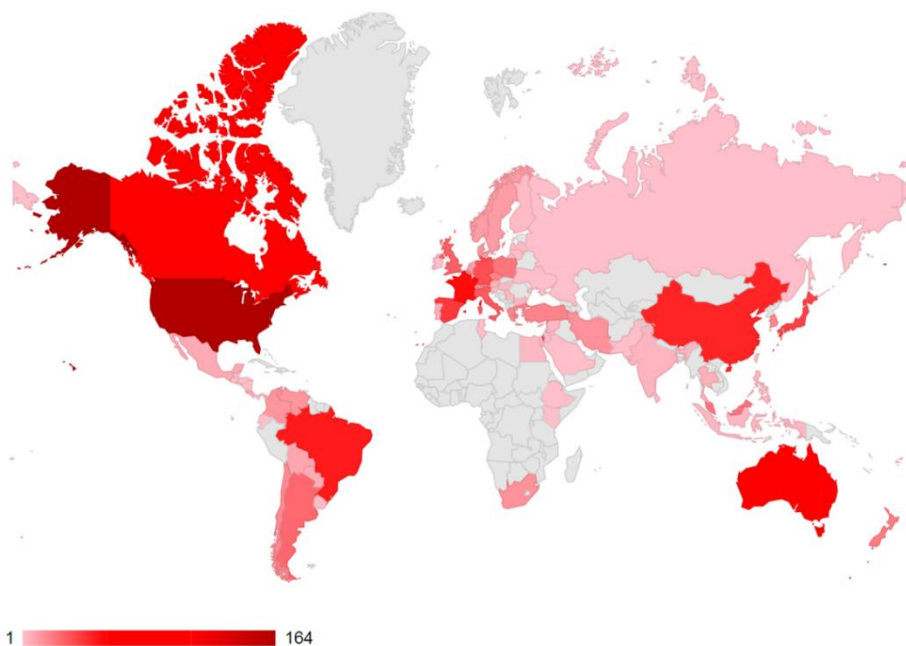


ODPORNOST PROTI HERBICIDOM

1. UVOD

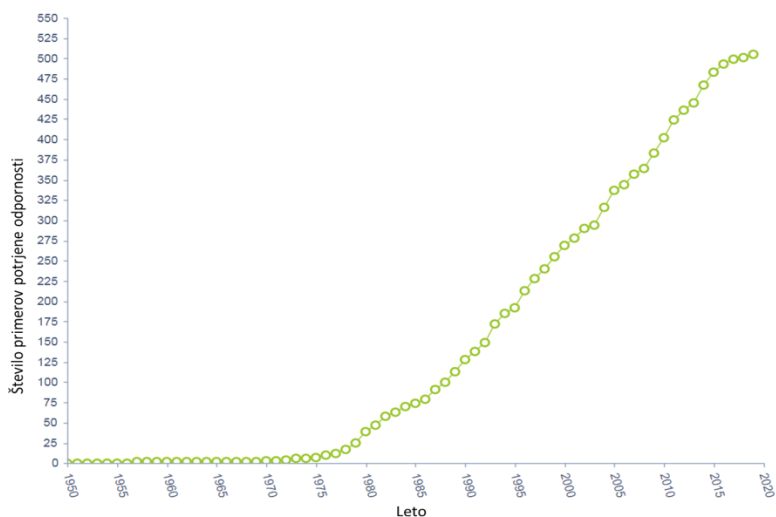
V zadnjih desetletjih je v kmetijstvu narasla uporaba herbicidov, ki nadomeščajo nekatere druge, tradicionalne ukrepe uravnavanja plevelne vegetacije. Tehnologija pridelave poljščin se je ob prizadevanju za doseganje čim večjih pridelkov prilagodila uporabi učinkovitih pripravkov za zatiranje nezaželenih plevelnih vrst na pridelovalnih površinah. V ekonomskem smislu je uporaba herbicidov za kmete ugodna, hkrati pa ponekod že prinaša negativne posledice, ki lahko vplivajo na možnosti pridelave določenih gojenih rastlin.

