characterization of *Arabidopsis thaliana* acetohydroxyacid synthase. *Biochemical Journal* 327: 161-169.
- Chang, F. J. - Vanden Born, W. H. (1971): Translocation and metabolism of dicamba in Tartary Buckwheat. *Weed Science*, 19: 107-112. 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.
- Chow, P. N. P. - O'Sullivan, J. H. - Hunter J. H. - Kirkland, K. J. (1983): Control of barley and wheat in canola with BASF 9052. Canadian Journal of Plant Science 63: 1099-1102.
- Christen, T. – Reisinger, P. (2000): Erfahrungen und Ergebnisse der ESCORT-Application in Clearfield-Maiskulturen Ungarns. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 17: 347-352.
- Christoffers, M. J. - Berg, M. L. - Messersmith, C. G. (2002): An isoleucine to leucine mutation in acetyl-CoA carboxylase confers herbicide resistance in wild oat. Genome 45: 1049-1056.
- Christoffers, M. J. – Vijay, K. N. – Howatt, K. A. – Wehking, T. R. (2006): Target-site resistance to acetolactate synthase inhibitors in wild mustard (*Sinapis arvensis*). Weed Science 54: 191–197.
- Christopher, J. T. - Powles, S. B. - Liljegren, D. R. – Holtum, J. A. M. (1991): Cross-resistance to herbicides in annual ryegrass (*Lolium rigidum*) II. Chlorsulfuron resistance involves a wheat-like detoxification system. Plant Physiology 95: 1036-1043.
- Clay, D. V. - Dixon, F. L. - Willoughby, I. (2006): Efficacy of graminicides on grass weed species of forestry. Crop Protection 25: 1039-1050.
- Cocker, K. M. - Moss, S. R. - Coleman, J. O. D. (1999): Multiple mechanisms of resistance to fenoxaprop-*P*-ethyl in United Kingdom and other European populations of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). Pesticide Biochemistry and Physiology 65: 169-180.
- Collavo, A. - Panozzo, S. - Lucchesi, G. - Scarabel, L. - Sattin, M. (2011): Characterisation and management of *Phalaris paradoxa* resistant to ACCase-inhibitors Crop Protection 30: 293–299.
- Conard, S. G. – Radosevich, S. R. (1979): Ecological fitness of *Senecio vulgaris* and *Amaranthus retroflexus* biotypes susceptible or resistant to triazine. Journal of Applied Ecology 16: 171-177.
- Cotterman, J. C. – Saari, L. L. (1992): Rapid metabolic inactivation is the basis for cross-resistance to chlorsulfuron in diclofop-methyl-resistant rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) biotype SR4/84. Pesticide Biochemistry and Physiology 43: 182-192.
- 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.
- Cruz-Hipolito, H. - Osuna, M. D. - Dominguez-Valenzuela, J. A. - Espinoza, N. - De Prado, R. (2011): Mechanism of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in wild oat (*Avena fatua*) from Latin America. Journal of

- Agricultural and Food Chemistry 59: 7261-7267.
- Csete S. - Madarász J. (1997): A napraforgó árvakelés növényvédelmi jelentősége. Gyakorlati Agroforum 7 (4): 44-46.
- Cui, H. L. - Zhang, C. X. - Wei, S. H. - Zhang, H. J. - Li, X. J. - Zhang, Y. Q. - Wang, G. Q. (2011): Acetolactate Synthase gene proline (197) mutations confer tribenuron-methyl resistance in flixweed (*Descurainia sophia*) populations from China. Weed Science 59: 376-379.
- 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 sulfonylurea 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.
- D'Amato, G. - Spieksma, F. T. H. - Liccardi, G. (1998): Pollen related allergy in Europe. Allergy 53: 567-578.
- Dancza I. (2004): Hatósági herbicid vizsgálati módszertan. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Növény és Talajvédelmi Főosztály, Budapest.
- Davies, J. - Caseley, J. C. - Jones, O. T. G. - Barrett, M. - Polge, N. D. (1998): Mode of action of naphthalic anhydride as a safener for the herbicide AC 263222 in maize. Pesticide Science 52: 29-38.
- 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.
- Degenhardt, R. F. - Harker, K. N. - Topinka, A. K. - McGregor, W. R. - Hall, L. M. (2005): Effect of herbicides on field violet (*Viola arvensis*) in four direct-seeded canola management systems. Weed Technology 19: 608-622.
- Deines, S. R. - Dille, J. A. - Blinka, E. L. - Regehr, D. L. - Staggenborg, S. A. (2004): Common sunflower (*Helianthus annuus*) and shattercane (*Sorghum bicolor*) interference in corn. Weed Science 52: 976-983.
- Dekker, J. (2003): The foxtail (*Setaria*) species-group. Weed Science 51: 641-656.
- Demirci, M. - Kaya, Y. (2009): Status of *Orobanche cernua* Loefl. and weeds in sunflower production in Turkey. Helia 32: 153-160.
- Délye, C. - Calmès, É. - Matéjček, A. (2002a): SNP markers for black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) genotypes resistant to acetyl CoA

- carboxylase-inhibiting herbicides. *Theoretical and Applied Genetics* 104: 1114–1120.
- Délye, C. - Matějček, A. - Gasquez, J. (2002b): PCR-based detection of resistance acetyl-CoA carboxylase-inhibiting herbicides in black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds) and ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud). *Pesticide Management Science* 58: 474-478.
- Délye, C. - Wang, T. - Darmency, H. (2002c): An isoleucine-leucine substitution in chloroplastic acetyl-CoA carboxylase from green foxtail (*Setaria viridis* L Beauv) is responsible for resistance to the cyclohexandione herbicide sethoxydim. *Planta* 214: 421-427.
- Délye, C. - Zhang, X.-Q. - Chalopin, C. - Michel, S. - Powles, S. B. (2003): An isoleucine residue within the carboxyl-transferase domain of multidomain acetyl-coenzyme A carboxylase is a major determinant of sensitivity to aryloxyphenoxypropionate but not to cyclohexanedione inhibitors. *Plant Physiology* 132: 1716-1723.
- Délye, C. - Zhang, X.-Q. - Michel, S. - Matějček, A.- Powles, S. B. (2005): Molecular bases for sensitivity to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in black-grass. *Plant Physiology* 137: 794-806.
- 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.
- Durner, J. - Gailus, V. – Boger, P. (1991): New aspects on inhibition of plant acetolactate synthase by chlorsulfuron and imazaquin. *Plant Physiology* 95: 1144-1149.
- 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. – Swincoe, 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.

- Evenson, K. J. - Gronwald, J. W. - Wyse, D. L. (1997): Isoforms of acetyl-coenzyme A carboxylase in *Lolium multiflorum*. *Plant Physiology and Biochemistry* 35: 265-272.
- Fang, L. Y. – Gross, P. R. – Chen, C.-H. – Lillis, M. (1992): Sequence of two acetohydroxyacid synthase genes from *Zea mays*. *Plant Molecular Biology* 18: 1185-1187.
- Faure, N. - Serieys, H. – Berville, A. (2002): Potential gene flow from cultivated sunflower to volunteer, wild *Helianthus* species in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 183–190.
- 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.
- Fischl G. (1995): Napraforgó peronoszpóra. *In: Horváth J. (szerk.): A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 110-111.*
- Foes, M. J. - Liu, L. - Vigue, G. – Stoller, E. W. - Wax M. L. - Tranel P. J. (1999): A kochia (*Kochia scoparia*) biotype resistant to triazine and ALS-inhibiting herbicides. *Weed Science*, 47: 21-27.
- Fowler, S. S. – Husband, B. M. (2005): Aminopyralid – a new herbicide for the control of broadleaf weeds in pastures, cropping and wasteland. 2005, *New Zealand Plant Protection* 58: 326.
- Frank J. (2004): A napraforgó gazdasági jelentősége, vetőmagtermesztése hazánkban. *In: Bedő Z. (szerk.): A vetőmag születése. Agroinform Kiadó, Budapest, pp. 353-368.*
- Füzy J. - Szüle Zs. (1994): A napraforgó betakarítás technológiája. *Gyakorlati Agrofórum* 4 (4): 38-39.
- Gara S. - Kazinczi G. - Radvány B. (2005): Ragadós Galaj (*Galium aparine*). *In: Benécsné Bárdi G. - Hartmann F. - Radvány B. - Szentey L. (szerk.): Veszélyes 48, Mezőföldi Agrofórum KFT, Szekszárd, pp. 107-113.*
- 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.
- Gerhards, R. – Gutjahr, C. – Weis, M. – Keller, M. – Sökefeld, M. – Möhring, J. – Piepho, H. P. (2011): Using precision farming technology to quantify yield effects attributed to weed competition and herbicide application. *Weed Research* 52: 6–15.
- Gerwick, B. C. – Subermanian, V. I. - Loney-Gallant, V. I. – Chander, D. P. (1990): Mechanism of action of the 1,2,4-triazolo (1,5-a) pyrimidines. *Pesticide Science* 29: 357–364.
- Gherekhloo, J. - Osuna, M. D. - De Prado, R. (2012): Biochemical and molecular basis of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in Iranian *Phalaris minor* populations *Weed Research* 52: 367-372.
- 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. - Faris, J. - King, I. - Podkowinski, J. - Gill, B. - Haselkorn, R. (1997): Plastid-localised acetyl-CoA carboxylase of bread wheat is encoded by a single gene on each of the three ancestral chromosome sets. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94: 14179-14184.
- 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.
- Gressel, J. – Evron, Y. (1992): Pyridate is not a two-site inhibitor, and may be more prone to evolution of resistance than other phenolic herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 44: 140-146.
- 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.
- Grey, T. L. - Raymer, P. L. – Bridges, D. C. (2006): Herbicide-resistant Canola (*Brassica napus*) response and weed control with postemergence herbicides. *Weed Technology* 20: 551-557.
- Grichar, W. J. (1995): Comparison of postemergence herbicides for common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) control in peanut (*Arachis hypogea*). *Weed Technology* 9: 825-828.
- 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.
- Gronwald, J. W. - Eberlein, C. V. - Betts, K. J. - Baerg, R. J. - Ehlke, N. J. - Wyse, D. L. (1992): Mechanism of diclofop resistance in an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) biotype. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 44: 126-139.
- 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.
- Grula, J. W. – Hudspeth, R. L. – Hobbs, S. L. – Anderson, D. M. (1995): Organization, inheritance and expression of acetohydroxyacid synthase genes in the cotton allotetraploid *Gossypium hirsutum*. *Plant Molecular Biology* 28: 837-846.
- Grymes, C. F. - Chandler, J. M. – Nester, P. R. (1995): Response of soybean (*Glycine max*) and rice (*Oryza sativa*) in rotation to AC 263,222. *Weed Technology* 9: 504-511.

