

U INKOVITOST MEŠANIC PRIPRAVKOV NA PODLAGI GLIFOSATA, 2,4-D TER DIKAMBE ZA ZATIRANJE NJIVSKEGA SLAKA (*Convolvulus arvensis* L.)

Aleš KOLMANI¹, Mario LEŠNIK²

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor

IZVLE EK

V lon nem poskusu smo preu evali u inkovitosti aktivnih snovi (a.s.) ter škropilnih brozg na podlagi glifosata (N-[fosfonometil] glicin), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi-ocetna kislina) in dikambe (3,6-dikloro-o-anisinska kislina) za zatiranje njivskega slaka (*Convolvulus arvensis* L.). Glifosat smo uporabili v koncentracijah 2000 in 3000 g a.s. ha⁻¹, 2,4-D v 500, 1000 in 1500 g a.s. ha⁻¹ ter dikambo v 250, 500 in 750 g a.s. ha⁻¹. U inkovitost smo dolo ali 3 in 6 tednov ter 8 mesecev po tretiranju z metodo vizualne ocene in s tehtanjem nadzemske ter podzemne mase rastlin. Opazili smo zmerne antagonizme med aktivnimi snovmi. U inkovitost zatiranja koreninskega sistema (45-60 % u inkovitost) se je bistveno razlikovala od u inkovitosti izraženi v zmanjšanju nadzemske mase (85-99 % u inkovitost). Glede na u inkovitost uporabljenih škropilnih brozg ter iz stroškovnega vidika, mešanja 2,4-D (ve kot 1000 g a.s. ha⁻¹) ali dikambe (ve kot 500 g a.s. ha⁻¹) z glifosatom ne moremo priporo ati za zatiranje njivskega slaka. 2,4-D, bodisi uporabljen samostojno (1500 g a.s. ha⁻¹; 94 % u inkovitost) ali v mešanicah z glifosatom (3000 g a.s. ha⁻¹ glifosat in 1500 g a.s. ha⁻¹ 2,4-D; 83,1 % u inkovitost) je ena od najbolj u inkovitih aktivnih snovi za dolgoro no obvladovanje slaka.

Klju ne besede: zatiranje trajnih plevelov, škropilne brozge, u inkovitost herbicidov, aktivne snovi

ABSTRACT

EFFICACY OF GLYPHOSATE, 2,4-D, DICAMBA AND THEIR TANK MIXTURES FOR LONG TERM CONTROL OF FIELD BINDWEED (*Convolvulus arvensis* L.)

The efficacies of active ingredients (a.i.) glyphosate (N-[phosphonomethyl]glycine), 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy-acetic acid) and dicamba (3,6-dichloro-o-anisic acid) and their tank mixtures for control of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) grown in pots were studied. Glyphosate was applied at the rates of 2000 and 3000 g a.i. ha⁻¹, 2,4-D at the rates of 500, 1000 and 1500 g a.i. ha⁻¹ and dicamba at the rates of 250, 500 and 750 g a.i. ha⁻¹. Efficacy was determined 3 and 6 weeks and 8 months after the application by methods of visual rating and by weighting of above-ground mass and rhizome weight. Moderate antagonism between glyphosate, 2,4-D and dicamba was observed. The rate of suppression of rhizome development (45-60 % efficacy) differed significantly from the rate of suppression of development of above-ground mass (85-99 % efficacy). Considering the enhancement of efficacy and cost-benefit aspects of the control, increased rates of 2,4-D (more than 1000 g a.i. ha⁻¹) or dicamba (more than 500 g a.i. ha⁻¹) to glyphosate cannot be recommended. 2,4-D applied alone (1500 g a.i. ha⁻¹, 94 % efficacy) or in mixtures with glyphosate (3000 g a.i. ha⁻¹ glyphosate and 1500 g a.i. ha⁻¹ 2,4-D, 83.1 % efficacy) is one of the most effective a.i. for long term control of field bindweed.

