

## VPLIV HERBICIDNIH KOMBINACIJ NA UČINKOVITOST ZATIRANJA PLEVELOV, PRIDELEK IN AGRONOMSKE LASTNOSTI SOJE (*Glycine max* (L.) Merr.)

Aleš KOLMANIČ<sup>1</sup>, Robert LESKOVŠEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in  
žlahtnjenje Slovenije, Ljubljana

<sup>2</sup>Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,  
Ljubljana

### IZVLEČEK

V letu 2016 smo v poljskem poskusu v Jabljah (osrednja Slovenija) preučevali biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij v posevku soje. Poskus smo zasnovali kot bločni poskus z desetimi obravnavanji v štirih ponovitvah. Herbicide smo aplicirali pred vznikom in/ali po vzniku soje. Za nanos smo uporabili nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak, porabo škropilne brozge smo nastavili na 300 l/ha. V rastni dobi smo izvedli dve ocenjevanji, kjer smo na podlagi neškropljene kontrole določali biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij na naravno plevelno vegetacijo. Učinek herbicidov na agronomske lastnosti in pridelke soje smo določili s primerjanjem izbranih morfoloških deskriptorjev v obravnavanjih s kontrolnimi (neškropljenimi) posevki in s primerjavo z (v poskusu predpostavljenim) herbicidnim standardom (aktivni substanci (a.s.) S-metalaklor + bentazon). Pri večini preizkušanih kombinacij smo dosegli visoko (>95 %) skupno učinkovitost na naravno plevelno vegetacijo. Izjemi sta bili kombinaciji pripravkov 'Stomp Aqua' (a.s. pendimetalin) in 'Dual Gold' (a.s. S-metalaklor); skupna učinkovitost 87 %, in kombinacija pripravkov 'Harmony 75 WG' (a.s. tifensulfuron-metil) in 'Focus Ultra' (a.s. cikloksidim); skupna učinkovitost 92 %. Pri vseh herbicidnih kombinacijah, ki so vsebovale pripravek 'Plateen WG 41,5' (a.s. flufenacet in metribuzin), smo opazili močno fitotoksičnost pri rastlinah po vzniku in nad 90 % uničenje posevka. Visoko fitotoksičnost in delno propadanje rastlin smo opazili tudi pri herbicidnih kombinacijah z a.s. pendimetalin. Opaženo pripisujemo specifičnim rastnim razmeram s hladnim vremenom in obilnimi padavinami po aplikaciji herbicidov in v času vznika posevka, kar je povzročilo površinsko izpiranje herbicida, njegovo koncentracijo v nižjih plasteh tal ter povečan sprejem v mlade rastline soje. Različne a.s. so imele značilne vplive tako na morfološke lastnosti (višina rastlin, dozorevanje), kakor tudi na pridelek zrnja. Značilno najvišje pridelke, 5 in 4,9 t/ha suhega zrnja, smo izmerili v obravnavanjih, kjer smo pred vznikom uporabili pripravek 'Dual Gold' (1 l/ha), po vzniku pa 'Basagran' (2 l/ha) ali 'Harmony' (8 g/ha). Podoben pridelek, 4,7 t/ha zrnja, pa smo dosegli tudi z uporabo 'Harmony' (8 g/ha) in 'Focus Ultra' (2 l/ha) samo po vzniku.

---

<sup>1</sup> dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ales.kolmanic@kis.si

<sup>2</sup> dr., prav tam

**Ključne besede:** soja, pleveli, zatiranje, herbicidi, fitotoksičnost

## ABSTRACT

### EFFECT OF HERBICIDE COMBINATIONS ON WEED CONTROL EFFICACY, YIELD AND AGRONOMIC TRAITS OF SOYBEAN (*Glycine max* [L.] MERR.)

Biological efficacy of pre- and post-emergence herbicides and their combinations for weed control was evaluated in field trial at Jablje (central Slovenia) in 2016. Trial design was completely randomized block with ten treatments in four replications. Application of herbicides was performed with knapsack sprayer powered by the compressed air with spray volume set to 300 l/ha. Herbicide efficacy was evaluated 4 and 8 weeks after treatment. Herbicide effect on agronomic traits and yields of soybean was determined by comparison of selected morphological descriptors with non-sprayed control plots and by comparison with (in study postulated) standard herbicide treatment (active ingredients (a.i.) S-metalachlor + bentazone). High (>95%) overall efficacy in natural weed infestation conditions was observed for most of the tested herbicide combinations. Exceptions were the combinations of the products 'Stomp Aqua' (a.i. pendimethalin) and 'Dual Gold' (a.i. S-metalachlor), overall efficacy of 87%; and combination of 'Harmony 75 WG' (a.i. thifensulfuron-methyl) and 'Focus-Ultra' (a.i. cycloxdim), with overall efficacy of 92%. In all of the tested combinations with the product 'Plateen WG 41.5' (a.i. flufenacet and metribuzin) high phytotoxicity to soybean after the emergence was observed, followed by >90% destruction of the crop. High phytotoxicity and partial destruction of the plants was also observed in treatments with a.i. pendimethalin. Plant damage was caused by specific growing conditions with cold weather and intense rainfall events after the herbicide application and during soybean emergence. This led to increased surface leaching of herbicides, their concentration in the upper soil layer and increased uptake by young plant roots. Herbicide effects on the morphological characteristics (plant height, maturing etc.) and soybean yields were also determined. Significantly higher dry grain yields of 5 and 4.9 t/ha were observed in treatments with pre-emergence product 'Dual Gold' (1 l/ha) and post-emergence 'Basagran' (2 l/ha a.s. bentazone) or 'Harmony' (8 g/ha). Similarly, dry grain yield of 4.7 t/ha was observed with solely post-emergence application of 'Harmony' (8 g/ha) and 'Focus Ultra' (2 l/ha).

