

UČINKOVITOST ALTERNATIVNIH SREDSTEV ZA ZATIRANJE PLEVELNE VEGETACIJE NA ŽELEZNIŠKI INFRASTRUKTURI

Anže ROVANŠEK¹, Sergeja ADAMIČ², Robert LESKOVŠEK³

¹⁻³ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire,
Ljubljana

IZVLEČEK

Uporaba glifosata predstavlja že več desetletij učinkovit in stroškovno ugoden postopek za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi tako v Sloveniji, kakor tudi drugod po svetu. S 1. aprilom 2021 je v Sloveniji stopila v veljavo nova zakonodaja, ki prepoveduje uporabo fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje plevela na javnih površinah ter infrastrukturi, kot so ceste in železnice. V obdobju med julijem in oktobrom leta 2021 je bila na šestih lokacijah izvedena terenska raziskava preučevanja učinkovitosti alternativnih pripravkov za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. V raziskavo so bili vključeni naslednji pripravki na podlagi organskih kislin: komercialni bioherbicide z aktivno snovjo na podlagi pelargonske kisline (680 g/L) ter mešanica mravljinčne in citronske kisline (250 g/L + 300 g/L). Oba pripravka smo preizkusili pri dveh volumnih škropilne brozge (250 L/ha in 350 L/ha) in v dveh terminih uporabe. Učinkovitost alternativnih pripravkov je bila primerjana z uporabo glifosata (1800 g a.s./ha) kot standardnega postopka pred uvedbo prepovedi uporabe FFS na javnih površinah ter gospodarski in javni infrastrukturi. Naši rezultati so pokazali, da ima uporaba alternativnih pripravkov na podlagi organskih kislin omejeno učinkovitost delovanja na večino plevelnih vrst na poskusnih lokacijah železniške infrastrukture. Učinkovitosti delovanja alternativnih pripravkov v zgodnjem terminu ocenjevanja (po 10 dneh) večinoma ni preseгла 60 % in je v mesecu dni po njihovi uporabi padla na vrednosti med 10 in 20 %. Na vseh poskusnih lokacijah so bile površine, kjer smo uporabili glifosat tudi po šestih tednih ustrezno čiste, medtem ko je bilo tudi v postopkih z zaporedno (dvojno) uporabo alternativnih sredstev že opazen ponoven razvoj plevelne vegetacije. Izjemi sta bili le lesnata vrsta navadna trdoleska (*Euonymus europaeus* L.) in trdovratna večletna njivska preslica (*Equisetum arvense* L.). Iz naših rezultatov je moč sklepati, da preučevana kontaktna sredstva na podlagi organskih kislin tudi ob večkratni uporabi ne dosežajo ravni učinkovitosti primerljive z enim odmerkom glifosata.

Ključne besede: bioherbicidi, pelargonska, mravljinčna kislina, glifosat, plevel, učinkovitost, železnice

¹ mag. inž. agr., Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana, e-mail: anze.rovansek@kis.si

² mag. inž. hort., prav tam

³ dr., prav tam

ABSTRACT

EFFICACY OF THE ALTERNATIVE HERBICIDES FOR WEED MANAGEMENT ON THE RAILWAY INFRASTRUCTURE

The use of glyphosate has been for several decades an effective and cost-effective weed control practice on railway infrastructure. From 1st of the April 2021, new legislation came into force in Slovenia, which prohibits the use of plant protection products for weed control in public areas and infrastructure, such as roads and railways. In the period between July and October 2021, a field study was conducted at six locations in Slovenia to study the efficacy of alternative bioherbicides based on organic acids for weed control on railway infrastructure. The study included a commercial product with the active substance of pelargonic acid (680 g/L) and a product containing a mixture of formic and citric acid (250 g/L + 300 g/L). Treatments with bioherbicides also included two application timings and two spray volumes (250 L/ha and 350 L/ha). All treatments with alternative products were compared to glyphosate (1800 g a.i./ha) as a standard procedure before the introduction of the new legislation. Our results suggest that tested bioherbicides have limited efficacy on most of the weed species present at experimental sites. The efficacy of contact bioherbicides in the early evaluation period (after 10 days) did not exceed 60 % and dropped to between 10 and 20 % at the second evaluation timing, 6 weeks after treatment. At all experimental sites, treatment with glyphosate maintained its efficacy even after this period. Sequential use of alternative products did not affect the re-growth of weed vegetation in the treatments with the use of bioherbicides. The only exceptions were the woody species spindle tree (*Euonymus europaeus* L.) and difficult to control perennial species common horsetail (*Equisetum arvense* L.). Our results indicate that the studied bioherbicides did not reach a required level of efficiency comparable to a single application of glyphosate even if they are applied repeatedly in high dosages.