- Guchhait, R. B. - Polakis, E. S. - Dimroth, P. - Stoll, E. J. - Lane, D. M. (1974). Acetyl coenzyme A carboxylase system of *Escherichia coli*. The Journal of Biological Chemistry 249: 6633-6645.
- Guttieri, M. J. - Eberlein, C. V. – Thill, D. C. (1995): Diverse mutations in the acetolactate synthase gene confer chlorsulfuron resistance in kochia (*Kochia scoparia*) biotypes. Weed Science 43: 175-178.
- Gyulai B. (2005): Tapasztalatok a napraforgó gyomirtásában. Agronapló 9 (3): 42-48.
- 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.
- Hanson, B. D. - Park, K. W. - Mallory-Smith, C. A. – Thill, D. C. (2004): Resistance of *Camelina microcarpa* to acetolactate synthase inhibiting herbicides. Weed Research 44: 187–194.
- Harker, K. N. – Blackshaw, R. E. – Krikland, K. J. (1995): Ethametsulfuron with grass herbicides on canola (*Brassica napus*, *B. rapa*). Weed Technology 9: 91-98.
- Harker, K. N. – Blackshaw, R. E. – Krikland, K. J. – Derksen, D. A. – Wall, D. (2000): Herbicide-tolerant canola: weed control and yield comparisons in western Canada. Canadian Journal of Plant Science 80: 647-654.
- Harker, K. N. – Clayton, G. W. – O’Donovan, J. T. – Blackshaw, R. E. – Stevenson, F. C. (2004): Herbicide timing and rate effects on weed management in three herbicide-resistant canola systems. Weed Technology 18: 1006-1012.
- 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.
- Harter, A. - Gardner, K. A. - Falush, D. - Lentz, D. L. - Bye, R. A. – Rieseberg, L. H. (2004): Origin of extant domesticated sunflowers in eastern North America. Nature 430: 201–205.
- Hartmann F. (1979): Az *Amaranthus retroflexus* L. atrazinnal szembeni rezisztenciája és a rezisztens biotípus elterjedése Magyarországon. Növényvédelem 15: 491-495.
- Hattori, J. – Brown, D. – Mourad, G. – Labbé, H. – Ouellet, T. – Sunohara, G. – Routledge, R. – King, J. – Miki, B. (1995): An acetohydroxy acid synthase mutant reveals a single site involved in multiple herbicide resistance. Molecular and General Genetics 246: 419-425.
- Haukka, A. L. - Junnila, S. - Eriksson, C. (2005): Efficiency of imazamox in imidazolinone resistant spring oilseed rape in Finland. Agricultural and Food Science 14: 377-388.
- Hay, J. R. (1974): Gains to the grower from weed science. Weed Science 22: 439-442.

- Heap, I. M. - Morrison, I. N. (1996): Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in green foxtail (*Setaria viridis*). Weed Science 44: 25-30.
- Heap, I. M. - Murray, B. G. - Loeppky, H. A. - Morrison, I. N. (1993): Resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in wild oats (*Avena fatua*). Weed Science 41: 232-238.
- 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.
- Hershey, H. P. - Schwartz, L. J. - Gale J. P. - Abell, L. M. (1999): Cloning and functional expression of the small subunit of acetolactate synthase from *Nicotiana plumbaginifolia*. Plant Molecular Biology 40: 795-806.
- Heszky L. (2003): Herbicidrezisztens transzgénikus növények. In: Dudits D. – Heszky L. (szerk.): Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroinform Kiadó, Budapest, pp. 234-239.
- Heszky L. (2011): A transzgénikus (GM) növényfajták termesztésével kapcsolatos tudományos problémák. Magyar Tudomány 172 (1): 104-107.
- Hidayat, I. - Preston, C. (1997): Enhanced metabolism of fluazifop acid in a biotype of *Digitaria sanguinalis* resistant to the herbicide fluazifop-p-butyl. Pesticide Biochemistry and Physiology 57: 137-146.
- Hinz, J. R. R. - Owen, M. D. K. (1997): Acetolactate synthase resistance in a common waterhemp (*Amaranthus rudis*) population. Weed Technology 11: 13-18.
- Hochberg, O. - Sibony, M. - Rubin, B. (2009): The response of ACCase-resistant *Phalaris paradoxa* populations involves two different target site mutations. Weed Research 49: 37–46.
- 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. (2007): Az árvakelésű IMI és Express napraforgó elleni védekezés néhány tapasztalata. Gyakorlati Agrofórum 19 (4): 72-73.
- Hoffmanné Pathy Zs. (2008): A kukorica vegyszeres gyomirtása az atrazin hatóanyag használatának betiltása után. Gyakorlati Agrofórum Extra 22: 50-52.
- Hoffmanné Pathy Zs. (2010): Az Ikarus alkalmazási lehetősége az őszi káposztarepcevegyeszes gyomirtásában. Gyakorlati Agrofórum 21 (7): 15.

- Horowitz, M. (1973): Spatial growth of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Weed Research 13: 200–208.
- Howatt, K. A. – Endres, G. J. (2006): Herbicide-resistant sunflower (*Helianthus annuus*) response to soil residues of ALS-inhibiting herbicides. Weed Technology 20: 67-73.
- Hódi L. (2001): A gyomirtószeres kezelések időzítésének és túladagolásának hatása néhány imidazolinon toleráns kukoricahibridre. Magyar Gyomkutatás és Technológia 2 (2): 41-46.
- Hunyadi K. (1974): Vegyszeres gyomirtás, I. Általános rész. Egyetemi jegyzet, Keszthely.
- 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.
- Hunyadi K. – Pölös E. (1988): Herbicidrezisztencia. In: Hunyadi K. (szerk.): Szántóföldi gyomnövények és biológiájuk. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 381-407.
- Intanon, S. - Perez-Jones, A. - Hulting, A. G. - Mallory-Smith, C. A. (2011): Multiple Pro₁₉₇ ALS substitutions endow resistance to ALS inhibitors within and among mayweed chamomile populations. Weed Science 59: 431-437.
- 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. (2010): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2010. ISAAA Brief 42.
- Jander, G. - Baerson, S. R. - Hudak, J. A. - Gonzalez, K. A. – Gruys, K. J. – Last, R. L. (2003): Ethylmethanesulfonate saturation mutagenesis in *Arabidopsis* to determine frequency of herbicide resistance. Plant Physiology 131: 139-146.
- Járai-Komlódi M. - Juhász M. (1993): *Ambrosia elatior* in Hungary (1989-1990). Aerobiologia 9: 75-78.
- Jensen, K. I. N. – Stephenos, G. R. – Hunt L. A. (1977): Detoxification of atrazine in three gramineae subfamilies. Weed Science 25: 212-221.
- Jocic, S. – Malidza, G. – Cvejic, S. – Hladni, N. – Miklic, V. – Skoric, D. (2011): Development of sunflower hybrids tolerant to tribenuron methyl. Genetika 43: 175-182.
- Johnson, W. G. - Li, J. – Wait, J. D. (2003): Johnsongrass control, total nonstructural carbohydrates in rhizomes, and regrowth after application of

- herbicides used in herbicide-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 17: 36-41.
- 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.
- Jones, A.V. - Young, R. M. - Leto, K. J. (1985): Subcellular localization and properties of acetolactate synthase, target site of the sulfonylurea herbicides. *Plant Physiology* 77: 287-293.
- Jursík, M. – Andr, J. – Holec, J. – Soukup, J. (2011): Efficacy and selectivity of post-emergent application of flumioxazin and oxyfluorfen in sunflower. *Plant Soil Environment* 57: 532-539.
- Kakefuda, G. – Costello, C. – Sun, M. – Hu, W. (2002): DNA sequences encoding the *Arabidopsis* acetoxy-acid synthase small subunit and methods of use. US Patent 6.348.643.
- 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.
- Kaloumenos, N. S. - Dordas, C. A. - Diamantidis, G. C. – Eleftherohorinos, I. G. (2009): Multiple Pro₁₉₇ substitutions in the acetolactate synthase of corn poppy (*Papaver rhoeas*) confer resistance to tribenuron. *Weed Science* 57: 362-368.
- Kane, N. C. – Rieseberg, L. H. (2008): Genetics and evolution of weedy *Helianthus annuus* populations: adaptation of an agricultural weed. *Molecular Ecology* 17: 384–394.
- Kannangara, C. G. - Stumpf, P. K. (1972): Fat metabolism in higher plants. LIV. A procaryotic type acetyl CoA carboxylase in spinach chloroplasts. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 152: 83-91.
- 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.
- Kaundun, S. S. (2010): An aspartate to glycine change in the carboxyl transferase domain of acetyl CoA carboxylase and non-target-site mechanism(s) confer resistance to ACCase inhibitor herbicides in a *Lolium multiflorum* population. *Pest Management Science* 66: 249–1256.
- Kaya, Y. - Demerci, M. - Evci, G. (2004): Sunflower (*Helianthus annuus* L.) breeding in Turkey for broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) and herbicide resistance. *Helia* 27 (40): 199-210.
- Kádár A. (1982): Repce. A gyomirtás gyakorlata. In: Kádár A. (szerk.): Gyomirtás – vegyszeres természabályozás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 278-279.
- Keeler, S. J. - Sanders, P. - Smith, J. K. - Mazur, B.J. (1993): Regulation of tobacco acetolactate synthase gene expression. *Plant Physiology* 102: 1009-1018.