Ena večjih posledic uporabe herbicidov v kmetijstvu je tudi pojav populacij plevelov, ki so odporne proti učinkovanju določenih aktivnih snovi. Pojav odporne populacije plevelov lahko ob zadostnem povečanju vodi v situacijo, ko zatiranje s pomočjo herbicida ni več učinkovito.



Slika 1: Število primerov potrjene odpornosti proti herbicidom v svetu
(Heap, 2019; <http://www.weedscience.org/Graphs/GeoChart.aspx>)

Odpornost plevelov proti herbicidom je prisotna in proučevana že dolgo časa, prva znana odporna populacija plevelov je bila zabeležena že v letu 1964. Danes je število objav primerov odpornih populacij plevelov že na številki 505 (Heap, 2019). Ker je uporaba herbicidnih sredstev še vedno pomemben del sodobnega kmetijstva, je njihova skrbna uporaba z načeli integriranega varstva rastlin ključna za zamajšanje tveganja za pojav odpornosti proti herbicidom.



Slika 2: Povečevanje števila primerov potrjene odpornosti proti herbicidom v svetu (povzeto po Heap, 2019; <http://www.weedscience.org/Graphs/ChronologicalIncrease.aspx>)

2. ODPORNOST – TOLERANCA

Odpornost proti herbicidu je naravna sposobnost nekaterih biotipov v populaciji plevelov, da preživijo po uporabi herbicidnega sredstva, ki bi jih običajno dobro zatrl.

Toleranca za herbicid je izraz, ki ga uporabljamo za naravno zmožnost posamezne rastlinske vrste, da preživi in se razmnožuje po uporabi herbicidnega sredstva. Toleranca plevela ni neposredno odvisna od uporabe herbicida.



Slika 3: Odporna populacija ščira (*Amarantus retroflexus* L.) v posevku soje v Srbiji (Foto: Malidža in Rajković, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija)

Glede na mehanizme delovanja odpornost delimo na tarčno in netarčno odpornost.

Tarčna odpornost - Učinkovanje herbicidnega sredstva je onemogočeno zaradi spremembe v strukturi tarčnega proteina, ki zmanjša vezavo aktivne snovi na običajno mesto delovanja; povečanja ekspresije tarčnega proteina; povečanja kopij gena za tarčno mesto.

Netarčna odpornost - Zmanjšani prenos (translokacija) herbicidne snovi na tarčno mesto, povečana detoksifikacija herbicidne snovi, poraba ali onemogočanje delovanja herbicidne snovi v delu rastline, ločenem od tarčnega mesta.

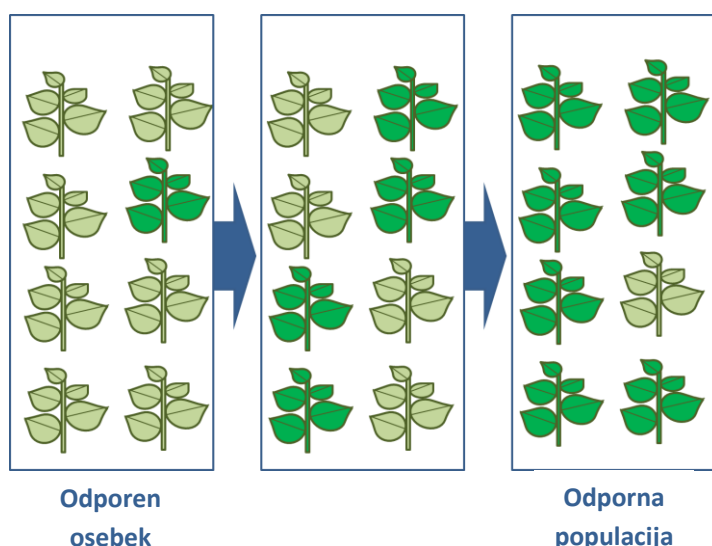
Navzkrižna odpornost - O navzkrižni odpornosti proti herbicidom govorimo, ko ima populacija plevelov razvit en mehanizem za odpornost proti 2 ali večim aktivnim snovem iz različnih skupin / z različnim načinom delovanja.

