

## TESTIRANJE PROSASTIH PLEVELNIH TRAV GLEDE TOLERANTNOSTI NA NEKATERE HERBICIDE

Mario LEŠNIK<sup>1</sup>, Stanislav VAJS<sup>2</sup>, Andrej PAUŠIČ<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Hoče

### IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo testirali učinkovitost aktivnih snovi tienkarbazon-metil, foramsulfuron, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P in nikosulfuron za zatiranje prosastih trav. Herbicidi so bili naneseni na populacije rastlin, ki smo jih na poskusnem polju koruze ustvarili s setvijo semen, ki smo jih nabrali na različnih območjih Slovenije (Mursko polje, Dravsko in Ptujsko polje, Krško polje, Savinjska in Vipavska dolina). Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri njihovem zatiranju. Preučevali smo naslednje vrste: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. miliaceum*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* in *Sorghum halepense*. Pri več populacijah smo ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov na raven med 60 do 80 %, vendar o odpornosti preučevanih trav na preučevane herbicide ne moremo govoriti. Na več območjih Slovenije se kažejo znaki segregacije tolerantnih populacij. Ker so semenske banke preučevanih plevelov velike, kljub srednje visoki učinkovitosti herbicidov že prihaja do velikih izgub pridelkov koruze, še posebno v sušnih razmerah.

**Ključne besede:** pleveli, prosaste trave, zatiranje, herbicidi, odpornost

### ABSTRACT

#### A TESTING PANICOID GRASS WEEDS FOR HERBICIDE TOLERANCE

In the field experiment, the efficacy of the active substances thiencazuron-methyl, foramsulfuron, mesotrione, S-metolachlor, dimethenamide-P and nicosulfuron for the control of panicoid grass weeds was tested. Herbicides were applied to the populations of plants that were in an experimental maize field established by sowing seeds collected in various regions of Slovenia (Mursko polje, Dravsko and Ptujsko polje, Krško polje, Savinjska and Vipava valleys) and then planted in the mentioned field. We harvested grass seeds in the fields where farmers were unsuccessful in their suppression. We studied the following species: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. miliaceum*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* and *Sorghum halepense*. In several populations, a significant reduction in the effectiveness of herbicides was found. Efficacy fell to a level of 60 to 80%, but the resistance of the studied grasses to the herbicides tested cannot be proven. There are signs of

---

<sup>1</sup> dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

<sup>2</sup> mag., dipl. inž. agr., prav tam

<sup>3</sup> dr., prav tam

segregation of tolerant populations in several regions of Slovenia. Since soil seed banks of the studied weeds are big, despite the medium-high efficacy of herbicides, massive losses of corn yields are encountered, especially in arid conditions.

**Key words:** weeds, panicoid grasses, control, herbicides, resistance

## 1 UVOD

Med poljščinami na naših njivah prevladuje koroza. Med najbolj pogoste plevela naših koruznih njiv spadajo prosaste trave iz rodov *Setaria*, *Echinochloa*, *Panicum*, *Digitaria* in *Sorghum*. Populacije teh plevelov se v zadnjih letih povečujejo. Med osnovne vzroke za povečevanje populacij štejemo klimatske spremembe, povečano pogostnost suš, gojenje vse bolj poznih hibridov koroze, spremenjene načine obdelave tal, nižje standarde higiene na strniščih in znižanje učinkovitosti najbolj pogosto uporabljenih herbicidov, ki delujejo kot ALS, HPPD ali ACCase inhibitorji. V literaturi je opisanih veliko primerov pojavov odpornosti prosastih trav na herbicide. Nekateri primeri so navedeni v preglednici 1. Veliko podatkov o pojavih odpornosti pri prosastih travah je možno pridobiti na spletni strani HRAC – Herbicide Resistance Action Committee (glej na <http://www.weedscience.org/Summary/Species.aspx>). V bazah HRAC je opisanih več kot 30 primerov pojavov odpornosti prosastih trav na herbicide iz 5 različnih skupin po mehanizmu delovanja.

51

Preglednica 1: Nekaj objav glede odpornosti nekaterih prosastih trav na herbicide.