Key words: perennial weed control, tank mixtures, herbicide efficacy, active ingredients

¹ dr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: ales.kolmanic@kis.si

² prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

1 UVOD

Pomanjkanje introdukcije novih herbicidov na podlagi aktivnih snovi z novimi na ini delovanja (Beckie in Tardif, 2012) in zmanjšanje razpoložljivih aktivnih snovi (64 % zmanjšanje v obdobju 1999-2009 v Evropi; Moss, 2010) narekuje u inkovitejšo uporabo razpoložljivih herbicidov (Johnson *et al.*, 2009; Beckie in Hall, 2014). Med najpogosteje uporabljenimi aktivnimi snovmi v svetu je glifosat (Baylis, 2000). Kljub še relativno redki naravni odpornosti plevelov na glifosat pa odporne populacije in biotipi obstajajo (Powles in Preston, 2006) in njihovo število se pove uje (Beckie in Tardif, 2012). Pod nenehno selekcijo samo ene aktivne snovi se lahko hitro pojavljajo na posamezen herbicid odporne populacije plevelov (Culpepper, 2006; Johnson *et al.*, 2009; Bajwa, 2014). Uporaba gensko spremenjenih poljš in z odpornostjo na glifosat je še dodatno pospešila njihov razvoj (Johnson *et al.*, 2009).

Kljub temu pa poro ıla o plevelih, ki se razlikujejo v ob utljivosti na glifosat obstajajo že od njegove uvedbe. DeGennaro in Weller (1984) sta npr. identificirala naravne biotipe njivskega slaka (*Convolvulus arvensis* L.), pri katerih se je ob utljivost na glifosat bistveno razlikovala. Njivski slak je med najbolj gospodarsko pomembnimi trajnimi pleveli v obmo jih zmernege podnebja (Holm *et al.*, 1977). Izkoreninjenje s kemi nimi in mehanskimi metodami je v praksi pogosto manj uspešno. Precej herbicidov je u inkovitih pri kratkotrajnemu zatiranju, le malo od njih pa je zares u inkovitih na izkoreninjenje slaka (Westra *et al.*, 1992).

Njivski slak ima izrazito sposobnost regeneracije, ki jo omogo ajo obsežne rizomske korenine (Lindenmayer *et al.*, 2013). Dodatno lahko na spremenljiv odziv vplivajo okoljske razmere (relativna vlažnost, temperatura, vlažnost tal) ter starost rastlin v asu tretiranja in/ali odpornosti biotipov na izbrani herbicid (DeGennaro in Weller, 1984; Westwood *et al.*, 1997). Slaba translokacija aktivnih snovi je lahko eden od možnih razlogov za veliko variabilnost u inkovitosti herbicidov pri njivskem slaku (Lauridson *et al.*, 1983). Preve agresivne aktivne snovi, njihove mešanice in/ali škropilni dodatki lahko uni ijo integriteto celi nih membran in s tem zmanjšajo absorpcijo ali translokacijo aktivnih snovi (Zabkiewicz, 2000). Dodatno imajo lahko mešanice glifosata in sinteti nih avksinov bodisi sinergijske ali antagonisti ne u inke (Flint in Barrett, 1989; Westra *et al.*, 1992).

Najpogostejše aktivne snovi za zatiranje slaka so 2,4-D, pikloram, dikamba, kvinklorak in imazapir med selektivnimi herbicidi (Lindenmayer *et al.*, 2013) ter glifosat (N-[fosfonometil] glicin) med neselektivnimi herbicidi (Westra *et al.*, 1992; Baylis, 2000). Namen našega poskusa je bil preizkusiti u inkovitost aktivnih snovi glifosat (N-[fosfonometil] glicin), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi-ocetna kislina) in dikamba (3,6-dikloro-o-anisinska kislina) ter njihovih mešanic za zatiranje njivskega slaka (*Convolvulus arvensis* L.).

2 MATERIALI IN METODE

Poskus smo zasnovali kot standardni lon ni poskus za testiranje u inkovitosti herbicidov po sistemu naklju nih blokov. Uporabili smo 20 razli nih variant ter kontrolo v petih ponovitvah (preglednica 1). Vsaka varianta je obsegala 25 lon kov in skupino petih smo statisti no obravnavali kot eno ponovitev. Rastline njivskega slaka smo nabrali v maju 2011 na petih njivah v bližini Kidri evega in posadili v plasti ne lon ke s prostornino 20 litrov. Na njivah je potekala integrirana pridelava poljš in. Pri izbiri rastlin smo poskušali zmanjšati variabilnost biotipov slaka. Morfološka preiskava ni pokazala razlik med izbranimi rastlinami. Rastlinski material smo nato enakomerno porazdelili. V vsaki ponovitvi v vseh poskusnih variantah je bil zmeraj material iz vseh petih njiv.

