

Selektivnost kombinacije herbicida s fungicidima, folijarnim gnojivom i regulatorom rasta

Plevnik, Vilim

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:162943>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**SELEKTIVNOST KOMBINACIJE HERBICIDA S
FUNGICIDIMA, FOLIJARNIM GNOJIVOM I
REGULATOROM RASTA**

DIPLOMSKI RAD

VILIM PLEVNIK

Zagreb, lipanj, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

FITOMEDICINA

**SELEKTIVNOST KOMBINACIJE HERBICIDA S
FUNGICIDIMA, FOLIJARNIM GNOJIVOM I
REGULATOROM RASTA**

DIPLOMSKI RAD

VILIM PLEVNIK

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Klara Barić

Zagreb, lipanj, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Vilim Plevnik**, JMBAG 0178108573, rođen/a 22.06.1997 u Osijeku, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

SELEKTIVNOST KOMBINACIJE HERBICIDA S FUNGICIDIMA, FOLIJARNIM GNOJIVOM I REGULATOROM RASTA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Vilim Plevnik**, JMBAG 0178108573 , naslova

SELEKTIVNOST KOMBINACIJE HERBICIDA S FUNGICIDIMA, FOLIJARNIM GNOJIVOM I REGULATOROM RASTA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 1. | Izv. prof. dr. sc. Klara Barić | mentor | _____ |
| 2. | Prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak | član | _____ |
| 3. | Izv. prof. dr. sc. Maja Šćepanović | član | _____ |

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Klari Barić na nesebičnom dijeljenju svojeg znanja i iskustva stečenog kroz mnoge godine u poljoprivredi. Hvala na strpljenju, vremenu i pomoći prilikom pisanja ovog diplomskog rada.

Iznimna mi je čast biti posljednji student kojem je prof. Barić mentor u pisanju diplomskog rada.

Također, zahvaljujem se neposrednom voditelju Josipu Lakiću, mag. ing. agr. na pomoći oko pisanja rada, te na svim savjetima u praksi.

Hvala cijelom Zavodu za Herbologiju na provedenom vremenu kroz predavanja, praksu i druženja. Veliko mi je zadovoljstvo što sam odabrao ovaj Zavod za završni i diplomski rad, hvala vam.

Hvala mojoj Eni koja je od prvog dana uz mene, podupirala me kroz cijelo studiranje, i uvijek vjerovala u mene.

Na kraju najveća zahvalnost pripada mojoj obitelji, posebno mojim roditeljima i sestrama, koji su mi omogućili da slijedim svoj cilj i koji su me najviše podržali prilikom odabira fakulteta, bez njih sve ovo što sam postigao ne bi bilo moguće.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Herbicidi.....	3
2.1.1. Selektivnost herbicida	7
3. Materijal i metode rada	18
4. Rezultati rada i rasprava.....	22
5. Zaključak	25
6. Popis literature	26
7. Životopis.....	31

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Vilim Plevnik**, naslova

SELEKTIVNOST KOMBINACIJE HERBICIDA S FUNGICIDIMA, FOLIJARNIM GNOJIVOM I REGULATOROM RASTA

U vrijeme zaštite bilja od štetnih organizama u pšenici se često događa da se tretiranje protiv korova poklapa s potrebom tretiranja protiv bolesti, štetnika, regulatorom rasta i/ili s folijarnom gnojdbom. Mogućnost kombiniranja različitih agrokemikalija u tank miksu bez štetnih posljedica za usjev slabo je poznata. U cilju istraživanja selektivnosti pšenice prema kombinaciji agrokemikalija proveden je poljski pokus na ozimoj pšenici sorte Mia u Jagodnom (Velika Gorica) u vegetacijskoj sezoni 2021. Poljski pokus postavljen je po shemi slučajni blokni raspored u tri ponavljanja. U pokusu su, uz netretiranu kontrolu, korištene kombinacije sljedećih pripravaka: od herbicida AXIAL 50 EC (pinoksaden) i SARACEN DELTA 550 SC (florasulam + diflufenikan), fungicid PROSARO 250 EC (tebukonazol + protiokonazol), folijarno gnojivo pod šifrom A 18856 (D) te regulator rasta MODUS EVO DC (trineksapak-etil) u osam različitih međusobnih kombinacija navedenih pripravaka. Tretiranje je obavljeno 09. 04. 2021. u razvojnoj fazi pšenice BBCH 31-32 Vizualna ocjena oštećenja pojedine kombinacije obavljena je 7 i 14 dana nakon tretiranja po skali od 0 do 100 %. Svi istraživani tretmani izazvali su određeni fitotoksični učinak na biljke pšenice. Simptomi fitotoksičnog učinka bili su u vidu bjeličastih pjega nepravilnog oblika. Najmanje oštećenje (od 3,0 do 4,3 %) je imala kombinacija herbicida i kombinacije herbicidi + gnojivo i herbicidi + regulator rasta. Najveća oštećenja s progresivnim karakterom izazvale su kombinacije herbicidi + regulator rasta + fungicid (7,7 i 15,3 %), herbicidi + fungicid + gnojivo (4,7 i 10,7 %) te kombinacija herbicid + fungicid + gnojivo + regulator rasta (9,3 i 13,7 %).

Summary

Of the master's thesis - student **Vilim Plevnik**, entitled

SELECTIVITY OF THE COMBINATION OF HERBICIDES WITH FUNGICIDES, FOLIAR FERTILIZER AND GROWTH REGULATOR

When protecting crops from pests, it is common in practice for treatment against weeds to coincide with the need for treatment against diseases, pests, growth regulators, and/or foliar fertilization. The possibility of combining different agrochemicals in a tank mix without adverse effects on the crop is poorly understood. . To investigate the selectivity of wheat depending on the combination of agrochemicals, a field trial with winter wheat of the Mia variety was conducted in Jagodno (Velika Gorica) in the 2021 growing season. In the trial, besides an untreated control, combinations of the following preparations were used: of herbicides AXIAL 50 EC (pinoxaden) and SARACEN DELTA 550 SC (florasulam + diflufenican), fungicide PROSARO 250 EC (tebuconazole + prothioconazole), foliar fertilizer under code A 18) and growth regulator MODUS EVO DC (trinexapac-ethyl) in eight different mutual combinations of these preparations. The treatment was applied on 09. 04. 2021. at the developmental stage of wheat BBCH 31-32 Visual assessment of damage to each combination was performed 7 and 14 days after treatment on a scale from 0 to 100%. All treatments caused some phytotoxic effect on wheat plants. The symptoms of phytotoxic effect appeared in the form of whitish spots of irregular shape. The least damage (from 3.0 to 4.3%) had a combination of herbicides and a combination of herbicides + fertilizer and herbicides + growth regulator. The greatest damage of progressive character was caused by the combinations of herbicides + growth regulator + fungicide (7.7 and 15.3%), herbicides + fungicide + fertilizer (4.7 and 10.7%) and the combination of herbicide + fungicide + fertilizer + growth regulator (9.3 and 13.7%).

1. Uvod

Herbicidi su kemijska skupina pesticida kojima se u poljoprivredi suzbijaju korovi. Riječ herbicid dolazi od latinskih riječi *herba* (biljka) i *cedere* (ubiti). Po kemijskom sastavu herbicidi mogu biti organski i anorganski. Danas se upotrebljavaju gotovo isključivo organski herbicidi. S gledišta selektivnosti dijele se na selektivne koji suzbijaju korov, a ne štete kulturnim biljkama i totalne koji suzbijaju sve u vrijeme tretiranja zatečene biljke. Međutim, i selektivni herbicidi mogu fitotoksično djelovati na kulturnu biljku ako se primjene nestručno (previsoka doza, u pogrešno vrijeme primjene i sl.) Neki totalni herbicid, kao npr. glifosat, mogu se primijeniti selektivno u nekim nasadima (vinogradi, voćnjaci, rasadnici, u šumarstvu) uz uvjet da ne dođu u dodir sa zelenim dijelovima kulture (Šarić, 1980).

Selektivnost herbicida je iznimna sposobnost ("fenomen") herbicida da u isto vrijeme i na istom mjestu na neke biljke (korove) djeluje fitocidno dok je prema drugim biljnim vrstama (kulturi) selektivan. Selektivnost herbicida općenito, kao i sve u biologiji, nije konstantno svojstvo herbicida. Rezultat je interakcije herbicida (mehanizma i načina djelovanja, vremena primjene, dozacije, formulacije), biljke (genetska svojstva, starost, morfološka svojstva, fiziološke specifičnosti) i okoliša (tipa tla, temperature, vlage). Osim navedenog, na selektivnost herbicida utječu i druge agrokemikalije koje se često u praksi primjenjuju istovremeno s herbicidima (Barić i Ostojić, 2022).