Vrsta prosaste trave:	Herbicide:	Avtorji:
<i>Setaria viridis</i>	atrazin, trifluralin, setoksimid, imazetapir	Doust in Diao, 2017
<i>Setaria viridis</i>	atrazin	Konstantinovič, 2001
<i>Setaria faberi</i>	triazini	Ritter s sod., 1989
<i>Setaria viridis</i>	fenoksaprop-P-etil, trifluralin	Beckie s sod., 1999
<i>Echinochloa crus-galii</i>	kvizalofop-etil ALS herbicidi	ZhiBo s sod., 2013 Panozzo s sod., 2017
<i>Digitaria sanguinalis</i>	ALS herbicidi	Li s sod., 2017
<i>Digitaria sanguinalis</i>	cikloksimid, fluazifop-P-butil, haloksifop-metil, kvizalofop-P-etil	Gasquez, 2007
<i>Sorghum halepense</i>	fenoksaprop-P-etil, fluazifop-P-butil, haloksifop-metil, propakvizafop, kvizalofop-P-etil, kvizalofop-P-tefuralil	Malidža s sod., 2015 Johnson s sod., 2014
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	atrazin	De Prado, 1983
<i>Panicum capillare</i>	atrazin	Beckie, 1999

Po mnenju pridelovalcev, ki so neuspešni pri zatiranju prosastih trav, so se tudi v Sloveniji že pojavile lokalne populacije, ki so odporne na posamezne herbicide. Sumi o tem za območje Balkana segajo že daleč nazaj (Janjič s sod., 2007). Glede pojavov odpornih prosastih trav v Sloveniji nimamo uradnih podatkov. Da bi podatke o morebitnih pojavih odpornosti pridobili, smo izvedli poljski poskus na populacijah prosastih trav, katerih seme je bilo nabrano po različnih regijah Slovenije.

## 2 MATERIALI IN METODE

Poljski poskus je bil izveden v letu 2018 na poskusni postaji UKC FKBV UM Pohorski dvor v Pivoli (Hoče pri Mariboru; GIS: 46°30'9,15"N in 15° 38'3,59"E). Izvedli smo standardno preskušanje učinkovitosti herbicidov, ki jih pri nas pogosto uporabljamo v posevkih koruze. Podrobnosti glej v preglednici 2. Kоруza je bila posejana na njivi, kjer imamo običajen kolobar. Srednja težka ilovnata tla so dobro založena s hranili (org. snov 2,1 %, pH (KCl) 6,2; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16 mg/100 g; K<sub>2</sub>O 24 mg/100 g). V letu 2017 je tam uspevala oljna ogrščica, v letu 2016 pšenica, v letu 2015 kоруza. Sistem obdelave tal je klasično globoko oranje s popolnim zaoravanjem požetvenih ostankov. Poskus je bil zasnovan kot poskus v zasnovi naključnih blokov s parcelicami 6 m x 5 m = 30 m<sup>2</sup> v 4 ponovitvah.

### 2.1 Komentar glede razvoja kоруze in plevelne populacije na poskusni parceli

Hibrid ARNO DKC 3939 je srednje pozen (FAO 300) in je bil posejan 9. maja. Posejali smo 91 500 semen na hektar (15,6 cm x 70 cm) in do sredine junija se je oblikoval sestoj z 90 000 rastlinami na hektar. Vznik kоруze je bil počasen, ker so bila tla hladna. Do stadija prvega razvitega lista je kоруza potrebovala dva tedna. Ker so bila tla hladna je šlo zgolj za počasen razvoj in ne za napad bolezni ali poškodbe od herbicidov. Kоруza in pleveli so se na začetku razvoja razvijali približno enako hitro. Toploljubni pleveli so pričeli z razvojem v polovici maja. To velja tudi za posejane vrste trav. V razvoju so malo zamujale, kar je verjetno nekoliko vplivalo na delovanje talnih herbicidov. Vlaga je bilo za delovanje talnih herbicidov v optimalni količini ali morda celo nekoliko preveč. V maju smo imeli dva padavinska dogodka z več kot 50 mm padavin na dan. Voda na njivi ni zastajala. Na poskusni parceli smo imeli travno plevelno populacijo, ki je bila ustvarjena sistematično s setvijo plevelov. Med vrste kоруze na natančno označene mikroparcelice velike 1 m<sup>2</sup> smo posejali seme prosastih trav, ki smo ga nabrali po njivah po Sloveniji. Seme trav je bilo posejano en dan po setvi kоруze in z grabljami vdelano od 2 do 3 cm v tla (približno 200 na m<sup>2</sup>). Ob vzniku kоруze je vzniknilo med 40 in 70 prosastih trav na m<sup>2</sup>. V obdobju prvega termina aplikacije herbicidov so prosaste trave večinoma imele razvit 1 list, ob drugi aplikaciji herbicidov pa dva lista. Nabrali smo jih na njivah, kjer so imeli velike težave z njihovim zatiranjem in so bili znaki za zmanjšano učinkovitost herbicidov. Seme je bilo nabrano na več kot 300 njivah. Delali smo kumulativne ugnezdene vzorce za različne regije. To pomeni, da smo v en vzorec združili seme iz 30 do 50 njiv posamezne regije.

