

VPLIV TIPA ŠOBE (STANDARDNE, ANTIDRIFTNE) NA BIOTIČNO UČINKOVITOST HERBICIDOV UPORABLJENIH ZA ZATIRANJE PLEVELOV V KORUZI

Mario LEŠNIK¹, Stanislav VAJS², Gregor Leskošek³, Andrej SIMONČIČ⁴

^{1,2}Fakulteta za kmetijstvo Maribor

³Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec

⁴Kmetijski inštitut Slovenije

IZVLEČEK

V poljskem poskusu smo preučevali vpliv tipa šobe (standardne, antidriftne) na biotično učinkovitost herbicidov uporabljenih za zatiranje plevelov v koruzi. Največji delež v plevelni populaciji poskusnih parcelic so zavzemali naslednji pleveli: bela metlika (*Chenopodium album*), srhkodlakavi ščir (*Amaranthus retroflexus*), bradati mrkač (*Bidens tripartitus*), drobnocvetni in vejicati rogovilček (*Galinsoga parviflora* in *G. ciliata*), navadna kostreba (*Echinochloa crus-galii*) in njivski slak (*Convolvulus arvensis*). Poskus je bil zasnovan kot poskus z več dejavniki v bločni zasnovi. Preučevali smo tri dejavnike; tip šobe (Lechler LU, Lechler ID, Albuz ADI, Albuz AVI), količino porabljene vode za nanos (150 ali 300 l/ha) in vrsto herbicida oziroma herbicidne kombinacije (aktivne snovi: dimetenamid + izoksafutol, pendimetalin + 2,4-D, pendimetalin + izoksafutol, izoksafutol, 2,4-D, mezotripon, foramsulfuron). Herbicide smo nanosili s standardno traktorsko škropilnico. Tri tedne po aplikaciji herbicidov smo izvedli vizualno ocenjevanje biotične učinkovitosti herbicidov. Jeseni smo ugotovili pridelek storžev. Vpliv preučevanih dejavnikov na biotično učinkovitost herbicidov je bil pri različnih plevelih različen. Pri nobenem plevelu nismo ugotovili značilnega vpliva tipa šobe na biotično učinkovitost katerega koli od preučevanih herbicidov. Interakcija med tipom šobe in tipom herbicida ali tipom šobe in količino porabljene vode, glede vpliva na biotično učinkovitost herbicidov ni bila značilna pri nobenem herbicidu. Pri vseh plevelih so bile značilne razlike med učinkovitostjo preučevanih herbicidov, pri nekaterih (kostreba, slak in mrkač) so bile značilne tudi razlike glede porabe vode za nanos. Tip herbicida in količina porabljene vode za nanos sta imela značilen vpliv na oblikovanje pridelka, tip šobe pa ne. Razlike v pridelku storžev med parcelicami s 56 različnimi kombinacijami preučevanih dejavnikov so bile zelo majhne in redko značilne, kar kaže na to, da so glede uporabnosti za zatiranje plevelov, kot so bili zastopani v tem poskusu, preučevane standardne in antidriftne šobe popolnoma enakovredne.

Ključne besede: koruza, kemično zatiranje, pleveli, standardne in antidriftne šobe,

Chenopodium sp., *Amaranthus* sp., *Bidens* sp., *Convolvulus* sp., *Echinochloa* sp., *Galinsoga* sp., dimetenamid, izoksafutol, pendimetalin, mezotripon, 2,4-D, foramsulfuron

ABSTRACT

THE IMPACT OF NOZZLE TYPES (STANDARD VS. DRIFT-REDUCING) ON BIOTICAL EFFICACY OF HERBICIDES APPLIED FOR CONTROL OF WEEDS IN MAIZE

In a field trial the impact of nozzle types (standard vs. drift-reducing) on biotical efficacy of herbicides applied for control of weeds in maize was studied. The trial was arranged in factorial randomised block design. Predominant weed species developing on plots of experimental field were: common lambsquarters (*Chenopodium album*), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), burmargold (*Bidens tripartitus*), field bindweed (*Convolvulus arvensis*), smallflower galinsoga (*Galinsoga parviflora* in *G. ciliata*) and barnyardgrass

¹izr. prof., dr. agr. zn., Vrbanska cesta 30, SI-2000 Maribor

²uni. dipl. inž. kmet., Vrbanska cesta 30, SI-2000 Maribor

³uni. dipl. inž. kmet., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁴doc. dr. agr. zn., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

(*Echinochloa crus-galii*). Three factors and their interactions were investigated, the first being the nozzle type (Lechler LU, Lechler ID, Albuz ADI, Albuz AVI), the second was the spray volume (150 or 300 l/ha) and the third was herbicide active substance or substance combinations (dimetenamid + izoksafutol, pendimetalin + 2,4-D, pendimetalin + izoksafutol, izoksafutol, 2,4-D, mezotrion, foramsulfuron). Herbicides were applied with standard tractor-mounted field boom sprayer. Three weeks after herbicide application visual estimation of herbicide biotical efficacy was done. The yield of fresh cobs was assessed in the autumn. The impact of studied factors on herbicide efficacy was different in different weeds species. The influence of nozzle type on biotical efficacy was not statistically significant at none of combinations of studied weed species and herbicides. Also the interaction between nozzle type and herbicide combinations or nozzle type and amount of water for application of herbicides on the efficacy of herbicides was not significant at none of studied weed species. Differences in biotical efficacy between herbicide combinations were significant in all weeds, but in case of some (*Chenopodium*, *Amaranthus* and *Bidens*) the amount of water for herbicide application influenced efficacy of herbicides significantly. Herbicide types and amount of water for herbicide application had significant influence on yield of maize cobs, whereas the type of nozzle did not significantly influence the maize cob yield. Differences between cob yields on plots with different combinations of studied factors (together 56 combinations) were small (only few were significant), what leads us to the conclusion that there are no significant differences in usefulness between studied nozzle types (standard vs. drift-reducing) used for the control of studied weeds with studied herbicides.