Tijekom vegetacije, zbog uštede vremena (u špici poslova), često dolazi do potrebe miješanja dva ili čak više sredstava za zaštitu bilja i/ili folijarnih gnojiva koja se primjenjuju istovremeno. Uz uštedu vremena istovremena je i ušteda goriva. Neka se sredstva za zaštitu bilja mogu miješati s drugim sredstvima za zaštitu bilja ili s regulatorom rasta ili s folijarnim gnojivima. Međutim, postoje slučajevi kad njihovo miješanje može dovesti do kemijskih reakcija koje za posljedicu mogu imati smanjenje učinka pojedinog sredstva u kombinaciji. Dakle, posljedica miješanja može imati sinergističko ili antagonističko djelovanje. Često puta rezultira fitotoksičnim učinkom na tretirani usjev (Međimurec, 2018). Slično navodi i Ostojić (1977) da se miješanjem može zbog antagonizma narušiti ravnoteža formulacije jer se u isto vrijeme u škropivu ili na istoj površini mogu naći dva ili tri puta više različitih emulgatora, rastvarača, stabilizatora, a to može biti rizično za tretiranu biljku.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi selektivnost kombinacije herbicida s fungicidima, folijarnim gnojivom i regulatorom rasta.

2. Pregled literature

2.1. Herbicidi

Herbicidi su skupina pesticida koji se koriste za suzbijanje korova. Barić i sur. (2014) navode da korovi poljoprivredi nanose najveće štete (34 %). Zbog toga i potrošnja herbicida iznosi 46 % od ukupne potrošnje pesticida (Barić i sur., 2014). Intenzivna potrošnja pesticida započela je nakon Drugog svjetskog rata kada su se kemijske kompanije koje su proizvodile kemikalije za vojne potrebe, zbog gubitka tržišta okrenule primjeni kemikalija u poljoprivredi. U uporabu su prvo ušla mineralna gnojiva zatim pesticidi, hormoni rasta, mineralna gnojiva i dr., čija je primjena u kombinaciji s teškom mehanizacijom i navodnjavanjem, davala visoke prinose. Ova ekspanzija u poljoprivredi se naziva „Zelena revolucija“ čiji cilj je bio rješavanje problema gladi u svijetu. Upravo FAO (Food and Agriculture Organization) čiji je primarni cilj briga o smanjenju gladi, 2011. navodi negativne posljedice „zelene revolucije“: erozija tla, smanjenje plodnosti tla, prekomjerno trošenje pitke vode za navodnjavanje, rezistentnost štetnih organizama na pesticida, zagađenje podzemnih voda te rastuću ovisnost o korištenje istih kemijskih preparata koji su do problema doveli. Pored toga, konvencionalna poljoprivreda velik je izvor emisija stakleničkih plinova te je ovisna o fosilnim gorivima (za mehanizaciju te proizvodnju pesticida), što je sve zajedno čini neodrživom (Puđak i Bokan, 2011).

Ukupna proizvodnja pesticida 2000. godine u svijetu iznosila je više od tri milijuna tona djelatnih tvari (Tilman i sur., 2002). Procjenjuje se da od ukupne količine pesticida koja se upotrebi za suzbijanje korova i drugih štetnih organizama samo vrlo mali dio doista dolazi do ciljanog mjesta djelovanja određene molekule, dok se veliki dio izgubi zanošenjem (driftom), ne-ciljanim prskanjem, ispiranjem, foto degradacijom i na druge načine. Navedeno ne samo da uzrokuje značajno povećanje troškova zaštite bilja, već također predstavlja i ozbiljan problem za okoliš. Jedan od najučinkovitijih načina poboljšanja učinka pesticida i smanjenja njihova utjecaj na ne ciljane organizme jest poboljšanje prodora djelatne tvari u biljno tkivo (Pimentel, 1995). Prema Ostojić i Barić (2022.), boljoj iskoristivosti pesticida uvelike mogu doprinijeti različita pomoćna sredstva nazvana zbirnim imenom adjuvanti (od lat. *ad juvo* = pomoći nečemu, komu).

Prema Barić i Ostojić (2022.) herbicide možemo podijeliti na više različitih načina (po vremenu primjene, načinu djelovanja, kemijskoj pripadnosti, mehanizmu djelovanja, namjeni i dr.). Prema načinu djelovanja s gledišta usvajanja (apsorpcije) herbicide dijelimo na one koji se usvajaju putem korijena (zemljišni ili rezidualni) i/ili putem lista (folijarni). Prema istim autorima po načinu djelovanja s gledišta kretanja u biljci herbicidi mogu biti kontaktni i translokacijski ili sistemični.

Praktična podjela prema načinu djelovanja ima važnost s gledišta herbicidnog učinka. Wang i Liu (2007.) o usvajanju herbicida primijenjenih u post-em roku putem lista i drugim zelenim dijelovima navode da je to kompleksan proces koji ovisi o specifičnim značajkama površine lista biljaka, fizikalno-kemijskim karakteristikama pripravka za zaštitu bilja, tipu i koncentraciji adjuvanta te okolišnim uvjetima.

Primjena zemljišnih herbicida ima za cilj postizanje produljenog (rezidualnog) učinka u suzbijanju korova tijekom vegetacijske sezone. Budući da osigurava zaštitu usjeva od korova tijekom duljeg razdoblja, rezidualnost smatramo poželjnim svojstvom. No i pored pozitivnih učinaka, rezidualni herbicidi imaju niz nedostataka. Rezidualni herbicidi, naročito rezidue onih herbicida koji u tlu ostaju u aktivnom obliku dulje od godine dana, mogu štetno djelovati na kulture koje slijede u plodoredu i na taj način mogu znatno ograničiti plodored. Koliko će se dugo neki herbicid zadržati u tlu izravno ovisi o činiteljima koji utječu na razgradnju i premještanje aktivne tvari s mjesta primjene. Među najvažnijim činiteljima jesu fizikalno-kemijska svojstva herbicida, svojstva tla (sadržaj i tip koloida tla, pH i prisutne populacije mikroorganizama) i vremenske prilike (temperatura i vlažnost). Ti činitelji, izravno ili neizravno, a najčešće u interakciji, utječu na ponašanje herbicida u tlu (Barić i sur. 2017). Zemljišni herbicidi ulaze u biljku putem korijena te uzlaznim kolanjem sokova (ksilemom) se prenose u cijelu biljku ili pojedine organe. U biljci dovode do različitih oblika poremećaja ili do prekidanja metabolizma u podzemnim ili nadzemnim organima. Prema navedenom, zemljišni herbicidi su sistemični. U biljku ulaze uglavnom putem korijena, sjemena i nicajuće stabljike. Međutim, neki herbicidi djeluju na oba načina, odnosno ulaze u biljku i putem nadzemnih organa i putem korijena. Stoga se oni mogu upotrebljavati i za tretiranje tla i za folijarno tretiranje, odnosno tretiranje nadzemnih organa već iznikulih korova (Kišpatić, 1967).

Općenito se smatra da herbicidi i drugi potrebni resursi (voda i hraniva) za rast i razvoj biljke prodiru korijenovim dlačicama i simplastom (povezivanje svih stanica u jedinstvenu

cjelinu) se kreću do mjesta djelovanja. Usvajanje herbicida korijenom može biti aktivno i pasivno. Veći dio usvajanja je pasivan, odnosno s apsorbiranom vodom i kreće se zajedno s njom apoplastom (povezana cjelina koju čine nežive stanične stijenke). Za aktivno usvajanje herbicida biljka koristi energiju nastalu disanjem i kisik, pri čemu herbicid ulazi u protoplast i kreće se u simplastu. Način kretanja herbicida u biljci je vrlo kompleksan proces i ovisan je o fizikalno-kemijskim svojstvima herbicida (Zimdahl, 1999). Kompleksnost i različito kretanje herbicida navodi i Šarić (1980). Navodi da se herbicid u tlu kreće putem vode i molekularnom difuzijom. U uvjetima veće vlažnosti vodotopivi herbicidi se kreću vodom silazno dok manje topljivi ostaju u površinskom sloju tla. U sušnim uvjetima ostaju u gornjem sloju tla ili u površinski sloj tla dolaze s vodom iz dubljih slojeva kapilarnim usponom. Ponašanje herbicida u oraničnom sloju tla ovisi o svojstvu topljivosti u vodi, količini oborina, svojstvima tla i eventualnoj inkorporaciji u tlo (Šarić, 1980).

S gledišta selektivnosti herbicidi se dijele na totalne i selektivne (Barić i Ostojić, 2022). Totalni herbicidi suzbijaju sve biljke zatečene u vrijeme primjene. Primjenjuju se na poljoprivrednim površinama u razdoblju između sjetve/sadnje dviju kultura ili na nepoljoprivrednim površinama (industrijski objekti, željezničke pruge, ceste, putovi i dr.). Selektivni herbicidi, ovisno o spektru djelovanja, suzbijaju određene vrste korovnih biljaka, a istovremeno su selektivni prema usjevu. Selektivnost nije konstantno svojstvo herbicida. Uvjetovano je nizom čimbenika (vlagom, temperaturom, razvojnim stadijem kulture, načinom primjene i dr.) koji mogu herbicidu povećati fitotoksičnost, a umanjiti selektivnost prema usjevu. Pravilnom primjenom selektivnog herbicida postizemo suzbijanje korova bez negativnog učinka na kulturnu biljku. Kod ove podjele važno je naglasiti da, ovisno o količini (dozaciji), svaki herbicid može djelovati i kao totalni.