### 2.2 Tehnika aplikacije herbicidov

Pripravki so bili aplicirani z nahrbtno škropilnico na električni pogon s stransko škropilno armaturo EURO-PULVÉ Tip: CP 45 – 40 – 12 – VDC (Francija). V armaturi je bila vgrajena šoba TeeJet XR 110 015 VS (VMD50 95-110 µm), ki je pri pritisku 3,5 bara in hitrosti hoje 3 km zagotovila porabo 250 l/ha škropilne brozge. Aplikacija herbicidov je bila vedno izvedena v dopoldanskem času med 8:00 in 10:00, ko so bili pleveli suhi, v razmerah, ko je veter pihal manj kot 0,5 m/s. Temperature v času aplikacije so se gibale med 14 in 17 °C in zračna vlaga med 60 in 70 %.

### 2.3 Metode ocenjevanja stopnje učinkovitosti herbicidov

Stopnja učinkovitosti delovanja herbicidov se je ugotavljala po neposredni metodi vizualnega bonitiranja z ocenami od 1 do 100 % (ocena 1 brez delovanja, ocena 100 popoln propad plevelnih rastlin) (glej Püntener, 1981). Pri dodelitvi ocene se je upoštevala stopnja poškodbe organov plevela, stopnja zastoja rasti, stopnja regeneracije delov rastline, število preživelih rastlin na m<sup>2</sup> in delež rastlin, ki so cvetele ali oblikovale seme. Stanje plevelov se je ocenjevalo 2, 6 in 12 tednov po aplikaciji herbicida v primerjavi s kontrolnimi neškropljenimi parcelicami, ki so bile sistematično, v obliki šahovnice in pasov ponovljene večkrat. Vedno se je primerjala obravnavana parcela z najbližjo kontrolno parcelo. V tem prispevku so prikazani le rezultati ocenjevanja 12 tednov po aplikaciji herbicidov.

Preglednica 2: Osnovni podatki o aplikaciji herbicidov.

Pripravek:	Sestava:	Datum:	BBCH koruza	Odmerek pripravka na ha:
Monsoon Active	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	22. 5.	0013	Pripravek: 1,7 l/ha
Monsoon Active	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	28. 5.	0015	Pripravek: 1,7 l/ha
Monsoon Active + Mustang 306 SE	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l 2,4-D 45,2 % + Florasulam 6,25 %)	28. 5.	0015	Pripravek: 1,7 l/ha  Pripravek 0,5 l/ha
Laudis 30 WG	Tembotrion 30 g/l Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	22. 5.	0013	Pripravek: 1 l/ha
Monsoon Active	Foramsulfuron 31,5 g/l Ciprosulfamid 15 g/l Tienkarbazon metil 10 g/l	28. 5.	0015	Pripravek: 1,7 l/ha
Elumis + Banvel 480 S	Mezotrion 75 g/l + Nikosulfuron 30 g/l +  Dikamba 480 g/l	28. 5. 28. 5.	0015 0015	Pripravek: 1,5 l/ha  Pripravek: 0,6 l/ha
Dual GOLD Callam	Metolaklor-S 96 % Dikamba 60 g/l Tritosulfuron 12,5 g/kg	11. 5. 28. 5.	00 0015	Pripravek: 1,5 l/ha Pripravek: 0,3 kg/ha
Frontier X2 Callam	Dimetenamid-P 72 % Dikamba 60 g/l Tritosulfuron 12,5 g/kg	11. 5. 28. 5.	00 0015	Pripravek: 1,4 l/ha Pripravek: 0,3 kg/ha
Motivell 6 OD  Mustang 306 SE	Nikosulfuron 6 g/l  2,4-D 452 g/l + Florasulam 62,5 g/l	6.	0016	Pripravek: 0,75 l/ha  Pripravek 0,6 l/ha

BBCH – glej Meier (2001).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Prikazani so le rezultati ocenjevanja po 12 tednih od uporabe herbicidov. To je obdobje v drugem delu poletja. V tem obdobju se že vidi, do kakšne stopnje so pleveli preživeli tretiranje in, ali so oblikovali seme. Pri talno delujočih herbicidih se vidi tudi pojav naknadnega vznika, ko se herbicidi v tleh razgradijo. Pogoji za razvoj koroze so bili izjemno dobri. Koroza je obdržala visoko tekmovalno sposobnost vse do konca rastne dobe. Suše ni bilo in listna masa je ostala zelena vse do sredine oktobra. Prosaste trave, ki so preživele tretiranje so imele srednje velik vpliv na pridelek. Pri obravnavanjih, kje je bilo slabo delovanje herbicidov, so preživele trave pridelek zmanjšale med 15 in 25 % (podatki niso prikazani).

