

**Klara BARIĆ, Zvonimir OSTOJIĆ**

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

## **OPIS PROBLEMA REZISTENTNOSTI KOROVA NA HERBICIDE**

### **SAŽETAK**

Povijest suzbijanja korova duga je koliko i povijest organiziranog uzgoja bilja. Nadmećući se s kulturom, korov je razvio brojne mogućnosti prilagodbe i uvijek je imao odgovor (reakciju) na svaki agrotehnički zahvat. Stoga je pogrešno zaključivati da je rezistentnost korova na herbicide jedini oblik pružanja otpora korova prema mjerama suzbijanja. U radu su komentirane teorije nastanka rezistentnosti (teorija selekcije i teorija mutacije), navode se prvi dokazi pojave rezistentnosti u svijetu i povijest razvoja rezistentnosti. Navode se definicije i razlikovanje pojmova rezistentnost, unakrsna i višestruka rezistentnost i tolerantnost. Komentirani su razlozi (uvjeti) nastanka rezistentnosti. Grafički je prikazan teoretski razvoj rezistentnih biotipova unutar neke populacije. Tablično je prikazana procjena rizika razvoja rezistentnosti u odnosu na mjere gospodarenja koje se provode. Detaljno je prikazana strategija priječenja pojave rezistentnosti (metode utvrđivanja rezistentnosti) i mjere suzbijanja rezistentnih korova na herbicide.

**Ključne riječi:** rezistentnost, korovi

### **UVOD**

Rezistentnost korova na herbicide - odnosno pojava da na početku primjene djelotvoran herbicid na neku korovnu vrstu vremenom postupno slabi sve dok mu učinak potpuno ne izostane- jedan je od najvažnijih nedostataka primjene herbicida. Kemijske mjere borbe relativno su jeftine, jednostavno se provode, učinkovite su i brzo postižu učinak zbog čega im poljoprivredni proizvođači daju prednost pred drugim mjerama, što pridonosi bržoj pojavi rezistentnosti (izostanku učinka). Prije nego što se primjenom herbicida poremeti, u prirodnoj i polimorfnoj populaciji neke korovne vrste, prisutni su osjetljivi (S) i rezistentni (R) biotipovi. Osjetljivi su zastupljeni znatno većim brojem jedinki. Uzastopnom primjenom istog herbicida ili različitih herbicida istog mehanizma djelovanja, suzbijaju se osjetljivi biotipovi, a omogućuje nesmetan razvoj rezistentnim biotipovima. Zapravo, jednostranim pristupom provodi se selekcija unutar prirodne biodinamičke populacije korova, sve dok ne prevladaju R biotipovi. Rezistentnost korova na herbicide, osim genetičke predispozicije (od početka prisutni R biotipovi u polimorfnoj populaciji), u većini slučajeva nastaje mutacijama (induciranim različitim činiteljima) na molekularnom mjestu djelovanja herbicida (ciljanom mjestu). Odvija se na genetičkoj, biokemijskoj i

molekularnoj razini. Spominju se dvije teorije nastanka rezistentnosti, **teorija selekcije** i **teorija mutacije** (izazvana različitim uzrocima) na molekularnom mjestu djelovanja herbicida.

Potpuno razumijevanje mehanizma rezistentnosti vrlo je kompleksno. Istraživanja su dugotrajna, zahtijevna i skupa. Budući da su kemijske mjere borbe još uvijek glavni način suzbijanja korova, problem rezistentnosti korova na herbicide sve se više i brže povećava. Stoga tom problemu treba pridati osobitu pažnju i čim prije pomno organizirati **antirezistentnu strategiju na nacionalnoj razini**.

## POVIJEST POJAVE REZIDENTNOSTI KOROVA NA HERBICIDE

Iako se pojam rezistentnosti korova isključivo veže uz kemijske mjere borbe, prema nekim autorima, pogrešno bi bilo tvrditi da je rezistentnost na herbicide jedini oblik pružanja otpora korova prema mjerama suzbijanja. Naime, povijest suzbijanja korova duga je koliko i povijest uzgoja bilja. Nadmećući se s kulturama (više od 10 000 godina), korovi su razvili brojne mogućnosti prilagodbe i imaju odgovor (reakciju) na svaki agrotehnički zahvat. Svaka, pa i najmanja prednost nekih jedinki koja se javi u datom vremenu (ili u neko doba godine), omogućuje nadmoć nad onima s kojima se natječe (Kovačević, 1976).