Selektivnost je relativnog, a ne apsolutnog karaktera (Kišpatić, 1967). Nakon apsorpcije od strane biljke, herbicidne molekule translocirajući se do mjesta djelovanja blokiraju (ometaju, inhibiraju) normalno odvijanje raznih fiziološko-biokemijskih procesa u biljci kao što su fotosinteza, sinteza masnih kiselina, sinteza aminokiselina i druge procese. Inhibicija u konačnici rezultira herbicidnim učinkom tj. odumiranjem korovne biljke. Ometanje životnog procesa biljke je mehanizam djelovanja pojedinog herbicida. Iz na navedenog je jasno da treba razlikovati pojam "mehanizam djelovanja herbicida" od pojma "način djelovanja herbicida". Način djelovanja herbicida obuhvaća sve procese koji se odvijaju od trenutka prvog kontakta

herbicida s biljkom do konačnog herbicidnog učinka (apsorpcija listom ili korijenom, translokacija floemom i/ili ksilemom, odnosno kretanje simplastom ili apoplastom) (Topolovec, 2008).

Herbicidi u biljci mogu utjecati na više fizioloških procesa. Proces koji je najviše pod utjecajem herbicida predstavlja njegovo primarno mjesto djelovanja. Ako molekule herbicida remete i neki drugi proces, ali ne u tolikoj mjeri, učinak na taj proces predstavlja sekundarno djelovanje (Topolovec, 2008). Barić i Ostojić (2022) razvrstali su registrirane herbicide u Hrvatskoj po mehanizmu djelovanja prema HRAC-u (Herbicide Resistance Action Committee) na sljedeće skupine:

- 1 – inhibitori enzima acetyl CoA karboksilaze (ACCase herbicidi)
- 2 – inhibitori enzima acetolaktat sintaze (ALS herbicidi)
- 5 i 6 – inhibitori fotosinteze u fotosustavu II (C₁, C₂, C₃ skupine)
- 22 – inhibitori procesa fotosinteze u fotosustavu I
- 14 – inhibitori enzima protoporfirinogen oksidaze
- 12 – inhibitori sinteze karotenoida
- 9 – inhibitori enzima enolpiruvat šikimat fosfat sintaze (EPSP)
- 10 – inhibitori glutamin sintaze
- 18 – inhibitori enzima dihidropeptat (DHP) sintaze
- 3,15,23 – inhibitori diobe stanice (K₁, K₂, K₃ skupine)
- 29 – inhibitori sinteze stanične stjenke
- 4 – sintetski auksini (regulatori rasta ili hormonski herbicidi)

Poznavanje mehanizma djelovanja pojedinog herbicida pomaže razumijevanju i prepoznavanju simptoma herbicidnog učinka.

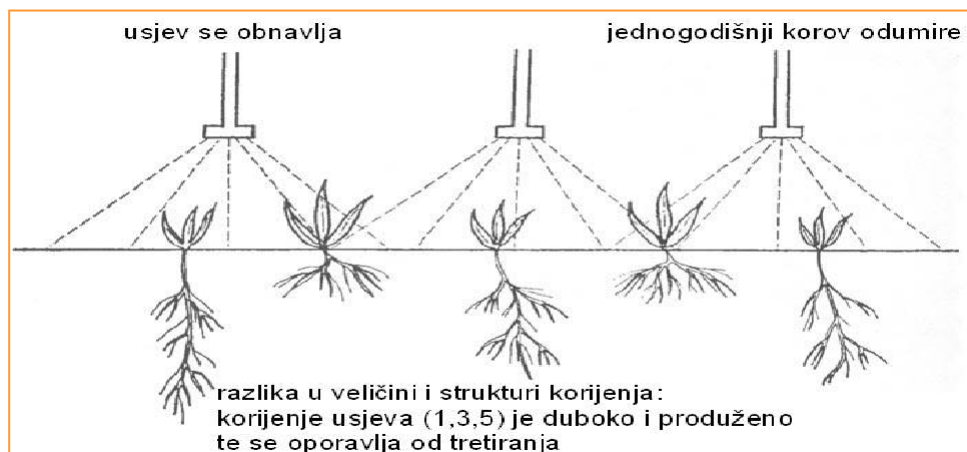
2.1.1. Selektivnost herbicida

Što se tiče povijesti primjene herbicida, ona počinje daleke 1896. godine u Francuskoj i 1898. u Ujedinjenom Kraljevstvu kada je bakreni sulfat primjenjivan u *post-emergence* roku u žitaricama za suzbijanje širokolisnih korova. Prava revolucija u suzbijanju korova počela je nakon 1941. otkrićem herbicidne aktivnosti 2,4 diklorfenoksi octene kiseline (2,4-D) i njenih soli, amina i estera. Ovaj herbicid i kemijski povezane klorirane fenoksi alkalne kiseline (MCPA i dr.) bili su prvi pravi selektivni herbicid koji suzbijaju širokolisne korove u travama. Posebno je važna primjena u kukuruzu. Polovinom prošlog stoljeća sintetizirani su herbicidi iz kemijske skupine simetričnih triazina (simazin, atrazin, i dr.) i fenil derivata uree (linuron i dr.) koji su selektivni u usjevima koji zauzimaju velike površine kao što su kukuruz, soja i pamuk, a suzbijaju jednogodišnje širokolisne korove (Copping, 2002). Kao što je navedeno, prvi selektivni organski herbicidi otkriveni su sredinom pedesetih. Od tog vremena do danas otkriveni su mnogi selektivni herbicidi djelotvorni na uskolisne i širokolisne korove (Barić i Ostojić, 2000.)

Selektivnost ima svrhu da se u usjevu suzbiju neželjene (korovne) biljne vrste, a da se pri tome ne ošteti kultura. Topolovec (2008.) navodi kako su pojedine vrste u stanju otprijeti njihov učinak te u tom slučaju govorimo o selektivnom učinku herbicida odnosno o vrstama koje su tolerantne na pojedine herbicide. Selektivnost je složeno svojstvo herbicida i brojni su čimbenici koji utječu na nju. Zbog činjenice da nije konstantna veličina predstavlja najkompleksniju i najtajanstveniju interakciju herbicida, biljke i okoliša (Asthon i Harvey, 1971; Cudney 1996). Selektivnost nije apsolutno svojstvo bilo kojeg herbicida. Postoji niz čimbenika koji u međusobnoj kombinaciji izravno ili neizravno utječu na selektivna svojstva herbicida (Kojić i sur., 1972). Osim o fazi razvoja uzgajanih i korovnih biljaka, vremenu primjene i klimatskim čimbenicima, svakako treba uzeti u obzir i svojstva tla. Cudney (1996.) kao i mnogi drugi autori navodi da je selektivnost rezultat interakcije biljke, herbicida i okoliša. Stoga je više različitih osnova selektivnosti.

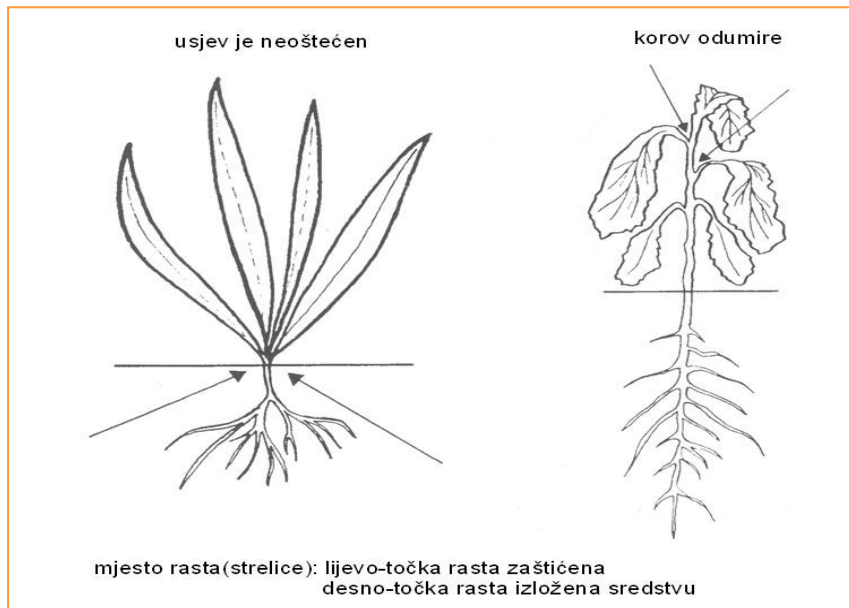
S gledišta biljke selektivnost se zasniva na anatomskim, morfološkim, fiziološkim i biokemijskim specifičnostima pojedine biljne vrste. Specifičnosti se uglavnom odnose na građu lista (debljina kutikule, kutikularni voskovi, prisustvo dlačica), položaj lista, građu korijena (dubina razvoja), sposobnost za apsorpciju i translokaciju te sposobnost inaktivacije (detoksikacije) herbicida. Usvajanje (apsorpcija) herbicida može se shvatiti kao prolazak

(penetraciju) kroz niz barijera od kojih svaka može ograničiti ili spriječiti njihovo djelovanje. U slučaju korova i kulturnih biljaka, uspješna funkcija tih barijera često je osnova selektivnosti (Zimdahl, 1999). Morfologija biljke može pomoći u razumijevanju njezine osjetljivosti na herbicide. Korjenov sustav, odnosno njegov položaj i razvijenost uvelike utječu na selektivnost (crtež 1). Ovakav tip selektivnosti se naziva prostorna selektivnost. Vidljivo je da se korijen korova nalazi u plitkom površinskom sloju, te ne uspijeva izbjeći herbicidnom učinku. S druge strane usjev koji ima korijen razvijen u dubljem sloju će biti pošteđen herbicidnog učinka (Klingman i Ashton, 1982). Način na koji je herbicid primijenjen (folijarno ili tretiranjem tla) utječe na količinu apsorpcije. Reddy i Bendixen (1989.) su utvrdili da korijen vrste *Cyperus esculentus* i *C. rotundus* usvaja malu količinu klorimurona, dok je količina usvajanja bila puno veća, kada je tretiran nadzemni dio.