Key words: bioherbicides, pelargonic, formic, acid, glyphosate, weeds, efficacy, railway

1 UVOD

Ustrezno zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi predstavlja pomemben vzdrževalni ukrep pri zagotavljanju varnosti v železniškem prometu. Glifosat je zaradi širokega spektra uporabe in dobrega sistemčnega delovanja globalno najbolj razširjen herbicid (Baylis, 2000). Pregled stanja zatiranja plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi je pokazal, da v večini evropskih držav uporaba glifosata, z določenimi omejitvami, še vedno predstavlja standardni, učinkovit in stroškovno ugoden postopek za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. V Sloveniji je s 1. aprilom 2021 v veljavo stopila prepoved rabe fitofarmaceutskih sredstev za zatiranje plevela na javnih površinah, vključno z golf igrišči in športnimi igrišči ter objekti gospodarske javne infrastrukture, kot so ceste in železnice (UL. RS. št 71/14 in 28/18). Glede na popolno prepoved uporabe kemičnih sredstev za varstvo rastlin je bil cilj raziskave preučiti možnosti uporabe alternativnih kemičnih sredstev kot nadomestilo za uporabo glifosata pri zatiranju plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. V raziskavi smo preverili, kakšna je biološko učinkovitost različnih

koncentracij in količin škropilne brozge na posamezne plevelne vrste v različnih časovnih obdobjih po uporabi.

2 MATERIALI IN METODE

V obdobju med julijem in oktobrom 2021 je bila na šestih lokacijah izvedena terenska raziskava preučevanja učinkovitosti bioherbicidov za zatiranje plevelne vegetacije na železniški infrastrukturi. Raziskavo smo izvajali na šestih poskusnih lokacijah, to je Dornberk, Ilirska Bistrica, Bled, Šmarje pri Jelšah, Dravograd in Straža pri Novem mestu, kjer smo uporabo alternativnih pripravkov preizkusili v naključnem blok sistemu s tremi ponovitvami, umeščenimi v prostor med železniškimi tiri ali območje neposredno ob njih. V raziskavo sta bila vključena pripravka z aktivno snovjo na podlagi pelargonske kisline (680 g/L) ter pripravke, ki vsebuje mešanico mravljinčne in citronske kisline (250 g/L + 300 g/L). Pelargonsko kislino kakor tudi mešanico mravljinčne in citronske kisline smo uporabili v dveh volumnih škropilne brozge (250 L/ha in 350 L/ha) in s tem v različnih koncentracijah. Pri pelargonski kislini smo tako uporabili 8 % in 7,2 % koncentracijo, medtem ko je pri mešanici mravljinčne in citronske kisline koncentracija teh dveh aktivnih snovi pri višjem volumnu škropilne brozge znašala 10 % in 12 %, pri manjšem volumnu škropilne brozge pa 7 % in 8,5 %. V poskus sta bila vključena tudi postopka z dodatno aplikacijo pelargonske ter mravljinčne in citronske kisline 10 dni po prvi aplikaciji.

254

Preglednica 1: Seznam in opis uporabljenih postopkov.

Oznaka	Aktivna snov / koncentracija a.s.	Število aplikacij	Volumen	Odmerek	Koncentracija	OPOMBA
Kontrola	brez	0	/	/	/	netretirano
G	glifosat (360 g/L)	1	250 L/ha	5 L/ha	2 %	
P1X	pelarg. kislina (680 g/L)	1	250 L/ha	20 L/ha	8 %	
P2X	pelarg. kislina (680 g/L)	2	250 L/ha	20 L/ha	8 %	ponovna aplikacija
PV	pelarg. kislina* (680 g/L)	1	350 L/ha	30 L/ha	7,2 %	*večji volumen, manjša koncentracija
M1X	mravlj. in citronska kislina (250 g/L + 300 g/L)	1	250 L/ha	25 L/ha	10 % + 12 %	
M2X	mravlj. in citronska kislina (250 g/L + 300 g/L)	2	250 L/ha	25 L/ha	10 % + 12 %	ponovna aplikacija
MV	mravlj. in citronska kislina* (250 g/L + 300 g/L)	1	350 L/ha	30 L/ha	7 % + 8,5 %	*večji volumen, manjša koncentracija