#### 3.1 Rezultati glede učinkovitosti herbicidov za zatiranje posameznih vrst prosastih trav

Pri divjem sirku (*S. halepense*) razvitem iz semen so ugotovljene učinkovitosti do konca rastne dobe ostale na nivoju okrog 80 %, le pri pripravku Elumis (mezotrion + nikosulfuron) je učinkovitost padla pod to mejo (glej preglednico 3). Če za zatiranje semenskega sirka uporabimo najprej talni herbicid in nato še ALS listni herbicid, lahko dokaj uspešno preprečimo izgubo pridelka. Nobena preživela rastlina do konca rastne dobe koroze ni oblikovala socvetja. Imeli smo tudi eno obravnavanje, kjer se je sirek razvil iz rizomov. Pri rizomskem sirku smo dosegli precej nižjo učinkovitost. Pri snoveh metolaklor in dimetenamid je glede na mehanizem delovanja jasno, da ne moreta zatreti rizomskega sirka. Rezultati poskusa kažejo, da ob enakomernem in hitrem vzniku sirka iz semena lahko dosežemo dokaj dobro zatiranje, a ne odličnega. Herbicide je potrebno uporabiti v stadiju 1 do 2 lista. Pri rizomskem sirku herbicide uporabimo v stadiju 3 do 4 liste, da zagotovimo dovolj veliko odvezno listno površino. To je potrdil tudi najboljši rezultat pri pripravku Monsoon (BBCH 16). Populacije divjih form gojenega prosa (*P. m. ruderale* in *P. m. agricola*) smo uspešno zatrti, saj pri večini obravnavanj preživele rastline niso oblikovale socvetij. Pri večini rastlin ni prišlo do uspešne regeneracije, rastline so ostale majhne do 10 cm visoke in povsem nekonkurenčne. Divje proso se počasi a vztrajno širi v notranost koruznih njiv povsod po Sloveniji. Trenutno herbicidi delujejo dovolj učinkovito (blizu 90 %), da te plevele lahko obvladujemo (glej preglednici 3 in 4).

Tudi rezultati pri zatiranju lasastega (*P. capillare*) in obrežnega prosa (*P. riparium*) kažejo na še zadovoljivo učinkovitost (80 do 90 %). Dobro delujeta tudi talna herbicida metolaklor in dimetenamid. Lasasto in obrežno proso vznikata zelo pozno in je to vzrok za nekaj nižjo učinkovitosti pri listnih herbicidih, ker del populacije vznikne po uporabi herbicida. Lasasto proso imamo na njivah že 40 let, a so trenutno še dokaj redke njive, ki so močno zapleveljene. Obrežno proso verjetno imamo šele nekaj let. Za zatiranje lasastega in obrežnega prosa moramo herbicide uporabiti čim bolj pozno, da ne pride do naknadnega vznika.

Pri golem prosu (*P. dichotomiflorum*) razmere za zatiranje niso tako ugodne. Primerov, ko so pridelovalci neuspešni pri zatiranju golega prosa je veliko. V našem

poskusu je prišlo do delne regeneracije pri večini obravnavanj in ta vrsta je imela vpliv na pridelek koruze. Pri pripravkih Dual in Frontier je učinkovitost pri nekaterih populacijah padla na 60 % (glej preglednico 3). Delen padec učinkovitosti je bil viden tudi pri pripravku Monsoon. Učinkovitost je padla na nivo 70 do 75 %. Pri tej vrsti pričakujemo zelo hitro naraščanje števila njiv s težavami pri zatiranju in potrebno je temeljito zatiranje v drugih kulturah. Posamezna rastlina golega prosa lahko oblikuje več kot 100000 semen in semenske banke se zelo hitro povečujejo. Pojava odpornosti na katerega od preučevanih herbicidov nismo potrdili. Pri kostrebi in sivozelenem muhviču smo imeli le tri vzorce iz Dravskega in Ptujkega polja. Na teh območjih je vsaj polovica njiv zelo močno zapleveljena s tema pleveloma. Pri kostrebi učinkovitosti niso presegle 90 %. Testirani pripravki delujejo zadovoljivo. Rezultati doseženi pri muhviču so nekaj slabši, kot pri kostrebi. Kot že precej neučinkovito bi lahko označili snov nikosulfuron (okrog 70 %). Na Dravskem in Ptujskem polju bi bilo dobro zmanjšati frekvenco uporabe snovi nikosulfuron, predvsem kot samostojna uporaba.

Preglednica 3: Podatki o učinkovitosti (%) herbicidnih kombinacij 12 tednov po aplikaciji listnega herbicida.