U povijesti poljoprivrede više primjera to potvrđuje. Tako je čišćenje sjemena sitima rezultiralo time da u sjemenu kulture preostane samo sjeme korova iste veličine i oblika (pr. pšenica i broćika). Pri čišćenju vjetrom (vjetrenje) sjeme korova iste mase kao i sjeme kulture ostaje u masi sjemena kulture (pr. lucerna i vilina kosa). Na košnju korovi su se prilagodili prostratnim tipom rasta ili cvatnjom prije košnje (pr. tratina i maslačak). Na oranje korovi su „odgovorili“ dormantnim sjemenom ili na druge načine u skladu sa svojstvom da su adaptibilni na različite nepovoljne uvjete.

Zanimljiv je primjer dugogodišnjeg ručnog pljevljenja koštana u riži. Vremenom je koštan mimikrijom („Vavilova mimikrija“) izgledom postao (ili u manjoj mjeri oduvijek bio) sličan riži pa ga je tijekom ručnog pljevljenja bilo teško raspoznati (McElroy, 2014). Anatomske, morfološke i genetske promjene rezultirale su i taksonomskom promjenom pa se danas govori o podvrsti koštana *Echinochloa crus-galli* subsp. *oryzicola*.

Zapravo svaki agrotehnički zahvat provodi selekciju, odstranjuje osjetljive biotipove, odnosno neprilagođene datom zahvatu (stresu).

Prema tome, moglo bi se zaključiti da je rezistentnost korova na herbicide samo odgovor korova na stres izazvan herbicidom, osobito nakon dugogodišnje primjene.

Prva objava dokaza rezistentnosti korova na herbicide datira iz 1957. kad je na Havajima uočen izostanak učinka herbicida 2,4-D na vrstu *Comelina communis* (podlanak) (Switzer, 1957 cit. Shaw, 2016). Ipak, kao prvi izostanak

herbicidnog učinka na neki korov, u literaturi se najčešće navodi 1968. (Rayan, 1970), a odnosi se na vrstu kostriš (*Senecio vulgaris*). U rasadniku četinjača u Washingtonu simazin je više godina uzastopce primijenjivan 1-2 puta godišnje. Posljedica je toga da je izostao učinak na tu vrstu, zapravo na R biotipove te vrste. Sustavnim istraživanjem Radosevich i DeVilliers (1976) utvrdili su da gen kloroplasta kodira novi protein koji veže i blokira i druge triazine te izostaje herbicidni učinak. Taj fenomen kasnije je nazvan unakrsnom (cross) rezistentnošću.

Od tada do danas, problem rezistentnosti korova na herbicide neprestano raste i veliki je izazov i za znanost i za praksu.

## DEFINICIJE I TERMINOLOGIJA REZISTENTNOSTI

Prema međunarodnoj udruzi za praćenje rezistentnosti korova, Herbicide Resistance Action Committee (HRAC): „**Rezistentnost** je prirodna i nasljedna sposobnost **nekih biotipova** korova unutar određene populacije da prežive tretman herbicidom, kojim bi u normalnim uvjetima uspješno suzbio tu populaciju“.

**Tolerantnost** je nasljedna sposobnost **biljke** da preživi i razmnožava se nakon izloženosti uobičajeno letalnim dozama herbicida (Vargas, 2001).

Važno je uočiti razlike u definicijama ta dva pojma. Rezistentnost iskazuju samo jedinke biljne vrste i uvijek je posljedica dugotrajne primjene herbicida istog mehanizma djelovanja, a tolerantnost je prirodna neosjetljivost biljke (sve jedinke populacije) na herbicid. Tolerantna korovna vrsta iskazuje tolerantnost od početka primjene nekog herbicida pa govorimo da jedinke te vrste nisu u spektru djelovanja dotičnog herbicida.

Kad se govori o tolerantnosti kulture prema herbicidu, za istu pojavu najčešće se rabi termin **selektivnost herbicida** prema kulturi.

U rezistentnosti korova na herbicide još se javljaju i termini *unakrsna rezistentnost* (cross resistance) i *višestruka rezistentnost* (multiple resistance). Obje pojave dodatno pridonose bržem širenju i znatno povećavaju problem rezistentnosti.

**Unakrsna rezistentnost** jest pojava rezistentnosti jednog i/ili više biotipova korovne vrste prema dva ili više herbicida istog mehanizma djelovanja. To znači da će unakrsno rezistentni biotipovi prema nekom herbicidnom mehanizmu djelovanja iskazati rezistentnost („otpornost“, imunost) prema drugom herbicidu istog mehanizma djelovanja koji do tad nije primijenjivan na njivi. Pojava unakrsne rezistentnosti utvrđena je već u prvim slučajevima dokaza rezistentnosti u svijetu i Hrvatskoj.

