

Osjetljivost suncokreta na herbicid mezotrion

Canjuga, Martina

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:204:640651>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-13**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**OSJETLJIVOST SUNCOKRETA NA HERBICID
MEZOTRION**

DIPLOMSKI RAD

Martina Canjuga, bacc. ing. agr.

Zagreb, veljača 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Fitomedicina

Martina Canjuga, bacc. ing. agr.

**OSJETLJIVOST SUNCOKRETA NA HERBICID
MEZOTRION**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Klara Barić
Neposredni voditelj: Ana Pintar, mag. ing. agr.

Zagreb, veljača 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Martina Canjuga**, JMBAG, 0178075202 rođen/a 17.06.1989. u Koprivnici,
izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

OSTJETLJIVOST SUNCOKRETA NA HERBICID MEZOTRION

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 _____

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Martina Canjuga**, JMBAG 0178075202, naslova

OSJETLJIVOST SUNCOKRETA NA HERBICID MEZOTRION

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Izv. prof. dr. sc. Klara Barić mentor

Ana Pintar, mag. ing. agr. neposredni voditelj

2. Prof. dr. sc. Milan Pospišil član

3. Doc. dr. sc. Maja Šćepanović član

ZAHVALA

Ovim putem zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Klari Barić na prijedlogu odabrane teme. Isto tako zahvaljujem se na pruženoj prilici, utrošenom vremenu i svakoj konstruktivnoj kritici tijekom izrade ovog diplomskog rada i cijelog studija. Ponajviše, hvala joj na prenesenom znanju, stručnim i znanstvenim savjetima te nesebičnoj potpori, lijepim riječima, strpljenju i savjetovanju tijekom mog cijelog studiranja.

Zahvaljujem se Ani Pintar, mag. ing. agr. na nesebičnom pružanju informacija, materijala, uloženom vremenu i trudu. Također, hvala joj na razumijevanju, pristupačnosti i pomoći za cijelo vrijeme izrade rada.

Ovim putem također se želim zahvaliti i članovima Povjerenstva, prof. dr. sc. Milanu Pospišilu i doc. dr. sc. Maji Šćepanović na utrošenom vremenu, trudu i stručnom vodstvu prilikom izrade ovog rada.

Najviše se zahvaljujem svojim dragim roditeljima i bratu na velikom odricanju kojim su mi omogućili studiranje, nesebičnoj podršci i razumijevanju tijekom cijelog studija. Manje dobri trenutki koje smo proživjeli o tom razdoblju sada manje važni, predstavljaju važno životno iskustvo kojim smo zajedno uspjeli ostvariti uspjeh. Zato im još jednom od srca, veliko hvala na svemu.

Na kraju se zahvaljujem svim svojim prijateljima na razumijevanju i podršci tijekom studiranja i pisanja ovog rada te svim svojim kolegama na lijepo provedenom vremenu i zajedničkoj suradnji tijekom studija.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Važnost i upotreba suncokreta.....	2
2.2. Morfološka svojstva suncokreta	2
2.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj suncokreta.....	3
2.4. Agrotehnika uzgoja suncokreta	4
2.5. Korovna flora i kompetitivne sposobnosti suncokreta	5
2.6. Mezotrion.....	6
2.6.1. Ponašanje mezotriona u tlu	10
3. CILJ ISTRAŽIVANJA	12
4. MATERIJALI I METODE	13
4.1. Klimatski uvjeti tijekom istraživanja	15
5. REZULTATI I RASPRAVA	16
6. ZAKLJUČCI	20
7. POPIS LITERATURE.....	21
8. ŽIVOTOPIS AUTORA	23

SAŽETAK

Diplomskog rada studentice **Martine Canjuga**, naslova

OSJETLJIVOST SUNCOKRETA NA HERBICID MEZOTRION

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je visokovrijedna poljoprivredna, ratarska kultura pogodna za ljudsku prehranu ali i ishranu stoke. Preporučuje se da u plodoredu na istu površinu dolazi minimalno svake četvrte do šeste godine. Prije sjetve suncokreta vrlo je važno voditi računa o predkultutama odnosno herbicidima koji su korišteni u ranijim predusjevima. Naime, pojedini herbicidi koji se koriste u predkultutama svojim ostacima (reziduama) mogu uzrokovati razne štetne učinke suncokretu. Razdoblje tijekom kojeg neki herbicid ostaje u aktivnom obliku u tlu ovisi prvenstveno o svojstvima molekule (način razgradnje, topljivost u vodi, doza primjene i dr.) i okolišnim čimbenicima (tip tla, temperatura, oborine i dr.). Cilj ovog diplomskog rada bio je, u poljskim uvjetima, istražiti osjetljivost biljaka suncokreta na reducirane (1/8, 1/4, 1/2 preporučene doze), preporučene, dvostruko i četverostruko veće doze herbicida mezotriona. Ocjena učinka istraživanih tretmana utvrđena je subjektivnom vizualnom ocjenom oštećenja (0 – 100 %) u tri navrata (14, 21 i 28 dana nakon tretiranja) te vaganjem svježe i suhe nadzemne mase suncokreta. Rezultati istraživanja ukazuju na porast oštećenja biljaka suncokreta povećanjem doze mezotriona. Najmanji postotak oštećenja (10 %) utvrđen je 14 dana nakon tretiranja primijenom najniže doze (1/8) mezotriona, a najveći (73,3 %) primijenom četiri puta veće doze mezotriona. Tijekom drugog ocjenjivanja (21 dan nakon primjene herbicida), na svim tretmanima utvrđena je progresija inicijalnog oštećenja od 16,6 % kod primjene 1/8 do 95 % kod primjene četiri puta veće doze mezotriona. Kod posljednjeg ocjenjivanja (28 dana nakon primjene herbicida) na svim tretmanima oštećenje je i dalje imalo progresivni učinak, do čak gotovo potpunog propadanja biljaka suncokreta (96,6 %) kod primjene najviše doze. Masa suhe tvari suncokreta na svim herbicidnim tretmanima bila je znatno manja nego na kontroli. Najmanja (10,9 %) redukcija suhe mase utvrđena je primjenom najniže doze mezotriona dok je gotovo potpuno (92 %) reducirana suha masa suncokreta bila na tretmanu gdje je primijenjena četverostruko veća doza.

Ključne riječi: suncokret, rezidue herbicida, mezotrion, doza herbicida

SUMMARY

Of the master's thesis student – **Martina Canjuga**, entitled

SENSITIVITY OF SUNFLOWER ON HERBICIDE MESOTRIONE

Sunflower (*Helianthus annuus* L) is a high – value agricultural crop that is suitable for human consumption and livestock nutrition as well. It is cultivated in rotation, and growing is recommended in same area at least every four to six years. Before sowing of sunflower, it is important to take care of the pre-culture and the history of the use of herbicides in the previous crop. Some herbicides used in previous crop (residues), can lead to a variety of adverse consequences. The time period during which a herbicide remains active in the soil depends primarily on the characteristics of the molecule (degradation, water solubility, dosage, etc.) and environmental factors (soil type, temperature, precipitation, etc.). The aim of this graduate thesis was to investigate the sensitivity of sunflower plants to the use of reduced ($1/8$, $1/4$, $1/2$), recommended, double and four times higher doses of herbicide mesotrione. Evaluation of the effect of the treatment was determined by a visual evaluation of damage (0 - 100%) and by weighing the fresh and dry overhead mass of sunflower. Research results indicate an increase in damage depending on the increase of the mesotrione dose. The lowest percentage of damage (10%) of the overhead mass was recorded 14 days after application of herbicide treatment which is applied the lowest dose ($1/8$ recommended dose) and the highest (73,3%) treatment which is a four times higher of the recommended dose. During the second evaluation (21 days after application), in all treatments, showed an increase of progression initial damage from 16,6% $1/8$ doses of mesotrione to 95% with four times higher than recommended dose. At the last evaluation (28 days after application) at all treatments, damage continued to have a progressive effect, up to almost complete decay of sunflower (96,6%) at four times higher dose. Dry mass (dry weight) sunflower to all herbicidal treatments was considerably less than control. The minimum (10,9%) reduction of dry weight was recorded on treatment with the lowest dose applied while the four times higher dose of mesotrione than recommended caused almost completely (92%) reduction of sunflower plants.