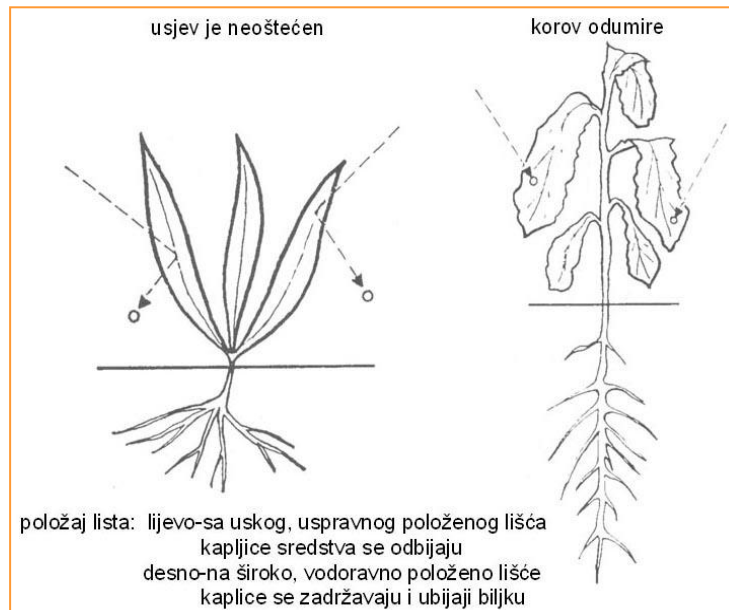
Crtež 2.1. Prikaz selektivnosti uvjetovane položajem korijena u tlu

Klingman i Ashton, (1982.) crtežom 2 prikazuju selektivnost uvjetovanu položajem točke rasta. Iz crteža je vidljivo da je kod biljke koja se nalazi na lijevoj strani crteža točka rasta smještena pri dnu i zaštićena listovima, te zbog toga kontaktni herbicidi ne mogu oštetiti točku rasta već samo dostupno lišće. Većina širokolisnih biljaka točku rasta ima na vrhovima izbojaka (vršni meristem) i bočno (lateralni meristem) te su izravno izloženi herbicidnom učinku. K tome, Boye i sur. (2004) i Cudney (1996) ističu da su zbog horizontalnog položaja listova bočni ili lateralni meristemi više izloženi kontaktu s herbicidom (škropivom) dok je kod trava meristemsko tkivo smješteno u čvoru busanja i zaštićeno listovima te ga kontaktni herbicidi primijenjeni folijarno ne mogu oštetiti.



Crtež 2.2. Prikaz selektivnosti uvjetovane položajem točke rasta

S gledišta selektivnosti, uz navedeno, isti autori ističu važnost položaja lista. Kapljice škropiva se teže zadržavaju na površini uskih i uspravnih listova (žitarice i druge trave, lukovi i sl.) (crtež 3) ili na listovima s voštanim prevlakama (lukovi). Kad herbicid dođe u kontakt s takvim listovima, kapljice škropiva lakše otkližu ili dospiju na manju površinu lista zbog čega je manje usvajanje, a time i manji fitotoksični učinak herbicida. Za razliku od uskolisnih, širokolisne vrste imaju glatku površinu lista (neke vrste ipak razvijaju dlačice ili deblju kutikulu) koji su položeni više horizontalno te listovi primaju i zadržavaju veće količine herbicida. Kontaktni herbicidi primijenjeni na kulturama kao što su divlja rotkvica, divlja gorušica ili krmno bilje ostaju u obliku tankog filma ili u obliku manjih kapljica koje se šire po lisnoj površini (Crafts, 1946; Klingman i Ashton, 1982).



Crtež 2.3. Selektivnost uvjetovana položajem lista

Zahvaljujući translokaciji herbicidi stižu do mjesta djelovanja, pri čemu se translociraju na kratke i duge udaljenosti. Iz stanice u stanicu se prenose putem citoplazmatskih niti, a na duže udaljenosti putuju floemom i/ili ksilemom (Janjić, 2004). Translokacija je specifično svojstvo pojedinog herbicida. Tako Askew i Wilcut, (2002.) navode da je translokacija sulfonilurea herbicida bolja ksilemom nego floemom.

Čimbenici koji određuju reakciju bilje na herbicid su: genetsko nasljeđe, starost biljke, veličina biljke, morfologija i fiziologija. Genetski sastav određuje kako će biljka reagirati na pojedine herbicide. Starost biljke često utječe na učinak herbicida. Općenito starije biljke je mnogo teže suzbiti nego kada su u ranijem razvojnem stadiju.

Za selektivnost herbicida važan utjecaj imaju **fizikalno-kemijska svojstva herbicida**, formulacija i način aplikacije. Isparavanje je proces gubitaka herbicida vezan uz svojstvo hlapljivosti, a činitelji koji utječu na isparavanje zemljišnih herbicida s površine tla jesu fizikalno-kemijska svojstva herbicida (tlak para, topljivost, koeficijent adsorpcije), svojstva tla (sadržaj i tip koloida tla, sadržaj vode u tlu, temperatura tla i pH vrijednost) i klimatske prilike (temperatura zraka, brzina vjetrova, vlažnost) (Barić i Pintar, 2018). Mnogi organski pesticidi su hlapive prirode te su stoga izvori onečišćenja zraka. O sklonosti isparavanju pojedinog herbicida govori podatak o vrijednosti tlaka para (p), a izražava se u mPa pri 25 °C. Što je vrijednost tlaka para veća ($p > 1$ mPa), to je herbicid bitni skloniji isparavanju. Kao primjer,

vrijednost tlaka para za klomazon iznosi 19,2 mPa (poznat po hlapljivosti), a za terbutilazin 0,12 mPa (PPDP, 2018). Da bi se spriječili gubitci herbicida isparavanjem, preporučuje se da se sve herbicide sklone isparavanju plitko inkorporira u tlo. Općenito, hlapljenje herbicida jače je izraženo na vlažnim tlima s niskim sadržajem organske tvari i čestica gline i pri višim temperaturama, pogotovo u vrijeme primjene. Naime, u tlima većeg adsorpcijskog potencijala herbicid se čvršće veže na čestice tla, odnosno u suhom tlu isparavanje je manje izraženo nego u vlažnom tlu pri višim temperaturama (Barić i Pintar, 2018).

Zemljišni herbicidi koje prskamo prije nicanja često djeluju na biljke samo u procesu klijanja te vrlo malo kada su biljke već izniknule (Cudney, 1996). Procesi detoksikacije odvijaju se uz prisustvo čitavog niza enzima koji kataliziraju inaktivaciju molekula herbicida transformirajući ih u netoksične spojeve koje zatim biljna stanica ili eliminira iz citoplazme ili uskladišti u vakuolama ili ih ukomponira u stanične membrane. Herbicidi različito djeluju na metabolizam tolerantnih i osjetljivih biljaka. U tolerantnim biljkama neki sastojci stanice (fermenti, hormoni i dr.) blokiraju (inaktiviraju), razgrade ili pretvore herbicide u netoksične spojeve. U osjetljivim biljkama herbicid djeluje toksično na stanice ili se u biljci razgradi u toksične spojeve, koji će djelovati štetno. Simazin i atrazin na primjer, razgrađuju se pomoću fermenta u kukuruzu u bezopasne spojeve, pa je ova kultura fiziološki otporna prema triazinima. Prema jednom istraživanju simazin unesen u mlade biljke kukuruza u roku od 15 sati nakon primjene razgradi 55 % primijenjene količine, a za četiri dana čak 97 %, dok se u osjetljivim biljkama pšenice za isto vrijeme njegov sadržaj uopće nije promijenio. U drugom istraživanju, kukuruz je za šest sati razgradio 96 % atrazina, a zob samo 2 % (Šarić, 1980). Cole i sur. (1987) u pokušaju da odrede osnovu selektivnosti klorsulfurona ispitali su njegovo usvajanje, translokaciju i metabolizam za različite tolerantne i osjetljive biljke. Rezultati njihovog istraživanja govore da nije bilo korelacije između selektivnosti i procesa usvajanja i translokacije. Nasuprot tome, postojala je jasna veza između fitotoksičnosti i količine metaboliziranog klorsulfurona. U mladim biljkama osjetljivog pamuka, soje, gorušice i šećerne repe nakon 24 sata ostalo je neizmijenjeno 80 – 97% primijenjenog herbicida. U tolerantnim vrstama, kao što su pšenica, ječam, divlja zob, jednogodišnja vlasnjača neizmijenjeno je ostalo samo 10 % primijenjenog herbicida. Barić (2008) navodi kako se u kukuruzu (ali ne u svim genotipovima) herbicid rimsulfuron vrlo brzo inaktivira (šest sati nakon primjene), dok je u

ščiru (*Amaranthus retroflexus*) i 24 sata nakon primjene ostalo oko 90 % neprimijenjenog (nije inaktiviran) herbicida što govori da je ova vrsta osjetljiva na rimsulfuron.