Key words: standard and drift-reducing nozzles, maize, weed control, *Chenopodium* sp., *Amaranthus* sp., *Bidens* sp., *Convolvulus* sp., *Galinsoga* sp., *Echinochloa* sp., dimetenamid, izoksafutol, pendimetalin, mezotrion, 2,4-D, foramsulfuron

1. UVOD

Težave z zanašanjem (driftom) FFS so primarno značilne za trajne nasade (postopki pršenja) vendar se z njimi srečamo tudi pri poljski pridelavi. V glavnem se kažejo kot problemi škropljenja ob vodnih virih, kot problemi fitotoksičnosti na sosednjih poljščinah (npr. poškodbe sladkorne pese gojene ob koruzi) in kot problemi kontaminacije na njivah gojenih vrtnin, ki uspevajo v neposredni bližini klasičnih poljščin. Tudi pri poljski pridelavi lahko pojave zanašanja FFS značilno zmanjšamo z uporabo antidriftingnih šob, ki oblikujejo razmeroma velike kapljice (večje od 200 μm), ki jih zračni tokovi ne odnesejo tako zlahka iz predvidene smeri potovanja od šobe do cilja.

Koruzi je najpomembnejša poljščina v slovenskem poljedelstvu. Od FFS pri njeni pridelavi uporabljamo predvsem herbicide. Prav pri uporabi herbicidov v koruzi se večkrat srečamo s problemi zanašanja. Navadno je populacija v koruzi razvijajočih se plevelov sestavljena iz dveh do treh dominantnih večletnih širokolistnih in ozkolistnih plevelov (npr. slak, osat, pirnica, ...) in vsaj iz 10 vrst enoletnih plevelov (metlike, ščiri, dresni, ...). Iz literature je znano, da je posamezen tip šobe bolj ali manj ustrezen za ožji spekter plevelov in le redko lahko z enim tipom šobe dosežemo optimalno učinkovitost pri vseh vrstah plevelov (Knoche, 1994; Smith *et al.*, 2000). Glede na zelo različno sestavo plevelov, različno količino porabljene vode, na veliko število na trgu dostopnih herbicidov in druge dejavnike, postane izbira ustrezne šobe zelo kompleksna odločitev, za katero večina pridelovalcev nima dovolj znanja. Poleg tega, zaradi velikega stroška ob nakupu šob, pridelovalci navadno uporabijo isto šobo za različne poljščine in isto šobo pri nanosu herbicidov, fungicidov in insekticidov. Strokovno gledano je dokaj malo možnosti, da bi pridelovalci (z izjemo redkih profesionalcev) za različne potrebe uporabljali veliko število različnih šob. Pri svetovanju torej iščemo čim bolj univerzalno vsestransko uporabno šobo.

Končni učinek neke šobe na biotično učinkovitost herbicida je odvisen od interaktivnega učinka velikega števila dejavnikov. Le pri specifičnih uporabah herbicidov, ko imamo izrazito monokulturno sestavo plevelov, lahko zares optimalno prilagajamo tip šobe in količino

porabljene vode za škropljenje (npr. zelo velike populacije pirnice in divjega sirka). V prispevku smo želeli predstaviti uporabnost antidriftnih šob za zatiranje plevelov v koruzi in njihov učinek na oblikovanje pridelka storžev.

2. MATERIAL IN METODE DE LA

2.1 Način aplikacije pripravkov in uporabljeni pripravki

V poskusu smo uporabili 4 različne šobe, po pretoku uvrščene v razred 02 in 04 (preglednica 1). LU šoba je bila predstavnik standardnih šob, ostale šobe (AVI, ADI in ID) se štejejo za antidriftne šobe, imajo pa različno zgradbo. Pol poskusnih parcelic je bilo poškropljenih z 150 vode na hektar, pol s 300 l vode na hektar. Vozne hitrosti so bile enake za vse variante škropljenja, le delovni pritisk in šobe smo spreminjali in tako dobili škropilne oblake iz različno velikih kapljic (glej stolpec VMD v preglednici 1). Uporabili smo škropilnico Agromehanika AGS 600E-SD z 12 metrsko delovno širino. Presledki med šobami na armaturi so bili standardni (0,5 m). V vrtljive glave šobne armature smo šobe vstavili na način, da smo imeli v škropilni armaturi vsakič trikrat po 8 enakih šob. Ko je traktor prevozil pot 30 metrov, smo vrtljivo glavo obrnili in nastavili nove šobe ter postopek ponovili. Na tak način smo dosegli, da je traktor poškropil zaporedne parcelice dolge 30 m in široke 4 metre v enem hodu, brez ponovne ločene vožnje do vsake parcelice. Vrtni red šob je bil določen naključno. Tako smo z vrtenjem šobne glave vsakih 30 metrov ustvarili naključen razpored parcelic v skladu s statistično zasnovano naključnih blokov. Škropljenja smo izvedli sredi dneva, ko je bilo listje plevelov suho. Temperatura je bila med 18 in 22 °C, zračna vlaga med 45 in 65% in moč vetra je bila med 0,2 do 0,5 m/s. Najmanj 24 ur po škropljenju ni bilo dežja. V preglednici 2 so predstavljeni preučevani herbicidi in odmerki. V poskusu smo uporabili nekatere pripravke, ki se v Sloveniji pogosto uporabljajo.

