

**POJAV IN POMEN ODPORNOSTI BELE METLIKE (*Chenopodium album* L.)  
NA ATRAZIN V SLOVENIJI**

Andrej Simončič<sup>1</sup>

**IZVLEČEK**

V prispevku so prikazani rezultati raziskave, v kateri smo ugotavljali zastopanost odpornih biotipov bele metlike (*Chenopodium album* L.) na atrazin v Sloveniji. V ta namen smo v letih od 1992 do 1996 na različnih krajih Slovenije, kjer je obstajala verjetnost, da so zastopani odporni biotipi, postavili poljske mikroposkuse na njivah, kjer koruzo pridelujejo v monokulturi, v dvopoljnem kolobarju ter v tri in večpoljnem kolobarju. Odpornost smo hkrati preverjali tudi z lončnimi poskusi ter z laboratorijsko metodo plavajočih diskov. Iz rezultatov raziskave je mogoče razbrati, da so odporni biotipi bele metlike na atrazin zastopani na vseh preučevanih območjih Slovenije, vendar v večjem obsegu le ob pridelovanju koruze v monokulturi. Pri dvopoljnem kolobarju smo odporne biotipe potrdili le v dveh primerih, medtem ko jih pri tripoljnem kolobarju nismo našli. Ob tem smo v času raziskave z 90 naključno izbranih njiv iz različnih krajev Slovenije vzeli seme bele metlike ter vzorce tal ter nato z lončnimi poskusi ugotavljali odpornost. Pri nobenem od teh vzorcev nismo potrdili odpornih biotipov bele metlike na atrazin. Na podlagi raziskave lahko zato z gotovostjo trdimo, da je bela metlika v manjšem obsegu odporna tudi v Sloveniji, vendar pa le ta ne predstavlja pomembnejšega vzroka za številne zapleveljene njive, kjer pridelujejo koruzo.

Ključne besede: atrazin, *Chenopodium album*, herbicidi, pleveli, odpornost plevelov na herbicide

**ABSTRACT**

**THE OCCURRENCE AND THE ROLE OF TRIAZINE-RESISTANT *CHENOPODIUM ALBUM*  
IN SLOVENIA**

During the years 1992 to 1996 different experiments were carried out in order to detect herbicide resistant weed biotypes in Slovenia. This contribution deals only with *Chenopodium album* L., one of the most common and frequent weed species in maize fields in Slovenia. For testing of resistant and sensitive biotypes different methods were used: field treatments, biological tests under controlled conditions and flotation of leaf discs. Our results strongly indicate that resistant biotypes of *C. album* L. are to be found in all parts of Slovenia, especially in locations where maize is grown in monoculture. Samples from fields with a 2-year crop rotation included only two cases with resistant plants while no resistant plants were found in the fields with a 3-year crop rotation. In addition samples of the *C. album* L. seeds and soil were collected from 90 randomly chosen fields from all parts of Slovenia where maize is grown where we did not confirm any resistant biotype of *C. album* L. It has been confirmed by this research, that atrazine resistance is present but not an important factor in many weedy fields in Slovenia, where maize is grown.

Key words: atrazine, *Chenopodium album*, herbicides, herbicide resistance, weeds

<sup>1</sup> Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, Žalec

## 1 UVOD

V Sloveniji zavzemajo njive zasejane s koruzo približno 100.000 ha ali 40 % njivskih zemljišč, kar jo uvršča na prvo mesto med poljščinami (Anon., 1994). Koruza se večinoma prideluje v zelo ozkem kolobarju in redkeje v monokulturi. Pri varstvu koroze pred pleveli se pri nas še vedno uporabljajo največ pripravki na podlagi triazinov (atrazin, simazin) v kombinaciji s pripravki na podlagi acetanilidov (metolaklor, alaklor). S temi kombinacijami škropimo približno 80 % vseh njiv posejanih s koruzo. O pojavu odpornosti plevelov na triazine v Sloveniji do sedaj še ni bilo poročano. Kljub temu, da so bila prva znamenja nezadovoljivega učinka triazinov pri nas opažena že sredi 80. let (Ostojic, pers. comm.), so bile njive, kjer so triazinski pripravki slabo učinkovali, redke. Za razliko od Slovenije je odpornost na triazine v tem času v številnih državah že pomenila večjo težavo (Van Oorschot, 1991, Holt s sod., 1993, Powles in Holtum, 1994). Tako je bilo v Italiji po oceni Zanina in Lucchina (1990) sredi 80. let približno 10 % njiv posejanih s koruzo z odpornimi pleveli, v Franciji pa naj bi bili v tem času odporni pleveli zastopani že na več kot četrtini koruznih njiv (Gasquez s sod., 1982).