Key words: sunflower, herbicide residues, mesotrione, reduced doses

1. UVOD

Kultivirani suncokret (*Helianthus annuus* L) je jednogodišnja ratarska kultura iz porodice glavočika (Asteraceae) porijeklom s jugozapada sjeverne Amerike, Perua te Meksika (**Gagro, 1998**). U Republici Hrvatskoj suncokret je najvažnija uljna kultura koja se uglavnom uzgaja na istoku Hrvatske, istočna Slavonija i Baranja. Prinosi ove visokovrijedne uljne kulture kreću se oko 2,68 t/ha. Na sortnoj listi Republike Hrvatske nalazi se ukupno 70 registriranih hibrida suncokreta¹.

Iako zbog sjetve u redove relativno velikog međurednog razmaka (70 cm), korovi imaju dovoljno prostora za rast i razvoj, suncokret je zbog brzog vegetativnog razvoja, snažne nadzemne mase i jakog korijenovog sustava, vrlo kompetitivna kultura u odnosu na korove (**Barić, 2014**). Suncokret je osjetljiv na uzgoj u monokulturi, stoga je obavezno poštivati minimalno 5 – 6 godišnji plodored. Najpovoljnije predkulture suncokretu su pšenica i druge strne žitarice, dok je kukuruz slabiji predusjev jer ostaci herbicida primjenjenih u usjevu kukuruza mogu imati štetno djelovanje na suncokret (**Gagro, 1998**). Šećerna repa i lucerna koriste vodu i hraniva iz dubljih slojeva tla pa ih također nije dobro kombinirati u plodoredu sa suncokretom gdje nema dovoljne količine padalina tijekom godine. Suncokret je dobar predusjev za većinu ratarskih kultura (**Pospišil, 2013**).

Uz poštivanje pravilne plodosmjene, iznimno je važno poznavati i fizikalno – kemijska svojstva herbicida koji se primjenjuju u predkulturama. Neki herbicidi imaju naglašenu perzistentnost pa rezidue ostaju aktivne čak i nakon žetve odnosno sjetve naredne kulture u plodoredu i na taj način mogu nanijeti štete usjevu. Dodatno, ponašanje i manje perzistentnih herbicida u određenim uvjetima, ovisno o pedo-klimatskim čimbenicima može se promijeniti. Stoga je vrlo važno poznavati svojstva tla na kojima planiramo uzgoj određene kulture ali i uzeti u obzir klimatske uvjete određenog područja.

Mezotrion je herbicid slabe adsorptivne sposobnosti čije ponašanje u tlu ovisi o sadržaju i tipu koloida, temperaturi, vlazi i pH vrijednosti tla. Kao slaba kiselina mezotrion je lako topiv u vodi i relativno isparljiv u tlu ali unatoč tomu ne kontaminira podzemne vode jer se brzo razgrađuje. Poluvijek razgradnje (DT₅₀) mezotriona iznosi 5 – 18 dana (**Barchanska i sur., 2015**) što ga svrstava u herbicide povoljnih ekoloških svojstava. No, kako je ponašanje herbicida u tlu vrlo kompleksno i pod utjecajem velikog broja činitelja tako se i ponašanje mezotriona u određenim pedo-klimatskim uvjetima može promijeniti. Stoga se uobičajena ograničenja plodoreda nakon primjene mezotriona proširuju u pojedinim uvjetima kako bi se izbjegle štete na nadolazećim kulturama. Ograničenje primjene mezotriona odnosi se na: šećernu i stočnu repu, ciklu, salatu, špinat, grašak, grah, te ostale *Phaseolus* i *Vicia* vrste, koje se 24 mjeseca nakon primjene mezotriona ne smiju sijati na istoj površini. Ograničenja za sjetvu suncokreta nakon primjene mezotriona nema, ali je u proljeće prije sjetve potrebna dublja obrada tla².

¹ <https://www.hcphs.hr> Pristupljeno: 23.12.2017.

² <https://www.syngenta.hr> Pristupljeno: 20.12.2017.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Važnost i upotreba suncokreta

U Hrvatskoj je po proizvodnji jestivih biljnih ulja suncokret najvažnija uljarica, ispred masline, soje, uljane repice i uljne buče (**Pospišil, 2013**). U Hrvatsku je suncokret prenesen iz Austrije tijekom Prvog Svjetskog rata, a na većim površinama se uzgaja od 1930. godine nakon izgradnje tvornica ulja u Zagrebu (1916.) i Čepinu (1942.) (**Pospišil, 2013**). Njegov značaj proizlazi iz kvalitete njegova sjemena koje sadrži 46 – 54 % ulja (**Pospišil, 2013**), 18 % bjelančevina, 26 % celuloze, 10 % nedušičnih tvari i 3 % minerala (**Vratarić i sur., 2004**). Suncokretovo ulje koristi se u domaćinstvima, a u industrijskoj preradi služi za proizvodnju margarina, majoneza, biljnih masti i drugih prehrambenih proizvoda na uljnoj bazi. Vrlo je važno spomenuti i suncokretovo ulje s visokim postotkom oleinske kiseline koje je po sastavu masnih kiselina slično maslinovu. Također služi i za ishranu stoke kao silaža (uz dodatak lucerne, stočnog kelja) ili zelena krma. U odnosu na sojinu sačmu, ima niži sadržaj kalorija, lizina i metionina. Ostaci nakon žetve mogu se koristiti kao biomasa. Isto tako, suncokret je vrlo važna medonosna biljka (u fazi cvatnje proizvodi do 40 kg/ha nektara i do 80 kg/ha peludnog praha) pa se tako s jednog hektara može dobiti 15 – 100 kg meda (**Pospišil, 2013**). Ljuske sjemena koje se prilikom prerade odvajaju od jezgre mogu se upotrijebiti kao gorivo.

Agrotehnička je važnost suncokreta također vrlo značajna. S obzirom da se proizvodi na većim površinama, važna je kultura za plodored (**Gagro, 1998**). Suncokret je kultura koja ranije napušta tlo stoga je dobar predusjev za ozime žitarice (**Pospišil, 2013**). Suncokret je dobra predkultura jer ostavlja čisto i plodno tlo za naknadni usjev, a može se uzgajati kao uljani ili proteinski te glavni, naknadni ili postrni usjev (**Gagro, 1998**).