Preglednica 1: Škropilni parametri in v poskusu uporabljene šobe

Table 1: Main characteristics of spraying procedure and nozzles used for herbicide application

Tip šobe: Nozzle type:	Pritisk: Pressure: (kPa)	Izmet: Output: (L / min)	Hitrost vožnje: Tractor speed: (km / h)	Hektarski izmet: Spraying volume: (L / ha)	VMD kapljic Droplet VMD μm
Albuz AVI 110-02	350 ± 20	0,86 ± 0,05	7 ± 0,15	150 ± 10	445 ± 15
Albuz ADI 110-02	350 ± 20	0,86 ± 0,05	7 ± 0,15	150 ± 10	210 ± 10
Lechler ID 120-02	350 ± 20	0,86 ± 0,05	7 ± 0,15	150 ± 10	440 ± 15
Lechler LU 120-02	350 ± 20	0,86 ± 0,05	7 ± 0,15	150 ± 10	185 ± 10
Albuz AVI 110-04	350 ± 20	1,73 ± 0,05	7 ± 0,15	300 ± 10	565 ± 15
Albuz ADI 110-04	350 ± 20	1,73 ± 0,05	7 ± 0,15	300 ± 10	310 ± 10
Lechler ID 120-04	350 ± 20	1,73 ± 0,05	7 ± 0,15	300 ± 10	540 ± 15
Lechler LU 120-04	350 ± 20	1,73 ± 0,05	7 ± 0,15	300 ± 10	235 ± 10

Preglednica 2: Uporabljeni herbicidi in odmerki v posameznih poskusih
Table 2: Herbicides (left commercial formulation, right active substance) and their rates applied in particular trial

Pripravek: Herbicide – com. f.:	Aktivna snov: Active substance:	Od. pripravka / ha: Rate com. f. / ha:	Od. aktivne snovi / ha: Rate A. S. / ha:
CALLISTO 480 SC	48% mezotrion	0,25 l / ha	120 ml / ha
EQUIP	2,25% foramsulfuron	2,5 l / ha	56,2 g / ha
FRONTIER X2	72% dimetenamid-P	1 l / ha	720 ml / ha
HERBOCID	46 % 2,4-D	1,5 l / ha	690 ml / ha
MERLIN	75% izoksaf lutol	100 g / ha 120 g / ha	75 g / ha 90 g / ha
STOMP 330-E	33 % pendimetalin	4 l / ha	1320 ml / ha
POSKUS: TRIAL:	Datum: Date:	Razvojni stadij koruza: (Growth stage of maize):	Razvojni stadij plevel: Weed growth stage:
Dimetenamid 720 ml / ha Izoksaf lutol 75 g / ha	TR 1	5. maj 21. maj	Pre-emergence 2 – 4 leaf stage Pre-emergence 1 – 4 leaf stage
Pendimetalin 1320 ml / ha Izoksaf lutol 75 g / ha	TR 2	5. maj 21. maj	Pre-emergence 2 – 4 leaf stage Pre-emergence 1 – 4 leaf stage
Izoksaf lutol 90 g / ha	TR 3	21. maj	2 – 4 leaf stage 1 – 4 leaf stage
2,4-D 690 ml / ha	TR 4	25. maj	3 – 5 leaf stage 2– 5 leaf stage
Mezotrion 120 ml / ha	TR 5	21. maj	2 – 4 leaf stage 1 – 4 leaf stage
Foramsulfuron 56,2 g / ha	TR 6	27. maj	3 – 5 leaf stage 2 – 5 leaf stage

2.2 Statistična zasnova poskusa in plevelna populacija

Poskus je bil v osnovi zasnovan kot faktorski poskus z več dejavniki na več nivojih. Prvi dejavnik (tip šobe) je imel štiri nivoje (4 šobe), drugi (količina porabljene vode) je imel dva nivoja (150 ali 300 l vode na hektar), tretji dejavnik (herbicidni program) je bil na 6 nivojih (6 herbicidnih programov). Rezultate smo delno prikazali kot faktorski poskus s tremi dejavniki (Preglednica 4), delno pa kot enostavne bločne poskuse za vsaki herbicidni pod-program ločeno (ostale preglednice). Posamezna poskusna parcelica je bila velika 4 x 30 m (120 m²). Poskusna površina je bila zelo velika (več hektarjev) zato je v takšnih razmerah zelo težko zagotoviti izenačeno plevelno populacijo. Vsak herbicidni program smo zato predstavili kot ločen poskus (statistično računsko prikazano, kot enostaven poskus z 8 različnimi variantami škropljenja; LU 150 l/ha, LU 300 l/ha, AVI 150 l/ha, AVI 300 l/ha, ID 150 l/ha, ID 300 l/ha, ADI 150 l/ha, ADI 300 l/ha). Plevelna flora je bila dokaj heterogena. V času aplikacije herbicidov smo imeli od 700 do 1200 plevelov na m². Koruza (hibrid LG 22.44) se je v maju zaradi nizkih temperatur zraka razvijala zelo počasi, kar je neugodno vplivalo na njeno tekmovalno sposobnost in povzročilo velike izgube pridelkov. Značilnost razlik med povprečji smo testirali z uporabo Tukey-evega testa pri stopnji tveganja ($\alpha = 0,05$). Povprečna sestava plevelne združbe na neškropljenih parcelicah pred škropljenjem je prikazana v

preglednici 3. Učinkovitost delovanja herbicidov smo ocenili vizualno po standardni metodologiji (EWRS, EPPO, Syngenta 2004; visual % efficacy estimation protocol), kjer pri ocenitvi upoštevamo število preživelih plevelov, velikost plevelov, razvojni stadij, spremembo barve in morfološke strukture organov in druge parametre (npr. delež površine z ožigi in nekrozami, turgor, oblikovanje novih poganjkov, ...), ki opisujejo fiziološko stanje plevelne rastline in njeno preživetveno sposobnost. Posamezni opazovani parametri imajo uravnoteženo vrednost v skupni oceni učinkovitosti delovanja. Jeseni smo na poskusnih parcelicah opravili analizo pridelka. Natančno iz sredine parcelic (4 m²) smo potrgali storže in jih sveže stehali.