Večkratna odpornost - Izraz uporabljamo v primeru, ko rastlina/odporna populacija razvije več mehanizmov odpornosti proti eni ali večim herbicidnim snovem.

Zatiranje navzkrižno ali večratno odporne plevelne populacije je z uporabo herbicidov zelo težavno, zato je potrebna vključitev drugih, nekemičnih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije.

3. POTEK SELEKCIJE PROTI HERBICIDU ODPORNIH BIOTIPOV

V glavnem velja, da je znotraj vsake populacije plevelov nekaj osebkov, ki so naravno odporni proti delovanju herbicidne snovi. S ponavljajočo uporabo enega herbicida nehoti odberemo takšne osebke, ki se lahko neovirano razmnožujejo. Čez čas je rezultat takšne selekcije lahko prevlada odpornih osebkov v populaciji.



Slika 3: Z enostransko uporabo herbicidov lahko izzovemo selekcijski pritisk na plevelno populacijo

4. OCENA TVEGANJA ZA POJAV ODPORNOSTI

Biologija in genska raznovrstnost določene plevelne vrste

Številčnost plevelov na pridelovalni površini določa možnost pojava odpornosti proti herbicidu, saj velja, da je v večji populaciji plevelov več možnosti za pojav osebkov z razvito odpornostjo na herbicid. Tveganje za pojav odpornosti proti herbicidu je odvisno tudi od genske raznovrstnosti znotraj populacije plevela. Nekatere vrste so genetsko bolj raznolike, zato do odpornosti pride kasneje, kot pri tistih, ki so genetsko bolj enovite. K večjemu tveganju za odpornost so nagnjene tudi vrste, katerih seme v tleh ne ostane vitalno dolgo časa. Nasprotno pri vrstah, katerih seme lahko

ostane v mirovanju dalj časa, novo vznikne neodporne rastline skozi več let manjšajo potencial za pojav odpornosti.



Slika 4: Bela metlika (*Chenopodium album* L.), do sedaj edini primer dokazane odpornosti proti herbicidu (atrazin) v Sloveniji

Tehnologije pridelave, ki bi lahko povečale možnost pojava odpornosti

Pogosta uporaba herbicidov z istim ali podobnim načinom delovanja je najpomembnejši razlog za pojav odpornosti proti herbicidu. Kolobar v pridelavi poljščin, pri katerem se zanašamo v prvi vrsti na uporabo herbicidov, je pomemben dejavnik pri pojavu odpornosti proti herbicidom. Ob slabem kolobarjenju je možnost za pojav odpornosti večja. Če v kolobarju v večini pridelujemo poljščine, pri katerih plevela zatiramo s herbicidi z istim ali podobnim načinom delovanja, povečamo tveganje za pojav odpornih populacij plevelov. Za zmanjšanje tveganja za pojav odpornosti je pomembna vključitev več metod uravnavanja plevelne vegetacije, preventivnih in direktnih nekemičnih metod.

Tabela 1: Dejavniki tveganja za pojav odpornosti proti herbicidom znotraj pridelovalnega sistema (Povzeto po HRAC; www.hracglobal.com)

	Tveganje za pojav odpornosti		
	Nizko	Srednje	Visoko
Uporaba različnih herbicidov v kolobarju	> 2 načina delovanja	2 načina delovanja	1 način delovanja
Načini uravnavanja plevelne vegetacije	Preventivni, mehanski, kemični	Preventivni in kemični	Samo kemični
Uporaba herbicida z istim načinom delovanja/sezono	Enkrat	Več kot enkrat	Velikokrat
Kolobar	Širok	Ozek	Brez
Stanje pojava odpornosti proti herbicidni snovi	Neznano	Redko	Pogosto
Velikost populacije plevelov	Majhna	Srednja	Velika
Učinkovitost ukrepov v zadnjih 3 letih	Dobra	Upadajoča	Slaba