**Višestruka rezistentnost** pojava je iskazivanja rezistentnosti jednog ili više biotipova korovne vrste prema nekoliko herbicida različitog (drukčijeg) mehanizma djelovanja. Prema posljednjim podacima Heapa (2017) poznato je

više od 90 jedinstvenih slučajeva rezistentnosti prema dva mehanizma djelovanja, više od 50 slučajeva rezistentnosti na tri mehanizma djelovanja. Registrirani su i slučajevi rezistentnosti korova na 12 različitih mehanizama (od 26 poznatih).

Mehanizam rezistentnosti može se odvijati na **specifičnom mjestu djelovanja** (target site) i na **nespecifičnom mjestu djelovanja** (non target site). Rezistentnost nastala na specifičnom mjestu djelovanja vezana je uz primarno mjesto djelovanja herbicida, a razvoj na nespecifičnom mjestu jest na mjestu izvan primarnog mjesta djelovanja herbicida. Vezana je uz metabolizam biljke (mutacije na više mjesta) i metabolizam herbicida (različita molekularna mjesta djelovanja herbicida iz iste skupine po mehanizmu djelovanja).

Razlikovanje i pravilna uporaba termina potrebni su zato da se jasniji mogao opisati problem i tako spriječiti pojava i razvoj rezistentnosti.

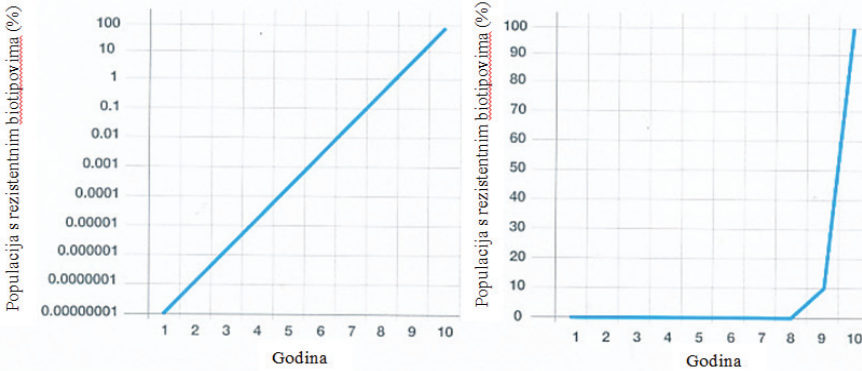
### RAZLOZI NASTANKA I RAZVOJ REZISTENTNOSTI

Od 1975. problem rezistentnosti korova na herbicide neprestano i sve više raste i veliki je problem u zaštiti bilja od štetnih organizama. Rezistentnost korova na herbicide isključivo je vezana uz mehanizam djelovanja herbicida i određene jedinke (biotipove) neke korovne vrste, koje zahvaljujući određenim fiziološkim specifičnostima priječe herbicidni učinak. Takve jedinke svojstvo rezistentnosti prenose na potomstvo. Osim fizioloških specifičnosti, u prirodi se pod utjecajem vanjskih činitelja (epigenetskih) događaju mutacije DNA koje se također prenose na potomstvo, pa se tako širi polimorfnost vrste a time i potencijalna rezistentnost.

Općenito se smatra da je pojava i širenje rezistentnosti rezultat prirodnih procesa (ili mutacija) tijekom evolucije u kojima opstaju jače (prilagođene) jedinke. Međutim, poznati su slučajevi rezistentnosti (kod ALS herbicida) već samo nekoliko godina nakon uvođenja herbicida s novim mehanizmom djelovanja (prekratko razdoblje za evolucijske prilagodbe).

Već smo naveli da suzbijajući korove bilo kojom jednosmjernom mjerom, provodimo selekciju kojom stvaramo povoljne uvjete za razmnožavanje i širenje pojedinim jedinkama unutar populacije. Oslanjajući se samo na kemijske mjere borbe, uporabom jednog herbicida ili različitih herbicida istog mehanizma djelovanja, omogućit ćemo razmnožavanje rezistentnih biotipova neke korovne vrste. Za razliku od rezistentnosti uzročnika bolesti i insekata koji mogu imati „eksplozivne“ razmjere, rezistentnost korova na herbicide nastaje postupno i traje relativno dugo (grafikon 1.). Razlike u brzini razvoja rezistentnosti različitih skupina štetnih organizama leže u činjenici što korovi nisu slobodno pokretni. Izuzetak su specifični oblici prenošenja (strojevi, vektori, vjetar, voda i dr.). Zbog toga umnožavanje rezistentnih biotipova teče postupno i sporije. Međutim, zbog dormantnosti i drugih razloga zbog kojih

sjeme rezistentnih biotipova može imati odgođeno nicanje dulji niz godina, vraćanje u „normalu“, odnosno rješenje problema rezistentnosti jest kompleksno i dugotrajno.