Vse postopke z alternativnimi pripravki smo primerjali z uporabo glifosata (360 g/L aktivne snovi) v 2 % odmerku (5 L/ha in 250 L/ha škropilne brozge), kot standardnega postopka pred uvedbo prepovedi uporabe FFS na javnih površinah ter gospodarski in javni infrastrukturi. Preizkušena sredstva smo nanašali z eksperimentalno nahrbtno baterijsko škropilnico (Euro Pulve) delovne širine 3 m in pri delovnem tlaku 3 bare. Uporabljene so bile šobe Lechler IDK 120, poraba škropilne brozge pa je znašala 250 in 350 L/ha. Podrobnosti postopkov izvedenih škropljenj so zbrani v naslednji preglednici (preglednica 1). Poskusne postopke smo ocenili s procentualno vizualno metodo v dveh terminih, 10 in 40 dni po aplikaciji.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Zaradi velike geografske razpršenosti poskusnih lokacij in razlik v pedoklimatskih razmerah, je bila ugotovljena precejšnja razlika v pojavnosti posameznih plevelnih vrst med posameznimi lokacijami. V splošnem so prevladovale plevelne vrste, kot so vrste iz rodu vrbovcev, muhvičev in krvomočnic, kanadska suholetnica, njivska preslica, žlezava nedotika, pripotna ločika in navadna trdoleska. Vrste kot so pegasti mleček, ozkolistni trpotec, njivski slak, navadni dežen, ozkolistni zebrat, navadna madronščica, mala strašnica, mala zijalka in navadni rebrinec pa so se znotraj poskusnih lokacij nahajali neenakomerno in v manjšem obsegu. Na lokacijah Bled, Straža in Dravograd bodisi zaradi starejšega datuma samega nasutja območja železniških tirov, kakor tudi slabšega zatiranja vegetacije v preteklosti že prihaja do pojava rastlinskih združb manj prilagojenih na pogoje stresa in pogostih motenj. Med njimi lahko že zasledimo vrste, značilne za njive, kot so drobnocvetni rogovilček in invazivna vrsta žlezava nedotika, ki se zaradi velikih potreb po vodi in manjši meri tudi hranilih najpogosteje pojavlja ob njivskih in cestnih jarkih. Pri postopku ocenjevanja smo učinkovitost posameznih postopkov ugotavljali pri vseh plevelnih vrstah, vendar so ocene manj zastopanih plevelnih vrst precej manj zanesljive, saj je bila njihova pojavnost neenakomerna in v majhnih gostotah. Rezultati so zato prikazani izsledki biološke učinkovitosti samo za plevelne vrste, ki so bile na posamezni poskusni lokaciji ugotovljene v dovolj velikem številu.

Preglednica 2: Rezultati učinkovitosti delovanja glifosata in bioherbicidov na najbolj enakomerno zastopane plevelne vrste na železniški infrastrukturi po lokacijah (oznake obravnavanj so predstavljene v preglednici 1).

Lokacija	Latinsko ime plevela	Slovensko ime plevela	Postopek/ocena v %	G	P1X	P2X	PV	M1X	M2X	MV
Dornberk	<i>Equisetum arvense</i>	Njivska preslica	1. ocena	4	13		7	8		4
			2. ocena	5	18	83	20	23	87	18
	<i>Lactuca seriola</i>	Pripotna ločika	1. ocena	75	58		20	20		40
			2. ocena	99	40	55	14	13	70	60
	<i>Setaria</i> sp.	Muhvič	1. ocena	92	4		7	3		2
			2. ocena	95	3	4	6	10	15	2