2.2. Morfološka svojstva suncokreta

Kultivirani suncokret (slika 1) (*Helianthus annuus* L.) je jednogodišnja ratarska biljka s velikim variranjem u morfološkim svojstvima, ovisno o genotipu i okolišu (**Pospišil, 2013**). Suncokret ima vretenast korijen te jako dobro razvijen korijenski sustav koji prodire u dubinu više od 2 metra (**Gagro, 1998**). Korijen ima veliku moć upijanja, tako da je sposoban dobro iskoristiti vodu i hranjive tvari iz dubljih slojeva tla kao i teže topivih oblika (**Vratarić i sur., 2004**). Stabljika suncokreta je uspravna i robusna. U početku je nježna, tanka i lako se lomi, a starenjem postaje gruba, odebljala i odrvenjava. Pri povećanom intenzitetu svjetlosti i pri nedostatku vlage, visina stabljike se smanjuje, a pri kasnijim rokovima sjetve stabljike su obično kraće i takve sorte koriste se uglavnom za stočnu hranu (**Seiler, 1997, cit. Vratarić i sur., 2004**). Listovi su na stabljici raspoređeni naizmjenično, od križnog do spiralnog rasporeda, izuzev 2 – 3 para najnižih koji su nasuprotni. Hibridi uljnog suncokreta koji su najzastupljeniji na našim proizvodnim površinama najčešće imaju 23 – 32 lista po stabljici, dok hibridi duže vegetacije imaju veći broj listova, nego sorte ili hibridi kraće vegetacije (**Vratarić i sur., 2004**). Cvjetovi suncokreta su skupljeni u cvat – glavicu (*capitulum*), koja

se nalazi na vrhu stabljike i bočnih grana (**Pospišil, 2013**). Cvat se sastoji od lože cvata na kojoj se nalaze cjevasti (plodni) i jezičasti (neplodni) cvjetovi. Na donjem dijelu plodnog dijela cvijeta nalazi se nektarij koji ispušta nektar za privlačenje kukaca (**Gadžo i sur., 2011**). Plod suncokreta naziva se roška (*achenium*), u praksi poznata kao zrno ili sjeme. Crnu boju sjemenke imaju pretežito uljni tipovi suncokreta, a neuljni na crnoj ili sivoj podlozi imaju bijele, sive ili smeđe pruge. Ljuska sjemena je dosta čvrsta zahvaljujući tvari fitomelanu koji formira takozvani „pancirni“, crni sloj koji sprječava prodor suncokretovog moljca u sjemenku (**Pospišil, 2013**).



Slika 1. Suncokret u cvatnji
(Foto: Canjuga)

2.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj suncokreta

Suncokret troši velike količine vode. Tijekom vegetacije potrebno mu je u prosjeku 600 – 900 mm vode (**Vratarić i sur., 2004**). Na pomanjkanje vode najosjetljiviji je u vrijeme oblikovanja glavica i nalijevanja sjemena. Tada se smanjuje promjer glavica i broj cvjetova, a kasnija suša utječe na smanjenje priroda i sadržaj ulja (**Gagro, 1998**).

Temperatura ima važnu ulogu u proizvodnji suncokreta. Najniža temperatura za nicanje iznosi 8 °C, a za ujednačeno i brzo nicanje potrebna je suma efektivnih temperatura od 96 – 120 °C na dubini od 5 cm (**Pospišil, 2013**). Tek iznikle biljke suncokreta mogu podnijeti kratkotrajni mraz do -5 °C (**Marić i sur., 1988., cit. Pospišil, 2013**) dok u fazi 3 – 4 lista mraz može oštetiti vegetativni vrh. Temperatura ima veliki utjecaj i na sintezu ulja. Najpovoljniji su uvjeti, u fazi intenzivne sinteze ulja pri temperaturama između 20 – 25 °C, a u fazi cvatnje 20 – 26 °C. Isto tako, pri temperaturama nižim od 19 °C ovi se procesi usporavaju, smanjuje se postotak ulja u sjemenu i produžuje vegetacija (**Pospišil, 2013**). Također, temperature veće od 35 °C i visoka relativna vlaga (iznad 80 %) zraka smanjuju sadržaj linolne a povećavaju sadržaj oleinske kiseline (**Vrebalov, 1989., cit. Pospišil, 2013**). Nepovoljni ekološki uvjeti (suhi vjetrovi, visoke temperature, nedostatak vlage u tlu) u prvom dijelu formiranja sjemena

povećavaju postotak praznih sjemenki i uzrokuju nizak postotak ulja u sjemenu dok isti uvjeti u drugom dijelu formiranja sjemena utječu na smanjenje mase 1000 sjemenki (**Pospišil, 2013**).

Suncokret za rast i razvoj traži puno svjetla, odnosno potrebno mu je osigurati položaje koji su većinu dana izloženi suncu. Na zasjenjenim položajima stabljika se izdužuje, te postaje lomljiva i krhka. Stoga rast i razvoj suncokreta ne ovise toliko o duljini dana koliko o količini i kvaliteti sunčevog svjetla koje je potrebno u određenim fazama razvoja (**Pospišil, 2013**). Pravilnim sklopom i rasporedom biljaka može se osigurati potrebno svjetlo za uspješan rast i razvoj (**Gagro, 1998**).

Suncokret je kultura kojoj najviše odgovaraju plodna tla, bogata humusom, rahlog i strukturnog oraničnog sloja te slabo kisele do neutralne reakcije (pH 5,7 – 8). Drugim riječima, odgovarajući tipovi tla su černoze, smeđa tla, duboka ritska tla, aluvijalna i slična. Skeletna plitka tla mu ne odgovaraju, a također pjeskovita i močvarna tla u pravilu treba izbjegavati (**Gagro, 1998**). Na spomenutim, slabije plodnim tlima, u skladu s prethodnom analizom tla, treba pojačati gnojdbu, a na kiselim tlima obaviti kalcizaciju tla. Tla za sjetvu suncokreta ne bi trebala sadržavati veće količine dušika jer će one utjecati na razvoj bujne lisne mase i glavice za koje se troši znatna količina vode, a biljke će biti slabije otporne na sušu, bolesti i ostale nepovoljne uvjete (**Pospišil, 2013**).

2.4. Agrotehnika uzgoja suncokreta

Suncokret u proizvodnji ne podnosi monokulturu niti uzak plodored te se na istu površinu može sijati tek nakon minimalno 4 – 5 (6) godina (**Lešić i Hrgović, 2017**). Najbolji predusjevi za suncokret su strne žitarice i okopavine. Dok je suncokret vrlo dobar predusjev za većinu ratarskih kultura pogotovo za strne žitarice. Šećerna repa i lucerna loši su predusjevi osobito ako su suše i ako se ne nadoknadi potrošena voda iz dubljih slojeva tla. Kukuruz je također loš predusjev suncokretu jer se kasno bere i ostavlja mnogo žetvenih ostataka što utječe na kvalitetnu obradu tla (**Pospišil, 2013**).

Ako su predkulture strnine, obrada tla započinje prašenjem nakon žetve na 12 – 15 cm (**Pospišil, 2013**). Najvažnije je duboko jesensko-zimsko oranje u rujnu ili tijekom listopada, ne dublje od 30 – 40 cm uz poželjno zaoravanje mineralnih gnojiva. Na težim tlima, preporučuje se brazdu zatvoriti u jesen, tanjuračom, a predsetvenu pripremu najbolje je obaviti u proljeće, sjetvospremačem (**Lešić i Hrgović, 2017**).

Suncokret stvara veliku količinu suhe tvari i usvaja veliku količinu hraniva. Za izgradnju 100 kg suhe tvari potrebno je 3,75 kg dušika, 2,5 kg fosfora i 11 kg kalija (**Lešić i Hrgović, 2017**). Na osrednje plodnim tlima treba osigurati oko 100 kg dušika, oko 120 kg fosfora te oko 140 kg kalija. Na lakšim i nagnutim tlima, dodaje se manje mineralnih gnojiva (zbog ispiranja) u osnovnoj obradi a ostatak se raspodjeli za pripremu tla za sjetvu, startnu gnojdbu i prihranu. Iako se unošenje mineralnih gnojiva zajedno sa sjetvom (startna gnojdba) u pravilu izbjegava, u ovakvim slučajevima dobro ju je primijeniti (**Gagro, 1998**).