U interakciji važnu ulogu imaju **okolišni uvjeti**. U prvom redu tip tla, temperatura tla i zraka te količina oborina. Tako npr. uspješna primjena zemljišnih herbicida s gledišta selektivnosti i herbicidnog učinka ovisi o sadržaju humusa i koloida gline u tlu, odnosno ovisi o potencijalu adsorpcijskog kompleksa tla. Tla s visokim sadržajem organske tvari i gline imaju visok potencijal adsorpcije što izravno utječe na herbicidno ali i na selektivno djelovanje (Spark i Swift, 2002).

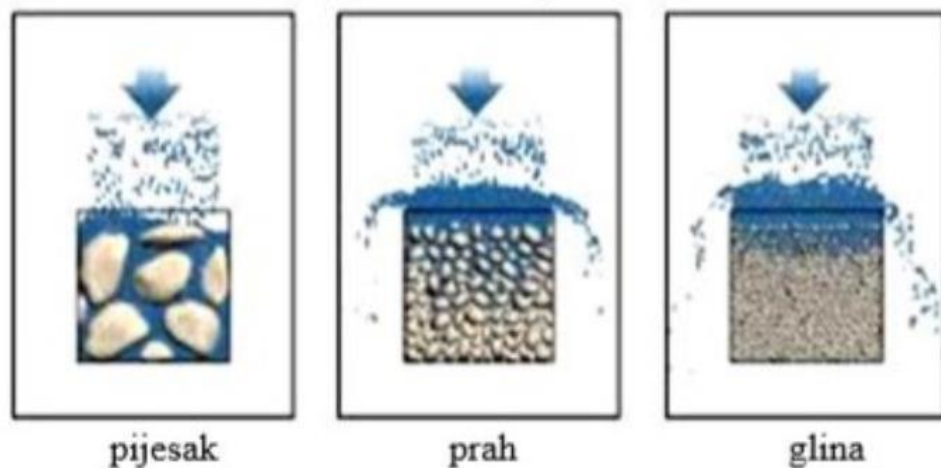
Postoji mnogo načina gdje okoliš djeluje na selektivnost herbicida. Svojstva tla određuje koliko je herbicid koji se primjenjuje na tlu dostupan za djelovanje. Pjeskovita lagana tla, s niskim sadržajem organskih tvari, herbicidno su aktivnija ali i manje selektivna od glinenih tala s visokim sadržajem organske tvari za istu količinu primijenjenog herbicida. Navodnjavanje ili količina padalina utječu na dubinu do koje se herbicidi mogu premjestiti u tlo, a sve to može povećati ili smanjiti selektivnost herbicida. Temperatura utječe na brzinu transporta herbicida u biljci, brzinu biokemijskih reakcija, rast biljaka, stres biljaka i u konačnici selektivnost herbicida. Vjetar, relativna vlažnost, insekti, biljni patogeni i nutritivni status također utječu na rast biljaka i stres koji može povećati ili smanjiti selektivnost herbicida (Cudney, 1996).

Tlo je vrlo važan faktor jer o tipu tla ovisi doza herbicida. Pravilnom dozacijom smanjuje se mogućnost fitotoksičnog učinka herbicida. Adsorpcija zemljišnih herbicida na koloide tla (adsorpcijski kompleks), s gledišta herbicidne aktivnosti i selektivnosti, najvažniji je proces. Adsorpcijom molekula herbicida na čestice tla smanjuje se njihova pokretljivost, odnosno dostupnost herbicida korijenu korovne biljke jer se herbicid ne nalazi u tekućoj fazi tla. Na adsorpciju herbicida utječe veliki broj činitelja pri čemu najvažniju ulogu imaju tekstura i struktura tla, sadržaj vode u tlu i pH vrijednost (Barić i Pintar, 2018). Adams (1973.) navodi kako na adsorpciju utječe nekoliko čimbenika a to su: fizikalno-kemijske značajke herbicida (topljivost u vodi, hidrofobnost i konstanta disocijacije), vrsta prisutnih koloida u tlu, pH tla, vrsta adsorbiranih kationa, sadržaj vlage u tlu i vrijeme doticaja herbicida s tlom.

Desorpcija je fizikalno-kemijski proces koji dovodi do oslobađanja vezanih tvari, npr. herbicida s čestica tla. Do desorpcije može doći ako su molekule slabo vezano za adsorbent i

ako dođe do promjena u fizikalno-kemijskim značajkama tla (Bailey i White, 1964). Herbicid kojeg biljka usvoji putem lišća se transportira floemom (asimilatima), dok se herbicid apsorbiran iz tla transportira putem ksilema (transpiracijskim putem, odnosno putem vode i minerala) (Ostojić, 1989). Nakon primjene zemljišnih herbicida vrlo mali udio apsorbiraju biljke jer se veći dio herbicida prenosi kroz razne dijelove okoliša. Najvažniji načini prijenosa herbicida s mjesta primjene jesu isparavanje u atmosferu, spiranje s površine tla (osobito na nagnutim terenima) i ispiranje u dublje slojeve tla (Barić i Pintar, 2018).

Otopina tla i pripadajući topljivi ili desorbirani herbicid mogu se kretati unutar profila tla. Herbicidi koji se ispiru vertikalno kroz profil tla potencijalno mogu dospjeti u podzemne vode (Carter, 2000). Ispiranje herbicida, osim o svojstvima samog herbicida i klimatskim prilikama, znatno ovisi i o teksturi tla. Tako je ispiranje više izraženo u pjeskovitim i praškastim tlima zbog bržega kretanja vode u takvim tlima nego u glinastim tlima u kojima je kretanje vode i zraka ograničeno, što su autori prikazali u crtežu 4. Isto vrijedi i za proces spiranja. Ako tlo ima visok sadržaj organske tvari i čestica gline, te ako je herbicid u vodi slabo topljiv, veći dio primijenjene dozacije adsorbirat će se u plitkom površinskom sloju te ga ni veća količina oborina neće premjestiti u dublje slojeve (Barić i Pintar, 2018).



Crtež 2.4. Utjecaj teksture tla na ispiranje zemljišnih herbicida

Površinsko kretanje vode i herbicida događa se kada imamo veliku količinu oborina u kratkom vremenu, s površinskom vodom se kreću vodotopivi ostatci herbicida što nazivamo spiranje. Na proces spiranja utječu razni faktori, među kojima su najvažniji: nagib tla, biljni pokrov, stabilnost strukturnih agregata tla, intenzitet oborina, formulacija herbicida i vrijeme

od njegove primjene, fizikalno-kemijske značajke herbicida i stupanj adsorpcije. Općenito, gubici herbicida površinskim otjecanjem su najveći kada se nedugo nakon nanošenja herbicida na površinu tla javljaju obilne kiše ili prekomjerno navodnjavanje (Navarro i sur., 2007). Kako navode Barić i Pintar (2018) spiranje herbicida nastaje kad je akumulacija vode na površini tla, zbog jakih padalina, vjetra, erozije i/ili nagiba terena, izraženija od infiltracije vode u tlo.

2.1.2. Antagonizam i fitotoksičnost

Kako je uvodno navedeno, u praksi se često istodobno primjenjuje više agrokemikalija. Malo je podataka o tome koji se pripravci mogu međusobno miješati, odnosno kombinirati. Pri miješanju sredstva za zaštitu bilja moguće je da se ona u kombinaciji ponašaju drugačije nego kad se primjenjuju pojedinačno. To često dovodi do fizikalno-kemijske inkompatibilnosti kombinacija, ali i do promijenjenog učinka na tretiranu biljku i štetne organizme koji se suzbijaju. Najčešći negativan učinak na tretiranu biljku je pojava fitotoksičnog učinka. U tom slučaju biljka može reagirati simptomima vidljive ili nevidljive fitotoksičnosti. Fitotoksičnost je pojava privremenog (prolaznog) ili trajnog oštećenja vegetativnih ili generativnih organa, usporavanja ili potpunoga zaustavljanja klijavosti te fizioloških i morfoloških promjena, a događa se nakon aplikacije jednog ili više pesticida na biljku (Bažok i Cenko, 2016). Naime, nisu poznate reakcije i posljedice na usjev. Maceljski (1967) navodi primjer kako je fention primijenjen protiv žitnih stjenica zajedno s herbicidom 2,4, -D izazvao fitotoksičnost na pšenici, dok svaki pesticid primijenjen zasebno nema takvo djelovanje. Pretpostavka je da je alkalni herbicid ubrzao razlaganje i time povećao fitotoksičnost fentiona.