**Keywords:** soybeans, weed control, efficacy, herbicides, phytotoxicity

## 1 UVOD

Soja (*Glycine max* [L.] Merr.) je ena izmed svetovno najbolj razširjenih poljščin, katere pridelava tudi v Sloveniji v zadnjih dveh letih hitro narašča. Uvrščamo jo med zrnate stročnice in njena vključitev v naš kolobar je pozitivna z mnogih okoljskih in ekonomskih vidikov (Kolmanič in Bavec, 2016). Spada med okopavine s slabo tekmovalno sposobnostjo do plevelov v zgodnjih razvojnih fazah, zato je obvladovanje plevelov eden izmed najpomembnejših tehnoloških ukrepov za uspešno pridelavo soje. Zatiranje plevelov v intenzivni pridelavi soje večinoma temelji na

kemičnih ukrepov varstva rastlin, saj se soja pri nas večinoma prideluje na medvrstni razdalji 25 cm. Zaradi tega je možnost uporabe mehanskih ukrepov zatiranja plevelov omejena le na česanje in je zato toliko bolj pomembno učinkovito zatiranje plevela že v prejšnji kulturi in izvajanje preventivnih ukrepov zatiranja plevela, kot je npr. slepa setev. Pri pridelavi soje se pri nas srečujemo s težavami zaradi precej omejenega izbora kemičnih sredstev za zatiranje plevelov in pomanjkanja praktičnih izkušenj tehnologije varstva pred pleveli. Zaradi tega obstaja precejšnje tveganje za izgubo pridelka in bogatenja semenske banke v tleh, kar povečuje potrebo po ustrezni in učinkoviti rabi herbicidov, ki so na voljo našim pridelovalcem. Zaradi počasnega začetnega razvoja pleveli tekmujejo s sojo za vire (svetlobo, vlago, hranila in prostor) in lahko, glede na navedbe v literaturi, zmanjšajo pridelke le-te med 20 in 80 %. V letu 2016 je bilo pri nas registriranih osem aktivnih snovi, od tega štiri namenjene aplikaciji pred vznikom za zatiranje ozko in širokolistnih plevelov ter štiri aplikaciji po vzniku (dva pripravka za zatiranje ozkolistnih in dva pripravka za zatiranje širokolistnih). V letu 2017 je izredno dovoljenje za uporabo v soji pridobil tudi pripravek 'Pulsar', ki vsebuje a.s. imazamoks in je namenjen zatiranju širokolistnih plevelov po vzniku. Kljub temu pa z dovoljenimi a.s. zelo težko učinkovito obvladujemo vse plevelne vrste, ki se lahko pojavijo v soji. Učinkovitosti aktivnih snovi, ki so pri nas dovoljene v posevkih soje, so preizkušali že v preteklosti (Matko s sod., 2009; Šenk 2011; Vajs s sod., 2015) in tako nekaj izkušenj s tega področja že imamo. Nekoliko manj pa so bile preučevane poškodbe posevkov soje zaradi fitotoksičnosti, povzročene pri uporabi herbicidov v letih z neugodnimi vremenskimi razmerami, ki sledijo uporabi le-teh. Tako lahko v določenih okoliščinah tudi posamezni registrirani herbicidi povzročijo znatne poškodbe (fitotoksičnost) na rastlinah soje. Te so lahko vidne kot kloroze in nekroze listov, spremembe v barvi, spremembe v tkivu, poškodbe korenin ali ravnega vršička itd. V skrajnih primerih lahko prizadete rastline soje tudi propadejo. Poškodbe so pogostejše, ko okoljske razmere zmanjšajo sposobnost rastlin, da si opomorejo od herbicidnega stresa ali ko prihaja do povečanega izpiranja določenih aktivnih snovi zunaj njihove cone delovanja ali/in nanos na neciljne dele rastlin. Z uporabo herbicidov tako lahko neposredno (pojav fitotoksičnosti) ali posredno (dosežena učinkovitost) močno vplivamo na pridelek in agronomске parametre soje.

Namen poskusa je bil ugotoviti učinkovitost različnih herbicidnih kombinacij v soji na naravno plevelno floro v poskusu, njihovo fitotoksičnost ter vpliv na pridelek in nekatere pomembnejše agronomске lastnosti soje.

## 2 MATERIAL IN METODE DELA

Poskus je bil zasnovan v letu 2016 v Jabljah (osrednja Slovenija). Na poskusnem polju so težja ilovnato-meljasta tla, kjer v zgornjem horizontu prevladuje ilovica. Zasnova poskusa je bila v obliki naključnih blokov s štirimi ponovitvami obravnavanj. Preučevali smo devet različnih obravnavanj s kontrolo, ki so prikazane v preglednici 1. Velikost posamezne poskusne parcelice je bila 15 m<sup>2</sup> (2,5 × 6 m), vrednotili pa smo samo notranjih šest vrst. V poskusu smo uporabili sojo ES Mentor, ki je srednje zgodnja

sorta (00). Setev smo izvedli 27. maja z žitno sejalnico za setev poskusov na medvrstno razdaljo 25 cm, posevek pa je vzniknil med 5. in 6. junijem 2017. Vremenske razmere v času nanosa herbicidov in ocenjevanja so prikazane v preglednici 1. Pridobili smo jih z vremensko postajo v neposredni bližini poskusnega polja. Prikazane vrednosti so dnevna povprečja 46 meritev.

Preglednica 1: Vremenske razmere v maju, juniju in juliju 2016.

Dan	Temperatura-2 m (°C)			Padavine >0.2 mm (mm)		
	maj	junij	julij	maj	junij	julij
1	9,3	13,9	22,6	0	8	0
2	11,7	16,4 <sup>d</sup>	23,6	0,2	0 <sup>b</sup>	0
3	14,2	17,7	17,1	0	0	28,8
4	12,8	18,6	19,3	1,4	0	0
5	13,4	17,8 <sup>c</sup>	21	0,8	2,8 <sup>c</sup>	0
6	14,2	17,7 <sup>c</sup>	21,4	0	0,2 <sup>c</sup>	0
7	13,8	18,2	20,5	0	6,8	0
8	12,4	18,2	21,6	10,8	17,4	0
9	14	15,9	23	0,2	5,8	0
10	13,1	16,3	24,3	0,4	11,4	0
11	13	16,8 <sup>c</sup>	25	4,2	7,6	0
12	13,8	17 <sup>c</sup>	23,9	26	16,6 <sup>c</sup>	1
13	12,6	17,6 <sup>c</sup>	21,7	10,6	0,6 <sup>c</sup>	20,4
14	12,9	17 <sup>c</sup>	17,6	30,2	6,6 <sup>c</sup>	9
15	10	17,1	15,2	17,8	51,8	0,2
16	10,2	19,9	14,7	5,6	0,2	0,2
17	10,6	20,3	18,4	0	4,6	0
18	12,5	18,7	21	0	0	4,2
19	10,9	15,3	21,4	15	0,2	0
20	14,3	16,7	22,8	0,2	8,6	0
21	15,9	19,4	23,4	0	0	0
22	18,1	21,8	23,8	0	0	0
23	15,8	23,4	23,8	6,6	0	0
24	13	25,4	23,9	1,6	0	0
25	17,1	23,7	23,7	0	1,2	0
26	18,1	20,1	21,6 <sup>e</sup>	7	6,2	7,2 <sup>e</sup>
27	19,7 <sup>a</sup>	18,4	21,6	0 <sup>a</sup>	17,4	3,2
28	20,6	18,8 <sup>d</sup>	19,8	0	0 <sup>d</sup>	5,6
29	18,8	21,2	21,9	5,6	0	0
30	16,3	22,6	23,7	13,6	0,2	0
31	15,4		24,1			