- Kershner, K. S. - Al-Khatib, J. K. - Krohtapalli, K. - Tuinstra, M. R. (2011): Genetic resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase-inhibiting herbicides in grain sorghum. *Crop Science* 52: 64-73.
- Kleschick, W. A. - Costales, M. J. - Dunbar, J. E. - Meikle, R. W. - Monte, W. T. - Pearson, N. R. - Snider, S. W. - Vinogradoff, A. P. (1990): New herbicidal derivatives of 1,2,4-triazolo[1,5-*a*]pyrimidine. *Pesticide Science* 29: 341-355.
- Kleschick, W. A. – Gerwick, B. C. – Carson, C. M. – Monte, W. T. – Snider, S. W. (1992): DE-498, a new acetolactate synthase inhibiting herbicide with multicrop selectivity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40: 1083–1085.
- 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.
- 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.
- 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.
- Kömíves T. – Béres I. – Reisinger P. – Lehoczky É. – Berke J. – Tamás J. – Páldy A. – Csornai G. – Nádor G. – Kardeván P. – Mikulás J. – Gólya G. – Molnár J. (2006): A parlagfű elleni védekezés új stratégiai programja. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 6 (1): 5–50.
- Körösmezei Cs. (2000): Gondolatok a Magyarországon kialakult gyomhelyzet

- okairól. Gyakorlati Agrofórum 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.
- Kuk, Y. I. - Burgos, N. R. - Scott, R. C. (2008): Resistance profile of diclofop-resistant Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) to ACCase-and ALS-inhibiting herbicides in Arkansas, USA. Weed Science 56: 614-623.
- Laaidi, M. - Laaidi, K. - Besancenot, J. P. - Thibaudon, M. (2003): Ragweed in France: An invasive plant and its allergenic pollen. Annals of Allergy, Asthma and Immunology 91 (2): 195–201.
- 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.
- 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.
- Lee, Y.-T. – Duggleby, R. G. (2001): Identification of the regulatory subunit of *Arabidopsis thaliana* acetohydroxyacid synthase and reconstitution with its catalytic subunit. Biochemistry 40: 6836–6844.
- Lee, Y.-T. – Duggleby, R. G. (2002): Regulatory interactions in *Arabidopsis thaliana* acetohydroxyacid synthase. FEBS Letters 512: 180-184.
- Lee, K. Y. – Townaend, J. – Tepperman, J. – Black, M. – Chui, C. F. – Mazur, B. J. – Dunsmuir, P. – Bedbrook, J. (1988) : The molecular basis of sulfonylurea herbicide resistance in tobacco. The EMBO Journal 7: 1241-1248.
- Lehoczyk É. – Borosné Nagy, A. (2002): Az *Echinochloa crus-galli* (L.) P. B. és a kukorica kompetíciójának hatása I. a növények növekedésére. 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.
- Levitt, G. (1978): Herbicidal sulfonamides. US Patent 4,127,405.
- 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.
- Liu, W. - Harrison, D. K. - Chalupska, D. - Gornicki, P. - O'Donnell, C. C. - Adkins, S. W., et. al (2007): Single-site mutations in the carboxyltransferase domain of plastid acetyl-CoA carboxylase confer resistance to grass-specific herbicides. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 3627-3632.
- 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.
- Loux, M. M. - Reese, K. D. (1992): Effect of soil pH on adsorption and persistence of imazaquin. *Weed Science* 40: 490-496.
- 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.
- Malik, N. - Vanden Born, W. H. (1987): False cleavers (*Galium spurium* L.) competition and control in rapeseed. *Canadian Journal of Plant Science* 67: 839-844.
- Mallory-Smith, C. A. - Thill, D. C. - Dial, M. J. (1990): Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology* 4: 163-168.
- Mansooji, A. M. - Holtum, J. A. - Boutsalis, P. - Matthews, J. M. - Powles, S. B. (1992): Resistant to aryloxyphenoxypropionate herbicides in two wild oat species (*Avena fatua* and *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*): *Weed Science* 40: 599-605.
- Marles, M. A. S. - Devine, M. D. - Hall, J. C. (1993): Herbicide resistance in *Setaria viridis* conferred by a less sensitive form of acetyl coenzyme A carboxylase. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 46: 7-14.
- Marshall, M. W. - Al-Khatib, K. - Loughin, T. (2001): Gene flow, growth, and competitiveness of imazethapyr-resistant common sunflower. *Weed Science* 49: 14-21.
- 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.
- Martin, S. G. - Van Acker, R. C. - Friesen, L. F. (2001): Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science* 49: 326-333.
- Massinga, R. A. - Al-Khatib, K. J. - Amand, P. St. - Miller J. F. (2003): Gene flow from imidazolinone-resistant domesticated sunflower to wild relatives. *Weed Science* 51: 854-862.

- Massinga, R. A. - Al-Khatib, K. J. - Amand, P. S. – Miller, J. F. (2005): Relative fitness of imazamox-resistant common sunflower and prairie sunflower. *Weed Science* 53: 166-174.
- Masters, R. A. – Troth, J. L. – Jachetta, J. J. – Jensen, J. L. – Tank, H. – Sleugh, B. B. (2006): Aminopyralid: global opportunities for a new herbicide. *Proceedings of North Central Weed Science society* 61: 58.
- Mazur, B. J. - Chui, C.-F. – Smith, J. K. (1987): Isolation and characterization of plant genes coding for acetolactate synthase, the target enzyme for two classes of herbicides. *Plant Physiology* 85: 1110-1117.
- Máté A. (1978): Az őszi káposztarepce termesztése. *In: Antal J. (szerk.): Olajnövények termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 36-55.*
- McCourt, J. A. – Pang, S. S. – Duggleby, R. G. – Guddat, L. W. (2005): Elucidating the specificity of binding of sulfonylurea herbicides to acetohydroxyacid synthase. *Biochemistry* 44: 2330–2338.
- McCourt, J. A. – Pang, S. S. - King-Scott, J. – Duggleby, R. G. – Guddat, L. W. (2006): Herbicide binding sites revealed in the structure of plant acetohydroxyacid synthase. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103: 569–573.
- 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.
- McWorther, C. G. – Hartwig, E. E. (1966): Cocklebur control in soybeans with 2,4-DB. *Weeds* 14: 187-190.
- 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: 281-288.
- Menendez, J. M. – DePrado, R. - Devine M. D. (1997): Chlorsulfuron cross-resistance in a chlorotoluron-resistant biotype of *Alopecurus myosuroides*. Brighton Crop Protection Conference: Weeds. *Proceedings of an International Conference, Brighton, UK, pp. 17-20.*
- Miflin, B. J. (1971): Cooperative feedback control of barley acetohydroxyacid synthetase by leucine, isoleucine, and valine. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 146: 542-550.
- Miflin, B. J. (1974): The location of nitrite reductase and other enzymes related to amino acid biosynthesis in the plastids of root and leaves. *Plant Physiology* 54: 550-555.
- Mikulás J. (2004): A szőlő gyomnövényei és gyomirtása. *Növényvédelem* 40: 343-357.
- Miller, J. F. (1987): Sunflower. P. *In: Fehr, W. R. - Fehr, E. L. - Jessen, H. J. (ed.): Principle of cultivar development. Volume 2. Mecomillan, New York, pp. 626-688.*

- 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.
- Mikó P. (2012): Ismét júniális a szántóföldön. *Agrárágazat* 13 (7): 54.
- 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.
- Mohamed, I. A. - Li, R. - You, Z. - Li, Z. (2012): Japanese Foxtail (*Alopecurus japonicus*) resistance to fenoxaprop and pinoxaden in China. *Weed Science* 60:167-171.
- Molnár F. – Szabó L. (2012): Egyszikű gyomnövények a kapás kultúrákban. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 45: 110-116.
- Moreland, D. E. (1980): Mechanism of action of herbicides. *Annual Review of Plant Physiology* 31: 597-638.
- Moshe, S. – Baruch, R. (2003): Molecular basis for multiple resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides and atrazine in *Amaranthus blitoides* (prostrate pigweed). *Planta* 216: 1022-1027.
- Moss, S. R. (1990): Herbicide cross-resistance in slender foxtail (*Alopecurus myosuroides*). *Weed Science* 38: 492- 496.
- Muhitch, M. J. - Shaner, D. L. – Stidham, M. A. (1987): Imidazolinones and acetohydroxyacid synthase from higher plants. Properties of the enzyme from maize suspension culture cells and evidence for the binding of imazapyr to acetohydroxyacid synthase in vivo. *Plant Physiology* 83: 451-456.
- Muller, M.-H. - Delieux, F. - Fernandez-Martinez, J. M. - Garric, B. - Lecomte, V. - Anglade, G. – Leflon, M. (2009): Occurrence, distribution and distinctive morphological traits of weedy *Helianthus annuus* L. populations in Spain and France. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56: 869–877.
- Muller, M.-H. - Latreille, M. – Tollon, C. (2011.) The origin and evolution of a recent agricultural weed: population genetic diversity of weedy populations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Spain and France. *Evolutionary Applications* 4: 499–514.
- Murray, B. G. - Morrison, I. N. - Brûlé-Babel, A. (1995): Inheritance of acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistance in wild oat (*Avena fatua*). *Weed Science* 43: 233-238.
- Murray, B. G. - Morrison, I. N. - Friesen, L. F. (2002): Pollen-mediated gene flow in wild oat. *Weed Science* 50: 321-325.
- Nagy I. (2003): Az őszi káposztarepce gyomviszonyainak jellemzői a Kisalföldön (1997-1999). *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 4 (1): 45-63.