Rastline so rastle v lon kih pet mesecev, nato smo v oktobru nanašali aktivne snovi ali njihove mešanice. Pet naklju no izbranih rastlin iz kontrole smo pred za etkom škropilnega poskusa lo ili od zemlje, stehali ter izmerili dolžino in premer rizomov. Poganjki so imeli 20-

35 listov in rizomi so bili dolgi 35–65 centimetrov. Teoreti ni indeks listne površine je bil 1,45. Razmerje med maso nadzemskih in podzemnih organov je bilo približno 1,5/1. Uporabili smo aktivne snovi glifosat–izopropilamin sol (N-[fosfonometil] glicin), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi-ocetna kislina) in dikamba (3,6-dikloro-o-anisinska kislina) v različnih koncentracijah (preglednica 1).

Preglednica 1: Aktivne snovi, njihove mešanice ter koncentracije, preučevane v poskusu.

Varianta	Aktivna snov	Koncentracija g a.s. ha⁻¹
V1	Glifosat*	2000
V2	Glifosat	3000
V3	Dikamba	250
V4	Dikamba	500
V5	Dikamba	750
V6	2,4-D	500
V7	2,4-D	1000
V8	2,4-D	1500
V9	Glifosat + dikamba	2000 + 250
V10	Glifosat + dikamba	2000 + 500
V11	Glifosat + dikamba	2000 + 750
V12	Glifosat + dikamba	3000 + 250
V13	Glifosat + dikamba	3000 + 500
V14	Glifosat + dikamba	3000 + 750
V15	Glifosat + 2,4-D	2000 + 500
V16	Glifosat + 2,4-D	2000 + 1000
V17	Glifosat + 2,4-D	2000 + 1500
V18	Glifosat + 2,4-D	3000 + 500
V19	Glifosat + 2,4-D	3000 + 1000
V20	Glifosat + 2,4-D	3000 + 1500

*uporabili smo formulacijo izopropil-amin vodna raztopina soli

Aplikacijo smo izvedli z pršilnikom Technoma Euro-Pulve (France). Poraba vode je bila 250 l/ha. Uporabili smo šobe Teejet XR110015 z delovnim pritiskom 3 barov. Velikost kapljic je bila med 125-145 mikroni. Temperatura v času aplikacije je bila 22 °C in relativna vlažnost zraka 68 %. Po aplikaciji smo pustili rastline na prostem 25-30 minut ter nato prenesli v rastlinjak. Štiri dni po aplikaciji nismo zalivali ali smo zalivali rastlin, nato pa smo običajno izvajali zalivanje, da smo preprečili ali osušitev zemlje v lončkih.

Učinkovitost delovanja aktivnih snovi smo ocenjevali glede na metodo vizualnega ocenjevanja (Bleholder, 1989) ter z metodo tehtanja rastlinskih organov (Rao, 2000). Vizualno ocenjevanje smo izvedli 3 (3T) in 6 tednov (6T) ter 8 mesecev (8M) po aplikaciji. Rezultate ocenjevanja 6T nismo smatrali kot povsem zanesljive, ker so bili pridobljeni v začetku zimskega mirovanja in nismo mogli zanesljivo razlikovati med učinkovitostmi aktivnih snovi ter fiziološkimi učinkovitostmi zimskega mirovanja. Interakcije med aktivnimi snovmi smo analizirali po metodah Colby (1967) ter Flint *et al.* (1988).

Ocenjevanje učinkovitosti z metodo tehtanja rastlin smo izvedli 8 mesecev (8M) po aplikaciji. Rastline smo ločili od zemlje in s škarijami smo ločili koreninski sistem od nadzemnih delov. Stehtali smo samo žive dele, vse odmrle in nekrotne dele smo zavrgli. Procedura je bila enaka za vse variante ter kontrolo. Učinkovitosti smo izražali kot razmerje med maso nadzemskih ali podzemnih delov rastlin v kontroli ter maso tretiranih rastlin.

$$U\check{c} (\%) = \frac{(masa\ kontrolne - masa\ tretiranih\ rastlin)}{masa\ kontrolne} \times 100$$