Optimalni rok za sjetvu suncokreta je 10. – 20. travnja. Sjetva može započeti kad temperatura tla na dubini od 5 cm iznosi 8 – 10 °C. U istočnoj Hrvatskoj je to najčešće prva ili druga dekada travnja, dok u zapadnom dijelu Slavonije sjetvu suncokreta treba završiti do

kraja travnja. Krajnji rok za postrnu sjetvu suncokreta u istočnoj Slavoniji je kraj lipnja (Pospíšil, 2013).

Dubina sjetve na rastresitim tlima iznosi 5 – 6 cm, dok na težim i hladnijim tlima 4 – 5 cm (Pospíšil, 2013). Za sjetvu uljnog suncokreta obično se koristi 4 – 5 kg/ha sjemena, dok za proteinski suncokret ta količina iznosi 6 – 8 kg/ha sjemena (Pospíšil, 2013).

Kod nas se suncokret najčešće sije u sklopu od 50 000 – 60 000 biljaka/ha ako se uzgaja za zelenu masu, dok sklop biljaka suncokreta koji se uzgaja za sjeme iznosi 55 000 – 65 000 biljaka/ha. Međuredni razmak iznosi 70 cm, a najčešći razmak u redu je 18 – 30 cm. Najkvalitetnija sjetva postiže se pneumatskim sijačicama za širokoredne kulture, pri brzini od 4 – 8 km/h (Pospíšil, 2013).

Krajem kolovoza ili početkom rujna suncokret ulazi u fiziološku zrelost i tada kreće žetva. Prosječni urodi sjemena kreću se od 2,5 – 3 t/ha, a mogući su i do 4 t/ha. U tehnološkoj zriobi sjeme sadrži 12 – 14 % vlage, a za čuvanje u skladištima vlaga treba biti manja od 10 % (Pospíšil, 2013). Optimalno vrijeme košnje zelene mase suncokreta za hranidbu stoke je neposredno prije cvatnje, a za silažu u cvatnji. Prosječni prinosi se kreću od 40 – 60 t/ha zelene mase suncokreta (Pospíšil, 2013).

2.5. Korovna flora i kompetitivne sposobnosti suncokreta

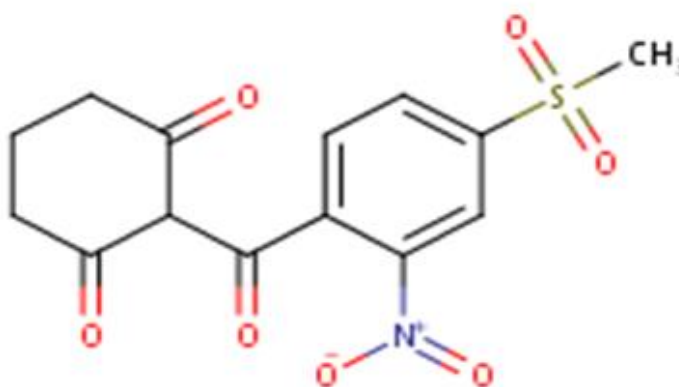
Budući da je suncokret toploljubna, širokoredna (okopavinska) kultura, korovna flora koju nalazimo u usjevima suncokreta je tipična okopavinska. Najzastupljenije su jednogodišnje širokolisne i uskolisne korovne vrste dok su višegodišnji širokolisni korovi zastupljeni u manjem broju (Šćepanović i Barić, 2008). Od jednogodišnjih širokolisnih korova u usjevu suncokreta najčešće se pojavljuju: limundžik (*Ambrosia artemisiifolia*), loboda (*Chenopodium album*), mnogosjemena loboda (*Chenopodium polyspermum*), šćir (*Amaranthus retroflexus*), crna pomoćnica (*Solanum nigrum*), mračnjak (*Abutilon theophrasti*), kužnjak (*Datura stramonium*), sljezolika (*Hibiscus trionum*), perizijski dvornik (*Polygonum persicaria*), pjegavi dvornik (*Polygonum lapathifolium*), čičak (*Xanthium strumarium*) i dr. Jednogodišnje uskolisne vrste u usjevu suncokreta najčešće su zastupljene sa slijedećim vrstama: koštan (*Echinochloa crus galli*), zeleni muhar (*Setaria viridis*), crvenkasti muhar (*Setaria glauca*), svračica (*Digitaria sanguinalis*), vrste roda *Panicum* (vlasasto proso (*Panicum capillare*), glatko proso (*P. dichotomiflorum*) i pravo proso (*P. miliaceum*)) i dr. Jednogodišnje korovne trave u suncokretu prisutne su velikim brojem jedinki po jedinici površine. Višegodišnji širokolisni korovi zastupljeni su sa slijedećim vrstama: poljski osjak (*Cirsium arvense*), poljski slak (*Convolvulus arvensis*), ladolež (*Calystegia sepium*), gavez (*Symphytum officinale*), kiselica (*Rumex obtusifolius*) i dr. Od višegodišnjih uskolisnih korovnih vrsta u usjevima suncokreta najčešće se pojavljuju pirika (*Agropyron repens*), divlji sirak (*Sorghum halepense*) i troskot (*Cynodon dactylon*) (Šćepanović i Barić, 2008).

Suncokret je zbog brzog vegetativnog razvoja i snažne nadzemne mase u odnosu na korove, vrlo kompetitivna kultura. Unatoč tomu, ovisno o vrsti korova i stupnju zakorovljenosti, korovi mu mogu nanijeti štetu, osobito ako su prisutni prije zatvaranja redova. Od nicanja pa sve do faze 4 – 6 razvijenih listova suncokret ima spor vegetativni

porast, što je razlog osjetljivosti na prisustvo korova upravo u tom razdoblju. Zbog toga je važno zaštititi usjev od korova baš u ovom razdoblju. Zbog nedostatka izbora herbicida, suzbijanje širokolisnih korova u suncokretu obavlja se uglavnom u pre-em roku primjene. Nakon šestog lista brzo razvija bujnu nadzemnu masu i korovi koji niču nakon kritičnog razdoblja zakorovljenosti (KRZ) ne nanose mu izravnu štetu (**Barić, 2014**).

2.6. Mezotrion

Mezotrion (slika 2) je herbicid koji spada u skupinu triketona, perspektivnu skupinu herbicida sistemičnog djelovanja čija su herbicidna svojstva 1982. godine otkrili znanstvenici tvrtke Zeneca Ag Products (**Michaely i Kratz, 1986**), danas Syngenta. Iako se njihova herbicidna svojstva spominju 30-ak godina unazad, danas su triketoni relativno nova skupina herbicida čija se uporaba preporučuje u zamjenu za atrazin za primjenu u kukuruzu u zemljama Europske Unije (**Barchanska i sur., 2015**). Znanstvenici Stauffer-a, nekadašnje bivše kompanije Syngente, u Zapadnom istraživačkom centru, Western Research Centre, u Kaliforniji 1977. otkrili su da samo nekoliko biljaka uspijeva rasti ispod stabla biljke *Callistemon citrinus* (slika 3) (**Krämer i Schirmer, 2007, cit. Jović 2014**). Proučavajući njegova svojstva, otkrili da je ovaj spoj tolerantan na primjenu u kukuruzu u pre-em i post-em roku primjene te da pokazuje širok spektar djelovanja za suzbijanje uskolisnih i širokolisnih korovnih vrsta (**Lee i sur., 1997**).