Zadnja leta je tudi v Sloveniji število njiv, kjer so triazinski pripravki slabo delovali, precej naraslo. Vzrokov za nezadovoljivo učinkovanje triazinov pri varstvu koroze pred pleveli je več, med katerimi je najbolj pomembna nepravilna uporaba triazinskih pripravkov. Več kot 90 % atrazinskih pripravkov se namreč še vedno uporablja po setvi koroze in pred vznikom plevelov. Ker pa je zadnja leta pomanjkanje vlage v tleh ob setvi in vzniku koroze pogost pojav, talni herbicidi niso dovolj učinkoviti. Ob tem pa je vzrok za slabo učinkovitost triazinskih pripravkov pogosto tudi slabo pripravljeno setvišče oziroma neugodna struktura tal in delež humusa. V naši raziskavi smo želeli ugotoviti predvsem pomembnost pojava odpornosti nekaterih plevelov na triazine. Najprej smo raziskave opravili za belo metliko, ki je najbolj pomembna in najpogosteje zastopana enoletna širokolistna plevelna vrsta v Sloveniji na poljih, kjer se prideluje koruza (Zemljič-Urbanič in Žerjav, 1995).

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Poljski poskusi

V letih od 1992 do 1993 smo evidentirali 50 parcel na različnih lokacijah po vsej Sloveniji, kjer je bela metlika semenila kljub škropljenju z normalnimi odmerki atrazina (1-1,5 kg a.s./ha) in je obstajal sum njene odpornosti na triazine. Lokacije smo izbrali na podlagi spremljanja in preverjanja pridelovanja koroze v teh krajih s pomočjo pridelovalcev in svetovalcev na teh območjih. Njive niso bile izbrane po naključnem izboru. V raziskavo smo vključili njive, kjer se koruza prideluje v monokulturi ter njive, kjer je kolobar dveleten in trileten. Pri tem smo v raziskavo vključili tako njive, kjer so bili za varstvo koroze pred pleveli uporabljeni izključno triazinski pripravki kot tudi njive, kjer so pri varstvu pred pleveli uporabljali ob triazinskih pripravkih tudi druge aktivne snovi.

V letih od 1993 do 1994 smo na 50 njivah v mikroposkusih uporabili normalne odmerke atrazina (1,5 kg a.s./ha), ob tem pa še petkratne odmerke (7,5 kg a.s./ha). Atrazinu smo dodali močilo. Mikroposkusi so bili opravljeni na parcelah velikih 50 m<sup>2</sup> po bločni zasnovi v štirih ponovitvah. Za škropljenje smo uporabili nahrbtno škroplilnico s šobo 11003 NP. Škropili smo po vzniku plevela s tlakom 2 bara, pri čemer smo porabili 300 l vode na hektar. Jeseni smo na vseh preučevanih lokacijah iz rastlin, ki so semenile kljub škropljenju s petkratnim

odmerkom atrazina, pobrali seme ter ga uporabili za nadaljne določanje odpornosti v rastlinjaku.

## 2.2 Poskusi v rastlinjaku

### 2.2.1 Testiranje odpornosti v lončnih poskusih

Spomladi 1995 smo seme rastlin bele metlike, ki so preživele in semenile kljub uporabi 7,5 kg a.s. atrazina/ha v poljskih poskusih v letih 1993 in 1994, posejali v rastlinjaku. Seme smo posejali v večcelične plošče za sajenje, ki so bile osvetljene 16 ur na dan pri temperaturi 20°C. Rastline so bile dnevno zalivane. Kot pozitivno in negativno kontrolo smo uporabili seme bele metlike, ki smo ga dobili od dr. J. L. P. Van Oorshota iz Centre for Agrobiological Research iz Wageningena. Iz vsake lokacije smo ločeno posejali seme najmanj treh rastlin. Rastline smo tretirali z 1, 2, 4 in 10 kg a.s. atrazina/ha v treh ponovitvah. Atrazinu smo vedno dodali močilo. Škropili smo po vzniku plevela, v fazi 2-4 pravih listov. Za škropljenje smo uporabili škropilno mizo, ki smo jo izdelali v ta namen. Škropili smo s šobo TeeJet 8001EVS pri tlaku 2 bara, pri čemer smo porabili 300 l vode na ha.