Statisti ne analize smo izvedli s programom SPSS. Če je bilo potrebno, smo podatke pred izra uni transformirali, da smo zagotovili normalnost porazdelitve in homogenost variance. Zaradi lažje preglednosti prikazujemo samo ne-transformirane podatke. Podatke smo analizirali z ANOVO. Statisti ne razlike med posameznimi u inkovitostmi smo dolo ili s Tukey-HSD testom, razlike med u inkovitostmi na nadzemske in podzemne dele pa s t-testom.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 U inkovitost aktivnih snovi po metodi vizualnega ocenjevanja (3T in 6T)

U inkovitost delovanja preu evanih aktivnih snovi na nadzemske dele slaka je bila visoka, ne glede na uporabljeno aktivno snov. U inkovitost je bila med 84,8 ter 99,6 %. Ne glede na formulacijo, smo pri samostojni aplikaciji aktivne snovi opazili statisti ne razlike v u inkovitosti med 3T in 6T (podatki za 6 T niso prikazani).

Preglednica 2: U inkovitost delovanja aktivnih snovi in njihovih mešanic na nadzemske dele njivskega slaka, glede na metodo vizualnega ocenjevanja.

Aktivna snov	Koncentracija g a.s. ha ⁻¹	Vizualno ocenjevanje	
		3T Povpre je %	8M Povpre je %
Glifosat	2000	92.9	80.7
Glifosat	3000	95.9	89.2
Dikamba	250	84.9	82.8
Dikamba	500	87.9	85.6
Dikamba	750	92.5	91.2
2,4-D	500	89.8	88.6
2,4-D	1000	92.9	95.0
2,4-D	1500	93.3	97.6
Glifosat + dikamba	2000 + 250	94.5	89.2
Glifosat + dikamba	2000 + 500	97.9	90.9
Glifosat + dikamba	2000 + 750	99.3	95.8
Glifosat + dikamba	3000 + 250	99.3	92.6
Glifosat + dikamba	3000 + 500	99.6	93.7
Glifosat + dikamba	3000 + 750	99.7	97.9
Glifosat + 2,4-D	2000 + 500	98.1	91.3
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1000	98.2	92.1
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1500	99.8	94.6
Glifosat + 2,4-D	3000 + 500	99.1	93.2
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1000	99.8	95.3
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1500	99.8	99.2

Teh razlik nismo opazili pri aplikaciji škropilnih mešanic. To nakazuje, da vrhunec u inkovitosti nastopi pozneje pri samostojni aplikaciji aktivnih snovi kot pri aplikaciji škropilnih mešanic.

Visoka u inkovitost na nadzemske dele njivskega slaka je bila pri akovana in je primerljiva s podobnimi poskusi (DeGennaro in Weller, 1984; Sherrick *et al.*, 1986; Baylis, 2000). Pri ocenjevanju u inkovitosti delovanja na trajne plevelce se pogosto sreamo z nekaterimi metodološkimi ovirami. Posledi no težje pridobimo relevantne podatke o delovanju aktivnih snovi na koreninski sistem. Ocenjevanje kmalu po aplikaciji lahko prikaže ve je u inkovitosti od dejanskih, ki se z zamikom ocenjevanja od obdobja aplikacije zmanjšujejo (DeGennaro in Weller, 1984, Stone *et al.*, 2005). Kljub temu je v naši raziskavi u inkovitost delovanja na nadzemske dele ostala visoka tudi še 8 mesecev po aplikaciji.

3.2 U inkovitost aktivnih snovi glede na metodo tehtanja (8M)

U inkovitost delovanja na nadzemske organe je ostala visoka tudi po 8 mesecih od aplikacije. Samo v nekaterih primerih smo opazili razvoj novih poganjkov. U inkovitost je bila med 80,7 (2000 g glifosata/ha) in 99,2 % (mešanica 3000 g glifosata/ha + 1500 g 2,4-D/ha). U inkovitost pri mešanicah je bila ve ja kot pri samostojni aplikaciji aktivne snovi.

Ve ja u inkovitost pri mešanicah je lahko zaradi u inka pove evanja koncentracije aktivne snovi v oblogi in posledi no ve je koli ine sprejete aktivnih snovi. A ta u inek je dobro raziskan samo v primeru glifosata in je neznan pri ve ini ostalih aktivnih snovi ali mešanic herbicidov (Wang in Liu, 2007). Difuzija aktivnih snovi je pogoj za delovanje listnih herbicidov (Wang in Liu, 2007) in ve je u inkovitosti pri mešanicah namigujejo, da se s pove evanjem koncentracij v mešanicah pove uje foliarni sprejem ter translokacija aktivnih snovi vsaj po nadzemskih tkivih.