Vrlo su česti slučajevi inkompatibilnosti uvjetovani formulacijom. Uvijek treba poštivati pravilo da se mogu sigurno miješati samo istovrsni oblici pripravka: WP + WP, EC + EC. Svaki korisnik sredstava za zaštitu bilja prije svake primjene treba obavezno pročitati uputu za primjenu i strogo se pridržavati navedenog kako bi se izbjegle eventualne negativne posljedice primjene. Ponekad se miješaju dva ili više sredstava različitih formulacija. Ako u uputi nema podataka o miješanju potrebno se pridržavati sljedećih pravila: kod različitih oblika formulacija potrebno se pridržavati sljedećeg redoslijeda miješanja: vodotopivi koncentrat (SC) > koncentrirana suspenzija (SC,KS,FL) > močivo prašivo (WP) > vodotopive granule (WG,WDG,DF) > suspoemulzija (SE) > koncentrat za emulziju (EC) > tekuća koncentrirana

emulzija u vodi (EW). Okvašivači, sredstva za poboljšanje prijanjanja ili folijarna gnojiva dodaju se u spremnik prskalice na kraju¹.

Shaw i Wesley (1993.) u svojim istraživanjima navode kako primjena herbicida u kombinaciji s drugim herbicidima zbog proširenja spektra djelovanja na korove može utjecati na apsorpciju istog. U svome istraživanju su tretirali vrstu *Xanthium strumarium* kombinacijom C-klorimurona i acilflurofena, i kombinacijom C-klorimurona i laktofena, da bi utvrdili utjecaj navedena dva herbicida na apsorpciju C-klorimurona. Pokazalo se da su acilflurofen i laktofen utjecali na povećanje apsorpcije ovog herbicida. Također, utvrdili su da je utjecaj acilflurofena na apsorpciju bio izraženiji. Nasuprot tome, Hart i sur. (1992) su dokazali da u prisustvu bentazona vrste *Setaria faberi* i *Sorghum bicolor* apsorbiraju manje primisulfurona, nego u njegovom odsustvu. Kalnay i Glenn (2000.) u svom istraživanju navode kako neki herbicidi ne utječu na apsorpciju sulfoniluree. Dokazali su kako je vrsta *Apocynum cannabinum* apsorbirala istu količinu C-nikosulfurona kada je primijenjen u kombinaciji s dikambom, kao i kada je primijenjen bez miješanja s ovim herbicidom.

Podaci o mogućnostima miješanja herbicida u nekim slučajevima prikazani su uz svojstva aktivne tvari i evidentirani su pri registraciji preparata (Tomlin, 2001).

Kompatibilnost preparata u tank-miksu do određenih granica uvjetovana je i kvalitetom vode u kojoj se preparati razrjeđuju prije primjene, te i kvaliteta vode ima utjecaj pri procjeni kompatibilnosti. Utjecaj pH vrijednosti vode na aktivnost herbicida empirijski je potvrđen. Postoje podaci o utjecaju pH vrijednosti vode na biološku efikasnost pesticida u tank-miksu. Mnogi pesticidi su nestabilni u alkalnoj, a potpuno stabilni u slabo kiseloj vodi (Perović i sur., 2005). Vrlo često, uputstvo o primjeni sadrži informaciju o mogućnosti miješanja preparata različitih pH vrijednosti, ali kod nas u deklaraciji ili na pakovanju, ne postoje podaci o pH, te je praktično ova mogućnost van upotrebe (Mitić, 2004). Visoka pH vrijednost često uzrokuje ubrzano razlaganje i smanjuje perzistentnost pripravaka (Marer, 1988). Također, prisustvo raznih soli i organskih tvari može dovesti do smanjenja fizičke i kemijske kompatibilnosti, što za posljedicu može imati fitotoksične manifestacije na biljci domaćinu, zatim umanjenu biološku aktivnosti i perzistentnost. Miješanjem se može narušiti ravnoteža formulacije, jer se u isto vrijeme, u istoj količini vode, ili na istoj jedinici površine

¹ <https://gospodarski.hr/rubrike/zastita-bilja/pravilna-primjena-sredstava-za-zastitu-bilja/> pristupljeno 10. travnja 2022. godine

može pronaći dva ili tri puta više emulgatora, okvašivača, stabilizatora što može biti rizično za tretiranu biljku (Ostojić, 1977).

Ako se herbicidima, koji se primjenjuju poslije nicanja korova, dodaju hraniva kao što su urea amonijev nitrat, amonijev polifosfat i amonijev sulfat, povećava se usvajanje herbicida, jer amonijski kationi povećavaju propusnost stanica. Međutim, kalcij smanjuje propusnost stanica i može neutralizirati učinak amonijevih iona (Beckett i Stoller, 1991).

Iz dosad navedenog može se zaključiti da je kombiniranje različitih agrokemikalija vrlo kompleksno područje i nema jedinstvenih preporuka o istom.

Osim navedenog, vrlo često nalazimo razne primjere oštećenja (fitotoksičnosti) na biljkama koje su uzrokovane najčešće ljudskom nepažnjom. Fitotoksičnost se može pojaviti i kao posljedica „predoziranja“ što znači da je primijenjena previsoka doza nekog herbicida ili neusklađenost dozacije s tipom tla. Događa se da proizvođači ne prate i neka druga ograničenja kod primjene ili kombiniranja herbicida posebno ako je primjena herbicida obavljena u krivo vrijeme u odnosu na razvojnu fazu usjeva koje također mogu izazvati fitotoksičnost na određenom usjevu ili nasadu².

Osim što se procesima usvajanja, translokacije i metabolizma pripisuje uloga u selektivnosti herbicida, jednako je važno da navedeni procesi mogu utjecati i na razvoj rezistentnosti pojedinih korovnih vrsta na odgovarajuće herbicide. Naime, uslijed smanjene apsorpcije i translokacije, kao i ubrzanog metabolizma do primarnog mjesta djelovanja može dospjeti manja količina herbicida, od one koja je neophodna za postizanje učinka istog. Također, biljka može preživjeti herbicidni učinak ukoliko raspolaže takvim metabolizmom koji će joj omogućiti da se zaštiti od toksičnih komponenata nastalih u procesu aktivacije herbicida (Powles i Shaner, 2001).

Uzroci pojave fitotoksičnosti mogu biti i primjena herbicida u neadekvatnoj fazi razvoja usjeva, osjetljivost sorte, primjena velikih količina, neadekvatna kombinacija aktivnih tvari u tank miksu, neadekvatna primjena okvašivača i dr. Pored ovih uzroka, pojedinih godina veliki utjecaj na oštećenje usjeva može biti i zbog loših meteoroloških prilika, koji izazivaju stres

² <https://www.savjetodavna.hr/2008/07/22/fitotoksicnost-uzrokovana-nepravilnom-primjenom-herbicida-ili-fungicida/> pristupljeno 20. travnja 2022. godine

usjeva i dešava se da biljke ne mogu dovoljno brzo metabolizirati herbicid, te dolazi do oštećenja usjeva (Marisavljević i sur., 2007).

3. Materijal i metode rada

U cilju utvrđivanja utjecaja selektivnosti kombinacije herbicida s fungicidima, folijarnim gnojivom i regulatorom rasta istraživanje je provedeno u vegetacijskoj sezoni 2021. na ozimnoj pšenici sorte Mia u Jagodnom (Velika Gorica).

Primjena agrokemikalija je obavljena 9. travnja 2021., oprema korištena u aplikaciji je prikazana tablicom 1. Pšenica je u vrijeme tretiranja bila u razvojnoj fazi BBCH 31 i manjim dijelom 32 fazi. Tretmani su primijenjeni u 300 l vode po ha. Uvjeti pri prskanju su bili optimalni, temperatura zraka 10°C i vlažnost zraka 30%. Pokusne parcele su veličine 3 x 5m, 15m, ukupno 21 pokusna parcela, 8 različitih tretmana u slučajnom bloknom rasporedu po 3 repeticije.

Istraživanje je provedeno prema EPPO standardima: PP 1/181(4) *Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including GEP*, PP 1/152(4) *Design and analysis of efficacy evaluation trials* i PP 1/135(4) *Phytotoxicity assessment*.

Fitotoksični učinak je procjenjivan po skali od 0 (bez simptoma) do 100 (potpuno propadanje biljaka). Opći simptomi fitotoksičnosti prema EPPO standardu PP/135(4) uključuju klorozu, nekrozu, zastoj rasta, promjenu boje, deformacije te druge vidljive simptome.

Ocjena fitotoksičnog učinka obavljena je 7 (16. 04. 2021.) i 14 dana (23. 04. 2021.) nakon tretiranja.

Tablica 3.1. Prikaz opreme korištene pri prskanju

	A
Pritisak prskalice (bar)	3
Model dizne	0
Tip dizne	TEEJAI
Visina prskalice od tla (cm)	50
Radna brzina (km/h)	2
Litara na hektar	300

Za utvrđivanje selektivnosti kombinacije herbicida s fungicidima, folijarnim gnojivom i regulatorom rasta od herbicida su korišteni AXIAL 50 EC (pinoksaden) i SARACEN DELTA 550 SC (florasulam + diflufenikan), fungicid PROSARO 250 EC (tebukonazol + protiokonazol), folijarno gnojivo pod šifrom A 18856 (D) te regulator rasta MODUS EVO DC (trineksapak-etil). Tretmani su prikazani u tablici 2.

