

MAJA ŠČEPANOVIĆ, VALENTINA ŠOŠTARČIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju
mscepanovic@agr.hr

SUZBIJANJE KOROVA U STRNIM ŽITARICAMA PREMA NAČELIMA DOBRE GOSPODARSKE PRAKSE I INTEGRIRANE ZAŠTITE BILJA

SAŽETAK

Integrirano suzbijanje korova podrazumijeva integraciju preventivnih i kurativnih mjera njegova suzbijanja. Osim poznavanja specifične biologije korovnih vrsta, dobra gospodarska praksa podrazumijeva i dobro poznavanje tehnologije uzgoja kulture, specifične zahtjeve prema agroekološkim uvjetima, poznavanje kritičnog razdoblja zakorovljenosti te svih biotičkih i abiotičkih čimbenika koji utječu na učinak herbicida i ostalih nekemijskih mjera suzbijanja. Za suzbijanje korova u strnim žitaricama registriran je relativno veliki broj herbicidnih pripravaka, i to u oba roka primjene u odnosu na nicanje korova i usjeva (pre-emergence i post-emergence) ali i sezonski (jesen i proljeće). Međutim, jedino integrirani pristup suzbijanja utemeljen na načelima dobre gospodarske prakse osigurava dobar učinak na korove, izbjegavanje fitotoksičnih učinaka na usjev, kao i sprječavanje onečišćenja okoliša (podzemnih i površinskih voda). S obzirom na oštre zahtjeve EU-a o redukciji unosa pesticida u okoliš, istražuju se alternativne mjere suzbijanja korova, poput suzbijanje korova laserom, uzgoj kompetitivnih kultivara, digitalne tehnike u suzbijanju korova i dr. Zahtjevna biologija korova zahtjeva dugoročne, temeljite i dosljedne mjere suzbijanja koje će osim kratkoročna očuvanja prinosa strnih žitarica i dugoročno smanjiti potencijal korova u tlu.

Ključne riječi: EU legislativa, održiva uporaba pesticida, biologija i ekologija korova, alternativne mjere suzbijanja korova

UVOD

Integrirana proizvodnja strnih žitarica podrazumijeva uravnoteženu primjenu agrotehničkih mjera uz uvažavanje ekonomskih, ekoloških i toksikoloških čimbenika, pri čemu se za jednak ekonomski učinak prednost daje ekološki i ekotoksikološki prihvatljivim mjerama. Naime, briga za okoliš i svijest o štetnosti dugoročne primjene kemijskih sredstava postala je sve izraženija. U tom smislu prilagođena je i agrarna politika Europske unije s direktivom o Održivoj uporabi pesticida (Direktiva 2009/128/EZ) i najnovijom strategijom Zeleni plan (*European Green Deal*). Osim ekotoksikološkog problema, dugotrajna primjena pesticida često rezultira razvojem rezistentnih štetnih organizama na sredstva za zaštitu bilja. Tako su u mnogim agroregijama

utvrđene populacije korova rezistentne na herbicide. Većinom je kod potvrđivanja rezistentnih populacija korova standardna praksa poljoprivrednih proizvođača zamjena, odnosno primjena, herbicida drugog mehanizma djelovanja, ali bez uvođenja ostalih mjera suzbijanja korova. Takav pristup rezultirao je pojavom populacija korova istodobno rezistentnih na dva mehanizma djelovanja herbicida (Heap, 2022), ili više. Stoga je izrazito važno korov u svim poljoprivrednim usjevima suzbijati integriranim pristupom u kojemu se naglasak stavlja na preventivne mjere, a tek potom na integraciju kurativnih mjera (mehaničkih, fizikalnih, bioloških i kemijskih). Naime, potenciranje samo jedne mjere suzbijanja, koliko god ona ekološki bila prihvatljiva, ne smatra se integriranim suzbijanjem korova. Korovi su biljne vrste sa specifičnom biologijom i brзом prilagodbom na razne ekološke uvjete, pa se lako prilagode i počnu pružati otpor i na mjere suzbijanja. Stoga je u modernoj poljoprivredi itekako potrebno poznavanje biologije i ekologije korova, što je svakako značajno zahtjevnije u odnosu na dosadašnji konvencionalni pristup. Dodatno, integrirani pristup suzbijanja korova nije univerzalan, već je specifičan i doslovno primjenjiv "za svaku parcelu" (Barić i Šćepanović, 2014.). Da bi sve to bilo ostvarivo u praksi, osim korova, važno je dobro poznavati tehnologiju uzgoja kulture i specifičnih zahtjeva prema agroekološkim uvjetima, poznavati kritično razdoblje zakorovljenosti te sve biotičke i abiotičke čimbenike koji utječu na učinak herbicida i ostalih nekemijskih mjera suzbijanja. Sve je to dugotrajan proces koji je potrebno razvijati godinama, u svim poljoprivrednim kulturama, u svim sezonama i na svim parcelama.