Ne glede na prejšnje navedbe ter povsem odmrle nadzemske dele rastlin, opažene v našem poskusu, pa smo pri odstranitvi zemlje našli žive rizome pri ve ini rastlin v poskusu. Zato vizualne ocene, ki temeljijo samo na ocenah delovanja na nadzemske dele ne morejo biti zanesljiva metoda ocenjevanja u inkovitosti herbicidnih aktivnih snovi na zatiranje njivskega slaka. U inkovitost, izra unana na podlagi mase korenin, je bila signifikantno nižja od u inkovitosti na nadzemske organe. Enako u inkovitost smo ugotovili edino pri 1500 g 2,4-D/ha (97,6 % na nadzemske ter 94 % na podzemne dele rastlin).

Glifosat je imel pri odmerku 2000 g a.s./ha (bodisi apliciran samostojno ali v mešanicah) najslabše delovanje na rizomski sistem med preu evanimi aktivnimi snovmi. Pove anje odmerka na 3000 g a.s./ha (bodisi apliciran samostojno ali v mešanicah) je dvignilo u inkovitost. Pove anje odmerka glifosata v mešanicah je imelo ve ji u inek kot pove anje odmerka dikambe ali 2,4-D. Pri glifosatu je sicer znano, da je u inkovitost tesno povezana z koncentracijo, ve ja kot je koncentracija, ve ji je sprejem v rastlino (Wang in Liu, 2007) in ve ja je u inkovitost.

U inkovitost snovi dikamba se je pove evala od 49,6 do 78 % s pove anjem odmerka z 250 do 750 g a.s./ha. Nasprotno pa smo pri mešanju dikambe z glifosatom opazili zmanjšanje u inkovitosti (41-74,8 %). Mešanje 750 g a.s./ha dikambe ter 2000 g glifosata/ha je pokazalo izrazit antagonizem med snovema. Pove anje koncentracije glifosata na 3000 g a.s./ha je zmanjšalo antagonizem in malce pove alo u inkovitosti. Kljub temu nismo ugotovili statisti nih razlik med aplikacijo 750 g dikambe/ha (78 % u inkovitost) ter aplikacijo mešanice 3000 g glifosata/ha in 750 g dikambe/ha (74,8 % u inkovitost).

Trditve, da bi nekatere šibke to ke glifosata (slabša u inkovitost na nekatere širokolistne plevelce, kratkotrajno delovanje) lahko zmanjšali z mešanjem s sinteti nimi avksini (Baylis, 2000), v naši raziskavi nismo potrdili.

Pri uporabi 2,4-D smo opazili najve jo u inkovitost. Samostojna aplikacija 500-1500 g 2,4-D/ha je pokazala 73,2-94 % u inkovitost za zatiranje rizomskega sistema. Pri mešanju z glifosatom smo opazili antagonizem in zmanjšanje u inkovitosti. Antagonizem je bil izrazitejši pri 2000 g glifosata/ha in se je zmanjševal s pove evanjem odmerka glifosata.

Podobne rezultate u inkovitosti 2,4-D (prek 90 %) na njivski slak je v svoji raziskavi predstavil tudi Derscheid (1970).

Trditev, da lahko pove evanje deleža neselektivnih herbicidov v mešanica h s selektivnimi herbicidi zmanjšuje antagonizme (Hydrick in Shaw, 1994), smo deloma potrdili. Z ve anjem deleža glifosata v mešanica h se je pove evala u inkovitost, vendar ni dosegala u inkovitosti 2,4-D ali dikambe aplicirani h samostojno. Podobne rezultate sta predstavila tudi Flint in Barrett (1989).

Preglednica 3: U inkovitost delovanja aktivni h snovi in njihovi h mešanica h na nadzemske in podzemne dele njivskega slaka, glede na metodo tehtanja.