Tablica 3.2. Tretmani u istraživanju

Br. trt.	Naziv pripravka	Doza, l, kg/ha
1.	Kontrola	-
2.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC	0,8 0,1
3.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC A 18856 (D)	0,8 0,1 1,5
4.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC PROSARO 250 EC	0,8 0,1 1,0
5.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC MODUS EVO 250 DC	0,8 0,1 0,4
6.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC MODUS EVO 250 DC A 18856 (D)	0,8 0,1 0,4 1,5
7.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC MODUS EVO 250 DC PROSARO	0,8 0,1 0,4 1,0
8.	AXIAL 50 EC SARACEN DELTA 550 SC PROSARO A 18856 (D)	0,8 0,1 1,0 1,5

9.	AXIAL 50 EC	0,8
	SARACEN DELTA 550	0,1
	SC	1,0
	PROSARO	1,5
	A 18856 (D)	0,4
	MODUS EVO 250 DC	



Slika 3.1. Oprema korištena u prskanju (Foto: V. Plevnik)



Slika 3.2. Pripravci (Foto: V. Plevnik)



Slika 3.3. Pokusne parcele (Foto: V. Plevnik)



Slika 3.4. Prskanje (Foto: V. Plevnik)

4. Rezultati rada i rasprava

Kako je u prethodnom poglavlju navedeno, ocjena fitotoksičnog učinka obavljena je po skali od 0 do 100. Prema EPPO standardu za procjenu fitotoksičnog učinka ocjena predstavlja % oštećenja nadzemne mase usjeva u odnosu na netretirane biljke (kontrolu). U tablici su prikazana oštećenja pojedinog tretmana ovisno o vremenu ocjenjivanja.

Tablica 4.1. Prosječna ocjena fitotoksičnog učinka ovisno o tretmanu i vremenu ocjenjivanja

Br. trt.	Naziv pripravka	Doza, l, kg/ha	7 dana	14 dana
1.	KONTROLA	-	0,0	0,0
2.	AXIAL 50 EC	0,8	3,7	4,0
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
3.	AXIAL 50 EC	0,8	3,7	4,3
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	A 18856 (D)	1,5		
4.	AXIAL 50 EC	0,8	4,0	7,7
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	PROSARO 250 EC	1,0		
5.	AXIAL 50 EC	0,8	3,0	4,0
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	MODUS EVO 250 DC	0,4		
6.	AXIAL 50 EC	0,8	3,0	7,3
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	MODUS EVO 250 DC	0,4		
	A 18856 (D)	1,5		
7.	AXIAL 50 EC	0,8	7,7	15,3
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	MODUS EVO 250 DC	0,4		
	PROSARO	1,0		
8.	AXIAL 50 EC	0,8	4,7	10,7
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	PROSARO	1,0		
	A 18856 (D)	1,5		
9.	AXIAL 50 EC	0,8	9,3	13,7
	SARACEN DELTA 550 SC	0,1		
	PROSARO	1,0		
	A 18856 (D)	1,5		
	MODUS EVO 250 DC	0,4		

Prema prikazanom vidljivo je da su i herbicidi (tretman 2) primijenjeni bez drugih agrokemikalija izazvali određena oštećenja na lisnoj masi pšenice. Početna oštećenja (3,7 %) nisu imala znatniji progresivni karakter. Kod prvog ocjenjivanja simptomi su bili u vidu bjeličastih pjega nepravilnog oblika (slika 5 i 6) dok su kod drugog ocjenjivanja pjege prelazile u nekrozu. Bjeličaste pjege mogu se povezati sa simptomima koje izazivaju inhibitori biosinteze karotenoida gdje pripada aktivna tvar diflufenikan koja se nalazi u pripravku SARACEN DELTA 550 SC. Što se tiče pripravka AXIAL 50 EC prema podacima FIS-a ne smije se miješati s gnojivima i lužnatim sredstvima³.

Opći simptomi učinka su na svim tretmanima bili isti, a razlikovali su se po intenzitetu. Kad je herbicidima dodano folijarno gnojivo (tretman 3) fitotoksični učinak s istim simptomima nije znatnije povećan. Sličan intenzitet (3,0 i 4,0 %) fitotoksičnog učinka bio je i na tretmanu 5. kad je herbicidima dodan regulator rasta MODUS EVO.

Simptomi oštećenja u odnosu na prethodne tretmane bili su jači (4,0 i 7,7 %) na tretmanu 4 kad je herbicidima dodan fungicidni pripravak PROSARO 250 EC. Prema istom izvoru (FIS) PROSARO 250 EC ne treba miješati s kontaktnim herbicidima i mineralnim gnojivima. Slična oštećenja (3,0 i 7,3 %) na listovima pšenice izazvala je kombinacija herbicida s regulatorom rasta i folijarnim gnojivom (tretman 6).

Najveća oštećenja bila su na tretmanima 7 (herbicid + regulator rasta + fungicid), 8 (herbicidi + fungicid + gnojivo) i na tretmanu 9 gdje u bile primijenjene sve istraživane agrokemikalije. Intenzitet oštećenja bio je izražen već kod prve ocjene (nakon 7 dana) i imao je progresivni karakter. Na tretmanu 7 kod prve ocjene uočeno je da su biljke pšenice neznatno niže nego na ostalim tretmanima. Nešto manja oštećenja (4,7 i 10,7%) bila su na tretmanu 8. Ni na jednom tretmanu nije utvrđena destrukcija biljaka pšenice.

Marisavljević i sur. (2007.) su u svome istraživanju koristili 15 kombinacija herbicida u cilju dokazivanja fitotoksičnosti u soji. Prvo ocjenjivanje je obavljeno 14 dana nakon tretiranja, primijećeni su različiti simptomi oštećenja (naborani listovi, zaostajanje u rastu, nekroza i sušenje listova), a fitotoksičnost se kretala od 0 – 50%. Krajnji rezultati, mjereni vaganjem prvo zelene, zatim suhe mase i prinosom su pokazali kako postoji velika fitotoksičnost kod pojedinih kombinacija herbicida, gdje se prinos kreće od 1.5 – 3 t/ha.

³ <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%2044%20&lan> pristupljeno 2. lipnja 2022. godine



Slika 4.1. Prikaz simptoma fitotoksičnosti (lijevi list) u usporedbi sa kontrolom(desni list) (Foto: V. Plevnik)



Slika 4.2. Prikaz simptoma fitotoksičnosti (desni list) u usporedbi sa kontrolom (lijevi list)(Foto: V. Plevnik)

5. Zaključak

Na temelju provedenog istraživanja mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- svi istraživani tretmani izazvali su određeni fitotoksični učinak na biljke pšenice.
- simptomi fitotoksičnog učinka bili su u vidu bjeličastih pjega nepravilnog oblika koje su kasnije prelazile u nekrozu.
- simptomi su kod prve ocjene (7 dana nakon tretiranja) bili manje izraženi nego kod druge ocjene (14 dana nakon tretiranja).
- herbicidi primijenjeni sami te kombinacije herbicidi + gnojivo i herbicidi + regulator rasta izazvali su najmanja oštećenja (od 3,0 do 4,3 %) i kod prve i kod druge ocjene.
- kombinacija herbicid + fungicid i kombinacija herbicidi + regulator rasta + gnojivo kod druge ocjene imali su znatnija oštećenja (7,7 i 7,3 %) u odnosu na prvu ocjenu.
- najveća oštećenja s progresivnim karakterom izazvale su kombinacije herbicidi + regulator rasta + fungicid (7,7 i 15,3 %), herbicidi + fungicid + gnojivo (4,7 i 10,7 %) te kombinacija herbicid + fungicid + gnojivo + regulator rasta (9,3 i 13,7 %).
- iz rezultata istraživanja može se zaključiti da antagonizmu različitih agrokemikalija u zaštiti bilja treba posvetiti pažnju.