Slika 2. Strukturna formula mezotriona
(Izvor: <https://toxnet.nlm.nih.gov>)



Slika 3. *Calistemon citrinus*

(Izvor: <http://austinnativelandscaping.com>)

Do danas su u svijetu otkrivene tri djelatne tvari iz ove kemijske skupine, sulkotrion, mezotrion i tembotrion, od kojih samo mezotrion i tembotrion imaju dozvolu za korištenje u Hrvatskoj. U 2018. registrirani pripravci na osnovi mezotriona u Hrvatskoj su Callisto 480 SC, Mezmer, Temsa SC i Kideka, dok su ostali pripravci kombinacija mezotriona i jedne ili više djelatnih tvari (**Barić i Ostojić, 2018**).

Pripravci na osnovu mezotriona učinkovito suzbijaju širokolisne korovne vrste: europski mračnjak (*Abutilon theophrasti*), šćir (*Amaranthus spp.*), ambroziju (*Ambrosia artemisiifolia*), rusomaču (*Capsella bursa – pastoris*), lobodu (*Chenopodium album*), kužnjak (*Datura stramonium*), dvornike (*Polygonum spp.*), kiselice (*Rumex spp.*), gorušicu (*Sinapis arvensis*), crnu pomoćnicu (*Solanum nigrum*), čičak (*Xanthium strumarium*), samonikli suncokret i dr. (**Barić i Ostojić, 2018**). Iako u manjoj mjeri, Calisto 480 SC učinkovit je i na travne korove poput koštana (*Echinochloa crus galli*) i svračice (*Digitaria sanguinalis*) ali samo u mlađem razvojnem stadiju (do tri lista) (**Barić i Ostojić, 2018**).

Što se tiče plodoređa, ako je prskanu površinu potrebno prijevremeno preorati, smiju se ponovo sijati kukuruz i kukuruz šećerac. Nakon provedenog dubokog oranja, nema ograničenja za jesensku sjetvu ozime pšenice, pšenoraži, ozimog ječma, ljuljeva, uljane repice, lucerne i djeteline, odnosno proljetnu sjetvu suncokreta i soje te sadnju krumpira. Prije proljetne sjetve suncokreta potrebno je izvršiti dublju obradu tla. Na istoj površini, 24 mjeseca nakon primjene pripravka Callisto 480 SC ne smiju se sijati šećerna repa, stočna repa, cikla, salata, špinat, grašak, grah, ostale *Phaseolus* te *Vicia* vrste³.

Mezotrion je herbicid povoljnih ekotoksikoloških svojstava. Prema Pesticide Properties Database (2018) vrijednost akutne oralne toksičnosti LD₅₀ veća je od 3776 mg kg⁻¹, a kada je u pitanju subkronična toksičnost, LC₅₀ vrijednost najčešće je veća od 5200 ppm-a.

³ <https://www.syngenta.hr> Pristupljeno: 20.12.2017.

Što se tiče toksičnosti mezotriona za vodene organizme, utvrđen je toksičan učinak na alge. Vrijednost EC_{50} iznosi $3,5 \text{ mg l}^{-1}$, što ukazuje na njegovu umjerenu toksičnost na alge. Rezultati ispitivanja toksičnosti za ribe pokazuju nisku toksičnost mezotriona, odnosno njegova LC_{50} vrijednost iznosi više od 120 mg l^{-1} . U istraživanju toksičnosti za pčele, dobivene kontaktne i oralne LD_{50} vrijednosti ukazuju na nisku do umjerenu toksičnost, a kreću se od 11 pa preko $100 \text{ } \mu\text{g pčela}^{-1}$. Budući da se herbicidi primjenjuju izravno na površinu tla, veoma je važno poznavati njihov učinak na prisutne organizme u tlu, odnosno gliste i mikroorganizme koji uvelike doprinose kvaliteti (plodnosti) tla. Što se tiče mezotriona, toksičan učinak na gliste nije utvrđen – LC_{50} vrijednost (14 dana) iznosi $2000 \text{ mg kg}^{-1} \text{ tla}$.⁴

Prema Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), mezotrion je razvrstan kao pripadnik grupe F2 (inhibitori sinteze karotenoida), dok je od strane Weed Science Society of America (WSSA) razvrstan kao pripadnik 27 grupe herbicida (**Anonymus, 2007**).

Kao što je poznato, karotenoidi predstavljaju skupinu biljnih pigmenata koji se nalaze u gotovo svim dijelovima biljke (korijenu, stabljici, listovima, cvjetovima i plodovima) u kojima utječu na izgled (boju), sudjeluju i u procesima sinteze fitohormona i dijelova tilakoida (**Topolovec, 2008**). Najvažniju ulogu obavljaju u kloroplastima parenhimskih stanica gdje su prisutni u stromi te tilakoidnim membranama kao dio fotosintetskog aparata, odnosno neophodni su za fotosintezu te štite klorofil od fotooksidacije jer sudjeluju u raspršivanju sunčeve oksidativne energije. U sintezi karotenoida sudjeluje veći broj enzima, dok herbicidi iz nekoliko kemijskih skupina inhibiraju rad enzima koji kataliziraju sintezu karotenoida. Svaki od njih inhibira sintezu na drugi način, odnosno na drugom mjestu djelovanja (**Barić i Ostojić, 2016**). Ovisno o molekularnom mjestu djelovanja, skupine su razvrstane u F1, F2 i F3 skupine.

Kako je spomenuto, mezotrion pripada F2 skupini koja inhibira sintezu karotenoida blokirajući enzim 4 hidroksi – piruvat dioksigenazu (4 HPPD) (**Mitchell i sur., 2001**). Ovaj enzim kod većine organizama sudjeluje u kataboličkom metabolizmu aminokiselina, fenilalanina i tirozina; katalizira pretvorbu 4 – hidroksifenil piruvata (HPP) i molekule kisika u homogenizat i ugljični dioksid (**Ellis i sur., 1995. cit. Beaudegnies i sur., 2009**). Drugim riječima, djelovanjem mezotriona smanjuje se aktivnost HPPD-a, što rezultira blokadom njegovih funkcija. Izostaje tvorba plastokinona i α – tokoferola čime izostaje tvorba karotenoida, a posljedica je propadanje kloroplasta i stanice membrane. Zbog toga dolazi do blijedenja lišća, u praksi poznatog kao „bleaching“. Zbog nepravilne ishranjenosti i gubitka fotosinteze biljka zaostaje u rastu i razvoju, vene i nekrotizira (**Beaudegnies i sur., 2009**). Glavni metaboliti mezotriona u biljkama su AMBA (2-amino-4-(metilsulfonyl) - benzojeva kiselina) i MNBA ((4-metilsulfonyl)-2-nitrobenzojeva kiselina) (**Jović, 2014**).

Biljka mezotrion apsorbira putem listova, stabljike i korijena odakle se ksilemom i floemom translocira do molekularnog mjesta djelovanja (**Mitchell i sur., 2001**). Prilikom primjene herbicida folijarnom aplikacijom usvajanje mezotriona je iznimno brzo (**Ostojić, 1987**). Šest sati nakon aplikacije, biljka apsorbira 70 – 80 % primijenjene tvari, a već 24 sata nakon aplikacije 70 % aplicirane tvari distribuirala se kroz čitavu biljku. Kod primjene na tek

⁴ <https://www.herts.ac.uk/> Pristupljeno: 02.01.2018.

ponikle korove, manjeg habitusa, vrlo dobru učinkovitost pokazuje i usvajanje preko tla, čak i ako unutar sat vremena nakon aplikacije padne kiša. Tri do pet dana nakon aplikacije dolazi do pojave simptoma, dok je za potpuno propadanje biljaka potrebno dva do tri tjedana. Za razliku od korovnih biljaka, biljka kukuruza vrlo sporo usvaja mezotrion i brzo ga razlaže do netoksičnih metabolita (**Radinojević i sur., 2014**). Pa su tako **Mitchell i sur. (2001)** istraživanjima utvrdili da su korovne biljke 24 sata nakon aplikacije apsorbirale 55 – 90 %, a biljke kukuruza samo 45 % primjenjenog mezotriona. Drugim riječima, selektivnost mezotriona u kukuruzu upravo je rezultat brzog metabolizma (**Wichert i sur., 1999**) te sporijeg usvajanja mezotriona (**Mitchell i sur. 2001**). I upravo su ovo svojstva na kojima se zasniva selektivnost mezotriona prema biljkama kukuruza i to je jedan od razloga zašto je mezotrion našao široku primjenu u praksi (**Radinojević i sur., 2014**).