Lokacija in vrsta trave: PT – Ptujsko polje DR – Dravsko polje SD – Savinska dolina KR – Krško polje MS – Mursko polje VD – Vipavska dolina S – iz semena R – iz rizomov	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 13	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	Monsoon active 1,7 l/ha + Mustang 0,5 l/ha BBCH 15	Laudis 1 l/ha BBCH 13 + Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	ELUMIS 1,5 L/HA BBCH 15 + BANVEL 0,6 L/HA BBCH 15	Dual gold 1,5 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Frontier 1,4 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Motivell extra OD 0,75 l/ha + Mustang 0,6 l/ha BBCH 16
<i>Sorghum halepense</i> s PT	82,3 ab	86,0 a	86,3 a	85,7 a	62,3 c	74,7 ab	80,7 ab	72,7 bc
<i>Sorghum halepense</i> s DR	82,0 abc	81,0 abcd	84,7 ab	87,0 a	48,3 e	75,7 bcd	74,7 cd	71,3 d
<i>Sorghum halepense</i> s KR	81,7 ab	80,7 ab	83,0 ab	85,3 a	69,0 b	71,0 ab	75,7 ab	72,0 ab
<i>Sorghum halepense</i> s VD	80,0	81,0	81,7	86,3	71,7	69,7	75,0	73,7

	abc	ab	ab	a	cd	d	bcd	bcd
<i>Sorghum halepense</i> rizomi Pd	60,3 ab	72,0 a	63,0 a	68,0 a	46,7 bc	37,3 b	33,3 b	45,7 b
<i>Panicum dichotomiflorum</i> PT	70,0 ab	75,0 a	76,7 a	81,3 a	73,7 a	60,7 b	60,7 b	70,0 ab
<i>Panicum dichotomiflorum</i> DR	72,7 abc	77,0 ab	76,7 ab	80,0 a	71,7 abc	61,7 c	67,7 bc	68,3 bc
<i>Panicum dichotomiflorum</i> SD	78,0 ab	75,0 abc	75,7 ab	82,3 a	72,7 abc	64,3 c	68,0 bc	70,0 bc
<i>Panicum dichotomiflorum</i> KR	78,3 a	78,7 a	78,0 a	77,0 a	75,7 a	66,7 a	68,3 a	65,3 a
<i>Panicum dichotomiflorum</i> MS	74,0 ab	76,3 a	79,0 a	77,3 a	74,0 ab	65,7 b	67,3 b	72,0 ab
<i>Panicum dichotomiflorum</i> VD	72,7 ab	78,0 a	79,3 a	79,3 a	70,7 b	63,0 c	69,0 bc	69,0 bc
<i>Panicum mill. agricola</i> PT	89,0 ab	89,0 ab	83,7 b	92,7 a	81,3 b	84,3 b	84,0 b	66,3 c
<i>Panicum mill. agricola</i> DR	91,7 a	89,3 ab	87,7 ab	92,3 a	86,0 ab	84,3 ab	82,7 b	66,0 c
<i>Panicum mill. agricola</i> SD	90,0 ab	86,3 abc	81,7 bc	92,0 a	86,3 abc	83,0 abc	77,7 c	67,0 d
<i>Panicum mill. agricola</i> KR	90,0 a	90,3 a	86,0 abc	91,0 a	87,0 ab	78,3 c	81,3 bc	66,7 d
<i>Panicum mill. agricola</i> MS	89,0 ab	86,7 ab	86,7 ab	91,7 a	87,3 ab	80,7 b	82,0 ab	67,0 c
<i>Panicum mill. agricola</i> VD	91,0 a	88,0 ab	87,3 ab	90,0 a	84,7 ab	82,3 b	82,7 b	72,7 c

\* Povprečja znotraj ene vrste plevla označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ( $P < 0,05$ ).

To priporočilo velja tudi zaradi srakonje (*D. sanguinalis*), kjer smo ugotovili učinkovitost pod 70 %. Srakonja se trenutno kaže kot primer trave z najnižjimi učinkovitostmi herbicidov. Tudi pri pripravku Monsoon pri uporabi v višjem razvojnem stadiju je bil opazen padec učinkovitosti (okrog 75 %). Pri srakonji je učinkovitost padla pod 80 % za vse nabrane populacije. Ta vrsta kaže največji potencial do bo v bližnji prihodnosti povzročala težave pri zatiranju z ALS in HPPD herbicidi. Li s sod. (2017) opisujejo nove mehanizme odpornosti te trave na ALS herbicide in posebej izpostavljajo problematiko nikosulfurona. Je tudi najbolj prilagodljiva na razmere ekstremne suše. Seme dozori pozneje kot pri sivozelenem muhviču in kostrebi. Tako je seme muhviča in kostrebe na njivah s koruzo za pridelavo silaže ob spravilu že zrelo, seme srakonje pa še ne. Če strnišče po spravilu silaže takoj plitvo obdelamo lahko v veliki meri zmanjšamo oblikovanje semen srakonje.