Usto, u suzbijanju korova suočava se i s izazovom prilagodbi novim atmosferskim uvjetima povećane razine ugljikova dioksida. Naime, u usporedbi s C_4 biljnim vrstama (npr. *Cynodon dactylon*) C_3 vrste (npr. *Avena fatua*) su biljke neučinkovite u pogledu svog fotosintetskog mehanizma i slabije iskorištavaju CO_2 pri trenutačnim atmosferskim uvjetima. Povećanje CO_2 u atmosferi dovest će do djelomičnog zatvaranja puči kroz koje se apsorbira CO_2 i transpiracijom otpušta vodena para. To će posljedično smanjiti potrebu biljke za vodom, a promicati fotosintezu. Predviđa se da bi dvostruko povećanje koncentracije CO_2 moglo uzrokovati smanjenje otvora puči za 30 – 40 % kod C_3 biljaka. To znači da će, za sad manje kompetitivne C_3 korovne vrste koje najčešće zakorovljuju strne žitarice, „profitirati“ u budućnosti s povećanjem CO_2 .

BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE KOROVNE FLORE STRNIH ŽITARICA

Poznavanje specifičnih bioloških i ekoloških obilježja svake ekonomski važne korovne vrste osnova je integriranog pristupa suzbijanja korova. Naime, biološko-ekološka obilježja korovnih vrsta određuju njihove kompetitivne

.....

sposobnosti i smještaju ih u interakciju kultura – korov. Ista obilježja treba poznavati i za pojedine uzgajane kulture. Naime, kultura (strne žitarice) i korov natječu se za iste ograničene izvore (hraniva, vodu, svjetlo, prostor), pa će pobijediti ona vrsta kojoj su biološka i ekološka obilježja bolje prilagođena određenim pedoklimatskim uvjetima tijekom uzgoja. Kao divlje, nekultivirane biljne vrste, korovi svojim biološkim i ekološkim obilježjima redovito nadvladaju osjetljive, oplemenjivanjem selekcionirane kulture, osobito u nepovoljnim pedoklimatskim uvjetima.

Koliko će, zbog prisutnosti korova, urod strnih žitarica biti smanjen, ovisi o vrsti i broju korova, ali i o vremenu nicanja korova u odnosu na strne žitarice. Korovne vrste značajno se razlikuju prema kompeticijskim sposobnostima, što direktno utječe i na gubitak prinosa strnih žitarica. Istraživanjima je tako utvrđeno da vrsta *Galium aparine* L. (bročika) prosječno izaziva gubitak prinosa od 65 %, *Alopecurus myosuroides* Huds. (mišji repak) 28 %, a *Avena sterilis* L. 41 %. Sličan „odnos“ vidljiv je i kroz utvrđene vrijednosti ekonomskog praga štetnosti¹ u pšenici koji za *Galium aparine* iznosi 0,5 jedinki/m², *Alopecurus myosuroides* 30 jediniki/m², a za *Avena sterilis* 7 do 12 jediniki/m² (Queasem, 2021.). Na temelju postotka smanjenja prinosa pšenice u odnosu na broj jedinki, korovne vrste po kvadratu korovne vrste pšenice po kompetitivnosti se klasificiraju: *Avena fatua*, *Matricaria perforata*, *Galium aparine*, *Myosotis arvensis*, *Poa trivialis*, *Alopecurus myosuroides*, *Stellaria media*, *Papaver rhoeas*, *Lamium purpureum*, *Veronica persica*, *Veronica hederifolia*, *Viola arvensis* (Šoštarčić i Šćepanović, 2019.). Na uzgojnom području strnih žitarica u našoj zemlji, posebice na pjeskovitim i ilovastim tlima redovito se pojavljuje korovna trava *Apera-spica venti* (slakoperka) koja kod jake zakorovljenosti umanjuje prinos zrna pšenice i do 60 %, pa je ekonomski prag štetnosti za ovu vrstu od 14 do 22 vlati na lakim, odnosno 6 do 10 vlati/m² na težim tlima.

Osim vrste i broja korova, utjecaj na prinos značajno određuje i vrijeme nicanja korova u odnosu na usjev. Općenito je pravilo da ranije ili istodobno nicanje korova s usjevom značajno jače utječe na pad prinosa nego kad korov nikne kasnije u odnosu na usjev. Tako je utvrđeno da kasniji ponik vrste *Galium aparine* (20 do 60 dana nakon pšenice) značajno umanjuje kompetitivnost ove korovne vrste i posljedično je pad prinosa manji. U tom smislu, i tradicionalni modeli suzbijanja korova na temelju poznavanja kritičnog razdoblja zakorovljenosti² trebali bi se nadograditi poznavanjem vremena nicanja određene korovne vrste u odnosu na usjev. Primjerice, prisutnost vrste *Avena sterilis* u bilo kojem razdoblju nakon nicanja pšenice negativno se odražava na prinos, a bit će i značajno smanjen kad razdoblje bez prisutnosti korova traje

¹ broj jedinki korova po jedinici površine iznad kojega je ekonomska šteta veća od troška suzbijanja