Ilirska Bistrica	<i>Taraxacum officinale</i>	Navadni regrat	1. ocena	55	16		26	6		6
			2. ocena	70	3	13	6	6	5	5
Ilirska Bistrica	<i>Lactuca seriola</i>	Pripotna ločika	1. ocena	82	21		34	15		5
			2. ocena	99	7	5	8	8	12	4
	<i>Setaria</i> sp.	Muhvič	1. ocena	63	5		13	7		3
			2. ocena	94	6	5	3	5	6	5
Dravograd	<i>Impatiens glandulifera</i>	Žlezava nedotika	1. ocena	92	10		19	12		9
			2. ocena	99	3	13	7	8	6	4
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Drobnocvetni rogovilček	1. ocena	97	10		25	10		8
			2. ocena	96	4	6	7	15	18	13
	<i>Lamium purpureum</i>	Mrtva koprivva	1. ocena	60	3		11	6		4
			2. ocena	67	3	14	5	8	5	7
	<i>Setaria</i> sp.	Muhvič	1. ocena	99	4		8	3		4
			2. ocena	97	4	13	3	10	6	3
	<i>Epilobium</i> sp.	Vrbovec	1. ocena	70	2		34	6		3
			2. ocena	85	6	82	9	20	68	8
Šmarje pri Jelšah	<i>Panicum</i> sp.	Proso	1. ocena	98	10		11	8		4
			2. ocena	84	3	32	4	6	27	7
	<i>Equisetum arvense</i>	Njivska preslica	1. ocena	6	9		21	11		3
			2. ocena	13	9	49	6	13	63	9
Straža	<i>Euonymus europaeus</i>	Navadna trdoleska	1. ocena	6	15		23	3		2
			2. ocena	10	18	41	25	4	4	4
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Njivski slak	1. ocena	70	10		20	7		1
			2. ocena	50	2	5	3	4	1	2
	<i>Vicia cracca</i>	Ptičja grašica	1. ocena	33	58		63	18		8
			2. ocena	73	20	23	23	8	11	6
<i>Rubus fruticosus</i>	Navadna robida	1. ocena	40	22		23	3		2	
		2. ocena	70	11	11	2	4	4	2	
Bled	<i>Galeopsis angustifolia</i>	Ozkolistni zebnat	1. ocena	83	32		52	16		10
			2. ocena	72	11	20	15	9	9	34
	<i>Conyza canadensis</i>	Kanadska hudoletnica	1. ocena	75	8		8	11		5
			2. ocena	85	7	5	9	13	7	15

<i>Pimpinella saxifraga</i>	Navadni bedrenec	1. ocena	32	25		33	13		12
		2. ocena	30	16	19	4	15	25	24

Na podlagi šestih izvedenih terenskih poskusov na precej raznolikih lokacijah lahko trdimo, da je bila učinkovitost glifosata ustrezno visoka, saj smo za večino plevelnih vrst ugotovili učinkovitost v razponu 90-99 %, kljub uporabi zunaj optimalnega roka, ko je bila večina plevelov že v generativni fazi razvoja. Izjeme so bile nekatere večletne plevelne vrste, kot so navadna robida (*Rubus fruticosus*), njivski slak (*Convolvulus arvensis*), navadni regrat (*Taraxacum officinale*), kjer smo ugotovili nekoliko nižje učinkovitosti (50-75 %). Čeprav je bila učinkovitost glifosata na njivsko preslico (*Equisetum arvense*) le okoli 10 %, ti rezultati niso nepričakovani, saj je znano, da je za to rastlinsko vrsto značilna nizka absorpcija in translokacija tako glifosata, kakor tudi drugih herbicidov (Marshall in sod. 1987). Podobno velja tudi za navadno trdolesko (*Euonymus europaeus*), kjer bi nekoliko boljše delovanje dosegli s poznejšo jesensko aplikacijo višjih odmerkov glifosata. Nasprotno kot pri uporabi glifosata, so bili rezultati učinkovitosti bioherbicidov pri večini plevelnih vrst v poskusih zelo nizki, saj gre pri obeh preizkušenih pripravkih organske kisline z omejenim kontaktnim delovanjem. Čeprav so rezultati ocenjevanja, opravljenega 10 dni po aplikaciji, nakazovali nekoliko višje vrednosti, je učinkovitost šest tednov po njihovi uporabi močno upadla pri večini v poskusih zastopanih plevelnih vrst (10-20 %). Izjema sta bili le lesnata vrsta navadna trdoleska (*Euonymus europaeus*) in njivska preslica (*Equisetum arvense*). Pri navadni trdoleski je bilo ugotovljeno nekoliko boljše delovanje dveh zaporednih odmerkov pelargonske kisline (41 % učinkovitost), medtem ko smo pri njivski preslici ugotovili dobro delovanje zaporednih odmerkov pelargonske kisline (70 %) in še posebej mravljinčne in citronske kisline (80 %). Glede na to, da ima njivska preslica visoko sposobnost preživetja in regeneracije rasti iz koreninskega sistema, bo te rezultate potrebno preveriti tudi v daljšem časovnem obdobju.