Vrsta, ki zelo hitro napreduje je tudi Faberjev muhvič (*S. faberi*). V preteklosti se je razvijala ob transportni infrastrukturi, danes pa je že pogosta na njivah. Rastlina je zelo konkurenčna saj doseže višino 2 m. Je odporna na sušo. Trenutno po rezultatih poskusa še lahko zagotavljamo povprečno uspešno zatiranje (med 85 in 90 % učinkovitost). Ker je zelo konkurenčna lahko velike izgube pridelka nastanejo že pri majhnem številu preživelih rastlin na m<sup>2</sup>.

Preglednica 4: Podatki o učinkovitosti (%) herbicidnih kombinacij 12 tednov po aplikaciji listnega herbicida.

Lokacija in vrsta trave: PT – Ptujsko polje DR – Dravsko polje SD – Savinska dolina KR – Krško polje MS – Mursko polje VD – Vipavska dolina S – iz semena R – iz rizomov	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 13	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	Monsoon active 1,7 l/ha + Mustang 0,5 l/ha BBCH 15	Laudis 1 l/ha BBCH 13 + Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	ELUMIS 1,5 L/HA BBCH 15 + BANVEL 0,6 L/HA BBCH 15	Dual gold 1,5 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Frontier 1,4 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Motivell extra OD 0,75 l/ha + Mustang 0,6 l/ha BBCH 16
<i>Panicum mill. ruderale</i> PT	89,7 a	85,7 abc	86,0 abc	89,7 a	80,7 cd	82,7 bcd	88,3 ab	78,0 d
<i>Panicum mill. ruderale</i> DR	82,3 ab	85,7 a	87,0 a	88,0 a	81,7 ab	80,3 ab	86,0 a	76,0 b
<i>Panicum mill. ruderale</i> SD	81,3 cd	84,3 abcd	88,0 ab	89,3 a	83,0 bcd	79,7 d	86,7 abc	72,7 e
<i>Panicum mill. ruderale</i> KR	79,3 bc	85,3 ab	87,7 a	87,0 a	80,0 bc	78,7 c	82,7 abc	79,0 c
<i>Panicum mill. ruderale</i> MS	82,3 abc	88,7 a	88,0 ab	86,3 ab	74,0 d	80,7 bcd	88,7 a	78,7 cd
<i>Panicum mill. ruderale</i> VD	80,0 cd	84,7 abc	87,7 a	87,0 ab	76,3 d	80,7 bcd	85,7 abc	76,7 d
<i>Panicum riparium</i> PT	88,7 a	87,0 a	88,7 a	88,3 a	85,0 a	84,0 a	83,7 a	83,0 a
<i>Panicum riparium</i> DR	87,7 ab	86,3 ab	87,3 ab	88,3 a	86,3 ab	81,3 b	82,3 ab	83,3 ab
<i>Panicum riparium</i> SD	88,7 a	84,7 ab	87,0 ab	87,3 a	87,0 ab	86,0 ab	86,7 ab	80,3 b



<i>Panicum riparium</i> KR	86,0 a	86,3 a	84,7 a	84,7 a	85,0 a	80,0 a	85,3 a	78,3 a
<i>Panicum riparium</i> MS	85,3 a	87,7 a	86,3 a	86,7 a	87,0 a	84,3 a	83,3 a	81,7 a
<i>Panicum capillare</i> PT	80,7 a	88,0 a	91,7 a	85,3 a	80,3 a	83,0 a	85,0 a	85,0 a
<i>Panicum capillare</i> DR	71,3 b	80,3 ab	89,3 a	88,7 a	82,0 ab	83,7 ab	87,0 a	84,7 a
<i>Panicum capillare</i> SD	88,7 a	89,7 a	89,0 a	87,3 a	85,3 a	83,3 a	82,7 a	83,7 a
<i>Panicum capillare</i> KR	87,0 a	86,3 a	88,7 a	88,7 a	87,0 a	83,3 a	84,0 a	85,3 a
<i>Panicum capillare</i> MS	86,7 ab	88,0 a	89,3 a	84,3 abc	86,3 abc	81,0 bc	83,7 abc	80,0 c
<i>Panicum capillare</i> VD	88,3 a	88,7 a	87,7 a	83,7 a	82,7 a	83,0 a	82,0 a	82,7 a

\* Povprečja znotraj ene vrste plevela označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ( $P < 0,05$ ).

Preglednica 5: Podatki o učinkovitosti (%) herbicidnih kombinacij 12 tednov po aplikaciji listnega herbicida.