Aktivna snov	Koncentracija g a.s. ha ⁻¹	Nadzemska masa		Rizomi	
		Povpre je (%)		Povpre je (%)	
Glifosat	2000	80.7	B**	37.8	a* A
Glifosat	3000	89.2	B	58.4	bcde A
Dikamba	250	82.8	B	49.6	ab A
Dikamba	500	85.6	B	66.0	cdef A
Dikamba	750	91.2	B	78.0	fg A
2,4-D	500	88.6	B	73.2	efg A
2,4-D	1000	95.0	B	79.8	fgh A
2,4-D	1500	97.6	A	94.0	h A
Glifosat + dikamba	2000 + 250	89.2	B	41.2	a A
Glifosat + dikamba	2000 + 500	90.9	B	50.9	abc A
Glifosat + dikamba	2000 + 750	95.8	B	47.8	ab A
Glifosat + dikamba	3000 + 250	92.6	B	58.6	bcde A
Glifosat + dikamba	3000 + 500	93.7	B	73.9	fg A
Glifosat + dikamba	3000 + 750	98.0	B	74.8	fg A
Glifosat + 2,4-D	2000 + 500	91.3	B	48.7	ab A
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1000	92.1	B	52.7	abcd A
Glifosat + 2,4-D	2000 + 1500	94.6	B	56.6	bcd A
Glifosat + 2,4-D	3000 + 500	93.2	B	67.1	def A
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1000	95.3	B	82.7	gh A
Glifosat + 2,4-D	3000 + 1500	99.2	B	83.1	gh A

* Povpre ja ozna ena z enako majhno rko se ne razlikujejo signifikantno glede na rezultate Tukey HSD testa (P < 0,05). rke predstavljajo razlike med posameznimi aktivnimi snovmi.

** Povpre ja ozna ena z enako veliko rko se ne razlikujejo signifikantno glede na rezultate t-testa (P < 0,05). rke predstavljajo razlike v u inkovitosti delovanja na nadzemne dele in rizome.

Pojav antagonizma je navadno pojasnjen kot posledica prehitrega propada integritete celi nih membran ter s tem povezanim zmanjšanim sprejemom in translokacijo aktivni h snovi po rastlini (Zabkiewicz, 2000). Vseeno pa smo opazili, da mešanje glifosata z avksini verjetno ni vplivalo na njegov sprejem in translokacijo, vsaj po nadzemskih delih rastlin. U inkovitost delovanja na nadzemske dele se je pove evala pri uporabi škropilni h mešanica h. Verjetno je prisoten nek drug pojav, ki vpliva na zmanjševanje u inkovitosti na rizomski sistem in bi ga bilo potrebno dodatno raziskati.

Sklepov iz nekateri h raziskav, kjer navajajo, da so u inki mešanica h glifosata ter sinteti nih avksinov sinergisti ni in pove ujejo u inkovitost dolgoro nega zatiranja slaka (Flint in Barret, 1989; Westra *et al.*, 1992), v naši raziskavi ne moremo potrditi. U inkovitost na koreninski sistem je bila v povpre ju 40-60 % manjša kot na nadzemske dele slaka. Vseeno pa so bile ve je kot v nekateri h poljski h poskusih, kateri h podatki so dostopni v literaturi (Hoss *et al.*, 2003; Stone *et al.*, 2005). Verjetno je ve ja u inkovitost v naši raziskavi posledica u inka lon nega poskusa. Razmerje med nadzemskimi in podzemnimi deli njivskega slaka je pri lon nih poskusih druga no kot v naravi. Masa koreninskega sistema trajni h plevelov je v naravi pogosto ve ja od nadzemske mase (Holm *et al.*, 1977).

4 SKLEPI

U inkovitost na koreninski sistem je bila v povprečju 40-60 % manjša kot na nadzemske dele slaka. Mešanje herbicida na podlagi glifosata s herbicidom na podlagi dikambe ali 2,4-D v preučevanih odmerkih ni pokazalo sinergističnih učinkov ali signifikantno povečalo u inkovitosti zatiranja slaka v primerjavi s samostojno uporabo herbicida na podlagi glifosata. Nasprotno, mešanice so imele slabšo u inkovitost v primerjavi s samostojnimi aplikacijami aktivnih snovi. Glede na u inkovitost uporabljenih mešanic herbicidov ter iz stroškovnega vidika, mešanja 2,4-D (ve kot 1000 g a.s. ha⁻¹) ali dikambe (ve kot 500 g a.s. ha⁻¹) z glifosatom ne moremo priporočati za zatiranje njivskega slaka.

2,4-D, bodisi uporabljen samostojno (1500 g a.s. ha⁻¹; 94 % u inkovitost) ali v mešanicah z glifosatom (3000 g a.s. ha⁻¹ glifosat in 1500 g a.s. ha⁻¹ 2,4-D; 83,1 % u inkovitost), je, glede na rezultate našega poskusa, ena od najbolj učinkovitih aktivnih snovi za dolgoročno obvladovanje slaka.