² vremenski interval u kojemu je nužno osigurati okoliš kulture bez korova kako bi se spriječio gubitak prinosa

više od 14 dana. Većinom je, nažalost, rana kompeticija ireverzibilna i ne može se nadoknaditi bilo kojom agrotehničkom mjerom ili kasnijim suzbijanjem korova. Sve to ukazuje na važnost poznavanja biologije svake korovne vrste prema kojoj je potrebno i odrediti suzbijanje. Pa, iako je osnovno načelo integriranoga suzbijanja štetnih organizama korištenje ekonomskog praga štetnosti kao osnove za opravdanu primjenu mjera borbe, specifična biologija korovnih vrsta značajno otežava provođenje u praksi takvog načina suzbijanja. Osim toga, zbog značajki sjemena korovnih vrsta u praksi je suzbijanje korova prema modelu ekonomskog praga štetnosti gotovo nemoguće. Naime, većina korovnih vrsta posjeduje veliku sjemensku proizvodnju i dormantno sjeme, pa svaka nesuzbijena jedinka korova pridonosi akumulaciji sjemena korova u banci sjemena tla. To akumulirano sjeme izvor je zakorovljenosti sljedećih godina. U strnim žitaricama to je možda najbolje vidljivo u primjeru suzbijanja korovne vrste *Alopecurus myosuroides*. Tako je utvrđeno da je suzbijanje mišjeg repka učinkovito tek kad mjere zaštite postignu učinak od 95 %, jer zbog velike sjemenske proizvodnje i dormantnog sjemena slabija učinkovitost povećava banku sjemena u tlu, a posredno i gustoću u kojoj se jedinke mišjeg repka pojavljuju u usjevu. Primjerice, ako 10 % jedinki ostane nesuzbijeno, već nakon šest godina od početnih će se 100 biljaka mišjeg repka/m² u usjevu razviti oko 700 biljaka/m². Tek kod učinkovitosti iznad 95 % postoji sigurnost da se neće povećati populacija ove vrste ni nakon 12 godina, kad sjeme u tlu više nije živo. Slična je situacija i s ostalim korovnim vrstama, a pogotovo s onima koje imaju veliku sjemensku proizvodnju i izraženu dormantnost sjemena. Ta značajka korovnih vrsta otežava i planiranje suzbijanja korova tijekom kritičnog razdoblja zakorovljenosti (u strnim žitaricama od početka busanja do početka vlatanja). Naime, korovne vrste koje poniknu kasnije (nakon početka vlatanja), a propuste se suzbiti, mogu pričinjavati brojne indirektno štete strnim žitaricama. Prije svega nesuzbijene se jedinke osjemene, što za posljedicu ima akumuliranje sjemena korova u banci sjemena tla. Dodatno, nesuzbijene jedinke korova mogu značajno otežati žetvu, primjesama onečistiti sjeme žitarica te povećati vlažnost žitarica. Većina jednogodišnjih korovnih vrsta ima tendenciju kompletirati životni ciklus prije fiziološke zrelosti strnih žitarica, što im osigurava opstanak, a proizvođačima dodatno otežava priježetveno ili posliježetveno suzbijanje. Cilj predžetvenog suzbijanja korova neselektivnim herbicidima (npr. glifosat) upravo je lakše provođenje žetve te sprječavanje osjemenjivanja korova. Podatci iz literature ukazuju da je suzbijanje korova u žetvi visoko učinkovito za korovnu travu *Lolium rigidum* L. zbog činjenice što ta korovna vrsta većinu sjemena zadržava sve do žetve. Međutim, primjena neselektivnog herbicida (glifosata) za ovu namjenu nije više dozvoljena, što još više upućuje na važnost pravodobnog suzbijanja korova (za vrijeme trajanja kritičnog razdoblja zakorovljenosti). Kako bi se omogućilo suzbijanje naknadno poniklih jedinki korova, važno je sustavno pratiti ponik i razvoj korovne flore

.....

cijelo vrijeme vegetacije strnih žitarica. Za integrirani pristup suzbijanja korova na određenoj proizvodnoj parceli vrlo je važno poznavanje sastava korovne flore, što se doznaje kontinuiranim praćenjem i provođenjem inventarizacije korova. Cilj je inventarizacije utvrditi sastav korovne flore, rangirati vrste po učestalosti i važnosti, što je osnova za izradu strategije suzbijanja. Kontinuiranim kartiranjem i praćenjem stanja može se na vrijeme uočiti pojava neke nove korovne vrste, pa se njezino širenje na nove prostore može pravodobno spriječiti ili ograničiti. Tako najnoviji primjeri iz prakse ukazuju na „neobičnu“ pojavu jestivog šilja (*Cyperus esculentus*) u usjevima strnih žitarica uzgajanim na vlažnim terenima. Riječ je o izrazito napasnoj korovnoj vrsti koja je dosad uglavnom pravila problem proizvođačima povrća u Baranji i na Vrani. Nažalost, kad se jednom ova vrsta pojavi i proširi na novoj površini, mjere borbe mukotrpne su i dugotrajne. Jestivi šilje je višegodišnja korovna vrsta travolika izgleda, ali pripadnica druge porodice (Cyperaceae), pa je i način suzbijanja potpuno drukčiji u odnosu na korovne trave. Pojava jestivog šilja najčešća je na tlima s pH 5 do 7, a pokazatelj je staništa umjereno bogatih dušikom. Izrazito joj odgovaraju vlažna tla, pa se u svijetu često pojavljuje na navodnjavanim površinama i površinama koje se natapaju (npr. rižina polja). *Cyperus esculentus* razmnožava se sjemenom i višegodišnjim organima podancima, gomoljima i vriježama što ga čini napasnom korovnom vrstom, vrlo zahtjevnom za suzbijanje. Riječ je o termofilnoj vrsti, osjetljivoj na mraz, pa toplije i blage sezone zasigurno pridonose jačoj pojavi ove vrste. Naime, i do 50 % formiranih podanaka jestivog šilja može biti uništeno izlaganjem niskim temperature od - 6,5 °C. Minimalna temperatura potrebna za razvoj izboja iz podanka iznosi 5,8 °C, a zbog sitnog sjemena niče najbolje s dubine od 1,3 cm, dok se pri dubini od 2,5 cm sposobnost nicanja već smanjuje (Follak i sur., 2016.). Najuspješnije se suzbija ako se na vrijeme uoči i suzbiju one jedinke koje su ponikle iz sjemena (dok ne razvije višegodišnje podzemne organe). Na strništu i u jesen podzemni su organi već razvijeni te je suzbijanje potrebno usmjeriti uništavanju podzemnih organa (sistemičnim herbicidima). Suzbijanju šiljeva treba pristupiti strpljivo, jer za smanjenje 90 % prisutnih rizoma u tlu potrebno je minimalno dvije do tri godine primjene herbicida. Neobičnu pojavu utvrdili smo i prije nekoliko godina u Podravini u usjevu zobi gusto zakorovljenim s gotovo nestalom korovnom vrstom kukolj (*Agrostemma githago* L.). Pregledom korištena sjemenskog materijala (merkantilno zrno „tavanuša“) utvrđena je značajna brojnost sjemena kukolja. I ovaj primjer ukazuje na važnost kvalitetnog provođenja preventivnih mjera, a osnovna preventivna mjera uključuje sjetvu certificiranog i dorađenog sjemena strnih žitarica.