<sup>a</sup> setev poskusov, <sup>b</sup> prva aplikacija herbicidov, <sup>c</sup> vznik poskusov, <sup>d</sup> prve opažene poškodbe (fitotoksičnost) rastlin, <sup>e</sup> druga ocena učinkovitosti/druga aplikacija herbicidov, <sup>e</sup> druga ocena učinkovitosti herbicidov

Herbicide smo aplicirali v dveh rokih (preglednica 2). Prvič po setvi soje in pred vznikom posevka ter plevelov (2. junija) in drugič, ko so posevki razvijali prvi do drugi trojni list–BBCH 13-14 (28. junija). Za nanos smo uporabili nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak s porabo škropilne brozge 300 l/ha. Po prvi aplikaciji so sledile obilnejše padavine v daljšem časovnem obdobju (preglednica 1). Med rastno dobo smo izvedli dve ocenjevanji (28. junija in 26. julija), kjer smo na podlagi neškropljene kontrole ocenili biotično učinkovitost herbicidnih kombinacij na naravno plevelno vegetacijo. Sestavo le-te smo popisali na kontrolnih parcelicah, v vsakem bloku posebej. Na vseh

kontrolnih parcelicah smo naključno izbrali dve ocenjevalni mesti (vsaka po 1 m<sup>2</sup>) ter na njih določili in prešteli plevelne vrste. Na škropljenih parcelicah smo nato prav tajko izbrali dve naključni mesti v sredini parcelice (vsaka 1 m<sup>2</sup>) ter primerjali vrste in število plevelov s kontrolnimi parcelicami. Tako smo vizualno ocenili učinkovitost na posamezno plevelno vrsto v odstotkih. Učinek herbicidov na agronomske lastnosti in pridelek soje smo določili s primerjanjem izbranih morfoloških deskriptorjev v obravnavanih s kontrolnimi (neškropljenimi) posevki in s primerjavo z (v poskusu predpostavljenim) herbicidnim standardom (a.s. S-metolaklor + bentazon). Med rastno dobo smo spremljali razvoj soje kot npr. višina rastlin in drugih parametrov. Razvojne faze smo spremljali po metodologiji Ritchies in sod. (1985). V tehnološki zrelosti smo sojo poželi s parcelnim kombajnom za poskuse. Sveže pridelke zrnja smo nato stehali, izmerili vlago in posušili na 9 % vlažnost.

Preglednica 2: Seznam preučevanih herbicidnih pripravkov, njihovi odmerki, termini aplikacije in aktivne snovi.

št. obr.	Pripravek:	Odmerek ha	Termin aplikacije	Aktivna snov
1.	Kontrola			
2.	Stomp Aqua	3 l	A	pendimetalin 455 g/l
	Dual Gold 960 EC	1 l	A	S-metolaklor 960 g/l
3.	Dual Gold 960 EC	1 l	A	S-metolaklor 960 g/l
	Basagran 480	2 l	B	bentazon 480 g/l
4.	Dual Gold 960 EC	1 l	A	S-metolaklor 960 g/l
	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
5.	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
	Focus Ultra	2 l	B	cikloksidim 100 g/l
6.	Stomp Aqua	3 l	A	pendimetalin 455 g/l
	Frontier X2	1 l	A	dimetenamid-P 720 g/l
	Basagran 480	2 l	B	bentazon 480 g/l
7.	Plateen WG 41,5	2,5 kg	A	flufenacet 240 g/kg + metribuzin 175 g/kg
	Basagran 480	2 l	B	bentazon 480 g/l
8.	Plateen WG 41,5	2,5 kg	A	flufenacet 240 g/kg + metribuzin 175 g/kg
	Frontier X2	1 l	A	dimetenamid-P 720 g/l
	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
9.	Plateen WG 41,5	2,5 kg	A	flufenacet 240 g/kg + metribuzin 175 g/kg
	Centium 36 CS	0,25 l	A	klomazon 360 g/l
	Harmony 75 WG	8 g	B	tifensulfuron-metil 750 g/l
10.	Stomp Aqua	3 l	A	pendimetalin 455 g/l
	Frontier X2	1 l	A	dimetenamid-P 720 g/l
	Pulsar 40 SL	0,7 l	B	imazamox 40 g/l
	Basagran	2 l	B	bentazon 480 g/l

A – pred vznikom soje in plevelov: BBCH 01 (2.6.2016)

B – po vzniku soje in plevelov, ob pojavu prvega/drugega trojnega lista: BBCH 12-13 (28.6.2016)

Podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI. Kjer je bilo potrebno, smo učinkovitosti pred analizo transformirali s pomočjo arkus-sinus-kvadratni koren transformacije, da smo zagotovili normalnost porazdelitve in homogenost variance. Analizo variance smo naredili z večfaktorsko analizo variance

( $\alpha=0,05$ ). Če je analiza pokazala statistično značilne razlike ( $p \leq 0,05$ ), smo razlike med obravnavami ovrednotili s pomočjo Tukey-evega HSD testa za primerjavo mnogoterih obravnavanj.

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

#### 3.1. Plevelna vegetacija

Rezultati popisa in pokrovnosti naravne plevelne vegetacije na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah so prikazani v preglednici 3 za dva termina ocenjevanja. Prevladovali so enoletni ozkolistni in širokolistni pleveli. Pri prvem ocenjevanju je bil številčno najpogostejši zeleni muhvič, prav tako je imel tudi najvišjo pokrovnost. Skupna pokrovnost plevelov je bila pri prvem ocenjevanju 45 %, pri drugem ocenjevanju pa so se razmerja med pleveli nekoliko spremenila, saj je prišlo do medvrstne tekmovalnosti med pleveli. Številčno je še zmeraj bilo največ rastlin zelenega muhviča, najvišjo pokrovnost pa smo ugotovili pri navadni kostrebi. Mrtve koprive in navadnega tolščaka v drugem ocenjevanju nismo več zaznali, se je pa razvilo nekaj rastlin golega prosa.