Preglednica 3: Sestava plevelne združbe na neškropljenih parcelicah. PWFm (%) – delež posameznega plevela v skupni zeleni masi vseh plevelov rastočih na neškropljenih kontrolnih parcelicah pred škropljenjem

Table 3: Composition of weed population on untreated plots. PWFm (%): Portion (%) of particular weed in total fresh mass of all weeds developing in control plots prior herbicide application

DOMINANTNI PLEVELI V ČASU UPORABE HERBICIDOV: DOMINANT WEED SPECIES AT THE PERIOD OF HERBICIDE APPLICATION:	PWFm:
<i>Amaranthus retroflexus</i> - AMARRE - SRHKODL. ŠČIR - REDROOT PIGWEEED	15 %
<i>Bidens tripartitus</i> - BIDTRIP - NAVADNI MRKAČ - BURMARGOLD	10 %
<i>Chenopodium album</i> - CHENAL - BELA METLIKA - COMMON LAMBSQUARTERS	17 %
<i>Convolvulus arvensis</i> - CONARV - NJIVSKI SLAK - FIELD BIND WEED	16 %
<i>Galinsoga parviflora</i> - GALPARV - DROBNOCVETNI ROGOVILČEK - GALINSOGA	8 %
<i>Echinochloa crus-galii</i> - ECHCRG - NAVADNA KOSTREBA - BARNYARDGRASS	12 %
DRUGI PLEVELI - OTHER WEED SPECIES	22 %

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

V preglednici 4 so prikazani rezultati analize učinkov preučevanih dejavnikov na biotično učinkovitost herbicidnih programov (analizirani skupni podatki vseh šestih pod-poskusov). Na delovanje herbicidov proti beli metliki (CHENAL) nobeden od preučevanih dejavnikov ni imel značilnega vpliva, rezultat zatiranja je bil enak pri vseh šobah, pri obeh porabah vode in pri vseh herbicidnih programih. Pri srhkodlakavem ščiru (AMARRE) je bil značilen le učinek herbicidnega programa, kar pa nas v tem poskusu ni zanimalo. Pri rogovilčku (GALPARV) in kostrebi (ECHCRG) sta imela značilen vpliv dva dejavnika (herbicidni program in poraba vode). Značilna je bila tudi interakcija med njima, kar pomeni, da je imela poraba vode pri različnih herbicidih različne učinke. Tudi pri slaku (CONARV) sta imela dejavnika herbicidni program in porabljen vodo značilen vpliv, vendar interakcija med njima ni bila značilna.

Le pri bradatemu mrkaču (BIDTRIP) so imeli vsi trije preučevani dejavniki značilen vpliv na učinkovitost zatiranja. Značilna je bila le interakcija med porabo vode in herbicidnim programom. Pri tako obsežnem poskusu težko izfiltriramo statistično značilne interakcije. Rezultati pri bradatemu mrkaču kažejo kompleksnost interakcij med dejavniki. Ta sicer na prvi pogled čisto navaden plevel ima specifično zgradbo in le z redkimi herbicidi ga lahko temeljito zatremo. Sestavljenih voskastih listov se herbicidi težko oprimejo.

Pri nobenem od preučevanih plevelov in herbicidnih programov ni bila značilna interakcija med tipom šobe in porabljen vodo ali interakcija med tipom herbicida in med šobo, ki smo jo

pričakovali. Očitno so bile poskusne razmere in izbrani herbicidi tako specifični, da se razlike niso pokazale kot statistično značilne.

Nekaj več razlik je vidnih pri analizi posameznih herbicidnih programov. Pri programu 1 (preglednica 5) so bile opazne razlike pri zatiranju mrkača. Pri večji porabi vode je bila učinkovitost nekaj višja, razlike med standardno LU šobo in ostalimi antidriftnimi šobami niso bile značilne.

Preglednica 4: Delen prikaz tabele analize variance faktorkega poskusa s prikazom izračunanih p-vrednosti, ki kažejo značilnost vpliva preučevanih dejavnikov na preučevan parameter (stopnjo biotične učinkovitosti) pri stopnji tveganja ($\alpha = 0,05$) za šest vrst plevelov. Z * so označeni značilni vplivi dejavnikov oziroma interakcij.

Table 4: Analysis of Variance for factorial trial (p-Value). Influence of three main factors – herbicide type, amount of spray water and nozzle type and their interactions on biotical efficacy (BE) of herbicide for control of 6 weed species. When p-Value < 0.05 the studied factor or interaction have statistically significant effect (*) on studied parameter (BE).