Slika 1. Usjev zobi zakorovljen kukoljem (*Agrostemma githago*), Podravina, Gola, 2017. (snimila: Šćepanović, M.)

KOROVNA FLORA STRNIH ŽITARICA

U usjevima ozimih strnih žitarica pojavljuju se uglavnom zimski i zimsko-proljetni (ozimi) korovi. U jarim strnim žitaricama uglavnom se pojavljuju ranoproljetne i proljetne korovne vrste. Zimski aspekt korovne zajednice u usjevima strnih žitarica počinje istodobno sa sjetvom usjeva. U zimski (jesenski) aspekt spadaju one korovne vrste kod kojih najveći dio populacije ponikne u jesen/zimu. Te korovne vrste prezime u mladom razvojnog stadiju, najčešće u formi rozete kod širokolisnih korovnih vrsta, odnosno busa kod uskolisnih. U proljeće, s kretanjem vegetacije, te korovne vrste nastavljaju s rastom i razvojem, a fiziološki zrelo sjeme najčešće imaju prije ili za vrijeme žetve strnih žitarica. Kod zimsko-proljetnih korovnih vrsta dio jedinki ponikne u jesen/zimu, a dio u proljeće. Fiziološki zrelo sjeme također imaju u vrijeme žetve strnih žitarica. Kod ozimih korova, odnos nicanja u jesenskom dijelu vegetacije naspram onoga u proljetnom ovisan je o agroekološkim i agrotehničkim uvjetima, ali i o biologiji određene korovne vrste. Pritom je najznačajniji temperaturni zahtjev određene biljne vrste za klijanjem/nicanjem (biološki minimum). Tako određenim korovnim vrstama za nicanje više odgovaraju niže temperature, dok druge preferiraju toplije, proljetne klimatske uvjete. Primjerice, mak (*Papaver rhoeas* L.), crvena mrtva kopriva (*Lamium purpureum* L.), čestoslavice (*Veronica* spp.), potočnica (*Myosotis arvensis* [L.] Hill.) i bročika (*Galium aparine*) u većem postotku niču u hladnijem dijelu godine. Vrstama roda *Polygonum* (dvornici), divljoj repici, gorušici više odgovaraju proljetni uvjeti za nicanje, dok mišjakinja (*Stellaria media* [L.] Vill.), kamilica (*Matricaria chamomilla* L.), jarmen (*Anthemis arvensis* L.) i rusomača (*Capsella bursa-pastoris* [L.] Medik.) podjednako niču u oba razdoblja. Od uskolisnih vrsta za naše uzgojno područje značajnije su obična slakoperka (*Apera spica-venti* [L.] P.Beauv.) i mišji repak (*Alopecurus myosuroides*) koje najčešće niču u

jesen/zimu (slakoperka gotovo uvijek). Posljednjih godina problem pričinjavaju i vrste roda *Bromus* (stoklasa) kao i vrste *Poa trivialis* L. i *Poa pratensis* L. (vlasnjače), a u određenim područjima i divlja zob (*Avena fatua* L.).

Upravo biologija korovnih trava u najvećem dijelu „određuje“ na kojim će parcelama više biti zastupljene određene korovne vrste. Primjerice, manjak kisika u tlu ne smanjuje klijavost mišjeg repka, već naprotiv može djelovati stimulirajuće. Zbog toga *Alopecurus myosuroides* dobro niče i na teškim, glinastim tlima s visokim sadržajem vode, a rjeđe na pjeskovitim tlima. Suprotno pak, korovna trava *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv. preferira svijetla, pjeskovita i ilovasta tla, pa se najčešće u većim populacijama i javlja na takvim tlima. Obje vrste u najvećem dijelu populacije poniknu u jesen, istodobno sa sjetvom strnih žitarica. Konkretno, kod mišjeg repka utvrđeno je da oko 80 % populacije započinje s nicanjem u jesen tijekom listopada i studenoga, odnosno u vrijeme nicanja ozimih žitarica. Kasnija sjetva ovih poljoprivrednih kultura može rezultirati manjim brojem poniklih jedinki u usjevu ozimih žitarica. Podatci iz literature ukazuju da sjetva žitarica prije 25. listopada povećava zakorovljenost, dok sjetva nakon 5. studenoga dovodi do smanjenja zakorovljenosti usjeva mišjim repkom. Jedinke koje poniknu u jesen naprednije su od onih čije nicanje započinje tek na proljeće. Jedan od razloga je i mogućnost prolaska kroz razdoblje vernalizacije (jarovizacije) u vrijeme hladnih zimskih mjeseci. S druge strane, jedinke čije nicanje započinje u proljeće ne prolaze fazu vernalizacije te kasnije ulaze u reproduktivnu fazu. Osim toga, jedinke koje započinju s nicanjem rano u proljeće razvijaju manje izboja od onih koje se razvijaju u jesen. Na parcelama na kojima dominira ta korovna vrsta, jedna je od mjera suzbijanja i promjena roka sjetve, s jesenskoga na proljetni.