**Grafikon 1.** Teoretski prikaz rasta broja rezistentnih jedinki u populaciji (Bayer CropScience, 2015)

Grafikon 1. prikazuje teoretski logaritamski (lijevo) i linearni (desno) prikaz rasta i povećanja broja rezistentnih jedinki neke korovne vrste u desetogodišnjem razdoblju uzastopne primjene herbicida istog mehanizma djelovanja uz pretpostavku da će 10 % jedinki korova godišnje izbjeći herbicidnom učinku. Iz prikazanog se vidi da ljudsko oko prvih osam godina ništa ne zamjećuje. Sljedeće, devete godine nakon primjene herbicida, rezistentni biotipovi zastupljeni su sa 10 %, a iduće godine već 100 %, što je jasno vidljivo na linearnom grafičkom prikazu.

U tablici 1. prikazana je procjena rizika nastanka rezistentnosti ovisno o načinu gospodarenja.

Tablica 1. Procjena rizika razvoja rezistentnosti (HRAC, 2017)

Način gospodarenja	Nizak rizik	Umjeren rizik	Visok rizik
Kombinacija herbicida ili rotacija herbicida u plodoredu	> 2 mehanizma djelovanja	2 mehanizma djelovanja	1 mehanizam djelovanja
Mjere suzbijanja	kulturalne, mehaničke i kemijske	kulturalne i kemijske	kemijske
Primjena herbicida istog mehanizma djelovanja po sezoni	jednom	više od jednom	često
Sustav uzgoja	širok plodored	uzak plodored	monokultura
Zakorovljenost	slaba	umjerena	visoka
Suzbijanje korova u posljednje tri godine	dobra	u opadanju	slabo

Teoretski gledano, visok rizik razvoja rezistentnosti može se očekivati kad se u visoko zakorovljenoj monokulturi korov često suzbija istim herbicidom ili drugim herbicidom istog mehanizma djelovanja, učinak kojeg je tijekom posljednje tri sezone slab (posljednji stupac tablice 1.). Suprotno navedenom, nizak rizik razvoja rezistentnosti može se očekivati kad u slabo zakorovljenom usjevu kulture i u sustavu širokog plodoreda, korove uz jednokratnu primjenu kombinacije herbicida različitog mehanizma djelovanja, suzbijamo i kulturalnim i mehaničkim mjerama (drugi stupac tablice 1.). Umjereni rizik razvoja rezistentnosti može se očekivati ako u uskom plodoredu pri umjerenom zakorovljenosti usjeva tijekom posljednje tri sezone slabi učinak na korove, iako smo uz dvokratnu ili višekratnu primjenu herbicida dvaju različitih mehanizama djelovanja provodili i kulturalne mjere borbe (treći stupac tablice 1.).

## **STRATEGIJA PRIJEČENJA POJAVE I MJERE SUZBIJANJA REZISTENTNIH KOROVA NA HERBICIDE**

Općenito je poznato da se primjenom mjera dobrog gospodarstva i mjera integriranog suzbijanja korova odgađa pojava rezistentnih korova na herbicide. O integriranom pristupu suzbijanja korova pisali smo u Glasilu biljne zaštite, 5/2014.

Glavni preduvjeti za smanjenje rizika pojave rezistentnosti korova na herbicide jesu:

- dobro poznavanje biologije i ekologije korova, što obuhvaća: način razmnožavanja, razdoblje nicanja, dormantnost sjemena, banku sjemena u tlu, načine širenja sjemena, životni ciklus vrste, kompetitivnu sposobnost i kritično razdoblje zakorovljenosti kulture koju zakorovljuje;
- plodored kao vremenska i prostorna izmjena usjeva uz pripadajuće agrotehničke zahvate nedvojbeno je najvažnija mjera koja potiskuje dominaciju jedne korovne vrste čime direktno pridonosi odgodi pojave rezistentnosti;
- sjetva čistog sjemena u nezakorovljeno polje, sprečavanje prijenosa sjemena strojevima s polja u polje, priječenje prodora sjemena s rubova (međa, putova) zakorovljenog polja, važne su preventivne mjere širenja potencijalno rezistentnih korova;
- mehaničko suzbijanje korova odgodit će rizik od pojave rezistentnosti;
- između sjetvi dviju kultura i/ili na strništu mehaničkim mjerama buditi sjeme, a zatim suzbiti klijance odgovarajućim oruđem;
- ako se korovi suzbijaju kemijskim mjerama, treba primjenjivati herbicide različitog mehanizma djelovanja, primjenjivati ih u propisanoj količini i u propisanom roku. Treba ograničiti broj tretiranja u jednoj vegetacijskoj sezoni na istoj površini;
- kad god se može treba primjenjivati kombinacije herbicida različitog mehanizma djelovanja,

- nadzirati i pregledavati polje tijekom cijele vegetacijske sezone. Osobito je važno obaviti procjenu učinka herbicida nakon primjene.

Kao važan činitelj rizika nastanka i razvoja rezistentnosti treba navesti i administrativne mjere. Naime, zakonska regulativa, koja se donosi na razini EU, koja je uniformna za sve zemlje članice s gledišta propisa o procjeni rizika pojedinog herbicida, imala je za posljedicu povlačenje velikog broja (33 do sada) herbicida, odnosno do smanjenja izbora herbicida. Zbog toga u potrošnji i u ponovljenoj primjeni raste udio herbicida istog mehanizma djelovanja (inhibitora ALS enzima). U tim okolnostima plodored, kao važna mjera u sprječavanju i odgađanju pojave rezistentnosti, sve više gubi na značaju. Naime, plodored, odnosno smjena kultura u prošlosti je podrazumijevala i smjenu herbicida s gledišta različitog mehanizma djelovanja.

Posljednjih godina proizvođači sredstava za zaštitu bilja na ambalaži proizvod označavaju slovima (Europa, Australija) ili brojem (SAD) prema mehanizmu djelovanja herbicida. Na taj način omogućuju poljoprivredniku lakše planiranje rotacije herbicida različitog mehanizma djelovanja.

Osim navedenih administrativnih mjera, uvođenje u proizvodnju kultivara različitih poljoprivrednih kultura (suncokret, šećerna repa) tolerantnih na ALS inhibitore, u budućnosti će znatno potencirati problem rezistentnosti korova na tu skupinu herbicida.

Upravljanje rezistentnošću korova na herbicide moguće je jedino ako se udruže i organiziraju svi dionici u biljnoj proizvodnji. Od presudne je važnosti poljoprivredni proizvođač jer on odlučuje o mjerama borbe protiv korova na svom imanju. Jednaku važnost imaju predstavnici kemijske industrije, stručnjaci savjetodavne službe i poljoprivredni apotekari koji poljoprivrednika savjetuju. Stručne službe ministarstva trebaju poticajnim mjerama, propisima, financiranjem istraživanja i sl. pridonijeti rješavanju problema. Fakulteti i znanstvene institucije istraživanjem, edukacijom praktičnim rješenjima i programima, mogu znatno pridonijeti rješavanju te problematike. Vrlo je važno da postoji organizacija, suradnja i komunikacija između svih dionika kontinuirana.

## METODE UTVRĐIVANJA REZISTENTNOSTI

Kod utvrđivanja pojave rezistentnosti, naravno, sve počinje **opažanjem u polju (vizualna metoda)**. Često se događa da u praksi izostane učinak primijenjenih herbicida. Najčešće se to objašnjava niskom dozom, nepovoljnim uvjetima okoliša, kvalitetom aplikacije, razvojnom fazom korova u vrijeme primjene i sl.

Kad se na nekoj njivi uoče izbjegli korovi, potrebno je pažljivom analizom utvrditi navedene moguće uzroke.



Metoda opažanja u polju podrazumijeva višegodišnje praćenje stanja zakorovljenosti na određenoj njivi te praćenje učinkovitosti primjenjivanih herbicida. Stoga je iznimno važna evidencija, odnosno poznavanje povijesti table s gledišta primjene herbicida (učestalost primjene i dr.). Pri opažanju u polju treba donijeti procjenu: o herbicidnom učinku; o prisutnosti neoštećenih jedinki korova u blizini suzbijenih; o istoj situaciji na susjednoj njivi; o iskustvima s istim herbicidom u prethodnim godinama; o povijesti primjene herbicida na njivi i sl.