Vir variabilnosti: PS – prostostne stopnje (degree of freedom)	PS DF	Vrednost p (p-value), p < 0,05 ⇒ preučevan dejavnik ali interakcija ima značilen vpliv na preučevan parameter (*).					
		Chenal	Amaret	Bidtrip	Galpar	Echcrg	Convar
GLAVNI DEJAVNIKI – MAIN EFFECTS							
A: herbicid Herbicide	6	0,22	0,004*	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*
B: poraba vode Spray volume	1	0,33	0,94	0,0001*	0,0001*	0,008*	0,0001*
C: tip šobe Nozzle type	3	0,35	0,42	0,008*	0,64	0,62	0,28
ITERAKCIJE – INTERACTIONS							
AB	6	0,42	0,80	0,001*	0,0001*	0,0006*	0,32
AC	18	0,44	0,50	0,24	0,54	0,17	0,83
BC	3	0,34	0,43	0,34	0,12	0,69	0,67
ABC	18	0,46	0,28	0,41	0,83	0,48	0,12

Tudi pri zatiranju slaka (izoksaflutol – sistemik) je večja poraba vode dala nekaj boljši rezultat. Razlike med standardnimi in antidriftnimi šobami niso bile značilne.

Pri drugem poskusu (Preglednica 5) smo izoksaflutol kombinirali s pendimetalinom, ki ima nekaj širši spekter delovanja od dimetenamida. V tem poskusu ni bilo nobenih razlik glede količine porabljene vode in tudi ne glede tipa šobe. To je posledica talnega delovanja herbicidov na katerega tip šobe in porabljena količina vode nimata zaznavnega vpliva. Pri herbicidih, ki imajo izraženo tudi talno delovanje tip šobe nima velikega vpliva, četudi jih uporabimo po vzniku.

Preglednica 5: Vpliv tipa šobe na učinkovitost herbicidne kombinacije (% ugotovljen vizualno) za zatiranje 6 vrst plevelov (POSKUS 1, 2 in 3). Povprečja označena z enako črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno po Tukey testu ($\alpha < 0,05$)

Table 5: The impact of nozzle type on herbicide biological efficacy (% estimated visually) (TRIAL 1, 2 and 3) for control of 6 weed species. Values marked with the same letter in a column do not differ statistically significantly according to the Tukey test at probability level ($\alpha < 0.05$).

Tip šobe: Nozzle type:	PV l / ha:	Vizualno ugotovljena učinkovitost (%): Herbicide biological efficacy - % estimated visually:					
		Chenal	Amaret	Bidtrip	Galpar	Echerg	Convar
Poskus 1: Dimetenamid 720 ml / ha (pre-em) + Izoksaflutol 75 g / ha (post-em)							
Albuz AVI	150	96,0 a	96,5 a	89,5 abc	92,7 a	92,7 a	38,7 ab
Albuz ADI	150	96,7 a	91,0 a	83,2 ab	90,5 a	94,2 a	45,0 ab
Lechler ID	150	95,7 a	96,7 a	88,2 abc	95,5 a	95,7 a	46,5 ab
Lechler LU	150	92,2 a	91,0 a	81,2 a	93,5 a	80,7 a	33,7 a
Albuz AVI	300	97,5 a	95,7 a	92,5 bc	96,2 a	93,7 a	51,2 ab
Albuz ADI	300	95,0 a	92,5 a	93,5 c	94,7 a	92,2 a	45,0 ab
Lechler ID	300	95,5 a	95,2 a	89,0 abc	98,7 a	92,5 a	51,2 ab
Lechler LU	300	94,2 a	91,0 a	95,0 c	98,7 a	91,7 a	56,0 b
Poskus 2: Pendimetalin 1320 ml / ha (pre-em) + Izoksaflutol 75 g / ha (post-em)							
Albuz AVI	150	94,0 a	95,0 a	90,5 a	92,5 a	92,0 a	58,7 a
Albuz ADI	150	92,2 a	91,7 a	92,5 a	93,0 a	95,7 a	47,5 a
Lechler ID	150	96,2 a	91,0 a	92,0 a	96,7 a	94,2 a	55,9 a
Lechler LU	150	95,7 a	91,0 a	94,5 a	93,5 a	92,5 a	40,0 a
Albuz AVI	300	92,2 a	90,2 a	89,5 a	94,0 a	92,0 a	46,2 a
Albuz ADI	300	96,0 a	90,2 a	95,0 a	97,0 a	96,5 a	59,0 a
Lechler ID	300	94,7 a	98,0 a	94,0 a	95,2 a	85,7 a	51,5 a
Lechler LU	300	93,5 a	93,7 a	98,7 a	96,2 a	96,5 a	57,5 a
Poskus 3: Izoksaflutol 90 g / ha (post-em)							
Albuz AVI	150	95,7 a	92,0 a	88,7 a	89,0 a	66,2 a	46,3 ab
Albuz ADI	150	92,5 a	93,7 a	97,0 c	95,2 a	70,7 ab	31,2 a
Lechler ID	150	91,5 a	94,5 a	91,2 ab	88,0 a	61,2 a	32,5 ab
Lechler LU	150	95,5 a	93,2 a	97,0 c	71,5 a	72,5 b	32,5 ab
Albuz AVI	300	89,7 a	96,0 a	89,5 a	90,2 a	62,2 a	41,5 ab
Albuz ADI	300	93,5 a	96,2 a	94,5 ab	95,0 a	58,6 a	40,2 ab
Lechler ID	300	88,0 a	97,2 a	95,5 ab	95,0 a	58,7 a	45,0 ab
Lech. LU	300	90,7 a	98,0 a	97,7 c	96,0 a	57,7 a	47,5 b

Primerjalno je bil v poskusu 3 (preglednica 5) uporabljen zgolj izoksaflutol brez dodatka talnega herbicida. Učinkovitost se je nekoliko zmanjšala le pri zatiranju kostrebe, kar je posledica postopnega vznikanja tega semenskega plevela in na splošno manjše učinkovitosti herbicida. Pri kostrebi je opazen splošno znan trend, da se pri zatiranju trav lahko zmanjša učinkovitost s povečevanjem količine porabljene vode. Najvišjo učinkovitost zatiranja kostrebe smo dosegli pri klasični LU šobi pri manjši porabi vode. Ponovno so se manjše razlike pojavile tudi pri mrkaču in slaku. Pri večji porabi vode smo dosegli višje učinkovitosti. Standardna šoba je dala nekaj boljši rezultat od antidriftnih šob.