Djelovanjem mezotriona dolazi do već spomenutog, karakterističnog blijedenja – „bleachinga“ nadzemnih dijelova biljaka uzrokovanog gubitkom klorofila (slika 5). Blijedenje se ponajprije očituje na apikalnom meristemu zbog intenzivnog porasta, zatim u zoni internodija i lisne nervature. Izbljedjelo tkivo nakon nekoliko dana nekrotizira te biljke propadaju (**Barchanska i sur., 2015**).



Slika 4. Simptomi djelovanja mezotriona u kukuruzu
(Izvor: <http://herbicidesymptoms.ipm.ucanr.edu>)

2.6.1. Ponašanje mezotriona u tlu

Najvažniji čimbenici koji utječu na ponašanje mezotriona u tlu su: temperatura, pH, sadržaj organske tvari i vlaga. Konstanta disocijacije (pKa) mezotriona pri temperaturi od 20 °C iznosi 3,12, a porastom temperature se povećava (**Mitchell i sur., 2001**). Najveći utjecaj na adsorpciju mezotriona ima reakcija (pH) tla (**Dyson i sur., 2002**). Istraživano je ponašanje mezotriona u petnaest tipova tala, različitih po mehaničkom sastavu i pH vrijednosti. Pokazalo se da u tlima s nižim pH vrijednostima (kisela tla), bez obzira na sadržaj organske tvari i gline, vrijeme potrebno da se razgradi pola od primijenjene doze bilo je gotovo četiri puta dulje nego u alkalnim tlima. (**Dyson i sur., 2002**). Također, **Barchanska i sur. (2015)** navode značajan utjecaj pH tla na adsorpciju mezotriona u tlu. Prema dobivenim rezultatima, DT₅₀ mezotriona iznosio je 2 – 18 dana ovisno o pH vrijednostima tla. Pri nižem pH (4,2) vrijeme poluraspada mezotriona iznosilo je dva dana, dok je povećanjem pH tla (8,3) vrijeme poluraspada mezotriona u tlu iznosilo 18 dana. To znači da adsorpcija mezotriona na čestice tla u manjoj mjeri ovisi o postotku organskog ugljika u tlu, te potvrđuje činjenicu da je mezotriion slaba kiselina, čija se adsorpcija smanjuje u tlima viših pH vrijednosti, dok u tlima nižih pH vrijednosti mezotriion postaje kation i adsorbira ga organska tvar (**Dyson i sur., 2002**).

Topljivost (Sw) molekule u vodi također je pod utjecajem pH tla. Tako pri pH 4,8 topljivost molekule iznosi 2,2 g/l, dok kod pH 9, iznosi 22 g/l, iz čega je vidljivo da se povećanjem pH tla, povećava i topljivost mezotriona, a samim time i njegova sklonost ispiranju (**Elezović i sur., 2003**).

S kemijskog stajališta mezotriion je poprilično stabilna molekula, koja se u sterilnim tlima šireg raspona pH (5 – 9), 30 dana od primjene degradira na manje od 10 % od početne količine herbicida. Fotodegradacija se također odvija sporo (DT₅₀ iznosi 84 dana) (**Elezović i sur., 2003**). **Barchanska i sur. (2015)** također potvrđuju već spomenuto da na ponašanje mezotriona u tlu utjecaj ima i sunčeva svjetlost. Testirali su dva tipa tla (sterilizirano/nesterilizirano) u različitim uvjetima svjetlosti (svijetlo/tama). Vrijeme raspada mezotriona u steriliziranom tlu koje je bilo izloženo sunčevoj svjetlosti iznosilo je 5 – 9 dana, dok je za nesterilizirano tlo, čuvano u tami vrijeme raspada mezotriona iznosilo 2 – 18 dana. Iz navedenog je vidljivo da sunčeva svjetlost ubrzava razgradnju mezotriona u tlu, dok je smanjenim intenzitetom svijetla, smanjen intenzitet fotokemijske razgradnje mezotriona.

Značajan utjecaj na adsorpciju mezotriona ima i sadržaj vlage u tlu. Tako rezultati poljskih istraživanja **Maeghe i sur., 2002**. pokazuju da u godinama s više oborina intenzitet adsorpcije mezotriona je znatno manji u odnosu na godine s manjom količinom oborina (**cit. prema Riddle, 2012**). Što se tiče ispirljivosti molekule mezotriona utvrđeno je da veliku ulogu ima mehanički sastav tla (**Rouchaud i sur., 2000**). Istraživanja su pokazala da se kod ilovastih i glinenih tala dva mjeseca nakon primjene, mezotriion nalazio u površinskom sloju (0 – 4 cm), a kod kod ilovastih tala se nakon toga premjestio u dublje slojeve tla (15 cm). Iz navedenog je vidljivo da se mezotriion u tlima s većim sadržajem čestica gline čvršće veže za adsorpcijski kompleks tla, dok se kod ilovastih tala premješta dublje u tlo. Budući da je molekula mezotriona anion, podložna je ispiranju, ilovasto tlo nije je u stanju vezati na svoje negativno nabijene čestice koloida tla. U kombinaciji sa svim navedenim, na ponašanje

mezotriona značajno utječe i aktivnost mikroorganizama u tlu. U tlima bogatim organskom tvari, pri većoj vlazi i temperaturi tla povećana je i mikrobiološka aktivnost, a samim time i razgradnja herbicida (**Riddle, 2012**).

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je poljskim mikropokusom utvrditi osjetljivost suncokreta na primjenu uvećanih, preporučene i reduciranih doza herbicida mezotriona.

4. MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je provedeno tijekom 2016. na pokušalištu Agronomskog fakuteta Šašinovec. Sjetva suncokreta obavljena je 30. travnja 2016. Dubina sjetve suncokreta iznosila je 5 cm. Pokus je postavljen po strip-plot shemi u tri repeticije. Veličina osnovne parcelice iznosila je 4,5 m² (1,5 x 3 m). U pokusu je istraživano ukupno sedam tretmana (tablica 1).

Tablica 1. Istraživani tretmani u pokusu.

Br. tretmana	Trgovački naziv pripravka	Vrijeme primjene	Doza, l/ha	Sadržaj d.t. g/ha
1	CALLISTO 480 SC	PRE-EM	0,0375	18
2			0,075	36
3			0,15	72
4			0,3	144
5			0,6	288
6			1,2	576
7	kontrola	☉	☉	☉

Primjena pripravka Callisto 480 SC obavljena je neposredno nakon sjetve suncokreta (slika 5) (pre – em). Istraživanje je obuhvaćalo šest dozacija herbicida. Uz preporučenu dozaciju (144 g d.t. ha⁻¹) istražene su 1/8, 1/4 i 1/2 preporučene te dvostruko (288 g d.t. ha⁻¹) i četverostruko (576 g d.t. ha⁻¹) veća doza od preporučene. Tretiranja su obavljena „Solo“ leđnom prskalicom (slika 6) uz utrošak vode od 200 litara ha⁻¹.