Na slici 1. i 2. prikazana je situacija u polju kod koje treba posumnjati na pojavu rezistentnosti (lijevo) i jako zakorovljenog usjeva kukuruza R biotipovima šćira.



Slika 1 i 2. Ne suzbijene jedinke šćira (snimio Z. Ostojić)

Metoda opažanja u polju ne daje potvrdu o rezistentnosti, ali pažljivim praćenjem može se „na vrijeme“ (problem je počeo znatno ranije, vidi grafikon 1.) upozoriti na sumnju koju treba potvrditi pouzdanijim metodama.

Ako postoji sumnja u učinak herbicida, već u istoj vegetacijskoj sezoni na istoj populaciji korova, treba, ako se može, poljskim pokusom potvrditi ili opovrći sumnju. Često se zbog nepravovremeno uočenih izbjeglih korova u istoj vegetacijskoj sezoni ne može provesti ponovno tretiranje. Ne postoje optimalni uvjeti za provedbu poljskog pokusa u istoj vegetacijskoj sezoni. Stoga pokus treba postaviti iduće sezone te utvrditi neophodne parametre (vizualna ocjena, masa nadzemne mase korova i dr.).

Nakon iskazane sumnje na rezistentnost, pristupa se provođenju egzaktno provjere **bio-testovima**. Bio-test se provodi u zaštićenom prostoru u kontroliranim uvjetima i precizno primijenjenim količinama herbicida. Prethodno se prikuplja sjeme ili se iz polja prenose već ponikle jedinke za uzgoj u lončićima. U prikupljanju sjemena valja na odgovarajući način prikupiti 1000 sjemenki s površine promjera 50-100 m. Pri potvrđivanju rezistentnosti bio-test metodom broj istraživanih dozacija herbicida ovisi o cilju istraživanja. Naime, veći broj istraživanih dozacija (najmanje šest) u bio-testu omogućuje dobivanje krivulje koja može dati odgovor na pitanje o tome radi li se i u kojoj mjeri o parcijalnoj rezistentnosti ili o potpunoj (apsolutnoj) rezistentnosti.



Nedostatak bio-test metode pri uzgoju biljaka iz sjemena može ograničiti dormantnost sjemena (ne niču sve posijane sjemenke korova).

Ostale metode istraživanja i utvrđivanja rezistentnosti više su razine znanstvenih istraživanja koje obuhvaćaju specijalistička istraživanja sa sofisticiranom opremom.

## DESCRIPTION OF WEED RESISTANCE PROBLEM

### SUMMARY

The article discussed the problem of weed resistance. Herbicide resistance, cross-resistance and multiple resistance are defined according to the HRAC. Theoretical case of how resistance frequency increases in a weed population is described. Factors that decrease selection pressure are discussed. The risk of development resistance is increase by combination of factors that increase the selection pressure on an herbicide. General guidelines that help classify management option which when combined to decrease or increase the risk of developing resistance are shown in the table. Diagnostic tests for herbicide resistance detecting described too.

**Keywords:** resistance, weeds

### LITERATURA

- Bayer CropScience** (2015). How to fight weed resistance and maximize yields? 43.
- HRAC** (2017). Guideline to the Management of Herbicide Resistance, dostupno na: [hracglobal.com/files/Management-of-Herbicide-Resistance.pdf](http://hracglobal.com/files/Management-of-Herbicide-Resistance.pdf) (pristupljeno: 17. 8. 2017.)
- Kovačević, J.** (1976). Korovi u poljoprivredi. Nakladni zavod Znanje.
- McElroy, J. S.** (2014). Vavilovian Mimicry: Nikolai vavilov and His Little-Known Impact on Weed Science. *Weed Science*, 62, 207-216.
- Moss, S.** (1999). Detecting Herbicide Resistance - Guidelines for conducting diagnostic tests and interpreting results. Herbicide Resistance Committee, dostupno na: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2017368> (pristupljeno: 10.9.2017.)
- Radosevich, S. R., De Villers, O. T.** (1976). Studies on the mechanism of s-triazine resistance in common groundsel. *Weed Sci.*, 24, 229-232.
- Ryan, G. F.** (1970). Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science*, 18, 614-616.
- Shaw, D. R.** (2016). The „Wicked“ Nature of the Herbicide Resistance Problem. *Weed Science*, 64, 552-558.
- Vargas, R.** (2001). Herbicide resistance, dostupno na: <https://cals.arizona.edu/crop/pesticides/papers/herbresis.html> (pristupljeno: 5.9.2017.)