Preglednica 6: Vpliv tipa šobe na učinkovitost herbicidne kombinacije (% ugotovljen vizualno) za zatiranje 6 vrst plevelov (POSKUS 4, 5 in 6). Povprečja označena z enako črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno po Tukey testu ($\alpha < 0,05$)

Table 6: The impact of nozzle type on herbicide biotical efficacy (% estimated visually) (TRIAL 4, 5 and 6) for control of 6 weed species. Values marked with the same letter in an column do not differ statistically significantly according to the Tukey test at probability level ($\alpha < 0.05$).

Tip šobe: Nozzle type:	PV l / ha:	Vizualno ugotovljena učinkovitost (%): Herbicide biotical efficacy - % estimated visually:					
		Chenal	Amaret	Bidtrip	Galpar	Echerg	Convar
Trial 4: 2,4-D 690 ml / ha (post-em)							
Albuz AVI	150	82,0 a	96,7 a	40,0 ab	35,0 a	/	90,5 a
Albuz ADI	150	84,2 a	91,2 a	31,5 a	36,2 ab	/	90,2 a
Lechler ID	150	87,0 a	89,0 a	35,5 ab	47,5 ab	/	93,2 a
Lechler LU	150	85,5 a	88,5 a	43,7 ab	36,2 ab	/	95,7 a
Albuz AVI	300	85,7 a	98,2 a	45,0 ab	61,7 b	/	94,0 a
Albuz ADI	300	84,0 a	88,5 a	46,7 ab	42,5 ab	/	93,7 a
Lechler ID	300	86,3 a	91,5 a	68,0 b	58,7 ab	/	95,2 a
Lechler LU	300	87,7 a	88,2 a	61,7 ab	61,2 b	/	95,0 a
Trial 5: Meztotrión 120 ml / ha (post-em)							
Albuz AVI	150	94,7 a	99,5 a	88,2 a	94,7 a	70,0 ab	60,0 a
Albuz ADI	150	93,7 a	98,2 a	93,2 a	92,7 a	72,5 ab	64,2 a
Lechler ID	150	99,5 a	94,0 a	97,5 a	94,7 a	63,7 ab	52,5 a
Lechler LU	150	97,2 a	96,0 a	90,7 a	93,7 a	81,8 b	64,0 a
Albuz AVI	300	95,5 a	97,0 a	95,5 a	94,2 a	53,7 a	56,2 a
Albuz ADI	300	96,5 a	96,5 a	93,7 a	94,6 a	60,0 a	72,0 b
Lechler ID	300	97,5 a	97,0 a	96,2 a	98,2 a	56,2 a	58,7 a
Lechler LU	300	96,0 a	97,2 a	97,5 a	97,5 a	60,0 a	53,7 a
Trial 6: Foramsulfuron 56,2 g / ha (post-em)							
Albuz AVI	150	98,7 a	96,7 ab	87,7 a	97,2 a	95,7 a	41,5 a
Albuz ADI	150	96,2 a	98,0 ab	92,0 a	92,2 a	97,5 a	54,5 a
Lechler ID	150	96,7 a	99,7 b	90,5 a	94,2 a	94,7 a	43,7 a
Lechler LU	150	94,7 a	98,2 ab	91,2 a	91,5 a	98,7 a	36,2 a
Albuz AVI	300	96,0 a	100,0 b	95,7 a	91,2 a	93,5 a	54,7 a
Albuz ADI	300	97,0 a	96,2 ab	95,2 a	97,5 a	95,0 a	52,5 a
Lechler ID	300	96,7 a	96,2 ab	92,0 a	97,5 a	94,7 a	47,5 a
Lechler LU	300	96,0 a	92,2 a	96,5 a	96,7 a	96,2 a	51,5 a

V poskusu 4 (preglednica 6) smo uporabili zgolj 2,4-D (sistemično delujoč hormonski herbicid). Ozkolistni pleveli so ostali nepoškodovani. Primarni cilj pri tem herbicidu je bil

slak. Razlik med šobami pri zatiranju slaka ni bilo, poraba vode prav tako ni imela vpliva na učinkovitost delovanja tega herbicida. Pri zatiranju rogovilčka, na katerega ta herbicid slabo deluje, se je učinkovitost s povečanjem porabe vode povečala. Med šobami ni bilo bistvenih razlik. Pri večji porabi vode je dala najboljši rezultat standardna LU šoba, ki oblikuje drobne kapljice.

V poskusu 5 smo uporabili mezotrion (sistemično delujoči kalistemoni). Razen pri kostrebi razlik pri ostalih plevelih ni bilo. Delovanje mezotriona je zelo vezano na velikost kostrebe. Ko kostreba preraste stadij treh lističev se začne učinkovitost hitro značilno zmanjševati. Tudi tukaj se je učinkovitost zmanjšala pri večji porabi vode. Morda ima prav aplikacija herbicida pri tem plevelu pomembno vlogo pri zmanjševanju učinkovitosti mezotriona. Pri manjši porabi vode smo najvišjo učinkovitost dosegli pri standardni LU šobi. Pri uporabi sulfonilsečninskega herbicida foramsulfurona v poskusu 6 se je edinokrat v celotnem poskusu zgodilo, da je dala standardna LU šoba pri zatiranju ščira slabši rezultat, kot antidriftna šoba. To je verjetno bolj rezultat naključja, kot vsebinskih vzrokov povezanih s preučevanimi dejavniki. Zanimivo, da pri foramsulfuronu pri zatiranju kostrebe ni prišlo do značilnega zmanjšanja učinkovitosti pri povečani porabi vode, kot v drugih pod-poskusih.