Slika 2. Usjev ozime pšenice zakorovljen slakoperkom (*Apera spica-venti*), Kloštar Ivanić, 2017. (snimila: Šćepanović, M.)

Od širokolisnih korovnih vrsta usjeve strnih žitarica često zakorovljuje broćika. Nicanje broćike započinje od sredine studenog i traje do kraja veljače. Vrhunac klijavosti odvija se u prvim tjednima dvanaestog mjeseca, odnosno 40 dana od početka klijanja u tlu. Naknadni ponik slijedi u veljači te u ožujku. Sposobnost ranog ponika ove vrste povezan je s vrijednosti biološkog temperaturnog minimuma koji iznosi tek 2,5 °C. U usporedbi s nekim drugim ozimim vrstama, primjerice mišjakinjom (*Stellaria media*) čiji biološki temperaturni minimum iznosi -2 °C, pastirskom torbicom (*Capsella bursa-pastoris*) s 4,5 °C ili čestoslavicom (*Veronica* sp.) s 0,2 °C, broćiku se može svrstati u srednje nicajuće ozime korove. Uspoređujući broćiku s drugim ozimim korovima, važno je napomenuti da sjeme broćike zadržava vijabilnost sjemena u tlu relativno kratko, do dvije godine. To zapravo znači da se sprječavanjem osjemenjivanja broćike vrlo brzo može smanjiti populacija sjemenaka u tlu. I ovim primjerom ukazana je važnost temeljitog i konzistentnog provođenja preventivnih mjera suzbijanja. Općenito, floristički sastav i brojnost korova u usjevu strnih žitarica u uskoj je vezi s agroekološkim uvjetima (tlo, mikroklima), intenzitetom agrotehnike (njega usjeva, intenzitet provođenja mjera suzbijanja korova), razvijenošću područja s aspekta biljne proizvodnje i meteorološkim prilikama. Tako se primjerice u kišnih godina u većoj mjeri javljaju mezo-higrofitne korovne vrste poput *Papaver rhoeas*, *Polygonum amphibium*), dok u sušnoj sezoni dominiraju mezo-kserofite, poput *Bromus tectorum* L.. Što se tiče značajki tla, na alkalnim tlima češće će se javljati vrste poput *Asperula arvensis*, *Clematis vitalba* L., *Calystegia sepium* (L.) R.Br., *Lolium temulentum* L., a na kiselima *Galeopsis tetrahit* L., *Scleranthus annuus* L. te *Spergula arvensis*.

DOBRA GOSPODARSKA PRAKSA U UZGOJU STRNIH ŽITARICA UVJET ZA USPJEŠNO SUZBIJANJE KOROVA

Preduvjet uspješnog suzbijanja korova je svakako zadovoljavajuća provedba agrotehničkih mjera poput pridržavanja plodoreda, sjetve čistog sjemena, optimalnog roka sjetve, pravovremene i kvalitetne obrade tla s optimalnom gustoćom sklopa te uravnoteženom gnojdbom. To je posebice značajno kod usjeva gustog sklopa (strne žitarice) gdje se kvalitetno obavljenim agrotehničkim mjerama usjeva može nadvladati korov, čime je značajno olakšano njegovo suzbijanje. Za usjeve strnih žitarica najbolji su predusjevi oni koji ranije napuštaju parcelu (leguminoze i industrijske kulture). Ipak, na našem području najčešći plodored je dvopolje strne žitarice – kukuruz. Ono što bi svakako trebalo izbjegavati je monokultura, odnosno ponovljen uzgoj strnih žitarica. Na takvim usjevima olakšan je razvoj bolesti i posljedično se usjev teže nadmeće s korovima. Pravodobna i kvalitetna sjetva (rok sjetve, dubina, gustoća) omogućuje usjevu duže razdoblje busanja, bolje ukorjenjivanje i razvoj korijenova sistema, te bolje prezimljavanje, a sve to povećava kompetitivnu