Lokacija in vrsta trave: PT – Ptujsko polje DR – Dravsko polje SD – Savinska dolina KR – Krško polje MS – Mursko polje VD – Vipavska dolina S – iz semena R – iz rizomov  Pd – Pohorski dvor	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 13	Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	Monsoon active 1,7 l/ha + Mustang 0,5 l/ha BBCH 15	Laudis 1 l/ha BBCH 13 + Monsoon active 1,7 l/ha BBCH 15	ELUMIS 1,5 L/HA BBCH 15 + BANVEL 0,6 L/HA BBCH 15	Dual gold 1,5 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Frontier 1,4 l/ha BBCH 00 + Callam 0,3 kg/ha BBCH 15	Motivell extra OD 0,75 l/ha + Mustang 0,6 l/ha BBCH 16
<i>Echinochloa crus galli</i> PT	85,0 ab	86,0 ab	84,3 ab	86,0 ab	79,0 b	89,7 a	87,3 a	82,3 ab
<i>Echinochloa crus galli</i> DR	81,0 b	82,3 ab	82,3 ab	86,0 ab	81,3 b	89,0 a	86,7 ab	80,3 b
<i>Echinochloa crus galli</i> Pd	84,3 a	86,3 a	85,0 a	89,0 a	87,0 a	90,7 a	88,3 a	86,0 a
<i>Setaria glauca</i> PT	85,7 a	83,7 a	85,3 a	84,3 a	81,3 ab	80,7 ab	82,0 a	71,0 b

<i>Setaria glauca</i> DR	85,7 a	83,0 ab	88,0 a	85,7 a	80,7 ab	80,7 ab	83,3 ab	76,7 b
<i>Setaria glauca</i> Pd	88,3 a	86,7 a	88,0 a	89,3 a	83,7 a	82,7 a	84,0 a	84,7 a
<i>Digitaria sanguinalis</i> PT	82,3 a	82,3 a	76,7 ab	84,3 a	76,3 ab	83,3 a	66,7 b	67,0 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> DR	80,3 ab	78,3 abc	75,3 bc	83,3 ab	78,3 abc	88,7 a	62,7 d	67,3 cd
<i>Digitaria sanguinalis</i> SD	75,3 abc	76,7 abc	82,0 ab	82,0 ab	79,7 ab	85,0 a	68,7 bc	64,0 c
<i>Digitaria sanguinalis</i> KR	79,0 a	76,3 ab	79,7 a	82,7 a	81,3 a	82,0 a	67,3 b	66,7 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> MS	76,7 ab	76,3 ab	79,0 a	81,7 a	80,7 a	81,0 a	71,7 ab	62,7 b
<i>Digitaria sanguinalis</i> VD	78,7 ab	80,0 ab	83,0 a	82,3 a	77,7 ab	83,7 a	69,7 bc	65,0 c
<i>Setaria faberi</i> PT	89,0 a	83,0 ab	82,0 ab	87,7 ab	66,7 c	85,7 ab	85,7 ab	80,3 b
<i>Setaria faberi</i> DR	89,0 a	83,0 ab	83,3 ab	87,7 ab	68,0 c	80,7 b	83,0 ab	81,3 b
<i>Setaria faberi</i> SD	90,7 a	86,7 ab	86,3 ab	85,0 ab	71,3 c	81,3 b	80,7 b	83,7 ab
<i>Setaria faberi</i> KR	88,0 a	85,7 a	84,0 ab	87,7 a	71,0 c	84,7 ab	84,7 ab	78,0 bc
<i>Setaria faberi</i> MS	87,7 a	87,7 a	82,0 abc	86,3 ab	71,3 d	83,0 abc	81,0 bc	78,0 c
<i>Setaria faberi</i> VD	87,0 a	86,3 a	82,0 a	84,7 a	68,3 c	83,7 a	84,0 a	75,3 b
<i>Eleusine indica</i> DR	63,3 a	66,3 a	62,7 a	65,3 a	67,3 a	63,0 a	56,0 a	58,3 a

\* Povprečja znotraj ene vrste plevela označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj značilno glede na Tukey HSD test ( $P < 0,05$ ).

#### 4 SKLEPI

Pri nobeni od preučevanih vrst trav nismo ugotovili tako nizkega nivoja učinkovitosti herbicidov, da bi lahko govorili o odpornosti na preučevane herbicide. Kratkoročne učinkovitosti v roku dva tedna po uporabi herbicida so pogosto bile med 85 in 95 %, pozneje po 12 tednih pa so se učinkovitosti občutno zmanjšale in so padle na nivo med 50 in 75 %.

Večjih razlik med populacijami različnih območij Slovenije ni. Ugotovljene učinkovitosti preučevanih herbicidov ne zagotavljajo več zanesljivega zatiranja prosastih trav, če se nam izrazito povečajo semenske banke v tleh in število vzniklih trav preseže 200 rastlin na m<sup>2</sup>. Ker v bodoče ne pričakujemo večje ponudbe novih vrst herbicidov na trgu, je zelo pomembno, da ne dopustimo povečevanja semenskih bank. Potrebno je izpostaviti slabo higieno strnišč, kjer dopuščamo nemoten razvoj prosastih trav. Pogojno so prosaste trave naravni strniščni dosevki prilagojeni na sušo, a je potrebno z ustreznimi mehanskimi ukrepi preprečiti semenitev. Tak ukrep je na primer uporaba plitvih spodrezovalnikov z gibljivo prečko (angl. rod weeder; glej na primer <http://bighamag.com/bed-preparation/rod-weeder/>).