Preglednica 7: Pridelek storžev (kg sveži storži / m²) v odvisnosti od tipa uporabljene šobe in herbicidne kombinacije. Povprečja označena z enako črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno po Tukey testu ($\alpha < 0,05$)

Table 7: Yield of fresh maize cobs (kg / m²) in correlation to the nozzle type and to the applied herbicides. Values marked with the same letter in an column do not differ statistically significantly according to the Tukey test at probability level ($\alpha < 0.05$).

Tip šobe: Nozzle type:	PV l / ha:	Pridelek storžev (kg sveži storži / m ²) (pri 28-32 % vlage):						Povpr. vseh pos.:
		Poskus 1	Poskus 2	Poskus 3	Poskus 4	Poskus 5	Poskus 6	
Albuz AVI	150	2,12 a	1,92 a	2,34 a	2,09 ab	1,61 ab	2,52 a	2,05 a
Albuz ADI	150	2,17 ab	1,94 a	2,22 a	2,05 ab	1,72 ab	2,43 a	2,43 a
Lechler ID	150	2,16 ab	1,98 a	2,19 a	2,04 ab	1,70 ab	2,18 a	2,19 a
Lechler LU	150	2,08 a	1,94 a	2,10 a	1,93 ab	1,55 a	2,31 a	2,17 a
Albuz AVI	300	2,30 ab	1,96 a	2,18 a	2,14 ab	1,74 ab	2,26 a	2,26 a
Albuz ADI	300	2,40 b	2,01 a	2,50 a	2,32 b	1,66 ab	2,55 a	2,30 a
Lechler ID	300	2,29 ab	2,07 a	2,23 a	2,27 b	1,98 ab	2,42 a	2,16 a
Lechler LU	300	2,36 ab	2,30 b	2,26 a	2,22 ab	1,97 ab	2,26 a	2,35 a

Poskus 1: Dimetenamid 720 ml / ha (pre-em) + Izoksaflutol 75 g / ha (post-em); Poskus 2: Pendimetalin 1320 ml / ha (pre-em) + Izoksaflutol 75 g / ha (post-em); Poskus 3: Izoksaflutol 90 g / ha (post-em); Poskus 4: 2,4-D 690 ml / ha (post-em); Poskus 5: Mezotrion 120 ml / ha (post-em); Poskus 6: Foramsulfuron 56,2 g / ha (post-em).

Pri analizi pridelka storžev (preglednica 7) lahko opazimo precejšnje razlike med pridelki posameznih pod-poskusov, kar je predvsem posledica neizenačenosti zemljišča in manj delovanja herbicidnih programov. Gledano skozi povprečje vseh šestih pod-poskusov tip šobe ni imel značilnega vpliva na pridelek storžev. Gledano znotraj posameznih herbicidnih

programov pa so se pojavile nekatere značilne razlike. V pod-poskusih 2, 3 in 6 ni bilo nobenih razlik. Pri poskusu 1 je zanimivo, da je uporaba standardne LU šobe dala nekaj večji pridelek pri večji porabi vode, med tem, ko je bil pri njeni uporabi pri manjši porabi vode pridelek nekaj manjši. Pri poskusu 4 (uporabljen zgolj 2,4-D) je povečana poraba vode povzročila povečanje pridelka. Uporaba antidriftnih šob je povečala pridelek za 7 – 10 %, kar je že upoštevanja vreden učinek. To je nepričakovan rezultat glede na to, da razlik v učinkovitosti med šobami pri ščiru, kostrebi in slaku ni bilo. Zatiranje so preživele velike populacije mrkača in rogovilčka, ki pa verjetno nista izrazito tekmovalna plevela za koruzo. Možno, da je na rezultat vplival način ugotavljanja pridelka (velika variabilnost vlage v svežih storžih). V poskusu pet je prišlo do delnega znižanja pridelka zaradi velike populacije kostrebe. Glede na padec učinkovitosti herbicida na kostrebo pri povečanju porabe vode smo pričakovali pri večji porabi vode manjši pridelek, kar pa se ni zgodilo. V poskusih na polju je zelo težko doseči razmere, ki omogočajo visoke korelacije med učinkovitostjo herbicidov in pridelkom.

Raziskovalec Knoche (1994) je v obsežnem preglednem članku predstavil učinke velikosti kapljic in količine porabljene vode za nanos herbicidov na njihovo biotično učinkovitost pri različnih skupinah plevelov. Splošne ugotovitve njegove analize so bile, da se pri uporabi sistemskih herbicidov proti trajnim plevelom učinkovitost povečuje z zmanjševanjem porabljene vode in, da se učinkovitost povečuje z zmanjševanjem VMD kapljic (volume median diameter – povprečen volumski premer kapljic) v okviru iste količine porabljene vode. Pri kontaktno delujočih herbicidih in pri enoletnih plevelih so bile ugotovitve podobne, vendar ne tako enoznačne. Naše ugotovitve se ne ujemajo z njegovimi predvsem pri učinku povečane porabe vode na širokolistne plevela. Pri učinkih na enoletne plevela se ugotovitve nekaj bolj ujemajo.