Preglednica 3: Plevelna flora na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah glede na termin ocenjevanja.

Plevelna vrsta	BAYER koda - akronim	ocena**		ocena**	
		št. m <sup>2</sup>	pokrovnost %	št. m <sup>2</sup>	pokrov-nost %
Bela metlika ( <i>Chenopodium album</i> L.)	CHEAL	6,0	3	10,1	< 1
Mnogosemna metlika ( <i>Chenopodium polyspermum</i> L.)	CHEPO	56,7	6	11,3	8,7
Prava kamilica ( <i>Matricaria chamomilla</i> L.)	MATCH	29,0	7	8,2	1,2
Navadna zvezdica ( <i>Stellaria media</i> L.) VILL./CRY.	STEME	28,0	2	6,8	1,8
Drobno cvetni rogovilček ( <i>Galinsoga parviflora</i> CAV.)	GASPA	2,7	0,5	4,5	7
Navadni plešec ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MEDIK.)	CAPBP	3,3	0,5	1,8	0,9
Srškodlakavi ščir ( <i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	AMARE	5,3	0,6	5,8	5,6
Navadni slakovec ( <i>Polygonum convolvulus</i> L.)	POLCO	2,7	0,8	1,3	2,1
Zeleni muhvič ( <i>Setaria viridis</i> (L.) P.BEAUV	SETVI	114,8	12	19,3	6,7
Breskova dresen ( <i>Polygonum persicaria</i> L.)	POLPE	4,7	1,5	3,0	3
Navadna kostreba ( <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.BEAUV.)	ECHCG	15,7	3	13,3	19,2
Krvavordeča srakonja ( <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) SCOP.)	DIGSA	10,2	3	7,2	10
Škrlatnordeča mrtva kopriva ( <i>Lamium purpureum</i> L.)	LAMPU	9,6	1	/	/
Pleveli iz rodu <i>Brassica</i> sp.	BRSG	10,2	0,5	8,9	4
Navadni tolščak ( <i>Portulaca oleracea</i> L.)	POROL	5,6	3	/	/
Golo proso ( <i>Panicum dichotomiflorum</i> (L.) MICHX.)	PANDI	/	/	3,7	4

Ostalo\*: njivski slak (*Convolvulus arvensis* L.), njivska vijolica (*Viola arvensis* MURR.), ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata* L.), veliki trpotec (*Plantago major* L.), poljski mak (*Papaver rhoeas* L.), travni pleveli (*Poa* sp.), jetičniki (*Veronica* sp.)

\* pleveli, ki jih nismo našli na kontrolnih (neškropljenih) parcelicah, a smo jih opazili na nekaterih škropljenih obravnavanjih. Njihovo povprečno število ni presehalo en plevel na parcelico.

\*\* vrednosti so povprečja štirih ponovitev

Travni pleveli (muhvič in kostreba) so prevladali nad nekaterimi širokolistnimi pleveli (prava kamilica, nav. plešec, bela metlika). Skupna pokrovnost plevelov v drugem ocenjevanju je bila 79 %, pokrovnost soje pa 75 %.

### 3.2. Ocene učinkovitosti

Vremenske razmere v zgodnjih razvojnih fazah so bile manj ugodne za razvoj soje na težjih tleh. Pogoste in obilne padavine so večkrat povzročile zasičenost tal z vodo, tudi kratkotrajno zastajanje površinske vode. Prvo ocenjevanje smo izvedli štiri tedne po aplikaciji herbicidov s talnim delovanjem.

Preglednica 4: Učinkovitosti preučevanih herbicidov za zatiranje plevelov na poskusnem polju (% , n=4) pri prvem ocenjevanju (28.6.2016)

Obrav.:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Plevelna vrsta:	Kontrola (št. na m <sup>2</sup> )	Stomp Aqua Dual Gold 960 EC	Dual Gold 960 EC	Dual Gold 960 EC		Stomp Aqua Frontier X2	Plateen WG 41,5	Plateen WG 41,5 Frontier X2	Plateen WG 41,5 Centium 36 CS	Stomp Aqua Frontier X2	značilnost:
CHEAL	6	99,0 <sup>a</sup>	89,7 <sup>b</sup>	87,5 <sup>b</sup>		99,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	***
CHEPO	56,7	99,0 <sup>a</sup>	84,0 <sup>b</sup>	82,7 <sup>b</sup>		99,0 <sup>a</sup>	99,2 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	***
MATCH	29	12,9 <sup>c</sup>	0,0 <sup>c</sup>	1,2 <sup>c</sup>		25,0 <sup>b</sup>	85,2 <sup>a</sup>	87,5 <sup>a</sup>	87,4 <sup>a</sup>	32,5 <sup>b</sup>	***
STEME	28	99,0 <sup>ab</sup>	94,7 <sup>bc</sup>	91,7 <sup>c</sup>		99,0 <sup>ab</sup>	99,2 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>ab</sup>	***
GASPA	2,7	99	98,6	99		99	99,2	99,5	99,5	99	ns
CAPBP	3,3	99,0 <sup>ab</sup>	97,0 <sup>ab</sup>	94,5 <sup>b</sup>		99,0 <sup>ab</sup>	99,2 <sup>ab</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>ab</sup>	*
AMARE	5,3	99,0 <sup>ab</sup>	93,0 <sup>bc</sup>	92,5 <sup>c</sup>		99,0 <sup>ab</sup>	99,2 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>ab</sup>	***
POLCO	2,7	93,0 <sup>a</sup>	20,5 <sup>b</sup>	19,5 <sup>b</sup>		88,2 <sup>a</sup>	86,2 <sup>a</sup>	87,5 <sup>a</sup>	84,2 <sup>a</sup>	88,7 <sup>a</sup>	***
SETVI	114,8	97,2 <sup>bc</sup>	94,6 <sup>c</sup>	96,7 <sup>c</sup>		98,0 <sup>abc</sup>	99,2 <sup>ab</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	97,5 <sup>bc</sup>	***
POLPE	4,7	99,0 <sup>a</sup>	64,2 <sup>b</sup>	75,7 <sup>b</sup>		99,0 <sup>a</sup>	99,2 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	***
ECHCG	15,7	99,0 <sup>ab</sup>	98,0 <sup>b</sup>	98,5 <sup>ab</sup>		99,0 <sup>ab</sup>	99,3 <sup>ab</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	98,5 <sup>ab</sup>	**
DIGSA	10,2	99,0 <sup>ab</sup>	97,0 <sup>b</sup>	97,2 <sup>ab</sup>		99,0 <sup>ab</sup>	99,2 <sup>ab</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,5 <sup>a</sup>	99,0 <sup>ab</sup>	**
LAMPU	9,6	99	99	99		99	99,2	99,5	99,5	99	ns
BRSG	10,2	79,6 <sup>c</sup>	85,1 <sup>ab</sup>	85,7 <sup>ab</sup>		84,3 <sup>abc</sup>	84,3 <sup>abc</sup>	88,6 <sup>a</sup>	85,7 <sup>ab</sup>	81,2 <sup>bc</sup>	***
POROL	5,6	97	99	97		99	99	99,7	99,2	97,7	ns
<b>Skupna učinkovitost:</b>		95,5 <sup>b</sup>	90,5 <sup>c</sup>	88,7 <sup>c</sup>		97,2 <sup>ab</sup>	98,2 <sup>ab</sup>	98,7 <sup>ab</sup>	99,0 <sup>a</sup>	96,2 <sup>b</sup>	***