5 LITERATURA

- Bajwa, A.A., 2014. Sustainable weed management in conservation agriculture. *Crop Prot.*, 65: 105–113.
- Baylis, A.D., 2000. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest. Manag. Sci.*, 56: 299–308.
- Beckie, H.J., Hall, L.M., 2014. Genetically-modified herbicide-resistant (GMHR) crops a two-edged sword? An Americas perspective on development and effect on weed management. *Crop Prot.*, 66: 40–45.
- Beckie, H.J., Tardif, F.J., 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Prot.*, 35: 15–28.
- Bleiholder H. 1989. Methods for the layout and evaluation of field trials. BASF Crop Protec. Div., Limburgerhof, Germany.
- Colby, S.R., 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. *Weeds*, 15: 20–22.
- Culpepper, S.A., 2006. Glyphosate-induced weed shifts. *Weed Technol.*, 20: 277–281.
- DeGennaro, P.F., Weller, S.C., 1984. Differential Susceptibility of Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*) Biotypes to Glyphosate. *Weed Sci.*, 32: 472–476.
- Derscheid, L.A., Strizke, J.F., Wright, W.G., 1970. Field bindweed control with cultivation, cropping, and chemicals. *Weed Sci.*, 18: 590–596.
- Flint, J.L., Barrett, M., 1989. Effects of glyphosate combinations with 2,4-D or dicamba on field bindweed. *Weed Sci.*, 37: 12–18.
- Flint, J.L., Cornelius, P.L., Barrett, M., 1988. Analyzing herbicide interactions: a statistical treatment of Colby's method. *Weed Technol.*, 2: 304–309.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P., 1977. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. Honolulu, HI: University Press of Hawaii: 609 p.
- Hoss, N.E., Al-Khatib, K., Peterson, D.E., Loughin, T.M., 2003. Efficacy of Glyphosate, Glufosinate, and Imazethapyr on Selected Weed Species. *Weed Sci.*, 51: 110–117.
- Hydrick, D.E., Shaw, D.R., 1994. Effects of tank-mix combinations of nonselective foliar and selective soil-applied herbicides on three weed species. *Weed Technol.*, 8: 129–133.
- Johnson, W.G., Davis, V.M., Kruger, G.R., Weller, S.C., 2009. Influence of glyphosate-resistant cropping systems on weed species shifts and glyphosate-resistant weed populations. *Eur. J. Agron.*, 31: 162–172.
- Lauridson, T.C., Wilson, R.G., Haderlie, L.C., 1983. Effect of moisture stress on Canada thistle (*Cirsium arvense*) control, absorption, and translocation of herbicide. *Weed Sci.*, 31: 674–680.
- Lindenmayer, R.B., Nisses, S.J., Westra, P.P., Shaner, D.L., Brunk, G., 2013. Aminocyclopyrachlor Absorption, Translocation and Metabolism in Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed Sci.*, 61: 63–67.
- Moss, S., 2010. Herbicide resistance in northern Europe: current status; future issues. In: Beckie, H.J., Tardif, F.J., 2012. Herbicide cross resistance in weeds. *Crop Prot.*, 35: 15–28.
- Powles, S.B., Preston, C., 2006. Evolved Glyphosate Resistance in Plants: Biochemical and Genetic Basis of Resistance. *Weed Technol.*, 20: 282–289.

- Rao, V.S., 2000. Principles of Weed Science, Second Edition. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.: 564 p.
- Stone, A.E., Peeper, T.F., Kelley, J.P., 2005. Efficacy and Acceptance of Herbicides Applied for Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*) Control. *Weed Technol.*, 19: 148–153.
- Wang, C.J., Liu, Z.Q., 2007. Foliar uptake of pesticides—Present status and future challenge. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 87: 1–8.
- Westra, P., Chapman, P., Stahlman, P.W., Miller, S.D., Fay, P.K., 1992. Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control with various herbicide combinations. *Weed Technol.*, 6: 949–955.
- Westwood, J. H., Yerkes, C.N., DeGennaro, E.P., Weller, S.C., 1997. Absorption and translocation of glyphosate in tolerant and susceptible biotypes of field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed Sci.*, 45: 658–663.
- Zabkiewicz, J.A., 2000. Adjuvants and herbicidal efficacy—present status and future prospects. *Weed Res.*, 49: 139–149.