- 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.
- Namgoong, S. K. – Lee, H. J. – Kim, Y. S. – Shin, J.-H. – Che, J.-K. – Jang, D. Y. - Kim G.-S. – Yoo, J. W. – Kange, M.-K. – Kil, M.-W. – Choi, J.-D. – Chang, S.-I. (1999): Synthesis of quinoline-linked triazolopyrimidine analogues and their interactions with the recombinant tobacco acetolactate synthase. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 258: 797–801.
- Nelson, K. A. – Renner, K. A. – Penner, D. (1998): Weed control in soybean (*Glycine max*) with imazamox and imazethapyr. *Weed Science* 46: 587-594.
- 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.
- Nosticzius Á. (2004): Az elágazó szénláncú aminosavak képződését gátló herbicidek. *In: Loch J. - Nosticzius Á. (szerk.): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 320-330.*
- Novák R. (2006): Az őszi káposztarepce gyomirtása. *Növényvédelem* 9: 514-519.
- 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, termésmenvelő anyagok 2012 I. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest, pp. 8-442.*
- O'Donovan, J. T. – Harker, N. K. – Clayton, G. W. – Blackshaw, R. E. (2006): Comparison of a glyphosate-resistant canola (*Brassica napus* L.) system with traditional herbicide regimes. *Weed Technology* 20: 494-501.
- Ohlrogge, J. B. - Kuhn, D. N. - Stumpf, P. K. (1979): Subcellular localization

- of acyl carrier protein in leaf protoplasts of *Spinaca oleracea*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 76: 1194-1198.
- 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. - Tsitrone, 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.
- O’Sullivan, P. A. - Kossatz, V. C. (1984): Selective control of Canada thistle in rapeseed with 3,6 – dichloropicolinic acid. Canadian Journal of Plant Science 62: 989 – 993.
- Ouellet, T. - Rutledge, R. G. - Miki, B.L. (1992) Members of the acetohydroxyacid synthase multigene family of *Brassica napus* have divergent patterns of expression. Plant Journal, 2: 321-330.
- Pang, S. S. – Guddat, L. W. – Duggleby, R. G. (2001): Crystallization of the catalytic subunit of *Saccharomyces cerevisiae* acetohydroxyacid synthase. Acta Crystallographica D 57: 1321–1323.
- Pang, S. S. – Guddat, L. W. – Duggleby, R. G. (2003): Molecular basis of sulfonyleurea herbicide inhibition of acetohydroxyacid synthase. Journal of Biological Chemistry 278: 7639–7644.
- Pannacci, E. – Graziani, F. – Graziani, F. – Covarelli, G. (2007): Use of herbicide mixtures for pre and post-emergence weed control in sunflower (*Helianthus annuus*). Crop Protection 26: 1150–1157.
- Papapanagiotou, A. P. - Kaloumenos, N. S. - Eleftherohorinos, I. G. (2012): Sterile oat (*Avena sterilis* L.) cross-resistance profile to ACCase-inhibiting herbicides in Greece. Crop Protection 35: 118–126.
- 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 cultures¹. Plant Physiology 92: 1220-1225.
- Patzoldt, W. L. - Tranel, P. J. (2007): Multiple ALS mutations confer herbicide resistance in waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*). Weed Science 55: 421-428.
- 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.
- Peternel, R. - Culig, J. - Srnec, L. - Mitic', B. - Vukusic, I. - Hrga, I. (2005): Variation in ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) concentration in central Croatia, 2002–2003. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 12 11–16.
- Pfenning, M. – Kehler, R. – Bremer, H. (2012): New perspectives for weed control in winter oilseed rape due to the introduction of the Clearfield® system. 25th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig, Germany, pp. 434.
- Pfenning, M. - Palfay G. - Guillet, T. (2008): The CLEARFIELD® technology – A new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Special issue 21: 649-654.
- 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. – Karácsony P. (2010): Napraforgóvetéseink gyomnövényzetének vizsgálata. *Növényvédelem* 46: 425-429.
- Pinke Gy. - Pál R. (2005): Gyomnövényeink eredete, termőhelye és védelme. Alexandra Kiadó, Pécs.
- Podhradzky J. (1968): A napraforgó és a csicsóka betegségei. *In: Ubrizsy G. (szerk.): Növényvédelmi enciklopédia I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 389-390.*
- Podkowinski, J. - Jelenska, J. - Sirikhachornkit, A. - Zuther, E. - Haselkorn, R. - Gornicki, P. (1996): Expression of cytosolic and plastid acetyl-coenzyme A carboxylase genes in young wheat plants. *Plant Physiology* 131: 763–772.
- Polakis, S. E. - Guchhait, R. B. - Zwergel, E. E. - Lane, M. D. - Cooper, T. G. (1974). Acetyl coenzyme A carboxylase system of *Escherichia coli*: studies on the mechanisms of the biotin carboxylase- and carboxyltransferase-catalyzed reactions *The Journal of Biological Chemistry* 249: 6657-6667.
- Poloznyak, E. N. (2008): Dicotyledonous weed plant number regulation in rape crops. *Zashchita rstenij* 32: 65-70.
- Pomsár P. – Reisinger P. (2004): Kaszatszóródás vizsgálata napraforgóban. *Növénytermelés* 53: 489-498.
- Post-Beittenmiller, D. - Roughan, G. - Ohlrogge, J. B. (1992): Regulation of plant fatty acid biosynthesis. *Plant Physiology* 100: 923-930.
- Poston, D. H. – Wilson, H. P. – Hines, T. E. – Trader, B. W. (2000): Growth analyses in one imidazolinone-susceptible and four resistant smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) population. *Proceedings of Weed*

- Science Society of America 40: 62.
- Poverene, M. – Carrera, A. – Cantamutto, M. (2004): Wild *Helianthus* species and wild-sunflower hybridization in Argentina. *Helia* 27 (40): 133-141.
- Pölös E. - Lehoczki E. - Mikulás J. - Szigeti Z. (1987): Paraquat rezisztencia Magyarországon. *Növényvédelem* 23: 97-104.
- Preston, C. - Tardif, F. J. - Christopher, J. T. - Powles, S. B. (1996): Multiple resistance to dissimilar herbicide chemistries in a biotype of *Lolium rigidum* due to enhanced activity of several herbicide degrading enzymes. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 54: 123–134.
- Primiani, M. - Cotterman, M. J. C. - Saari, L. L. (1990): Resistance of kochia (*Kochia scoparia*) to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. *Weed Technology* 4: 169–172.
- Pritchard, M. K. – Warren, G. F. – Dilley, R. A. (1980): Site of action of oxyfluorfen. *Weed Science* 28: 640-645.
- Prostko, E. P. - Grey, T. L. – Davis, J. W. (2009): Imidazolinone-resistant sunflower tolerance to imazapic. *Weed Technology* 23: 188-190.
- 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. – Gula, 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.
- Ray, T. B. (1984): Site of action of chlorsulfuron inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Plant Physiology* 75: 827–831.
- Reisinger P. (1977): A gyomfelvételezési módszerek összehasonlító vizsgálata. *Növényvédelem* 13: 359-361.
- Reisinger P. (1981): A monokultúra, tőszám, műtrágyázás hatása a kukorica gyomnövényzetére. *Növényvédelem* 17: 163-168.
- Reisinger P. (1997): A szója gyomirtása. *In: Glits M. - Horváth J. - Kuroli G. - Petróczi I. (szerk.): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 162-163.*
- Reisinger P. (2000a): Kukorica (*Zea mays* L.). *In: Hunyadi K. - Béres I. - Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 494-502.*
- Reisinger P. (2000b): Napraforgó (*Helianthus annuus* L.). *In: Hunyadi K. - Béres I. - Kazinczi G. (szerk.): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 503-505.*
- Reisinger P. (2011): A precíziós gyomszabályozás folyamattervezése őszi búzában. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 12 (1): 13-22.