Za preverjanje odpornosti smo ob lončnih poskusih uporabili tudi laboratorijski postopek plavajočih diskov, ki ga je prvi opisal Truelove s sod. (1974). S tem postopkom smo preverili, ali so vse rastline, ki so preživele po tretiranju z 10 kg a.s. atrazina/ha odporne na atrazin.

### 2.2.2 Ugotavljanje razmerja odpornega in občutljivega semena v tleh

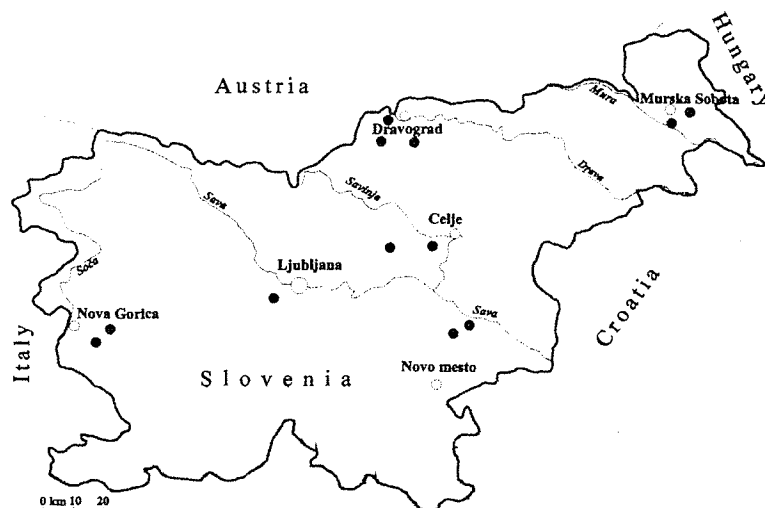
Jeseni 1995 smo iz vseh 50 parcel, kjer smo postavili poljske poskuse, nabrali po približno 5 kg velike vzorce tal do globine oranja. Ob teh smo dodatno vzeli vzorce tal še iz 90 naključno izbranih njiv, kjer se prideluje koruza. Vzorce tal smo nato v rastlinjaku razprostrli v 1 cm debelo plast na sterilizirano tla za sajenje. Vzorce so bili osvetljeni 16 ur na dan pri temperaturi 20°C ter dnevno zalivani. Ko so rastline bele metlike, ki so vzkli iz semena v tleh, imele razvite od 2 do 4 liste, smo jih poškopili z 10 kg a. s. atrazina/ha. Pri škropljenju smo uporabili enako metodologijo kot pri lončnih poskusih pri ugotavljanju odpornosti, pri čemer smo šteli vznikle rastline bele metlike pred škropljenjem z 10 kg a. s./ha atrazin ter pozneje, po 10 dneh, ko je že bil viden rezultat škropljenja in smo prešteli preživele rastline, na podlagi česar smo izračunali tudi razmerje odpornih in občutljivih rastlin bele metlike v tleh.

## 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

V preglednici 1 so zbrani podatki o parcelah, kjer smo preverjali odpornost bele metlike na atrazin ter podatki o tem, na katerih lokacijah so rastline *C. album* L. kljub uporabi petkratne koncentracije atrazina (7,5 kg a. s./ha) semenile in pri katerih je bila odpornost potrjena tudi v rastlinjaku z lončnimi poskusi ter z laboratorijskim postopkom plavajočih diskov. Na sliki 1 so prikazana mesta v Sloveniji, kjer je bila v raziskavi potrjena odpornost bele metlike na atrazin.

Preglednica 1: Število vseh preučevanih parcel v letih od 1993 do 1995, število parcel, kjer je bila ugotovljena odpornost *C. album* L. na triazine ter število parcel, kjer je bila potrjena odpornost bele metlike v rastlinjaku ter s postopkom plavajočih diskov pri različnem kolobarju ter uporabljenih herbicidih.