257

4 SKLEPI

V okviru raziskovalnega projekta zatiranja vegetacije na železniški infrastrukturi je bilo izvedenih šest poskusov na različnih lokacijah in specifičnih okoljskih razmerah. Kljub spremenljivim rezultatom kot posledica različnih pedoklimatskih razmer, starosti prog, ravni vzdrževanja in posledično sestavi in količini prisotne plevelne vegetacije lahko podamo naslednje zaključke.

Naši rezultati nakazujejo, da ima uporaba alternativnih pripravkov na osnovi organskih kislin omejeno učinkovitost delovanja na večino plevelnih vrst prisotnih na železniški infrastrukturi. V primerjavi z glifosatom so bili preizkušeni alternativni pripravki precej neučinkoviti in tudi ob večkratni uporabi ne dosegajo ravni učinkovitosti primerljive z enim odmerkom glifosata. V povprečju je bila njihova učinkovitost 3-10 krat slabša, v odvisnosti od preučevane plevelne vrste. V zgodnjem terminu ocenjevanja (po 10 dneh) učinkovitost bioherbicidov večinoma ni preseгла 60 % in je v mesecu dni padla na

vrednosti med 10 in 20 %. Izjemi sta bili le lesnata vrsta navadna trdoleska (*Euonymus europaeus* L.) in trdovratna večletna njivska preslica (*Equisetum arvense* L.). Postopki z večjim volumnom škropilne brozge bioherbicidov so bili bolj učinkoviti samo pri pelargonski kislini v obdobju prvih 10 dni. Na daljši rok, pa ni bilo opaznih bistvenih razlik. Iz rezultatov preizkušanja uporabe dvakratnih aplikacij je moč sklepati, da preučevana kontaktna sredstva na osnovi organskih kislin tudi ob večkratni uporabi ne dosegajo ravni učinkovitosti primerljive z enim odmerkom glifosata. Trend zmanjševanja uporabe sintetičnih herbicidov in velik napredek pri razvoju nekemijskih načinov zatiranja plevela nakazujejo potrebo po nadaljnjih raziskavah in iskanja ustreznih rešitev učinkovitega in okoljsko sprejemljivega sistema zatiranja vegetacije na železniški kakor tudi drugi prometni infrastrukturi. Spodbudni rezultati delovanja dvakratnih aplikacij preučevanih bioherbicidov na njivsko preslico pa nakazujejo potrebo po nadaljnjih raziskavah s katerimi bi preverili dolgoročno učinkovitost in vpliv na regeneracijsko sposobnost koreninskega sistema pri tej plevelni vrsti.

5 ZAHVALA

Zahvala sodelavcema dr. Andreju Vončini in Andriji Vasiliću mag. za pomoč pri izvedbi poskusov. Projekt je bil financiran s strani naročnika Slovenske železnice-Infrastruktura, družba za upravljanje in vzdrževanje železniške infrastrukture ter vodenja železniškega prometa d.o.o.

6 LITERATURA

- Baylis, A.D., 2000. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. *Pest. Manag. Sci.* 56, 299-308.
- Marshall G., Kirkwood R.C. in Martin D.J. 1987. Studies on the mode of action of asulam, aminotriazole and glyphosate in *Equisetum arvense* L. (field horsetail). I: The uptake and translocation of [¹⁴C]asulam, [¹⁴C]aminotriazole and [¹⁴C]glyphosate. *Pesticide Science*, 18: 55-64.
- Pravilnik o pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev UL. RS. št 71/14
- Pravilnik o spremembi in dopolnitvi Pravilnika o pravilni uporabi fitofarmaceutskih sredstev UL. RS. št. 28/18