stopnja značilnosti: \*\*\*,  $P \leq 0.001$ ; \*\*,  $P \leq 0.01$ ; \*,  $P \leq 0.05$ ; ns, ni statistično značilno.

povprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa

Delovanje pripravkov, uporabljenih pred vznikom, je bilo razmeroma dobro, večina herbicidov je dosegla zelo visoke učinkovitosti >90 % (preglednica 4). Nekoliko slabšo, vendar še vedno zadovoljivo učinkovitost, smo ugotovili pri uporabi a.s. 'S-metolaklor' (89 in 90 % učinkovitosti). Večje razlike med a.s. smo opazili pri delovanju na posamezne plevelne vrste. Npr., 'S-metolaklor' in 'pendimetalin' sta dosegla nižjo učinkovitost na pravo kamilico (0-32 %).

Tudi ostale preučevane a.s. so pokazale na kamilico nekoliko slabše delovanje (85-87 %). 'S-metolaklor' je slabo zatrl tudi navadnega slakovca (20 %), v primerjavi s precej boljšim delovanjem ostalih herbicidov (84-89 %). Nekoliko nižje učinkovitosti (80-89 %) na samonikle križnice pa smo opazili pri vseh uporabljenih pripravkih.

Preglednica 5: Stopnja učinkovitosti preučevanih herbicidov za zatiranje plevelov na poskusnem polju (% , n=4) pri drugem ocenjevanju (26.7.2016).

Obrav.:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Plevelna vrsta:	Kontrola (št. na m <sup>2</sup> )	Stomp Aqua Dual Gold 960 EC	Dual Gold 960 EC Basaگران 480	Dual Gold 960 EC Harmony 75 WG	Harmony 75 WG Focus Ultra	Stomp Aqua Frontier X2 Basaگران 480	Plateen WG 41,5 Basaگران 480	Plateen WG 41,5 Frontier X2 Harmony 75 WG	Plateen WG 41,5 Centium 36 CS Harmony 75 WG	Stomp Aqua Frontier X2 Pulsar 40 SL Basaگران 480	znač.:
CHEAL	10,1	99	99	96,2	97,5	99	99	99	99	99	ns
CHEPO	11,3	98,7 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	93,7 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	87,5 <sup>b</sup>	97,0 <sup>a</sup>	97,2 <sup>a</sup>	98,0 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	97,7 <sup>a</sup>	***
MATCH	8,2	37,5 <sup>b</sup>	99,0 <sup>a</sup>	97,7 <sup>a</sup>	91,5 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	98,2 <sup>a</sup>	***
STEME	6,8	99	99	97	97,7	97,7	99	99	99	99	ns
GASPA	4,5	97,5	99	94,5	98	99	97,7	99	99	99	ns
CAPBP	1,8	62,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	91,5 <sup>b</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	***
AMARE	5,8	99	98,7	99	99	99	99	99	99	99	ns
POLCO	1,3	61,2 <sup>c</sup>	97,5 <sup>a</sup>	95,0 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	87,0 <sup>ab</sup>	93,2 <sup>ab</sup>	81,7 <sup>b</sup>	82,5 <sup>b</sup>	84,7 <sup>ab</sup>	92,5 <sup>ab</sup>	***
SETVI	19,3	98,7	97	96,5	98,5	99	99	99	99	97,5	*
POLPE	3	96,2	98,2	99	99	99	99	99	99	99	ns
ECHCG	13,3	97,5	99	99	97,5	99	98,2	99	99	99	ns
DIGSA	7,2	99	99	99	99	99	99	99	99	99	ns
PANDI	3,7	53,7 <sup>a</sup>	94,7 <sup>a</sup>	95,0 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	56,5 <sup>c</sup>	99,0 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	98,0 <sup>a</sup>	79,0 <sup>b</sup>	***
BRSG	8,9	52,5 <sup>b</sup>	98,2 <sup>a</sup>	98,5 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	97,5 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	96,5 <sup>a</sup>	96,7 <sup>a</sup>	***
<b>Skupna učinkovitost:</b>		86,4 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>	96,0 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	92,2 <sup>bc</sup>	97,2 <sup>a</sup>	98,3 <sup>a</sup>	96,7 <sup>a</sup>	98,5 <sup>a</sup>	97,7 <sup>a</sup>	***

stopnja značilnosti: \*\*\* ,  $P \leq 0.001$ ; \*\* ,  $P \leq 0.01$ ; \* ,  $P \leq 0.05$ ; ns, ni statistično značilno.

poprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa

Drugo ocenjevanje učinkovitosti smo izvedli 28 dni po drugi aplikaciji herbicidov. Rezultati so prikazani v preglednici 5. Pri večini preizkušenih kombinacijah smo ugotovili visoke (>95 %) skupne učinkovitosti na naravno plevelno floro. Kombinacija 'Harmony 75 WG' (a.s. tifensulfuron-metil) in 'Focus Ultra' (a.s. cikloksidim), aplicirana po vzniku soje in plevelov, je imela skupno učinkovitost 92 %. Najnižjo učinkovitost smo opazili pri kombinaciji pripravkov 'Stomp Aqua' (a.s. pendimetalin) in 'Dual Gold' (a.s. S-metolaklor). Skupna učinkovitost je bila še vedno zadovoljivih 87 %, a že nakazuje na ponovni razvoj nekaterih plevelnih vrst, kot npr. prava kamilica, plešec, golo proso in različne samonikle križnice. Pri tem je potrebno omeniti tudi spremenjeno interakcijo med gojeno rastlino in pleveli pri navedenem