Kolobar in uporaba herbicidov za varstvo pred pleveli	Število parcel v raziskavi	Število parcel, kjer smo ob 5-kratnem odmerku atrazina našli belo metliko	Št. parcel, kjer smo potrdili odpornost z lončnimi poskusi	št. parcel, kjer smo potrdili odpornost s postopkom plavajočih diskov
monokultura triazini	10	10	8	8
monokultura triazini ter druge aktivne snovi	10	6	2	2
2-letni kolobar triazini	10	6	2	2
2-letni kolobar triazini ter druge aktivne snovi	10	3	0	0
3-letni kolobar triazini	10	3	0	0



Slika 1: Mesta v Sloveniji, kjer je bila v raziskavi potrjena odpornost bele metlike na atrazin

V preglednici 2 so zbrani rezultati ugotavljanja razmerja odpornega in občutljivega semena bele metlike v 12 talnih vzorcih, na katerih smo od 50 preučevanih vzorcev ugotovili preživele rastline *C. album* L. po tretiranju z atrazinom.

Iz preglednice 2 je razvidno, da na vseh 10 parcelah s triletnim kolobarjem v rastlinjaku z lončnimi poskusi nismo ugotovili odpornih biotipov bele metlike, kot tudi ne s postopkom plavajočih diskov, čeprav so na 3 od 10 lokacij ob petkratni uporabi atrazina posamezne rastline preživele in semenile. Povsem enako velja za lokacije z dveletnim kolobarjem, kjer ob triazinskih pripravkih uporabljajo tudi druge

aktivne snovi. Tudi tu nismo ugotovili odpornih biotipov. Pri dveletnem kolobarju, kjer so pridelovalci za varstvo pred pleveli uporabljali izključno triazinske pripravke smo na 2 izmed 10 lokacij ugotovili odpornost, ki smo jo potrdili z lončnimi poskusi kot tudi z metodo plavajočih diskov. V primeru pridelovanja koruze v monokulturi pa smo odpornost ugotovili na 8 od 10 lokacij ob uporabi izključno triazinskih pripravkov ter na 2 od 10 lokacij v primeru, ko so pridelovalci ob triazinih občasno uporabljali tudi druge aktivne snovi.

Iz preglednice 2 se tudi vidi, da je razmerje med občutljivimi in odpornimi biotipi (razmerje R:S) na lokacijah, kjer se koruza prideluje v monokulturi in kjer se uporabljajo izključno triazinski pripravki, ozko. Razmerje odpornih in občutljivih biotipov je pri dveletnem kolobarju ter pri pridelovanju koruze v monokulturi ob uporabi različnih pripravkov precej širše oziroma je na njivah manjši odstotek semena odpornih biotipov bele metlike.

Preglednica 2: Število vzniklih rastlin pred škropljenjem z 10 kg a.s. atrazina/ha, število preživelih rastlin ter R:S razmerje na 12 lokacijah pri različnem kolobarju ter uporabljenih herbicidih.

Kolobar	Uporabljeni herbicidi	Lokacije poskusov	Št. rastlin pred škropljenjem	Št. rastlin po škropljenju	R:S razmerje
monokultura	večletna raba triazinov	MS1	17	9	1:0.89
		MS2	151	138	1:0.09
		CE1	7	1	1:6.0
		LJ	18	3	1:5.0
		NM1	32	24	1:0.33
		NG1	10	2	1:4.0
		DR1	84	65	1:0.29
		DR2	193	146	1:0.32
	triazini in druge aktivne snovi	CE2	69	3	1:22
		DR3	34	7	1:3.86
2-letni kolobar	večletna raba triazinov	NM2	31	1	1:30
		NG2	47	2	1:22.50

Legenda:

MS - Območje Murske Sobote, CE - Območje Celja, LJ - Območje Ljubljane, NM - Območje Novega mesta, NG - Območje Nove gorice, DR - Območje Dravograda

Kljub številnim zapleveljenim njivam koruze smo med njimi težko našli takšne, kjer bi bilo že na prvi pogled razvidno, da gre za odpornost. Zato smo za raziskavo med njimi izbrali takšne, kjer smo hkrati tudi na podlagi kolobarja ter uporabljenih herbicidov v preteklosti predvidevali, da bi lahko bila vzrok slabe učinkovitosti herbicidov odpornost. Vendar lahko iz rezultatov razberemo, da je med 20 parcelami, kjer pridelovalci pridelujejo koruzo v monokulturi vsaj zadnjih pet let ali več, sicer 10 parcel, kjer je bela metlika odporna na atrazin, vendar pa so to res skrajni primeri, kjer se koruza prideluje v monokulturi že več kot 10 let. Med temi smo samo na 2 lokacijah ugotovili odpornost tudi v primeru, ko so pridelovalci ob triazinih uporabljali tudi druge aktivne snovi (bentazon, piridat, bromoxinil, fluorkloridon, pendimetalin).