6. Popis literature

1. Adams R. S. (1973). Factors influencing soil adsorption and bioactivity of pesticides. *Residue Reviews*, 47: 1-54
2. Ashton, F. N., i W. A Harvey, (1971). Circular 558. California Agricultural Experiment Station and Extension Service, Berkley.
3. Askew S. D., Wilcut J.D. (2002). Absorption, translocation and metabolism of foliar-applied CGA in 362622 in cotton, peanut and selected weeds. *Weed Science*, 50, 293-298
4. Bailey G. W., White J. L. (1964). Soil-Pesticide Relationships, Adsorption and Desorption of Organic Pesticides by Soil Colloids, with Implications Concerning Pesticide Bioactivity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 12(4): 324-332
5. Barić K. (2008). Osjetljivost roditeljskih komponenti i Bc hibrida kukuruza (*Zea mays* L.) na herbicid nikosulfuron. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
6. Barić K., Pintar A. (2018). Činitelji učinka zemljišnih (pre-emergence) herbicida. *Glasilo biljne zaštite* 3: 330-336
7. Barić, K., Ostojić, Z. (2022). Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2022. godinu. *Glasilo biljne zaštite*, 1-2: 233-310
8. Barić K., Ostojić Z., Šćepanović M. (2014). Integrirana zaštita bilja od korova. *Glasilo biljne zaštite* 5: 416-434
9. Barić K., Ostojić Z., Pintar A. (2017). Biotest metode za utvrđivanje rezidua herbicida u tlu. *Glasilo biljne zaštite* 4: 369-377
10. Barić K. i Ostojić Z. (2000). Mogućnost suzbijanja korova u soji. *Agronomski glasnik* 1-2: 71-84
11. Bažok R., Cenko P. (2016). Fitotoksičnost kombinacija insekticidnih i fungicidnih pripravaka na ukrasnu vrstu *Petunia* sp. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Poljoprivredni institut Osijek, p 35-39
12. Beckett T.H., Stoller E. W. (1991). Effects of methylammonium and urea ammonium nitrate on foliar uptake of thifensulfuron in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, 39: 333-338

13. Boye B., Dieng M., Brillas E. (2002). Degradation of Herbicide 4-Chlorophenoxyacetic Acid by Advanced Electrochemical Oxidation Methods. American Chemical Society.
14. Carter A. D. (2000). Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes. *Weed Research*, 40(1): 113-122
15. Cole D. J., Edwards R., Owen W. J. (1987). The role of metabolism in herbicide selectivity. *Herbicides*, pp 1-55
16. Copping L.G. (2002). Post-emergence herbicides. *Agrow reports*, PJB Publications Ltd., London, UK
17. Crafts, A.S. (1946.). Selectivity of Herbicides. *Plant Physiol.* 1946 July; 21(3): 345-361
18. Cudney, D. W. (1996.). Why Herbicides Are Selective. Department of Botany and Plant Science, University of California, Riverside, CA 92521-0124.
19. Elezović, I. Božić, D., Vrbničanin, S.: Rezistentost korova na herbicide, stanje, uzroci nastanka i mogućnosti sprečavanja pojave rezistentosti. *Pesticidi*, 18 (1), 5-21, 2003.
20. FAO (2011). Save and Grow A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production
21. Ferrell, M. A., Whitson, T. D., Miller, S. D. (1914.). *Basic Guide to Weeds and Herbicides*. College of Agriculture, The University of Wyoming, 1914. WY. 82071
22. Goršić M., Barić K., Galzina N., Šćepanović M., Ostojić Z. (2008). Weed control in maize with new herbicide topramezone. *Cereal Research Communications* 36, Supplement S: 1627-1630
23. Hart S. E., Saunders J. W., Penner D. (1992). Chlorsulfuron – resistant sugaerbeet: Cross-resistance and physiological basis of resistance. *Weed science*, 40, 378 - 383
24. Kojić M., Stanković A., Čanak M. (1972): Korovi biologija i suzbijanje. Institut za zaštitu bilja, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
25. Janjić V. (1977) *Herbicidi*. Institut za primjenu nuklearne energije u poljoprivredi, veterinarstvu i šumarstvu, Beograd
26. Janjić V., Đalović I., Jovović Z. (2004). Apsorpcija, translokacija i metabolizam herbicida sulfonilurea u biljkama. *Poljoprivreda i Sumarstvo; Podgorica* Vol. 50, Iss. 1/2, p;7-27. Sveučilište u Crnoj Gori, Biotehnički fakultet
27. Klingman G. C., Ashton F. M. (1982). *Weed Science, Principles and Practices*, 2nd edition

28. Kišpatić J. (1967). Herbicidi i njihova primjena u poljoprivredi. Sveučilište u Zagrebu. Skripta za studente Poljoprivrednog fakulteta.
29. Kalnay P. A., Glenn S. (2000). Translocation of nicosulfuron and dicamba in hemp dogbane (*Apocynum cannabinum*). *Weed technology*, 14, 476 - 479
30. Maceljki M. (1967). Fitofarmacija. Prvi dio. Sveučilište u Zagrebu, Poljoprivredni fakultet
31. Marer P.J. (1988). The safe and effective use of pesticides. University of California, Division of Agriculture, Natural resources, pp 1-250
32. Marisavljević D., Pavlović D., Poštić D., Konstantinović B., Meseldžija M. (2007). Ispitivanje pojave fitotoksičnosti folijarnih herbicida u usjevu soje. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. *Biljni lekar*, XXXV, 1: 46-51
33. Međimurec, T. (2018). Nepažljiva primjena sredstava za zaštitu bilja. <https://gospodarski.hr/rubrike/zastita-bilja/nepazljiva-primjena-sredstava-za-zastitu-bilja-i-folijarnih-gnojiva/> (pristupljeno 2. veljače 2022.)
34. Mitić N. (2004). Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u SCG. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd, 2004.
35. Navarro S., Vela N., Navarro G. (2007). Review. An overview on the environmental behaviour of pesticide residues in soils. *Spanish journal of agricultural research*, 3: 357-375
36. Ostojić N. (1977). Problemi primjene pesticida. 7. seminar o zaštiti bilja (zbornik radova) Poreč, 1977. str. 573-580
37. Ostojić Z. (1989). Herbicidi i tlo. U: Studija o jedinstvenim kriterijima zagađivača voda, zraka i tla na području SAP Vojvodine i potrebne hitne mjere zaštite na mjestima sa najvažnijim zagađivačima, 319-332
38. Ostojić Z., Šilješ, I. (1982) Problem fitotoksičnog i rezidualnog djelovanja herbicida u pšenici, soji i šećernoj repi. *Poljoprivredne aktualnosti*, 18 (2), 167-176.
39. Perović Z., Inđić D., Klokočar – Šmit Z., Lazić S. (2005). Stabilnost mješavina fungicida, insekticida i mineralnih hraniva zavisno o kvaliteti vode. Poljoprivredni fakultet, odjel za zaštitu bilja i životne sredine, Novi Sad. *Pestic fitomed (Beograd)* 20: 247-254
40. Pimentel D. (1995). Amounts of pesticides reaching the target pests: environmental impacts and ethics, *Journal of Agricultural Environmental Ethics* 8:17-29

41. Powles S. B., Shaner D. L. (2001). Herbicide resistance and world grains. CRC press, London. New York.
42. Puđak J., Bokan N. (2011). Ekološka poljoprivreda – indikator društvenih vrednota; Sociologija i prostor, 49 (2011) 190 (2): 137-163
43. Radetić E., Radetić L., Melnjak I., Grčić I. (2018). Fotokalićka oksidacija tragova herbicida u zraku. Znanstveni rad, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin.
44. Reddy K., Bendixen L. (1989). Toxicity, Absorption, and Translocation of Soil-Applied Chlorimuron in Yellow and Purple Nutsedge (*Cyperus esculentus* and *C. rotundus*). Weed Science, ožujak 1989., pp. 147-151
45. Shaw D.R., Wesley M. T. (1993). Interactin effects on absorption and translocation from tank mixtures of ALS-inhibiting and diphenylether herbicides. Weed technology, 7: 693-698
46. Spark M., Swift S., (2002): Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption, The Science of The Total Environment, 298, 147-161.
47. Šarić T. (1980). Korovi i njihovo uništavanje herbicidima, 4. izd., Sarajevo, Zadrugar, 208 str.
48. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, Volume 418
49. Topolovec D. (2008). Herbicidi i mehanizmi djelovanja, Glasnik bilje zaštite 3: 61-66
50. Wang C.J., Liu Z.Q. (2007). Foliar uptake of pesticides – Present status and future challenge. Pesticide Biochemistry and Physiology 87: 1-8
51. Zimdahl R. (1990). Physiology of herbicide sin plants. Fundamentals of Weed Science, second edition, p 352-370

INTERNETSKI IZVORI:

1. Gospodarski list, zaštita bilja – pravilna primjena (2015.):
https://gospodarski.hr/rubrike/zastita-bilja/pravilna-primjena-sredstava-za_zastitu-bilja/ - pristupljeno 10.travnja 2022. godine
2. Ministarstvo poljoprivrede, uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede (2008.):

<https://www.savjetodavna.hr/2008/07/22/fitotoksicnost-uzrokovana-nepravilnom-primjenom-herbicida-ili-fungicida/> pristupljeno 20. travnja 2022. godine

3. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja na dan:

<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%2044%20&lan> pristupljeno 2. lipnja 2022. godine

7. Životopis

Vilim Plevnik rođen je 22.6.1997. godine u Osijeku. Osnovnoškolsko obrazovanje završio je u Vrpolju, a srednjoškolsko obrazovanje u Srednjoj školi Matija Antun Reljković u Slavonskom Brodu 2016. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij Zaštita bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Sveučilišnim prvostupnikom postao je 2019. godine nakon obrane završnog rada na temu „Utjecaj tretiranja strništa glifosatom na zakorovljenost usjeva soje divljim sirkom“. Iste godine upisuje diplomski studij Fitomedicina na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Član je Kluba studenata Agronomskog fakulteta, te je u periodu 2019. – 2021. bio član Studentskog Zbora Agronomskog fakulteta, s kojim je sudjelovao u organizaciji mnogih događaja. Aktivni je član lovne grupe Jarebica Vrpolje.