snagu prema korovima. Već je istaknuta važnost sjetve čistog, certificiranog sjemenskog materijala, čime se priječi unos sjemena korova. Gustoća sjetve također ima velik utjecaj na kompetitivnu snagu strnih žitarica u odnosu na vrstu, pojavu i brojnost korova po jedinici površine. Podatci iz literature ukazuju da je kapacitet nabusavanja strnih žitarica ključan u kompeticiji s korovima. S obzirom na sve veće zahtjeve za redukcijom, odnosno izostavljanjem primjene svih pesticida, velik se naglasak svakako stavlja na oplemenjivačku industriju i razvoj prema korovima kompetitivnih kultivara strnih žitarica. To je posebice izraženo u usjevima u kojima je, zbog gustog sklopa, značajno otežano mehaničko suzbijanje korova. Iako je općenito uvriježeno da viši kultivari bolje kompetitiraju s korovima, istraživanjima je utvrđeno da određeni niži kultivari strnih žitarica imaju dobre kompeticijske sposobnosti. Pritom je ključna brza energija klijanja koja je povezana s brzim osnivanjem usjeva i brzim rastom. Osim toga, kapacitet nabusavanja, kut lista, brzina zatvaranja redova te vrijeme sazrijevanja strnih žitarica važne su osobine u kompeticiji prema korovima. Dubina sjetve strnih žitarica također određuje uspješnu borbu protiv korova, ali je i važna kod primjene zemljišnih herbicida. Optimalna dubina sjetve (3 – 5 cm) uz povoljne ostale uvjete utječe na brzinu klijanja i nicanja usjeva, formiranje čvora busanja, razvoj korjenova sustava te brzinu rasta usjeva. To je sve važno u početnim fazama rasta, kod „borbe“ za kompetitivnu prednost s korovima za životni prostor i prirodne resurse. Pri optimalnim uvjetima vlage u tlu preporučuje se valjcima usjev valjati nakon sjetve kako bi se ostvario bolji kontakt između čestica tla i sjemena, odnosno da bi se eliminirali zračni džepovi u sjetvenom sloju tla.

INTEGRIRANO SUZBIJANJE KOROVA U USJEVIMA STRNIH ŽITARICA

Iako su strne žitarice usjevi gustog sklopa, što ih čini kompetitivnijima u odnosu na ostale ratarske i povrtne širokoredne kulture, suzbijanje korova u strnim žitaricama osnovna je agrotehnička mjera. Zbog zahtjevne biologije korovnih vrsta, većina korova zahtjeva visoku učinkovitost mjera suzbijanja. Osim zbog direktnog čuvanja prinosa, dugoročni problem osjemenjivanja korova zahtijeva visokokvalitetno provođenje mjera suzbijanja. Iako su herbicidi većinom visokoučinkoviti, integrirano suzbijanje korova zahtjeva uvođenje kulturalnih i nekemijskih mjera borbe u sustav suzbijanja. Kod nekih korovnih vrsta jedino je integracijom svih mjera moguće postići zadovoljavajući stupanj suzbijanja. Primjerice, suzbijanje mišjeg repka učinkovito je samo ako se sustavno provode sve mjere borbe. Tako se oranjem uništi oko 70 % populacije ove vrste. Kasnijom jesenskom sjetvom 31 %, a proljetnom sjetvom čak 88 % populacije, s obzirom na to da najveći dio ponikne ujesen. Gustoćom sklopa i kompetitivnim kultivarima moguće je također reducirati zakorovljenost, i to za 25 %. Primjena herbicida najučinkovitija je mjera te

prosječno ostvari uspjeh od oko 90 %.

Sjetva pokrovnih kultura također je jedna od mjera koja se preporučuje u integriranom pristupu suzbijanja. Iako uvrštavanje pokrovnih kultura u plodored ima za cilj potisnuti korovne vrste, glavni razlog sjetve ovih kultura jest poboljšanje strukture i plodnosti tla, smanjenje erozije, smanjenje ispiranja agrokemikalija u podzemne i površinske vode i dr. Sjetvom biljaka koje se uzgajaju kao pokrovne kulture (pr. *Raphanus sativus*, *Camelina sativa*, *Sinapis alba*, *Lolium multiflorum*, *Avena sativa*, *Fagopyron esulentus* i dr.) potiskuje se i rast korova, i to na dva načina. Prvo, navedene biljke svojom gustom masom oduzimaju korovnim vrstama resurse za rast (svjetlo, hranu, prostor i vodu) i time potiskuju njihov rast. Drugo, izlučevine tj. sekundarni metaboliti (alelokemikalije) ovih biljnih vrsta također mogu potiskivati rast korova. Upravo se primjena alelokemikalija u suzbijanju korova danas intenzivno istražuje u smislu pronalaska bioherbicida. Stoga je svakako preporuka u plodored (nakon žetve strnih žitarica) uvrstiti i sjetvu tih kultura i time dodatno potisnuti rast, razvoj i plodonosnost korova. Ipak, treba imati na umu da, za razliku od primjene herbicida, pokrovni usjevi nemaju brz učinak na korove već se njihovo potiskivanje postiže tek uzastopnim dugogodišnjim uključivanjem tih biljnih vrsta u plodored.