Pri vseh ostalih, ravno tako zapleveljenih njivah, so za slabo učinkovitost herbicidov drugi vzroki. Pri dveletnem kolobarju smo odpornost ugotovili le na 2 od 20 parcel in sicer le tam, kjer za zatiranje plevela uporabljajo izključno triazine, medtem ko pri triletnem kolobarju nismo ugotovili odpornosti na triazine na nobeni od parcel, vključenih v raziskavo. Iz dobljenih rezultatov, kljub temu da število lokacij preverjanja odpornosti ni bilo veliko in da smo pregledali le najbolj zapleveljene njive, lahko sklepamo, da v Sloveniji odpornost bele metlike na triazinske pripravke po naši oceni ni zastopana na več kot 3 % njiv, kjer se prideluje koruza, saj se v Sloveniji koruza kljub vsemu prideluje v monokulturi na manj kot 10 % njiv. To oceno potrjuje tudi pregled 90 naključno vzetih talnih vzorcev iz njiv, kjer se prideluje koruza, med katerimi pa nismo ugotovili odpornosti bele metlike na triazine na nobeni od parcel, vključenih v raziskavo. Delež njiv, kjer je obstaja odpornost plevelov na triazinske pripravke, pa se bo v prihodnje še manjšal, predvsem zaradi ekoloških omejitev triazinskih pripravkov kot tudi zaradi številnih drugih herbicidov, ki so prišli na trg in ki so namenjeni za zatiranje plevelov v koruzi. Uporaba teh herbicidov se hitro širi, predvsem v kombinacijah z zmanjšanimi odmerki triazinov, katerih uporabo pa zadnja leta poskušamo prestaviti v čas po vzniku plevela. Raziskava je kljub temu razločno pokazala, da za številne zapleveljene njive ne gre kriviti odpornost plevelov na triazine, temveč je potrebno iskati vzroke drugje.

#### 4 ZAHVALA

Za pomoč pri raziskavi bi se rad zahvalil republiški svetovalni službi, katere posamezniki iz različnih območij Slovenije so mi pomagali pri iskanju njiv oziroma mi priskrbeli seme bele metlike in pa dr. Van Oorschotu, ki mi je priskrbel seme občutljive in odporne bele metlike ter pomagal pri ugotavljanju odpornosti s pomočjo postopka plavajočih diskov.

#### 5 LITERATURA

- Anon. 1994. Poročilo o stanju kmetijstva v letu 1993. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije. Ljubljana. 39 s.
- Gasquez J, Barralis G, Aigle N. 1982. Distribution et extension de la resistance chloroplastique aux triazines chez les adventives annuelles en France. *Agronomie* 2: 119-124.
- Holt J S, Powles S B, Holtum J A M. 1993. Mechanisms and agronomic aspects of herbicide resistance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 44:203-229.
- Oorschot J L P. 1991. Chloroplastic resistance of weeds to triazines in Europe in *Herbicide resistance in Weeds and Crops*. Caseley J C, Cussans G W, Atkin R K. 1991. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd. s. 87-101.
- Powles S B, Holtum J A M. 1994. *Herbicide Resistance in Plants, Biology and Biochemistry*. Boca Raton: CRC Press, Inc.. 353 s.
- Simončič, A. 1996. Occurrence and distribution of triazine resistant *Chenopodium album* in Slovenia. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress, Copenhagen, 1996*, s. 469-474.
- Truelove B, Davis D E, Jones L R. 1974. A new method for detecting photosynthesis inhibitors. *Weed Science* 22: 15-17.
- Urbančič-Zemljčič M, Žerjav M. 1995. Popis plevelne flore v Prekmurju. Zbornik predavanj in referatov z 2. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, s. 409-418.
- Zanin G, Lucchin M. 1990. Comparative growth and population dynamics of triazine-resistant and susceptible biotypes of *Solanum nigrum* L. in relation to maize cultivation. *Journal of Genetics and Breeding*. 44:207-216.