Splošno mnenje je, da je enakomerna pokritost plevela z zadetki kapljic herbicida bolj pomembna pri kontaktno delujočih herbicidih, kot pri sistemsko delujočih herbicidih (Hilsop, 1987; Hess, 1990; Knoche, 1994). Po analizi velikega števila člankov, ki jo je opravil Knoche (1994), so to trditev veliko bolj pogosto dokazali pri sistemsko delujočih, kot pri kontaktno delujočih pripravkih, kar je delno v nasprotju s splošnim prepričanjem. Glede porabe vode je podajanje splošnih sklepov še veliko težje. Knoche (1994) je analiziral 110 raziskav o vplivu vode pri konstantni velikosti kapljic na delovanje herbicidov. Pri 24% raziskav je povečanje porabe vode povečalo učinkovitost, pri 32% poraba vode ni imela značilnega vpliva in pri 44% raziskav je zmanjšanje porabe vode povečalo učinkovitost biotičnega delovanja herbicidov. Ta analiza je orientirana raziskovalno, praktično pa njeni izsledki niso čisto uporabni. Velikost kapljic je navadno vedno vezana na porabo vode; ko se pridelovalec odloči, da bo povečal porabo vode, poveča pritisk, ali izbere šobo z večjim pretokom, spekter kapljic se gotovo spremeni. To kaže, da je učinkovitost delno v obratno sorazmerni povezavi s pojavi drifta – manj vode in povečanje deleža bolj drobnih kapljic pomeni večjo učinkovitost a hkrati več drifta. Učinkovitost herbicida je navadno vezana na kakovost depozicije (oprijemanje in trajnost s škropljenjem ustvarjenega depozita). V raziskavi na ovsu (*A. sativa*) in gorjušici (*S. alba*), pri porabi vode od 100 do 180 l/ha je Nordbo (Nordbo *et al.*, 1995) z uporabo tehnike dela z fluorescenčnimi sledilci (tracerji) ugotovil značilno manjši depozit pri uporabi anti-driftnih šob, kot pri standardnih šobah. Slabše ustvarjenje depozita se je odrazilo tudi v nižji učinkovitosti herbicidov pri uporabi antidriftnih šob.

Dva v našem poskusu uporabljena herbicidna programa sta vsebovala tudi aplikacijo talnega herbicida. Z vključitvijo teh dveh smo hoteli prikazati, da se pomen tipa šobe dodatno zmanjša, če uporabimo tudi talne herbicide. Sistem dela, da najprej uporabimo talni herbicid in nato izvedemo korekcijo z listnim herbicidom je pri nas zelo pogost. Tip šobe na učinkovitost talnih herbicidov apliciranih pred vznikom nima nobenega zaznavnega vpliva.

4. SKLEPI

V vseh šestih pod-poskusih pri zatiranju metlike in ščira ni bilo razlik med šobami, kar kaže, da pri običajnih širokolistnih enoletnih semenskih plevelih med proučevanimi šobami ni pričakovati bistvenih razlik v učinkovitosti delovanja herbicidov. Razlike v uspehu zatiranja večine enoletnih plevelov, ki navadno prevladujejo, med porabo 150 l ali 300 l/ha so majhne. Verjetno bi bile bolj očitne, če bi na primer primerjali porabo 100 l/ha in 400 do 500 l/ha, kar pa za naše razmere ni zanimivo. Pri zatiranju slaka so se pojavile manjše razlike, vendar tudi ne tolikšne, da bi pridelovalcem odsvetovali uporabo antidriftnih šob za zatiranje trajnih širokolistnih plevelov. Pri velikih populacijah ozkolistnih plevelov (v našem primeru kostrebe) je potrebno nekoliko zmanjšati porabo vode in uporabiti šobe z nekaj manjšimi kapljicami. Tudi pri uporabi antidriftnih šob lahko velikost kapljic zmanjšamo z zmernim povečanjem delovnega pritiska. Glede na rezultate opravljenih poskusov lahko sklenemo, da pridelovalci z uporabo antidriftnih šob za nanos herbicidov v koruzi ne tvegajo izgub pridelka, temveč le pridobijo v ekološkem in socialnem smislu (npr. bolj varno škropljenje ob vodnih virih in manj sporov s sosedi). Dodatno bodo antidriftne šobe verjetno postale zanimive za profesionalne poljedelce, ker lahko z njimi herbicide nanašamo pri bistveno večjih vozni hitrostih, kar prinaša pomembne prihranke pri porabi strojnih ur. Izjemno bo porasel pomen antidriftnih šob šele takrat, ko bo zaostrena zakonodaja in če bomo v pridelavo uvedli genetsko modificirane, na glifosat odporne (glifosat tolerant) poljščine.

5. LITERATURA

- Knoche, M. 1994. Effect of droplet size and carrier volume on performance of foliage-applied herbicides.- *Crop Protection*, 13, 3: 163-178.
- Hislop, EC. 1987. Requirements for effective and efficient pesticide application; (v *Rational Pesticide use*; urednik Brent KJ. in Atkin RK.), Cambridge University Press, Cambridge, s. 53-71.
- Hess, FD., Falk, RH. 1990. Herbicide deposition and leaf surface.- *Weed Science*, 38, 3: 280-288.
- Smith, BD., Askew SD., Morris WH., Shaw DR. 2000. Droplet size and leaf morphology effects on pesticide spray deposition.- *Transactions of the ASAE*, 43, 2: 255-259.
- Syngenta International AG (2004) Manual for Field Trials in Crop Protection 4th Edition, (Herbicide field trials), Geerings of Ashford Ltd, Ref. No. 016693.00.040., s. 257-259.