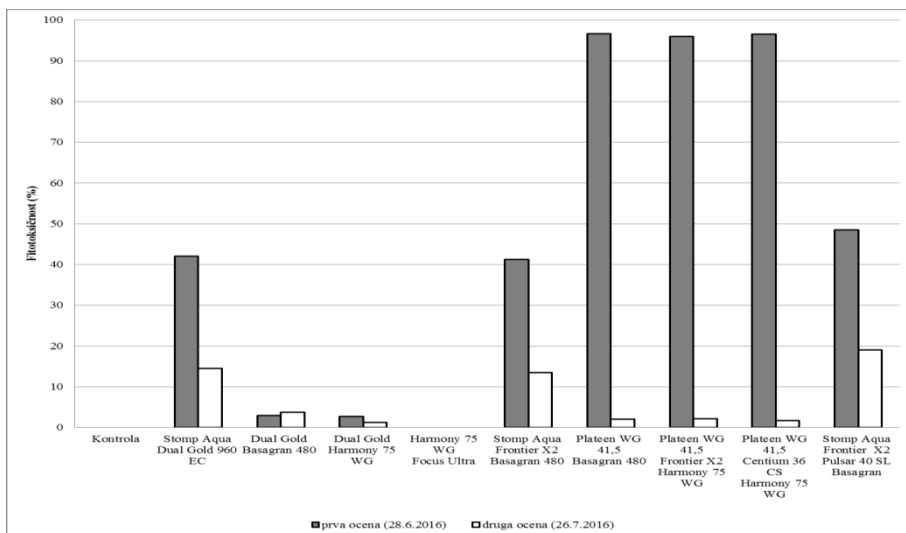
obravnavanju. Zaradi pojava fitotoksičnosti pri uporabi a.s. 'pendimetalin' so rastline soje zaostajale v razvoju in je bila pokrovnost posevka precej nižja v primerjavi z obravnavanji brez vidnih poškodb. Soja je bila manj konkurenčna, zato so bili pleveli bistveno bolj razviti kot pri drugih obravnavanjih. Podobno smo opazili tudi pri uporabi a.s. 'flufenacet' in 'metribuzin', kjer je zaradi fitotoksičnosti prav tako večina rastlin soje propadla in omogočila neoviran razvoj plevelov.

Rezultati delovanja uporabljenih pripravkov za zatiranje plevela so deloma pričakovani, glede na izkušnje iz podobnih poskusov (Matko in sod., 2009; Šenk 2011, Vajs in sod., 2015), smo pa v našem poskusu zabeležili nekoliko višje učinkovitosti v primerjavi z že objavljenimi izsledki. To pripisujemo vremenskim razmeram z dovolj vlage, ki je sledilo aplikaciji, saj smo dosegli dobro razporeditev a.s. v zgornjem sloju tal. Vendar pa je kombinacija padavin in hladnega vremena hkrati upočasnila zgodnji razvoj soje ter povečala izpiranje a.s. na kaleče rastline soje, ki so zelo občutljive in povzročila pri nekaterih pripravkih močno fitotoksičnost.

### 3.3. Fitotoksičnosti in razvoj rastlin

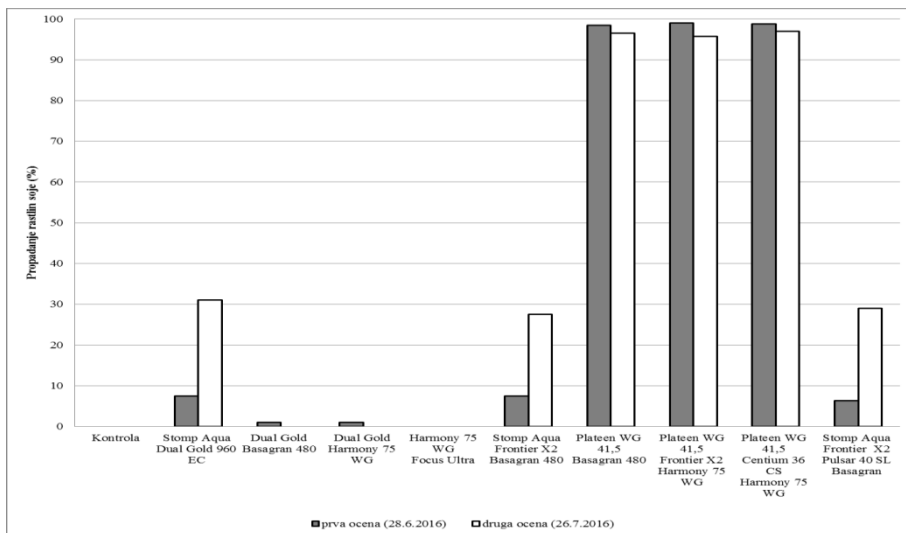
Ocene fitotoksičnosti so prikazane v preglednici 6. Pri vseh herbicidnih kombinacijah s pripravkom 'Plateen WG 41,5' smo opazili močno fitotoksičnost (kloroze in nekroze listov) po vzniku, čemur je sledilo nad 90 % propadanje soje. Močno fitotoksičnost (deloma kot kloroze in nekroze ob robovih listov ter poškodbe koreninskega sistema) in delno propadanje rastlin smo opazili tudi pri herbicidnih kombinacijah s pripravkom 'STOMP AQUA'. Fitotoksičnost smo pri obeh pripravkih opazili nekje 5-8 dni po vzniku in jih pripisujemo specifičnim rastnim razmeram s hladnejšim vremenom prek noči in obilnimi padavinami po aplikaciji herbicidov ter v času vznika posevka, kar je povzročilo pri mladih rastlinah soje precejšen stres. Prekomerne padavine so povzročile površinsko izpiranje a.s. v zgornje plasti tal in prišlo je do povišanega sprejema a.s. skozi mlade korenine, pri pripravku 'Plateen WG 41,5' pa v manjšem meri pa tudi prek rastnega vršička in kličnih listov.