Za suzbijanje korova u strnim žitaricama registriran je relativno velik broj herbicidnih pripravaka, i to u oba roka primjene u odnosu na nicanje korova i usjeva (pre-emergence i post-emergence) ali i sezonski (jesen i proljeće). Međutim, integrirani pristup suzbijanja utemeljen na načelima dobre gospodarske prakse jedini jamči dobar učinak na korove, izbjegavanje fitotoksičnih učinaka na usjev, kao i sprječavanje onečišćenja okoliša (podzemnih i površinskih voda). Iako je većina registriranih herbicida u strnim žitaricama visokoučinkovita na većinu korova, treba imati na umu da učinak i selektivnost herbicida ovisi o brojnim biotičkim i abiotičkim čimbenicima: korovna flora, razvojna faza korova, kompetitivnost usjeva, klimatski uvjeti, način aplikacije, primjena adjuvanata i kombinacija herbicida. Svakako je jedan od najvažniji čimbenika sastav korovne flore u usjevu. Tako se visoko osjetljive korovne vrste mogu suzbiti i nekoliko puta nižim dozacijama herbicida u odnosu na manje osjetljive vrste. To znači da je potrebno ispravno determinirati korove u usjevu, a potom na temelju iznikle korovne flore odabrati herbicid ili kombinaciju herbicida. Stadij rasta korova također je ključan čimbenik za dobar učinak, prije svega folijarnih (post-emergence) herbicida. Općenito, jednogodišnje korovne vrste osjetljivije su na herbicide u mlađem stadiju rasta. Posebice su korovne trave osjetljive na herbicide u mlađem razvojnom stadiju, kad im je lišće erektno postavljeno, u odnosu na trave u starijem razvojnom stadiju, koje imaju prostatno položene listove. Osim toga, vrsta epikutikularnih voskova kao i površinska topografija lista imaju vrlo važan utjecaj kod apsorpcije herbicida. Tako je opet kod korovnih trava teže

.....

usvajanje herbicida jer im je lisna površina pokrivena kristalnim epikutukularnim voskovima, dok je kod većine širokolisnih korova lisna površina glatka i bez kristalnih epikutukularnih voskova, pa je posljedično i usvajanje herbicida olakšano. Upravo se kod suzbijanja korovnih trava u usjevima strnih žitarica često događa da izostane učinak herbicida. Jedan od takvih primjera je i izostanak učinka herbicida pinoksadena na korovnu vrstu *Alopercurus myosuroides* koji su zamijetili proizvođači strnih žitarica s uzgojnog područja oko Slavonskog Broda. S obzirom na to da je u zapadnoj Europi već utvrđena rezistentnost ove korovne vrste na herbicide iz skupine acetil koenzim A karboksilaze (pinoksaden), opravdano se posumnjalo da su se i kod nas razvile rezistentne populacije mišjeg repka. Međutim, standardiziranim testovima za utvrđivanje rezistentnosti utvrđeno je da su populacije mišjeg repka s ovog područja i dalje osjetljive na herbicid pinoksaden. Na Zavodu za herbologiju nastavljena su istraživanja s ciljem da se utvrdi učinak pinoksadena na različite razvojne faze mišjeg repka. Rezultati istraživanja jasno ukazuju na dobro poznatu činjenicu da zakašnjela primjena herbicida na razvijene jedinice korova rezultira značajno lošijim učinkom nego primjena istog herbicida na mlađi stadij rasta korova (Pintar i sur., 2021.). Tako je u ovom istraživanju utvrđeno da se primjenom polovice doze pinoksadena (20 g d.t./ha) na mišji repak u fazi 2 do 4 razvijena lista (BBCH 12-14) ostvaruje odličan učinak kao i primjenom preporučene doze (40 g d.t./ha) na jedinice u fazi busanja (BBCH 22-24). Međutim, kad se pinoksaden primijenio na početku vlatanja (BBCH 31) ili čak u fazi zastavice (BBCH 37-39), učinak je gotovo potpuno izostao. Stoga je preporuka proizvođačima primjenu herbicida prilagoditi stadiju rasta korova, a ne usjeva. Naime, selektivna primjena ovog herbicida dopuštena je sve do stadija zastavice strnih žitarica (BBCH 39), ali tad učinak na korove uglavnom izostane. Ovo pravilo vrijedi i za ostale korovne vrste kada učinak herbicida može izostati ako su u vrijeme tretiranja korovi u podmakloj fazi razvoja. Naime, u toj fazi razvoja morfološke i fiziološke značajke korovnih vrsta značajno otežavaju apsorpciju, translokaciju i metabolizam herbicida, a i proces degradacije herbicida u odraslim je biljkama brži. Da bi se uspješno mogli primijeniti herbicidi u ranijoj fazi rasta, potrebno je pravilno determinirati korov. Kod korovnih trava to je često problem jer se u ranoj razvojnoj fazi teže determiniraju. Stoga je o tome važno educirati poljoprivredne proizvođače. Dodatno, u strnim su žitaricama problem i zimsko-proljetni korovi koji dijelom niču u jesen, a dijelom u proljeće. Upravo je ova značajka vrlo važna u određivanju vremena primjene herbicida. Ako veliki dio populacije određene korovne vrste (pr. *A. myosuroides*) ponikne u jesen, tada je preporuka obaviti jesensku primjenu zemljišnih (pre-emergence) ili folijarnih herbicida (post-emergence). Kada se namjerava primijeniti folijarne herbicide u proljeće, tada je ključno aplikaciju prilagoditi stadijima razvoja korova.



Slika 3. Primjer kasne primjene herbicida na razvijene korovne vrste (snimila: Ščepanović, M.)

Vrlo često se u praksi herbicidi primjenjuju istodobno s fungicidima, folijarnim gnojivima i regulatorima rasta. Prilikom miješanja agrokemikalija treba biti jako oprezan jer se vrlo često radi o nekompatibilnosti, odnosno može doći do fitotoksičnih oštećenja na usjevu.