Dodatno je potrebno v strategijo zatiranja prosastih trav vključiti tudi setev hibridov koruze in ozimnih žit odpornih na DIM (npr. pšenica - kvizalofop) in FOP herbicide (npr. kuruza – cikloksidim, pšenica - setoksidim). To bo aktualno, ko se bomo srečali s prvimi pojavi odpornosti. Najhitrejši pojav odpornosti pričakujemo pri vrstah *Digitaria sanguinalis* (ALS herbicidi) in *Sorghum halepense* (ALS herbicidi). Prosaste trave napredujejo tudi v posevkih ozimnih žit z nizko gostoto sestoja na VVO območjih s sušnimi in zelo toplimi tlemi. Težava je divji sirek, ki do žetve lahko doseže višino 1,5 m in zelo oteži žetev žit. Pri divjem sirku so odpornost na več različnih herbicidov potrdili v več sosednjih državah, kar je indikator, da se to lahko kmalu zgodi tudi pri nas. Sistematično je potrebno zatirati prve najmanjše izhodiščne populacije, ki se pojavijo na robu njiv. Pomembno je zgodnje odkrivanje prvih populacij, ki jih s herbicidi ne uspemo zatreti. Če prve pojave spregledamo, potem ne izvajamo pravočasno ukrepov, kot je na primer nadzor nad semeni, ki jih raznašamo s stroji in načrtno spremenjen nabor herbicidov, ki jih uporabljamo.

## 5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta CRP V4-1601 - Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji. Financerjem MKGP RS in ARRS se zahvaljujemo za sredstva, ki so jih namenili za izvedbo te raziskave.

60

## 6 LITERATURA

- Beckie, H. J., Thomas, A.G., Légère, A. 1999. Nature, occurrence, and cost of herbicide-resistant green foxtail (*Setaria viridis*) across Saskatchewan ecoregions. *Weed Technology*, 13: 626-631.
- Beckie, H.J., Stephenson, G.R., Dykstra, M.D., McLaren, R.D., Hamill, A.S. 1990. Agronomic practices influencing triazine-resistant weed distribution in Ontario. *Weed Technology*, 4: 199-207.
- De Prado, R., Romera, E., Velenzuela, A., Menendez, J. 1983. Atrazine-resistance mechanisms in *Panicum dichotomiflorum* and *Polygonum lapathifolium*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The BCPC conference: weeds, Brighton, UK; 12–15: 607–12.
- Gasquez, J., Bay, G. 2007. *Digitaria sanguinalis*: a new species resistant to the ACCase inhibitors in France. *Association Nationale pour la Protection des Plantes*, 7: 141-148.
- Janjić, V., Milosević, D., Djalović, I., Tyr, S. 2007. Weed Resistance to Herbicides—Mechanisms and Molecular Basis. *Acta Agriculturae Serbica*, 24: 19-40.
- Johnson, D.B., Norsworthy, J.K., Scott, R.C. 2014. Distribution of Herbicide-Resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in Arkansas. *Weed Technology*, 28: 111-121.
- Li, J., Li, M., Gao, X., Fang, F. 2017. A novel amino acid substitution Trp574Arg in acetolactate synthase (ALS) confers broad resistance to ALS-inhibiting herbicides in crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). *Pest Management Science*, 73: 1238-2543.
- Meier, U. 2001. "Growth stages of mono- and dicotyledonous plants". BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 158 s.
- Panozzo, S., Scarabel, L., Rosan, V., Sattin, M. 2017. A New Ala-122-Asn Amino Acid Change Confers Decreased Fitness to ALS-Resistant *Echinochloa crus-galli*. *Frontiers in Plant Science*, 8: 2042.
- Püntener, W. 1981. Manual für Feldversuche im Pflanzenschutz. Zweite, überarbeitete und ergänzte Auflage. Ciba – Geigy AG, Basel, Schweiz. 4–72.

- Ritter, R.L., Kaufman, L.M., Monaco, T.J., Novitzky, W.P., Moreland, D.E. 1989. Characterization of triazine-resistant giant foxtail (*Setaria faberii*) and its control in no-tillage corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 37: 591–5.
- ZhiBo, H., Zhi, X., DaiZhu, L., JinXin, W. 2013. Determination of ACCase sensitivity and gene expression in quizalofop-ethyl-resistant and -susceptible barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) biotypes. *Weed Science*, 61: 537 - 542.