Pri pripravku 'Plateen WG 41,5' je po prvih opaženih znamenjih fitotoksičnosti sledilo hitro propadanje rastlin. Približno v 10-14 dneh po opaženi fitotoksičnosti je večina rastlin soje propadla (95-97 % rastlin). Tako so bile pri prvi oceni učinkovitosti obravnavane parcelice skoraj gole. Preživele rastline pri drugem ocenjevanju niso več kazale znamenj fitotoksičnosti, a so močno zaostajale z razvojem. Opažena znamenja so značilna za način delovanja a.s. metribuzin. A.s. metribuzin spada v skupino triazinov in deluje na način inhibiranja fotosinteze z oviranjem prenosa elektronov. Aplikira se pred vznikom plevelov in posevka. Primarno mesto absorpcije so korenine, lahko pa vstopa tudi prek listov (Trebst in Wietoska 1975). O njegovi fitotoksičnosti na sojo in druge rastlinske vrste so poročali tudi drugi raziskovalci (Street in sod., 1987; Shaw in sod., 1986; Marriage in sod., 1978). Med drugim so ugotovili razlike med genotipi glede fitotoksičnosti, ki izvirajo iz mehanizmov encimatske razgradnje (Oswald in sod., 1978).



Slika 1: Ocene fitotoksičnosti (kloroze in nekroze listov) pri različnih pripravkih in času ocenjevanja (% , n=4).

186



Slika 2: Ocena propada rastlin soje glede na pripravek in čas ocenjevanja (% , n=4).

Pri pripravku 'STOMP AQUA' so po prvih opaženih znamenjih fitotoksičnosti rastline bistveno zaostale za nepoškodovanimi rastlinami in dajale videz zakrnelosti. Med prvim in drugim ocenjevanjem je bil njihov razvoj upočasnen, vendar so razvojno

fazo cvetenja začele istočasno kot nepoškodovane rastline v drugih obravnavanjih. Opaženo je v skladu z načinom delovanja a.s. pendimetalin, selektivne a.s. iz skupine dinitroanilinov. Zaradi svoje selektivnosti in načina delovanja je eden izmed najbolj razširjenih herbicidov predvsem za zatiranje plevelov pred vznikom v koruzi, krompirju, bombažu, rižu, soji, tobaku in drugih poljščinah (Smith in sod., 1995), poročila o njegovi fitotoksičnosti pa so redka (Glover in Schapaugh, 2002; El-Nady in Belal 2013). Deluje na način inhibiranja mikrotubul (Tresch, 2005), kar ovira delitev celic, predvsem v meristemskih tkivih, kot so rastni vršiček stebel in korenin. Zunanji znaki poškodovanih rastlin so zakrnelost in upočasnen razvoj.

Preglednica 6: Povprečna višina rastlin soje, pridelek suhega zrnja in stopnja vlage ob spravilu (n=4).

št.		Višina rastlin (cm)	Pridelek suhega zrnja (kg/ha)	Vlaga ob spravilu (%)
1.	Kontrola	89,4 <sup>a</sup>	2969,3 <sup>b</sup>	20,6 <sup>a</sup>
2.	Stomp Aqua Dual Gold 960 EC	55,9 <sup>b</sup>	2825,1 <sup>b</sup>	21,8 <sup>a</sup>
3.	Dual Gold Basagran 480	91,1 <sup>a</sup>	5012,4 <sup>a</sup>	19,8 <sup>a</sup>
4.	Dual Gold Harmony 75 WG	89,7 <sup>a</sup>	4893,3 <sup>a</sup>	19,9 <sup>a</sup>
5.	Harmony 75 WG Focus Ultra	87,1 <sup>a</sup>	4752,4 <sup>a</sup>	21,5 <sup>a</sup>
6.	Stomp Aqua Frontier X2 Basagran 480	58,8 <sup>b</sup>	3215,5 <sup>b</sup>	21,9 <sup>a</sup>
7.	Plateen WG 41,5 Basagran 480	63,6 <sup>b</sup>	1992,8 <sup>c</sup>	25,4 <sup>b</sup>
8.	Plateen WG 41,5 Frontier X2 Harmony 75 WG	56,2 <sup>b</sup>	1976,0 <sup>c</sup>	26,1 <sup>b</sup>
9.	Plateen WG 41,5 Centium 36 CS Harmony 75 WG	56,4 <sup>b</sup>	1755,6 <sup>c</sup>	25,8 <sup>b</sup>
10.	Stomp Aqua Frontier X2 Pulsar 40 SL Basagran	61,1 <sup>b</sup>	2858,2 <sup>b</sup>	20,9 <sup>a</sup>
<i>značilnost:</i>		***	***	***

*stopnja značilnosti: \*\*\*,  $P \leq 0.001$ ; \*,  $P \leq 0.05$*

*povprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa*

Nasprotno pri pripravku 'Dual Gold 960 EC' nismo ugotovili znamenj fitotoksičnosti. Tudi zgodnji razvoj posevkov v teh obravnavanjih je bil primerljiv s kontrolo, a smo opazili odstotek propadlih rastlin, kar pa ne pripisujemo delovanju a.s. S-metolaklor. Pri herbicidih apliciranih po vzniku prav tako nismo opazili znamenj fitotoksičnosti na rastline. Vpliv herbicidnih kombinacij oz. vpliv učinkovitosti in fitotoksičnosti na

agronomske lastnosti soje je prikazan v preglednici 7. Pričakovano smo zaradi velike fitotoksičnosti opazili večje razlike med obravnavanji. Različne a.s. so imele značilne vplive tako na morfološke lastnosti (višina rastlin, dozorevanje) kakor tudi na pridelek zrnja. V povprečju je bila velikost nepoškodovanih rastlin 90 cm, od herbicidov poškodovane rastline pa so bile precej nižje (v povprečju za 30,8 cm) in imele nižje oblikovane prve stroke. Nekoliko nižje prve stroke smo presenetljivo opazili tudi v obravnavanjih s S-metolaklorom. Nasprotno so imele rastline, ki so utrpele fitotoksičnost, precej večje število strokov na rastlino, tudi do 100 strokov več kot na kontroli. Opaženo ne pripisujemo neposredno učinku aktivnih snovi, ampak bolj posrednemu učinku propada rastlin in neizkoriščenemu rastnemu prostoru. V razmerah redke setvene gostote rastline soje pridobijo grmičasto obliko rasti. Vlaga zrnja je bila pri obravnavanjih z opaženo fitotoksičnostjo značilno višja, kar pripisujemo velikemu številu strokov na rastlino in majhni listni površini rastlin. Značilno največje pridelke smo imeli v obravnavanjih, kjer smo pred vznikom uporabili pripravek 'Dual Gold' (1 l/ha) ter po vzniku 'Basagran' (2 l/ha) ali 'Harmony' (8 g/ha) ali kombinacijo 'Harmony' (8 g/ha) in 'Focus Ultra' (2 l/ha) po vzniku. Najnižje pridelke smo imeli v obravnavanjih z a.s. Plateen WG 41,5 (2,5 kg/ha) in Centium 36 CS (0,25 l/ha) pred vznikom ter Harmony 75 WG (8 g/ha) po vzniku, vendar med obravnavanji, ki so vsebovala a.s. metribuzin ni bilo značilnih razlik. Glede na prevladujočo plevelno vegetacijo pri nas, je talne herbicide priporočeno kombinirati z aplikacijo po vzniku z a.s. ki delujejo na širokolistne in ozkolistne plevela ali/ali s specifičnimi graminicidi. Ocenjene učinkovitosti so pokazale, da so bile uporabljene kombinacije v rastnih razmerah leta 2016 zelo učinkovite pri zatiranju plevelov v soji.