Ocjena osjetljivosti biljaka suncokreta obavljena je linearnom subjektivnom skalom od 0 do 100 %. Ocjena 0 % označava da na biljkama suncokreta nema promjene (u odnosu na biljke suncokreta na kontrolnoj parceli), dok ocjena 100 % označava potpuno propadanje biljaka suncokreta. Prednost ove metode je jednostavnost i ušteda vremena, a nedostatak je variranje rezultata od istraživača do istraživača, na što ukazuje i sam naziv subjektivna. Metoda se sastoji u procjeni prosječnog postotka oštećenja biljaka pojedine kulturne vrste (i jedinki unutar vrste) izazvanog tretiranjem (**Knežević i sur., 2007**). Ocjenjivanje je obavljeno trokratno. Prva ocjena je obavljena 14 dana nakon tretmana, zatim 21 te 28 dana nakon primjene mezotriona. Masa svježe nadzemne mase suncokreta utvrđena je 28 dana nakon primjene, a masa suhe tvari utvrđena je sušenjem svježe nadzemne mase biljaka suncokreta u stacionarnom sušioniku biljnog materijala na temperaturi od 70 °C do konstantne mase.



Slika 5. Pokusna parcela nakon obavljene sjetve
(Foto: Canjuga)



Slika 6. Solo leđna prskalica za primjenu pripravka Callisto 480 SC
(Foto: Canjuga)

4.1. Klimatski uvjeti tijekom istraživanja

Zbog velike važnosti klimatskih uvjeta za temu istraživanja, u tablici koja slijedi prikazane su vrijednosti srednjih dnevnih temperatura zraka i oborina meterološke postaje Sesvete koja je udaljena 7 km od pokusne lokacije Šašínovec.

Tablica 2. Srednje dnevne temperature i količine oborina po dekadama za svibanj 2016.

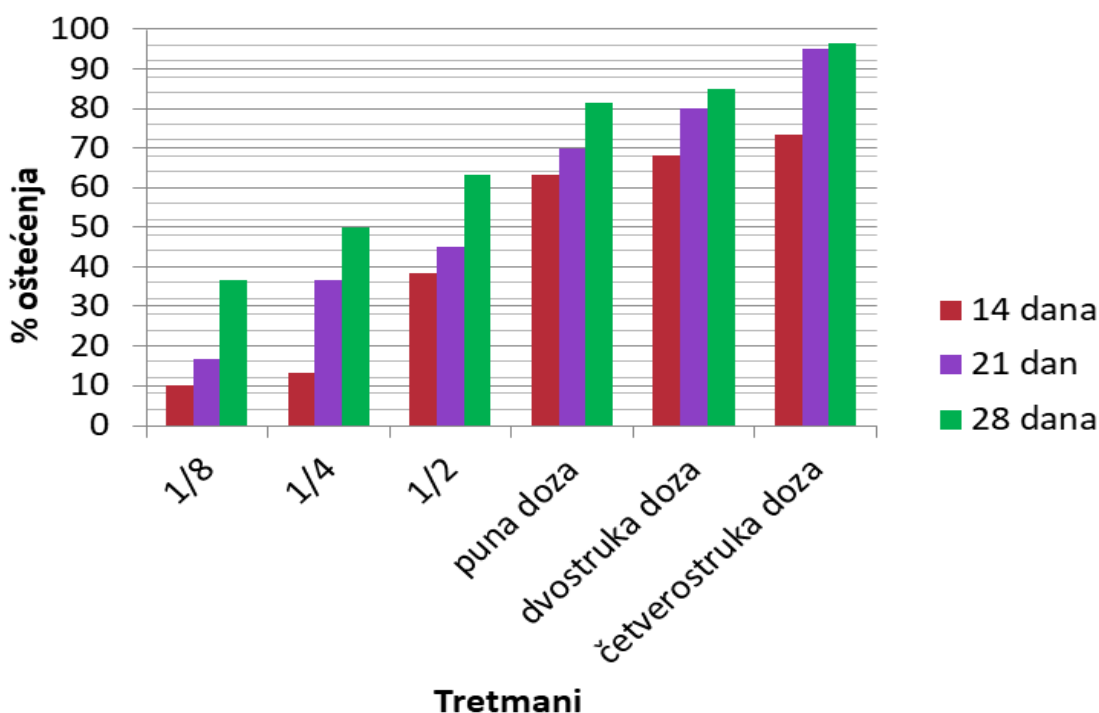
Dekada	Temp. zraka	Višegodišnji prosjek (30 godina)	Odstupanje *	Oborine	Višegodišnji prosjek (30 godina)	Odstupanje *
I	14,3			15,6		
II	13,2			64,8		
III	18,2			14,8		
I – III	15,2	15,8	-0,6	95,5	67,6	27,9

*od višegodišnjeg prosjeka

Srednja dnevna temperatura zraka u svibnju bila je manja za 0,6 °C u odnosu na višegodišnji prosjek. Prosječna minimalna dnevna temperatura zraka u svibnju je iznosila 9,1 °C dok je prosjek maksimalnih dnevnih temperatura iznosio 22,8 °C. Naročito se ističe razlika u količini oborina u odnosu na višegodišnji prosjek za istu lokaciju pa je tako u mjesecu svibnju palo 27,9 mm oborina više od tridesetogodišnjeg prosjeka u istom periodu.

5. REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati fitotoksičnog učinka različitih koncentracija mezotriona na biljke suncokreta grafički su prikazani u grafikonu 1.



Grafikon 1. Prosječna ocjena fitotoksičnog učinka istraživanih tretmana na suncokret 14, 21 i 28 dana nakon tretiranja

Iz grafikona 1 je jasno vidljiv trend povećanja fitotoksičnog oštećenja suncokreta povećanjem dozacije mezotriona, i to u sve tri obavljene ocjene. Također je vidljiv progresivan učinak svih istraživanih dozacija mezotriona. Kod prvog ocjenjivanja biljke suncokreta na kontrolnoj parceli nalazile su se u fazi kotiledona. Kod prve ocjene, 14 dana nakon tretiranja mezotrionom, postotak oštećenja biljaka suncokreta kretao u rasponu od 10 %, kod primjene 1/8 doze mezotriona, do 73,3 % gdje je primijenjena četiri puta veća doza od propisane. Dva tjedna nakon tretiranja palo je 41,6 mm kiše, što je bilo dovoljno da se herbicid aktivira, odnosno dospije u tekuću fazu tla i bude dostupan za usvajanje korijenom. Fitotoksičan učinak mezotriona na biljkama suncokreta očitovao se u vidu blijedenja i kloroze lisnog tkiva.

Kod drugog ocjenjivanja (21 dan nakon tretiranja) utvrđen je porast oštećenja. Pri 1/8 doze mezotriona postotak oštećenja iznosio je 16,6 %, a kod primjene pune doze 70 %. Četverostruko veća doza mezotriona izazvala je postotak oštećenja nadzemne mase od 95 %.

Kod posljednjeg ocjenjivanja (28 dana nakon tretiranja) kad su se biljke suncokreta nalazile u fazi 5 pari listova postotak oštećenja kod primjene najniže doze iznosio je 36,6 % te

se povećavao s porastom dozacije. Tako je kod primjene propisane doze iznosio 81,6 % što je u odnosu na prethodno ocjenjivanje povećanje fitotoksičnosti za 11,6 %.