Klimatske prilike u vrijeme primjene folijarnih herbicida vrlo su važne za učinak herbicida. Stoga je preporuka i aplikaciju prilagoditi određenom razdoblju ili dobu dana kako određeni vanjski čimbenici ne bi umanjili učinak herbicida ili uzrokovali neselektivan učinak prema usjevu. Sušna razdoblja prilikom primjene folijarnih herbicida u proljeće značajno mogu umanjiti njihov učinak. Brojni podatci iz literature ukazuju na značajno lošiji učinak određenih herbicida za trajanja sušnih razdoblja (Alizade i sur., 2021.). S obzirom na to da se usjevi strnih žitarica ne navodnjavaju, potrebno je voditi računa i o tom čimbeniku prilikom donošenja odluke o primjeni herbicida.

Primjena post-emergence herbicida opravdana je s obzirom na zahtjeve integriranog suzbijanja („pravi herbicid, u pravo vrijeme i s pravom dozom“). Ako su pravilno primijenjeni, većina je folijarnih herbicida visokoučinkovita na korove u strnim žitaricama. Međutim, uzastopna i učestala primjena tih herbicida dovodi po pojave rezistentnih populacija. Upravo je to razlog što poljoprivredni proizvođači u zapadnoj Europi izbjegavaju proljetnu primjenu folijarnih herbicida. Naime, utvrđene su rezistentne populacije velikog broja korovnih vrsta na vodeće post-emergence herbicide: inhibitori acetolaktat sintaze i inhibitori acetil koenzim A karboksilaze. Stoga je uputno u strategiju suzbijanja uključiti herbicide drugog mehanizma djelovanja (pr. inhibitori diobe stanice, inhibitori biosinteze karotenoida i dr.) i time pridonijeti antirezistentnoj strategiji. U tom smislu, preporučuje se u sustav suzbijanja

korova uključiti i jesensku primjenu zemljišnih herbicida. Zaključno, suzbijanje korova u strnim žitarica potrebno je temeljiti na integriranom pristupu te u sustav suzbijanja uključiti sve preventivne i kurativne mjere. S obzirom na oštre zahtjeve EU-a o redukciji unosa pesticida u okoliš, novi su trendovi u istraživanjima unapređenje alternativnih mjera suzbijanja korova (suzbijanje korova laserom, uzgoj kompetitivnih kultivara, digitalne tehnike u suzbijanju korova i dr.). Zahtjevna biologija korova zahtjeva dugoročne, temeljite i dosljedne mjere suzbijanja koje će osim kratkoročnog očuvanja prinosa strnih žitarica i dugoročno smanjiti potencijal korova u tlu.

WEED MANGEMENT IN CEREALS ACCORDING TO THE PRINCIPLES OF GOOD AGRICULTURAL PRACTICE AND INTEGRATED PLANT PROTECTION

SUMMARY

Integrated weed management involves the integration of preventive and curative control measures. In addition to knowledge of the specific biology of weed species, good agricultural practice requires a good knowledge of cultivation technology, specific requirements according to agroecological conditions, knowledge of the critical period of weed control, and all biotic and abiotic factors that influence the effect of herbicides and other non-chemical control measures. A relatively large number of herbicides are registered for weed control in cereals, both for application periods related to weed and plant emergence (pre-emergence and post-emergence) and for season (fall and spring). However, an integrated approach based on the principles of good agricultural practice only ensures a good effect on weeds and avoids phytotoxic effects on crops and pollution of the environment (groundwater and surface water). In view of the strict EU requirements to reduce pesticide use in the environment, alternative weed control measures are being researched, such as laser weed control, competitive cropping, digital techniques for weed control, etc. Challenging weed biology requires long-term, thorough, and consistent control measures that reduce weed potential in the soil over the long term while maintaining small grain yields in the short term.

Keywords: EU legislation, sustainable pesticide use, weed biology and ecology, alternative approach to weed control.

LITERATURA

Alizade, S., Keshtkar, E., Mokhtassi-Bidgoli, A., Sasanfar, D., Streibig, J.C. (2021). 3 Effect of drought stress on herbicide performance and photosynthetic activity of *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* (winter wild oat) and *Hordeum spontaneum* (wild barley). Weed Research. DOI:

10.1111/wre.12477

Barić, K., Šćepanović, M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova. Glasilo biljne zaštite 5:416-434.

Follak, S., Belz, R., Bohren, C., De Castro, O., Del Guacchio, E., Pascual-Seva, N., Schwartz, M., Verloove, F., Essl, F. (2016). Biological flora of Central Europe: *Cyperus esculentus* L. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 23:33-51

Heap, I. (2022). The international Survey of Herbicide Resistance Weeds. 2022. Available online: www.weedscience.org (pristupljeno 2. 5. 2022.)

Quasem, J.R. (2021). Competition of Weeds Dominated by Wild Oat (*Avena sterilis* L.) in Wheat (*Triticum durum* Desf.) in Jordan. Agronomy. 11, <https://doi.org/10.3390/agronomy11091816>

Pintar, A., Svečnjak, Z., Šoštarčić, V., Lakić, J., Barić, K., Brzoja, D., Šćepanović, M. (2021). Growth Stage of *Alopecurus myosuroides* Huds. Determines the Efficacy of Pinoxaden. Plants-Basel 10(4): 732. <https://doi.org/10.3390/plants10040732>

Šoštarčić, V., Šćepanović, M. (2019). Biologija i ekologija mišjeg repka (*Alopecurus myosuroides* Huds.) Glasilo biljne zaštite 4:508-518

Stručni rad