5. SMERNICE ZA ZMANJŠEVANJE TVEGANJA ZA POJAV ODPORNOSTI PROTI HERBICIDU

Preventivni ukrepi za zmanjševanje pojava odpornosti so učinkoviti, predvsem pa cenejši kot ukrepi za odpravljanje odpornosti po njeni potrditvi. Integrirano uravnavanje plevelne vegetacije vključuje množico orodij, s katerimi lahko učinkovito zmanjšujemo populacijo plevelov.

Kolobar

Če na istem zemljišču več let zapored gojimo poljščine, pri katerih za zatiranje plevelov uporabljamo herbicide z istim načinom delovanja, povečamo možnosti pojava odpornih populacij plevelov.

S kolobarjem dosežemo:

- Uporabo herbicidnih snovi z različnim delovanjem
- Razlike v terminu gojenja posamezne poljščine vplivajo na sestavo plevelne vegetacije.
- Zaradi različnega termina setve in priprave tal lahko za zatiranje plevelov uporabimo različne nekemične metode.
- Tekmovalna sposobnost poljščin proti plevelom se razlikuje. Poljščine z boljšo tekmovalno sposobnostjo hitreje zavrejo rast plevelov in jim onemogočijo nadaljnji razvoj.

Nekemične metode uravnavanja plevelne populacije

Z uporabo nekemičnih metod za uravnavanje plevelne populacije na kmetijskem zemljišču zmanjšamo možnost pojava odpornih populacij plevelov. Na populacijo plevelov zaradi smotrnejše uporabe herbicidov ne izvajamo tolikšnega selekcijskega pritiska, poleg tega pa z uporabo nekemičnih metod zmanjšujemo tudi zalogo semen plevelov v tleh. Uporaba nekemičnih ukrepov je pomemben del varstva rastlin v kmetijski pridelavi.

Nekateri nekemični ukrepi za varstvo pred pleveli:

- Osnovna obdelava tal/oranje pred sejanjem: z ukrepom uničimo vznikle plevele in zakopljemo vzkaljena semena plevelov v globlje plasti tal
- Kasnejša setev: omogoča uporabo neselektivnega herbicida ob večjem vzniku plevelov pred setvijo lahko vznikle plevele uničimo s splitvo obdelavo (česanje, brananje) ali uporabo neselektivnega herbicida
- Plitva obdelava pred setvijo:
- Uporaba certificiranega semenskega materiala – manjši delež plevelnih vrst
- Paša po žetvi – kjer je to mogoče
- Odstranjevanje žetvenih ostankov
- Ob veliki prisotnosti na herbicide odpornih plevelov je smiselno poljščine uporabiti kot silažo ali seno

Menjavanje herbicidov in uporaba mešanic herbicidov

Z uporabo herbicidov z različnim načinom delovanja zmanjšamo možnost pojava odpornosti pri posamezni plevelni vrsti. Za lažjo izbiro med posameznimi skupinami herbicidov je na voljo HRAC tabela z razvrstitvijo herbicidnih snovi po načinu delovanja (<https://hracglobal.com/tools/classification-lookup>). Pri načrtovanju uporabe herbicidov je za

zaporedne aplikacije sredstev potrebno izbrati herbicide z aktivnimi snovmi iz različnih skupin delovanja.

Načela menjavanja herbicidnih sredstev:

- Izogibanje uporabi istega herbicida ali herbicidov z istim načinom delovanja na istem polju, razen če so za zmanjševanje plevelne populacije uporabljene še druge metode.
- Zmanjšanje števila aplikacije istega sredstva ali sredstev z istim načinom delovanja v eni rastni sezoni
- Uporaba mešanice herbicidnih snovi ali zaporedna uporaba herbicidov z različnim načinom delovanja, ki obenem delujejo proti isti tarčni plevelni vrsti.
- Uporaba neselektivnih herbicidov za zgodnje uravnavanje plevelne populacije pred setvijo/vznikom poljščine ter za korekcijsko aplikacijo pri vrstah, ki jih prej nismo uspeli zatreti.