- Reisinger P. - Lukács I. - Reisinger Pné. (2006): Vizsgálatok imidazolinon és tribenuron-metil toleráns napraforgóban. Magyar Gyomkutatás és Technológia, 7 (2): 91-101.
- 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.
- Renner, K. A. - Meggit, W. F. - Penner, D. (1988): Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr and sorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). Weed Science 36: 78-83.
- Reverdatto, S. - Beilinson, V. - Nielsen, N. C. (1999): A multisubunit acetyl coenzyme A carboxylase from soybean1. Plant Physiology 119: 961-978.
- Roesler, K. R. - Shorosh, B. S. - Ohlrogge, J. B. (1994): Structure and expression of an *Arabidopsis* acetyl-coenzyme A carboxylase gene. Plant Physiology 105: 611-617.
- 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.
- Rutledge, R. G. - Quellet, T. - Hattori, J. - Miki, B. L. (1991): Molecular characterization and genetic origin of the *Brassica napus* acetohydroxyacid synthase multigene family. Molecular and General Genetics 229: 31-40.
- Ryan, G. F. (1970): Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. Weed Science 18: 614-616.
- Saari, L. L. - Mauvais, C. J. (1994): Sulfonylurea herbicide-resistant crops. In: Duke, S. O. (ed.): Herbicide-Resistant Crops: Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory, and Technical Aspects. New York, Lewis, pp. 127-142.
- Sala, C. A. - Bulos, M. (2011): Inheritance and molecular characterization of broad range tolerance to herbicides targeting acetohydroxyacid synthase in sunflower Theoretical and Applied Genetics 124: 355-364.
- 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. - Bulos, M. - Whitt, S. R. - Weston, B. J. - Echarte, A. M. - Singh, B. K. (2011): Herbicide-resistant sunflower plants with multiple herbicide resistant alleles of AHASL1 and methods of use. US Patent 20110277051.
- 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.
- Santel, H. J. - Bowden, B. A. - Sorensen, V. M. - Mueller, K. H. – Reynolds, J. (1999): Flucarbazone-sodium: a new herbicide for grass control in wheat. *Proceeding Weed Science Society of America* 39: 7.
- Sasaki, Y. - Hakamada, K. - Suama, Y. - Nagano, Y. - Furusawa, I. - Matsuno, R. (1993): Chloroplast-encoded protein as a subunit of acetyl-CoA carboxylase in pea plant. *The Journal of Biological Chemistry* 268: 25118-25123.
- Sasaki, Y. - Konishi, T. - Nagano, Y. (1995): The compartmentation of acetyl-coenzyme A carboxylase in plants. *Plant Physiology* 108: 445-449.
- Sathasivan, K. - Haughn, G. W. – Mura, N. (1991): Molecular basis of imidazolinone herbicide resistance in *Arabidopsis thaliana* var. *Columbia*. *Plant Physiology* 97: 1044-1050.
- Scarabel, L. - Panozzo, S. - Varotto, S. - Sattin, M. (2011): Allelic variation of the ACCase gene and response to ACCase-inhibiting herbicides in pinoxaden-resistant *Lolium* spp. *Pesticide Management Science* 67: 932–941.
- Schloss, J. V. – Ciskanik, L. M. – VanDyk, D. E. (1988) Origin of the herbicide binding site of acetolactate synthase. *Nature* 331: 360-362.
- Schmitt, G. K. – Singh, B. K. (1990): Tissue distribution of acetohydroxyacid synthase activity at various developmental stages of lima bean. *Pesticide Science* 30: 418-419.
- Schmitzer, P. R. - Eilers, R. J. – Cséke, Cs. (1993): Lack of cross-resistance of imazaquin-resistant *Xanthium strumarium* acetolactate synthase to flumetsulam and chlorimuron. *Plant Physiology* 103: 281-283.
- Scholz, H. – Mikolás, V. (1991): The weedy representatives of proso millet (*Panicum miliaceum*, *Poaceae*) in Central Europe. *Thaisszia* 1: 31-41.
- Schröder, G. - Meinschmidt, E. (2009): Investigations on control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) with herbicides. *Gesunde Pflanzen* 61: 135-150.
- Schweizer, E. E. – Bridge, L. D. (1982): Sunflower (*Helianthus annuus*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference in sugarbeets (*Beta vulgaris*). *Weed Science* 30: 514–519.
- 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 sulfonylurea 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.
- 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.
- 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.
- Shimi, P. – Abtali, Y. – Jamali, M. – Maknali, A. (2007): Evaluating new herbicides in canola. *Pakistan Journal of Weed Science* 13: 199-207.
- Shimizu, T. – Nakayama, I. – Wada, N. – Nakao, T. – Abe, H. (1994): Kinetic studies on the inhibition of acetolactate synthase by pyrimidinylsalicylic acids. *Journal of Pesticide Science* 19: 257–266.
- Shindrova, P. (2006): Broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Bulgaria – distribution and race composition. *Helia* 29 (44): 111-120.
- Shivrain, V. K. – Burgos, N. R. – Anders, M. M. – Rajguru, S. N. – Moore, J. – Sales, M. A. (2007): Gene flow between Clearfield™ rice and red rice. *Crop Protection* 26: 349-356.
- Shukla, A. - Leach, G. E. - Devine, M. D. (1997): High-level resistance to sethoxydim conferred by an alteration in the target enzyme, acetyl-CoA carboxylase, in *Setaria faberi* and *Setaria viridis*. *Plant Physiology and Biochemistry* 35: 803-807.
- Sibony, M. - Michel, A. - Haas, H. U. - Rubin, B. – Hurle, K. (2001): Sulfometuron-resistant *Amaranthus retroflexus*: cross-resistance and molecular basis for resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides. *Weed Research* 41: 509–522.
- 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.
- Singh, B. K. - Schmitt, G. - Lillis, M. - Hand, J. M. - Misra, R. (1991): Overexpression of acetohydroxyacid synthase from *Arabidopsis* as an inducible fusion protein in *Escherichia coli*. Production of polyclonal antibodies, and immunological characterization of the enzyme. *Plant Physiology* 97: 657-662.
- Singh, B. K. – Shaner, D. L. (1995): Biosynthesis of branched chain amino acids: from test tube to field. *The Plant Cell* 7: 935-944.
- Singh, B. K. – Stidham, M. A. – Shaner, D. L. (1988): Separation and

- characterization of two forms of acetohydroxyacid synthase from black Mexican sweet corn cells. *Journal of Chromatography* 444: 251–261.
- Snow, A. A. - Moran-Palma, P. - Rieseberg, L. H. - Wszelaki, A. – Seiler, G. (1998): Fecundity, phenology, and seed dormancy of F1 wild-crop hybrids in sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *American Journal of Botany* 85: 794-801.
- Snow, A. A. – Pilson, D. – Rieseberg, L. H. – Paulsen, M. J. – Pleskac, N. – Reagon, M. R. – Wolf, D. E. – Selbo, M. S. (2003): A Bt transgene reduces herbivory and enhances fecundity in wild sunflowers. *Ecological Applications* 13: 279-286.
- Soltani, N. – Shropshire, C. – Sikkema, P. H. (2006): Control of volunteer glyphosate-tolerant maize (*Zea mays*) in glyphosate-tolerant soybean. *Crop Protection* 25: 178-181.
- Solymosi P. (1998): Öngerjesztő herbicid rezisztencia. *Gyakorlati Agrofórum* 8: 51-54.
- Solymosi P. – Horváth Z. – Piszker Z. – Vecseri Cs. (2004): Magyarországi napraforgószádor-populációk taxonómiai besorolásának vizsgálata. *Növényvédelem* 40: 361-363.
- 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.
- Southan, M. D. – Copeland, L. (1996): Physical and kinetic properties of acetohydroxyacid synthase from wheat leaves *Physiologia Plantarum* 98: 824–832.
- Souza-Machado, V. - Bandeen, J. D. - Stephenson, G. R. - Lavigne, P. (1978): Uniparental inheritance of chloroplast atrazine tolerance in *Brassica campestris*. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 977–981.
- Stacewicz-Sapuncakis, M. - Vengris, J. - Marsh, H. V. - Jennings, P. H. – Robinson, T. (1973): Response of common purslane to dicamba. *Weed Science* 21: 385-389.
- Stallings, G. P. - Thill, D. C. - Mallory-Smith, C. A. - Shafii, B. (1995): Pollen-Mediated gene flow of sulfonyleurea-resistant kochia (*Kochia scoparia*). *Weed Science* 43: 95-102.
- 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.
- Stidham, M. A. (1991): Herbicides that inhibit acetohydroxyacid synthase. *Weed Science* 39: 428–434.

- 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.
- Straussmann, M. – Thomas, A. J. – Weinhouse, S. (1953): Valine biosynthesis in *torulopsis utilis*. *Journal of the American Chemical Society* 75: 51-53.
- 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.
- Szepessy I. (1977): Napraforgó peronoszpóra. *In: Szepessy I. (szerk.): Növénybetegségek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 325-327.*
- Székács A. (2006): Gyomirtó szerek. *In: Darvas B. - Székács A. (szerk.): Mezőgazdasági ökotoxikológia. L'Harmattan Kiadó, Budapest, pp. 95-116.*
- Szél E. – Makra M. (2011): A kukorica gyomirtási technológiák és azok négy éves (2007-2010) szegedi kísérleti eredményei. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 40: 60-67.
- Szél S. - Szél E. - Pálfay 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.
- Tal, A. - Rubin, B. (2004): Molecular characterization and inheritance of resistance to ACCase-inhibiting herbicides in *Lolium rigidum*. *Pesticide Management Science* 60: 1013–1018.
- 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.
- Teclé, B. – Cunha, A. D. – Shaner, D. L. (1993): Differential routes of metabolism of imidazolinones: basis for soybean (*Glycine max*) selectivity. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 46: 120–130.
- 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.
- Tonev, T. - Mitkov, A. - Dochev, C. - Tityanov, M. (2009): Possibilities of SU-technology for an efficient weed control in sunflower. *Plant Science* 46: 161-166.
- 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. – Horn A. – Hódi L. – Kristó L. – Hódi-Szél M. (2006a): Phytotoxicity study of flumioxazin and its combinations with different adjuvants in sunflower cultivars. *Cereal Research Communications* 34: 453-456.
- Torma M. G. - Hódi L. - Benécsné B. G. - Kazinczi G. (2006b): Distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Hungary. *International Symposium Intractable Weeds and Plant Invaders*. Ponta Delgada, Azores, Portugal, pp. 19.
- Torma M. G. - Kazinczi G. – Hódi L. (2006c): 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.
- Trucco, F. – Gager, A. G. – Tranel, P. J. (2006): Acetolactate synthase mutation conferring imidazolinone-specific herbicide resistance in *Amaranthus hybridus*. *Journal of Plant Physiology* 163: 475-479.
- Tse, J. M. T. - Schloss, J. V. (1993): The oxygenase activity of acetolactate synthase. *Biochemistry* 32: 10398-10403.
- 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.
- Ughy P. (2009): Az elmúlt évek tapasztalatai a repce gyomirtásában. *Gyakorlati Agrofórum Extra* 29: 38-40.
- Ujvárosi M. (1973): Gyomirtás. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.
- Ujvárosi M. – Fekete A. – Reisinger P. – Pfeifer D. (1979): A