#### 4 SKLEPI

Pri večini preizkušenih kombinacijah smo dosegli visoko (>95 %) skupno učinkovitost na prevladujočo plevelno floro. Izjemi sta bili kombinaciji pripravkov 'Stomp Aqua' (a.s. pendimetalin) in 'Dual Gold' (a.s. S-metolaklor); skupna učinkovitost 87 %, in kombinacija pripravkov 'Harmony 75 WG' (a.s. tifensulfuron-metil) in 'Focus Ultra' (a.s. cikloksidim); skupna učinkovitost 92 %. Pri vseh kombinacijah, ki so vsebovale pripravek 'Plateen WG 41,5' (a.s. flufenacet in metribuzin) smo opazili močno fitotoksičnost pri rastlinah po vzniku in nad 90 % uničenje posevkov. Močno fitotoksičnost in delno propadanje rastlin smo opazili tudi pri herbicidnih kombinacijah z a.s. pendimetalin. Opaženo pripisujemo specifičnim rastnim razmeram s hladnim vremenom in obilnimi padavinami po aplikaciji herbicidov in v času vznika posevka, kar je povzročilo pri mladih rastlinah soje precejšen stres. Prišlo je do površinskega izpiranja herbicida in njegove koncentracije v zgornjih plasteh tal ter povečan sprejem le-tega skozi korenine in v manjši meri tudi prek ravnega vršička. Zaradi močne fitotoksičnosti so imele različne a.s. značilne vplive tako na morfološke lastnosti (višina rastlin, dozorevanje), kakor tudi na pridelek in vlago ob spravilu. Značilno najvišje pridelke, približno 5 t/ha suhega zrnja, smo imeli v obravnavanjih, kjer smo pred vznikom uporabili pripravek 'Dual

Gold (1 l/ha) ter po vzniku 'Basagran' (2 l/ha; a.s. bentazon) ali 'Harmony' (8 g/ha) in kombinacijo 'Harmony' (8 g/ha) in 'Focus Ultra' (2 l/ha) po vzniku. Glede na dobljene rezultate velja opozoriti na precejšnje možnost pojavnosti fitotoksičnosti pri a.s. pendimetalin, v primeru obilnih padavin, ki sledijo aplikaciji. A.s. metribuzin, ki je povzročila večji propad soje, pri nas ni registrirana za uporabo v soji.

## 5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), ki je raziskavo sofinancirala v okviru CRP-a Soja (V4-1407) ter programski skupini Agrobiodiverziteta (P4-0072) in Trajnostno kmetijstvo (P4-0133). Za nanos herbicidov in pomoč pri ocenjevanju učinkovitosti ter fitotoksičnosti se zahvaljujemo Urošu Kavklerju (OVR-KIS). Za pomoč pri ocenjevanju agronomskih parametrov se zahvaljujemo Neji Marolt, Primožu Žigonu, Alešu Plutu (vsi OVR-KIS) ter Boštjanu Ogorevcu (IC-Jabljce).

## 6 LITERATURA

- El-Nady M. F., Belal E.B. 2013. Effect of Phytotoxicity of Pendimethalin Residues and its Bioremediation on Growth and Anatomical Characteristics of *Cucumis sativus* and *Echinochloa crus-galli* Plants. *Asian Journal of Crop Science*, 5: 222-237.
- Glover D.G., Schapaugh W.T. 2002. Screening of Soybean for Pendimethalin Herbicide Induced Stem Damage. *Euphytica*, 125, 3: 433-437.
- Kolmanič A., Bavec F. 2016. Suitability of selected grain legumes for production and feed in sub-alpine and pannonian growing conditions in 2015 in Slovenia. V: Đuragič O. (ur.). XVII International Symposium Feed Technology [and] III International Congress Food Technology, Quality and Safety.
- Marriage P.B., Hamill A.S., Stryk F.G. 1978. Response of soybean plants to metribuzin and interaction with atrazine residues. *Journal of Environmental Science and Health, part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 13, 3: 287-297.
- Matko B., Miklavc J., Mešl M., Lešnik M., Vajs, S. 2009. Rezultati preizkušanja herbicidov proti plevelom v soji. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin: 497 str.
- Oswald T.H., Smith A.E., Phillips D.V. 1978. Phytotoxicity and detoxification of metribuzin in dark-grown suspension cultures of soybean. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 8, 1: 73-83.
- Shaw D.R., Peepers T.F., Westerman R.L. 1986. Persistence of Phytotoxicity of Metribuzin and Its Ethylthio Analog. *Weed Science*, 34, 3: 409-412.
- Street J.E., Wehtje G., Walker R.H., Patterson M.G. 1987. Effects of Adjuvants on Behavior of Metribuzin in Soil and Soybean Injury. *Weed Science*, 35, 3: 422-426.
- Šenk I. 2011. Možnosti za zatiranje plevelov v posevkih soje (*Glycine max* (L.)) s herbicidi dostopnimi na slovenskem tržišču. Diplomsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 42 str.
- Trebst A., Wietoska H. 1975. Mode of action and structure-activity-relationships of the aminotriazinone herbicide Metribuzin. Inhibition of photosynthetic electron transport in chloroplasts by Metribuzin. *Zeitschrift für Naturforschung. Section C, Biosciences*. 30, 4: 499-504.
- Tresch S., Plath P., Grossmann K. 2005. Herbicidal cyanoacrylates with antimicrotubule mechanism of action. *Pest Management Science*, 61, 11: 1052-1059.
- Vajs S., Lešnik M., Miklavc J., Matko B., Mešl M. 2015. Učinkovitost herbicidov za zatiranje novih invazivnih plevelov v posevkih soje. V: Trdan S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 12. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo: 399 str.