Uporaba mešanic herbicidnih snovi je dodaten ukrep za zmanjševanje možnosti pojava odpornih populacij plevelov. Za njihovo učinkovitost je potrebno slediti načelom:

- Mešanica naj vsebuje aktivne snovi, ki enako dobro učinkujejo proti tarčnim plevelom
- Mešanica naj vsebuje aktivne snovi z različnim načinom delovanja

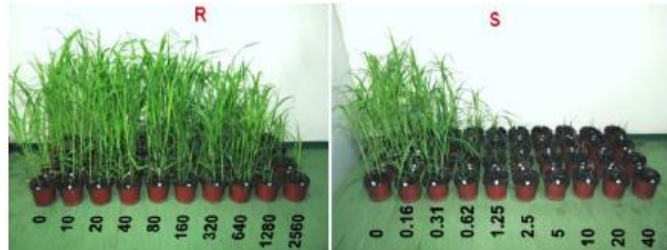
Poleg zgornjih usmeritev je potrebno:

- Poznavanje situacije zapleveljenosti kmetijskih površin (prisotne vrste in njihova gostota na posamezni pridelovalni površini) ter ukrepanje na podlagi teh podatkov in ekonomskega praga škodljivosti plevelnih vrst.
- Upoštevanje navodil proizvajalca herbicida – priporočena količina aktivne snovi ob aplikaciji ter priporočen termin aplikacije posameznega sredstva.
- Redno spremljanje učinkovitosti izvajanih ukrepov kemičnega uravnavanja plevelov ter spremljanje morebitnega povečevanja posameznih plevelnih vrst na pridelovalni površini.
- Hranjenje točnih podatkov o zgodovini pridelave in varstva rastlin na pridelovalnih površinah.

UKREPI OB POJAVU ODPORNOSTI PROTI HERBICIDU

Ob potrjeni prisotnosti odporne plevelne vrste je takojšnje ukrepanje nujno za zmanjšanje razmnoževanja odpornih osebkov in širjenja le-teh na sosednja območja.

- Če odporna populacija raste v »otokih«, takoj uničimo plevele, preden ti semenijo.
- Zmanjševanje prenosa odporne populacije s semenom z rednim in temeljitim čiščenjem kmetijske mehanizacije.
- Izogibanje sredstvu, proti kateremu je bila potrjena odpornost, razen če ga uporabljamo v mešanici s sredstvi z drugim načinom delovanja.
- Če je gostota populacije odpornih rastlin na površini velika, je pred semenjenjem plevelov smiselno pridelek uporabiti za silažo/seno ali na njej pasti živino. Paziti je potrebno na omejitve prenosa plevelnih semen z gnojem.
- Na poljih s potrjeno odporno populacijo plevelov izvajamo kolobar ali jih pustimo v prahi.
- Posvetovanje s strokovnjakom o nadaljnjih ukrepih za uravnavanje plevelne populacije na območjih z odporno populacijo plevelov.



Slika: Populacije divjega sirka (*Sorghum halapense* (L.) Pers.) v preizkusu odpornosti proti herbicidu (inhibicija ALS) v Srbiji (Foto: Malidža in Rajković, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija)

Ko se gostota odporne populacije plevela enkrat vrne na raven, kjer je njihovo zatiranje obvladljivo, je uporaba metod integriranega uravnavanja plevelne populacije najboljši način za omejitev ponovnega izbruha odpornih vrst ter za zagotovitev visokih pridelkov na pridelovalnih površinah.

Besedilo: Andrej Vončina

Datum nastanka: november; 2019