- gyomfelvételezések számítógépes feldolgozásának módszere. MÉM. Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest.
- Uludag, A. - Park, K. W. - Canon, J. - Mallory-Smith, C. A. (2008): Cross-resistance of acetyl-CoA carboxylase (ACCase) inhibitor-resistant wild oat (*Avena fatua*) biotypes in the Pacific Northwest. *Weed Technology* 22: 142-145.
- Umbarger, H. E. (1978): Amino acid biosynthesis and its regulation. *Annual Review of Biochemistry* 47: 533-606.
- Umbarger, H. E. – Brown, B. (1958): Isoleucine and valine metabolism in *Escherichia coli* VII. A negative feedback mechanism controlling isoleucine biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry* 233: 415-420.
- Upadhyay, B. M. – Smith, E. G. – Clayton, G. W. – Harker, K. N. – Blackshaw, R. E. (2006): Economics of integrated weed management is herbicide-resistant canola. *Weed Science* 54: 138-147.
- 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.
- Vangessel, M. J. - Johnson, Q. – Isaac, M (1997): Response of sethoxidim-resistant corn (*Zea mays*) hybrids to postemergence graminicides. *Weed Technology* 12: 598-601.
- Varga L. – Szabó L. (2008): A kukorica gyomirtása. *Növényvédelem* 44: 181-198.
- Varga P. – Béres I. – Reisinger P. (2000): Gyomnövények hatása a kukorica terméseredményére szántóföldi kísérletekben. *Magyar Gyomkutató 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.
- Vaughan, D. A. - Sanchez, P. L. - Ushiki, J. - Kaga, A. – Tomooka, N. (2005): Asian rice and weedy rice – evolutionary perspectives. *In: Gressel, J. (ed.): Crop Ferality and Volunteerism. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, pp. 257–277.*
- Veldhuis, L. J. - Hall, L. M. - O'Donovan, J. T. - Dyer, W – Hall, J. C. (2000): Metabolism-Based Resistance of a wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) biotype to ethametsulfuron-methyl. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 2986–2990.
- Vértes, 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.

- Luisiana-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.
- Vischi, M. - Cagiotti, M. E. - Cenci, C. A. - Seiler, G. J. – Olivieri, A. M. (2006): Dispersal of wild sunflower by seed and persistent basal stalks in some areas of central Italy. *Helia* 45: 89–94.
- Wakil, S. J. - Stoops, J. K. - Joshi, V. C. (1983): Fatty acid synthesis and its regulation. *Annual Review of Biochemistry* 52: 537-579.
- Wang, T. - Picard, J. C. - Tian, X. - Darmency, H. (2010): A herbicide-resistant ACCase 1781 *Setaria* mutant shows higher fitness than wild type. *Heredity* 105: 394–400.
- Wax, L. M. – Bernard, R. L. – Hayes, R. M. (1974): Response of soybean cultivars to bentazon, bromoxinil, chloroxuron, and 2,4-DB. *Weed Technology* 22: 35-41.
- 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.
- Whaley, C. M. – Wilson, H. P. – Westwood, J. H. (2007): A new mutation in plant ALS confers resistance to five classes of ALS-inhibiting herbicides. *Weed Science* 55: 83-90.
- White, A. D. - Graham, M. A. – Owen, M. D. K. (2003): Isolation of acetolactate synthase homologs in common sunflower. *Weed Science* 51: 845-853.
- 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.
- White, G. M. - Moss, S. R. - Karp, A. (2005): Differences in the molecular basis of resistance to the cyclohexanedione herbicide sethoxydim in *Lolium multiflorum*. *Weed Research* 45: 440–448.
- 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.
- Wiederholt, R. J. - Stoltenberg, D. E. (1995). Cross-resistance of a large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accession to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides. *Weed Technology* 9: 518-524.
- Wiederholt, R. J. - Stoltenberg, D. E. (1996): Similar fitness between large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) accessions resistant or susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. *Weed Technology* 10: 42-49.

- Wiersma, P. A. - Schmiemann, M. G. - Condie, J. A. - Crosby, W. L. - Moloney, M. M. (1989): Isolation, expression and phylogenetic inheritance of an acetolactate synthase gene from *Brassica napus*. *Molecular and General Genetics* 219: 413-420.
- 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.
- Williams, M. M. – Boydstone, R. A. (2002): Effect of shoot removal during tuberization on volunteer potato (*Solanum tuberosum*) tuber production. *Weed Technology* 16: 617-617.
- 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.
- Winton-Daniels, K. - Frans, R. - McClelland, M. (1990): Herbicide systems for Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in Soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology* 4: 115-122.
- Wright, T. R. - Penner, D. (1998a): Cell selection and inheritance of imidazolinone resistance in sugarbeet (*Beta vulgaris*) *Theoretical and Applied Genetics*, 96: 612-620.
- Wright, T. R. – Penner, 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.
- Yu, Q. - Collavo, A. - Zheng, M.-Q. - Owen, M. - Sattin, M. - Powels, S. B. (2007): Diversity of acetyl-Coenzyme A carboxylase mutations in resistant *Lolium* populations: Evaluation using clethodim. *Plant Physiology* 145: 547-558.
- Yu, Q. - Zhang, X. Q. - Hashem, A. - Walsh, M. J. – Powles, S. T. (2003): ALS gene proline (197) mutations confer ALS herbicide resistance in eight separated wild radish (*Raphanus raphanistrum*) populations. *Weed Science* 51:831-838.
- Zagnitko, O. - Jelenska, J. - Tevzadze, G. - Haselkorn, R. - Gornicki, P. (2001): An isoleucineyleucine residue in the carboxyltransferase domain of acetyl-CoA carboxylase is critical for interaction with aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98: 6617–6622.
- Zelaya, I. A. - Owen, M. D. K. (2004): Evolved resistance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides in common sunflower (*Helianthus annuus*),

- giant ragweed (*Ambrosia trifida*), and shattercane (*Sorghum bicolor*) in Iowa. *Weed Science* 52: 538-548.
- 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.
- Zhang, W.-Q. - Powles, S. B. (2006). The molecular bases for resistance to acetyl co-enzyme A carboxylase (ACCase) inhibiting herbicides in two target-based resistant biotypes of annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Planta* 223: 550-557.
- 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. (2004): Advances in sunflower weed control in the USA. *Proceedings of 16 th International Sunflower Conference, Frago, ND USA*, pp. 435-439.
- Zollinger, R. K. – Ries, J. L. (2006): Comparing mesotrione, tembotrione, and topramezone. *Proceedings of North Central Weed Science Society* 61: 114.

URL1: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:341:0045:0046:HU:PDF>

MELLÉKLETEK

I. ÁBRAJEGYZÉK

Irodalmi áttekintés

1. *ábra*: A főbb herbicid rezisztencia típusok elterjedése

Forrás: www.weedscience.org

2. *ábra*: Az elágazó szénláncú aminosavak képződésének folyamata

Forrás: Singh – Shaner (1995)

3. *ábra*: Az *Arabidopsis thaliana* AHAS enzimjének strukturális felépítése, és ezen öt helyzet, ahol rezisztencia kialakulhat

Forrás: McNaughton *et al.* (2005)

4. *ábra*: A főbb egyszikű gyomfajok borítottságának alakulása 1964 (I. Orsz. Gyomf.) és 2007-2008 (V. Orsz. Gyomf.) között (kukorica nyáreleji gyomfelvételezésének eredményei)

Forrás: Novák *et al.* (2009)

5. *ábra*: A napraforgó vetésterületének (zöld oszlop), és a napraforgó árvelés borítottságának alakulása az Országos Gyomfelvételezések során (piros vonal)

Anyag és módszer

6. *ábra*: A kísérletben vizsgált napraforgó árvelések elhelyezkedése, és a herbicides kezelések kialakítása, 2009

7. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2008

8. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2009

9. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2011

10. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2009

11. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2010

12. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2011

13. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása a kezeléseknél, 2009

14. *ábra*: Az időjárási tényezők alakulása az őszi kezeléseknél, 2011

Eredmények

15. *ábra*: Oxifluorfen kezelés után regenerálódó *A. artemisiifolia*

16. *ábra*: Imazamox + kultivátor kezelés, 2008 július

17. *ábra*: A hagyományos preemergens gyomirtási technológiával kezelt parcella

18. *ábra*: Flumioxazin kezelés után új hajtást képző *A. artemisiifolia*
19. *ábra*: A kép felső részében az imazamox + kultivátor kezelés, a kép alsó részében az imazamox kezelés hatékonysága, 2009. augusztus
20. *ábra*: Középen: fluorkloridon kezelés után elpusztult parlagfű egyed, mellette: regenerálódó példányok
21. *ábra*: Tribenuron-metil + cikloxiidim kombinációval egy menetben történő posztemergens gyomirtás hatása a „homozigóta” SU napraforgóban
22. *ábra*: A *C. arvense* borítottsága a területen, 2008. 04. 26.
23. *ábra*: Az első kultivátoros kezelés hatása a *C. arvense* ellen
24. *ábra*: Bal oldalon a CLHA-Plus változat, jobb oldalon a besárgult IMISUN (NK Neoma) napraforgók az imazamox kezelés utáni 6. napon
25. *ábra*: A PR63E82 hibrid a tribenuron-metil + cikloxiidim kezelés hatására
26. *ábra*: A PR63A05 hibrid állománya a tribenuron-metil + cikloxiidim kezelés következtében, 2009
27. *ábra*: Egyéves egyszikű fajok borítottsága a KF4FH-F-08 területen, 2007
28. *ábra*: Egyéves kétszikű fajok borítottsága a KF4FH-F-08 területen, 2007
29. *ábra*: Egyéves egyszikű fajok borítottsága a KLA9Q-V-08 területen, 2011
30. *ábra*: Egyéves kétszikű fajok borítottsága a KLA9Q-V-08 területen, 2011
31. *ábra*: Összes gyomborítottság a K07WQ-R-08 területen, 2011. 05. 31.
32. *ábra*: *Helianthus annuus* borítottság a K07WQ-R-08 területen, 2011. 05. 31.
33. *ábra*: Összes gyomborítottság a KF4FH-F-08 területen, 2011. 05. 31.
34. *ábra*: *Helianthus annuus* borítottság a KF4FH-F-08 területen, 2011. 05. 31.
35. *ábra*: Összes gyomborítottság a KLA9Q-V-08 területen, 2011. 05. 31.
36. *ábra*: *Helianthus annuus* borítottság a KLA9Q-V-08 területen, 2011. 05. 31.
37. *ábra*: Az összes gyomborítottság, és a *Helianthus annuus* borítottsága a területeken, 2011. 05. 31.
38. *ábra*: A vetett napraforgó sorok közt fejlődő, gyomosító napraforgók, 2011. 05. 11.
39. *ábra*: Nem-toleráns napraforgó árvakelés pusztulása a tribenuron-metil kezelést követő 6. napon, 2009
40. *ábra*: Károsodott, de új hajtást fejlesztő IMISUN (NK Neoma) árvakelés a 7,5 g/ha tífenszulfuron-metil kezelés utáni 12. napon, 2009
41. *ábra*: Amidoszulfuron + jodoszulfuron hatása az IMISUN F4 napraforgón, 2011
42. *ábra*: Amidoszulfuron + jodoszulfuron hatása a homozigóta SU napraforgón, 2011. augusztus
43. *ábra*: Metszulfuron-metil hatása az IMISUN árvakeléssel szemben, 2011

44. *ábra*: A metszulfuron-metil hatására baloldalon az elpusztult a CLHA-Plus/IMISUN árvakelések, jobbra mellette a homozigóta SU napraforgók, 2010
45. *ábra*: A tritoszulfuron hatása az IMISUN (NK Neoma) árvakeléssel szemben, 2009
46. *ábra*: A 10 g/ha rimszulfuron hatása az IMISUN (NK Neoma) árvakeléssel szemben, 2009
47. *ábra*: Regenerálódó CLHA-Plus napraforgó árvakelés a 10 g/ha rimszulfuron kezelés utáni 15. napon, 2011
48. *ábra*: A rimszulfuron + tifenszulfuron-metil hatástalansága a heterozigóta SU árvakelés ellen, 2009
49. *ábra*: Jobb oldalon a tribenuron-metil hatására elpusztult CLHA-Plus árvakelések, baloldalon a nem károsodott SU napraforgó árvakelések, 2011
50. *ábra*: Tribenuron-metil kezelés után tovább fejlődő IMISUN napraforgók, 2010
51. *ábra*: CLHA-Plus/IMISUN hasadása: a tribenuron-metil kezelés után pusztuló és regenerálódó példányok, 2011
52. *ábra*: Jobb oldalon az imazamox kezelés hatására elpusztult nem toleráns napraforgó árvakelés, középen a nem károsodott IMISUN F4 árvakelés, bal oldalon pedig a nem károsodott IMISUN F2 árvakelés, 2011
53. *ábra*: Bal oldalon az imazamox hatására enyhén károsodott heterozigóta SU árvakelés, középen az enyhén károsodott homozigóta SU árvakelés, 2011
54. *ábra*: A 7,5 g/ha tifenszulfuron-metil hatása a CLHA-Plus napraforgó ellen, 2009
55. *ábra*: Bal oldalon a pusztuló CLHA-Plus/IMISUN árvakelés, középen a nem károsodott homozigóta SU árvakelés a 7,5 g/ha tifenszulfuron-metil kezelés után, 2010
56. *ábra*: A tifenszulfuron-metil gyenge hatása az IMISUN F4 árvakelés ellen, 2011
57. *ábra*: A trifluszulfuron-metil gyenge hatása az IMISUN F4 árvakelés ellen, 2011
58. *ábra*: Az SU napraforgó árvakelés a tifenszulfuron-metil kezelés utáni 14. napon
59. *ábra*: IMISUN napraforgó árvakelés a tifenszulfuron-metil-lel kezelt területen, 2010. augusztus
60. *ábra*: IMISUN napraforgó árvakelése az IMI toleráns napraforgóban, 2011 augusztus
61. *ábra*: Az SU napraforgó árvakelése az IMI toleráns napraforgóban, 2011. augusztus
62. *ábra*: Az IMISUN napraforgó árvakelése az SU toleráns napraforgóban, 2011. június
63. *ábra*: Az SU napraforgó árvakelése az SU toleráns napraforgóban, 2011. június
64. *ábra*: Pusztuló CLHA-Plus napraforgó árvakelés a tifenszulfuron-metil kezelés után, 2010
65. *ábra*: Az IMISUN napraforgó árvakelése a tifenszulfuron-metil-lel kezelt parcellákon, 2010. augusztus
66. *ábra*: A 300 g/ha 2,4-DB hatása a szóján, a kezelést követő 7. napon
67. *ábra*: 300 g/ha 2,4-DB hatása egy fejlett napraforgó árvakeléssel szemben a kezelés utáni 14. napon
68. *ábra*: *E. crus-galli* fejlettsége a késői posztemergens gyomirtáskor

69. ábra: *S. verticillata* fejlettsége a késői posztemergens gyomirtáskor

70. ábra: A korai posztemergens gyomirtást követő 6. nap, a pusztuló *E. crus-galli* mellett már látható az új csíranövény, 2010. június

71. ábra: Elpusztult, fejlett *P. miliaceum* (felül) és *E. crus-galli* (alul) a 150 g/ha késői posztemergens cikloxidim kezelés utáni 14. napon

72. ábra: A bentazon + dikamba (korai posztemergens) és cikloxidim (késői posztemergens) herbicidekkel történő gyomirtás hatékonysága, 2011. június

73. ábra: A 200 g/ha cikloxidim után leszáradt, de új hajtást képző *C. dactylon*, 2009

74. ábra: A bokrosodási csomóból új hajtást képző *S. verticillata* a második 100 g/ha cikloxidim kezelés után, 2010

75. ábra: A cikloxidim 200 + 200 (késői posztemergens) g/ha kezelés hatása a *P. australis*-sal szemben, 2009. augusztus (háttérben egy kontroll parcella)

76. ábra: A cikloxidim osztott kezelés (200 + 200 g/ha) hatása *S. halepense*-vel erősen fertőzött területen, 2010. július

77. ábra: A CT kukorica a 800 g/ha cikloxidim kezelés után, 2011. augusztus

78. ábra: A kukorica száralapi részénél tapasztalt szövetkárosodás a quizalofop 120 g/ha kezelés utáni 7. napon

79. ábra: A kukorica száralapi részének törése a quizalofop 120 g/ha kezelés után, 2011. augusztus

80. ábra: Növénykárosodás a fluazifop-p-butil 375 g/ha kezelés után, 2011. augusztus

81. ábra: Bal oldalt a kontroll, jobb oldalt a gyomirtott terület 2009 októberében

82. ábra: Szuper szelektív gyomirtás a repcében: Az imazamox kezelés után pusztuló *S. arvensis*, 2010. október

83. ábra: Pusztuló *D. sophia* és *P. rhoeas* példányok az őszi posztemergens imazamox kezelés után, 2011. október

84. ábra: Bal oldalt a kontroll, középen a metazaklór + quinmerak kezelésben, jobb oldalt az őszi imazamox kezelésben részesített parcellákon talált *D. sophia* növények

II. TÁBLÁZATJEGYZÉK

Irodalmi áttekintés

1. táblázat: Herbicid-toleráns kultúrnövények

Forrás: Duke (2005)

2. táblázat: AHAS-gátló rezisztenciát biztosító aminosav cserék egyes növényi biotípusoknál

3. táblázat: IMI és SU toleráns kultúrnövények

4. táblázat: A napraforgó legjelentősebb gyomfajai, és borítottsági értékük

Forrás: Pinke - Karácsony (2010)

5. táblázat: Az AHAS-gátlókkal szemben toleráns napraforgó biotípusok

6. táblázat: A különböző növényeknél kialakuló aminosav cserék, és az általuk kialakított

ACCáz rezisztencia típus

7. táblázat: A főbb egyszikű gyomfajok borítottságának alakulása 1964 (I. Orsz. Gyomf.) és 2007-2008 (V. Orsz. Gyomf.) között (kukorica nyáreleji gyomfelvétellezésének eredményei)

Forrás: Novák *et al.* (2009)

Anyag és módszer

8. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

9. táblázat: A kezelések időpontjai és a napraforgó fejlettsége

10. táblázat: A kezelések a napraforgó gyomirtási hatékonyságot összehasonlító vizsgálatokhoz

11. táblázat: A kísérletben vizsgált IMI toleráns napraforgó hibridek

12. táblázat: A kísérletben vizsgált tribenuron-metil-toleráns napraforgó hibridek

13. táblázat: A kísérletben beállított kezelések

14. táblázat: A kísérleti területeken 2006-2011 között termesztett növények

15. táblázat: A három évben beállított kísérletben vizsgált különböző típusú napraforgó árvakelések

16. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések

17. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

18. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

19. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

20. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

21. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

22. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

23. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

24. táblázat: Alkalmazott agrotechnika a kísérleti területeken

25. táblázat: A kísérletben alkalmazott kezelések és a kijuttatás időpontjai

Eredmények

26. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

27. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a főbb gyomfajokkal szemben

28. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

29. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a főbb gyomfajokkal szemben

30. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

31. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a főbb gyomfajokkal szemben

32. táblázat: Az *A. artemisiifolia* és a főbb gyomfajok borítottsága a kontroll és a kezelt területeken, 2011

33. táblázat: Az *A. artemisiifolia* elleni gyomirtási hatékonyság %, a gyomfaj tő/m², porzó/m² és porzó/növény (db) értékei a kísérleti területeken, 2011

34. táblázat: A fitotoxicitás % értéke a nem toleráns és az IM toleráns technológiáknál

35. táblázat: A deformált tányérok aránya a heterozigóta (PR63E82) SU hibridben a kezelt területeken

36. táblázat: A kezelt területeken a fitotoxicitás % értéke az SU napraforgó hibrideken

37. táblázat: A termés mennyiségének és olajtartalmának értékei a kezelt területeken, 2009

38. táblázat: A termés mennyiségének és olajtartalmának értékei a kezelt területeken, 2011

39. táblázat: A gyomfajok borítottsága és dominancia sorrendje a K07WQ-R-08 területen

40. táblázat: A gyomfajok borítottsága és dominancia sorrendje a KF4FH-F-08 területen

41. táblázat: A gyomfajok borítottsága és dominancia sorrendje a KLA9Q-V-08 területen

42. táblázat: A *Helianthus annuus* borítottsága, gyakorisági eloszlása, m²-kénti db száma, és 1 db átlagos borítottsága a kísérleti területeken

43. táblázat: A *Helianthus annuus* különböző fejlettségű példányainak százalékos megoszlása a 05. 11. és a 05. 31. felvételezés során

44. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben, 2009

45. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben, 2010

46. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben, 2011

47. táblázat: Az IMISUN napraforgó árvakelésnek és a főbb gyomfajoknak a borítottsága a kontroll és a kezelt területeken

48. táblázat: Az SU napraforgó árvakelésnek (heterozigóta) és a főbb gyomfajoknak a borítottsága a kontroll és a kezelt területeken
49. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben
50. táblázat: A különböző típusú napraforgó árvakelések borítottsága, db/m² értékei és a kezelések gyomirtási hatékonysága
51. táblázat: A kezelések gyomirtási hatékonysága a különböző típusú napraforgó árvakelésekkel szemben
52. táblázat: A fitotoxicitás % értéke a kezelt területeken
53. táblázat: A különböző kezelések hatása a *H. annuus*, *A. artemisiifolia* és *Ch. album* ellen
54. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
55. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
56. táblázat: A főbb gyomfajok borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
57. táblázat: A *C. dactylon*, a *S. verticillata* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
58. táblázat: A *C. dactylon*, a *S. verticillata* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
59. táblázat: A *P. australis* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
60. táblázat: A *S. halepense* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
61. táblázat: A *S. halepense* és az *E. crus-galli* borítottsága a kezelt és a kontroll területeken, és a kezelések gyomirtási hatékonysága
62. táblázat: A kezelt területeken a fitotoxicitás % és a termés mennyiségének értékei
63. táblázat: A kontroll és kezelt területeken tapasztalható gyomborítás nagysága, 2009 ősz
64. táblázat: A kontroll és kezelt területeken tapasztalható gyomborítottság és a kezelések hatékonysága, 2011 tavasz
65. táblázat: A kezelt területeken a fitotoxicitás % értéke az IMI repce hibrideken

III. A disszertációban felhasznált herbicidek és adjuvánsok listája

| Peszticid név | Hatóanyag | | Dózis | Kultúra | Gyártó/ Forgalmazó |
|----------------------|---|------------|-----------------|--|--------------------------|
| | Név | Tartalom | | | |
| Agil 100 EC | propaquizafop | 100 g/l | 0,4-1,5 l/ha | kétszikű kultúrák, szőlő, gyümölcs | Makthesim Agan |
| Ally 20 DF | metszulfuron- metil | 200 g/kg | 20-30 g/ha | búza, árpa (őszi), tritikálé | DuPont |
| Basagran | bentazon | 480 g/l | 2-4 l/ha | szója, len, kukorica, bab, borsó, rizs | BASF |
| Basis 75 DF | rimszulfuron | 500 g/kg | 15-25 g/ha | kukorica | DuPont |
| | tifenzulfuron | 250 g/kg | | | |
| Biathlon | tritoszulfuron | 714 g/kg | 50-70 g/ha | búza, árpa (őszi, tavaszi) | BASF |
| Biathlon Star | tritoszulfuron | 714 g/kg | 50 g/ha | búza, árpa (őszi, tavaszi) | BASF, Dow AgroScience |
| | fluroxipir-1- metilheptil- észter | 36 % | 0,3 l/ha | | |
| Butisan Star | metazaklór | 333 g/l | 2,5-3 l/ha | repce | BASF |
| | quinmerak | 83 g/l | 2-2,5 l/ha | mustár, olajretek | |
| Cambio | bentazon | 320 g/l | 2-3 l/ha | kukorica | BASF |
| | dikamba | 90 g/l | | | |
| Dash HC ^a | metiloleát | 18,50% | 0,5-1 l/ha | - | BASF |
| | metilpalmitát | 18,50% | | | |
| Dual Gold 960 EC | s-metolaklór | 960 g/l | 1,4-1,6 l/ha | Kukorica, napraforgó, szója repce... ^b | Syngenta |
| Express 50 SX | tribenuron- metil | 500 g/kg | 45 g/ha | napraforgó (SU toleráns) | DuPont |
| Focus Ultra | cikloxidim | 100 g/l | 1-4 l/ha | kétszikű kultúrák, szőlő, gyümölcsös, erdészetek | BASF |
| Frigate ^a | etilan TT-15 | 820 g/l | - | - | ISK |
| Fusilade Forte | fluazifop-p- butil | 150 g/l | 0,4-2,5 l/ha | kétszikű kultúrák, szőlő, gyümölcsös, erdészetek | Syngenta |

| | | | | | |
|-------------------|--------------------------|----------|--------------|---|-------------------|
| Genius WG | aminopirialid | 50 g/kg | 200 g/ha | búza, tritikálé, rozs | Dow AgroScience |
| | piroxszulam | 50 g/kg | | | |
| | floraszulam | 25 g/kg | | | |
| | kloquintocet-mexil | 50 g/kg | | | |
| Goal 2 E | oxifluorfen | 240 g/l | 0,8-1 l/ha | vöröshagyma, napraforgó | Dow AgroScience |
| Logran 20 WG | triaszulfuron | 2 g/kg | 35-75 g/ha | kalászosok | Syngenta |
| Mero ^a | demetilált repceolaj | 81 % | 1-2 l/ha | - | Novance |
| Pantera 40 EC | quizalofop-p-tefuril | 40 g/l | 0,6-3,5 l/ha | kétszikű kultúrák, szőlő, gyümölcsös, erdészetek | Chemark |
| Perenal | haloxifop-r-metil-észter | 108 g/l | 0,6-1,2 l/ha | kétszikű kultúrák, szőlő, gyümölcsös, erdészetek | Dow AgroScience |
| Pledge 50 WP | flumioxazin | 50 g/kg | 60-300 g/ha | búza, kukorica, napraforgó, szója, burgonya... ^c | Sumitomo Chemical |
| Pulsar 40 SL | imazamox | 40 g/l | 1-1,2 l/ha | borsó, szója, lucerna, napraforgó (IMI ellenálló) | BASF |
| Racer | fluorkloridon | 0,25 l/l | 2-3 l/ha | napraforgó, burgonya, sárgarépa, petrezselyem | Agan |
| Refine 75 DF | tifenszulfuron-metil | 750 g/kg | 7-15 g/ha | kukorica, szója, lucerna, rét, legelő | DuPont |
| Ring 80 WG | proszulfuron | 500 g/kg | 20-25 g/ha | kukorica | Syngenta |
| | pirimiszulfuron | 300 g/kg | | | |
| Safari | trifluszulfuron-metil | 50 g/kg | 30 g/ha | cukorrépa | DuPont |
| Sekator | amidoszulfuron | 50 g/kg | 300 g/ha | búza, árpa, tritikálé | Bayer |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-------------|------------------|--|--------|
| | jodoszulfuron- metil-nátrium | 12,5 g/kg | | | |
| | mefenpír-dietil | 125 g/kg | | | |
| Sencor 70 WG | metribuzin | 700 g/kg | 0,3-1,2 kg/ha | burgonya, paradicsom, lucerna, szója, borsó | Bayer |
| Stellar | topramezon | 50 g/l | 0,75-1 l/ha | kukorica | BASF |
| | dikamba | 160 g/l | | | |
| Titus 25 DF | rimszufluron | 250 g/kg | 40-60 g/ha | kukorica, burgonya, paradicsom | DuPont |
| Trend 90 ^a | etoxilált izodecil alkohol | 90% | - | - | DuPont |
| Wing EC | dimetenamid | 212,5 g/l | 3,5-4 l/ha | kukorica, szója, napraforgó | BASF |
| | pendimetalin | 250 g/l | | | |
| Wing-P | dimetenamid-p | 212,5 g/l | 3,5-4 l/ha | kukorica, szója, napraforgó | BASF |
| | pendimetalin | 250 g/l | | | |

^a Adjuváns

^b cirok, rost- és olajlen, cukorrépa, takarmányrépa, dohány, lóbab, csillagfűrt, lencse, bab, borsó, cikória, cékla, csicseriborsó, kínai kel, görögdinnye, sárgadinnye, sütőtök, olajtök, szamóca, szőlő, gyógynövények, gyümölcsös, faiskola, csemetekert

^c cirok, szőlő, gyümölcsös, erdőzetek