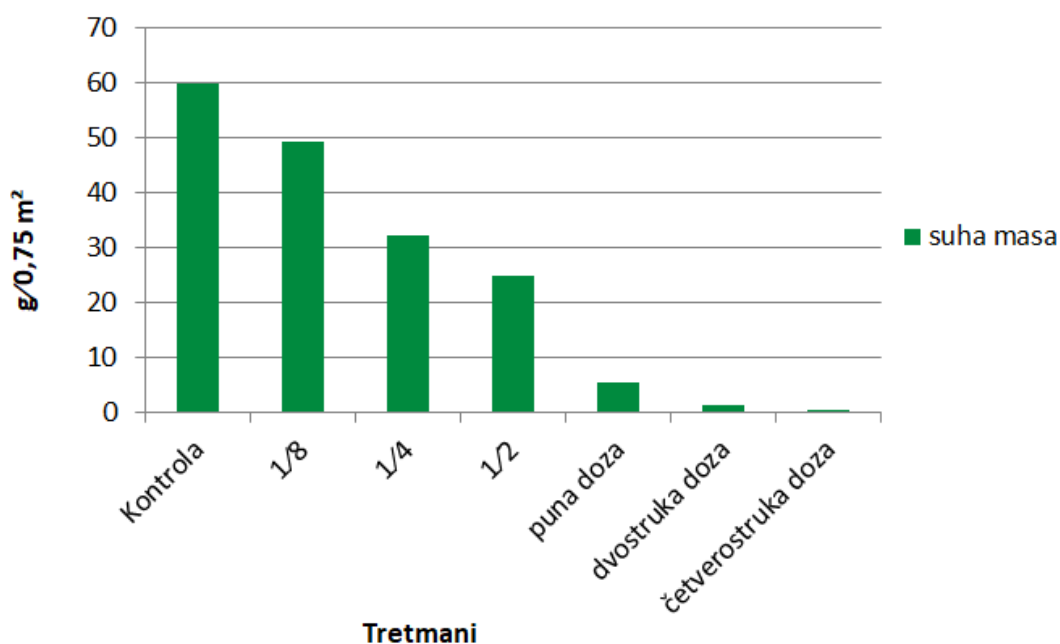
Slika 7. Kontrolni tretman biljaka suncokreta
(28 dana nakon sjetve)
(Foto: Canjuga)



Slika 8. Biljke suncokreta u tretmanu pune doze mezotriona
(na dan vaganja svježe mase)
(Foto: Canjuga)

Abendroth i sur., 2006. su također provodili istraživanje u kojem su utvrđivali utjecaj različitih dozacija mezotriona na suncokret u uvjetima različite vlažnosti tla. Istraživanje je provedeno na dvije lokacije u poljskim uvjetima – na lokaciji gdje je parcela bila u prirodnim uvjetima vlažnosti te lokaciji sa navodnjavanom parcelom. Istraživane doze mezotriona bile su 8,8, 17,5 i 35 g a.t./ha. Aplikacija navedenih doza mezotriona provedena je u post-emergence roku kad se suncokret nalazio u fazi 10-12 listova. Na navodnjavanoj parceli Fitotoksičan učinak mezotriona na biljke suncokreta (12%), utvrđen je već na 1/16 doze mezotriona (8,8 ga.t. ha⁻¹), a primjenom 1/4 doze (35 g a.t. ha⁻¹) iznosio je 30 %. Na nenavodnjavanoj parceli zabilježena su manja oštećenja suncokreta i kretala su se od 9 % kod primjene najniže doze do 13 % kod primjene najviše doze mezotriona. Razlog manjeg oštećenja na nenavodnjavanoj parceli jest taj što se u uvjetima manje vlažnosti više herbicida vezalo za adsorpcijski kompleks tla a manje ga je ostalo dostupno biljci za usvajanje.

U grafikonu 2 prikazan je utjecaj različitih dozacija mezotriona na suhu masu suncokreta.



Grafikon 2. Suha masa nadzemne mase suncokreta

Prema rezultatima prikazanim u grafikonu 2 vidljivo je da je suha masa biljaka suncokreta na svim herbicidnim tretmanima bila znatno manja nego na kontroli. Najmanja redukcija suhe mase (10,9 %) utvrđena je na tretmanu gdje je primjenjena najniža (1/8) doza, dok je gotovo potpuno (96 %) propadanje biljaka suncokreta utvrđeno na tretmanima s dvostruko i četverostruko većom dozom mezotriona od preporučene. Na tretmanu gdje je primjenjivana 1/4 doze mezotriona suha masa suncokreta iznosila 32,27 g/0,75 m², što je za 27,81% manje nego na kontroli. Kod primjene dvostruko niže (1/2) doze mezotriona suha masa iznosila je 24,97 g/0,75 m² što je redukcija od 35,11 % u odnosu na kontrolu. Masa od 5,22 g/0,75m²

dobivena je kod primjene pune doze meotriona što je za 55 % manje u odnosu na kontrolnu parcelu.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na fitotoksična oštećenja suncokreta i primjenom vrlo niskih dozacija meotriona. Iako u dozvoli za primjenu sredstva (Syngeta) nema naznake za ograničenja plodoređa, dobiveni rezultati ukazuju da i smanjene doze meotriona od preporučene izazivaju osjetljivost biljaka suncokreta na meotrion. Stoga, kod sjetve suncokreta na parcelama gdje je prethodnih godina bio primjenjivan herbicid meotrion treba biti oprezan, odnosno napraviti provjeru (biotest) na sadržaj meotriona u tlu kako bi spriječili moguća oštećenja u usjevu suncokreta.

6. ZAKLJUČCI

Nakon provedenog istraživanja osjetljivosti suncokreta na mezotrion moguće je zaključiti sljedeće:

1. Sve istraživane dozacije herbicida mezotriona iskazale su fitotoksičan učinak na biljke suncokreta.
2. Oštećenja u svim tretmanima imala su progresivni karakter.
3. Vizulanom ocjenom oštećenja, 14 dana nakon tretiranja, utvrđena su najmanja oštećenja od 10 (1/8 doze) i 13,3 % (1/4 doze), te 38,3 (1/2 doze) do 73,3 % (četverostruko veća doza). Kod drugog ocjenjivanja (21 dan nakon tretiranja) povećanje oštećenja kretalo se od 16,6 (1/8 doze) do 95 % (četverostruka doza). Kod primjene pune doze postotak oštećenja iznosio je 70% odnosno za 13,3 % više u odnosu na prethodnu ocjenu. Kod posljednjeg ocjenjivanja (28 dana nakon tretiranja), oštećenje biljaka suncokreta kretalo se od 36,6 % (1/8 doze) do gotovo potpunog propadanja biljaka, 96,6 % (četverostruka doza).
4. Suha masa biljaka suncokreta na svim herbicidnim tretmanima bila je značajno manja nego na kontroli. Najmanja redukcija (10,9 %) suhe mase zabilježena je na tretmanu sa najmanjom dozom (1/8) mezotriona, dok je četiri puta veća doza od preporučene uzrokovala gotovo potpuno propadanje biljaka.
5. Kod sjetve suncokreta na parcelama gdje je prethodnih godina bio primjenjivan herbicid mezotrion treba biti oprezan, odnosno napraviti provjeru (biotest) na sadržaj mezotriona u tlu.

7. POPIS LITERATURE

1. **Abendroth, J. A., Martin, A. R., Roeth, F. W.** (2006). Plant response to Combinations of Mesotrione and Photosystem II Inhibitors. *Weed Technology*, 20 (1): 267-274. Weed Science Society of America.
<http://www.bioone.org/doi/full/10.1614/WT-05-020R.1> Pristupljeno, 5.12. 2017.
2. **Anonymus** (2007). Herbicide handbook – ninth edition (ed. Senseman S.A.), WSSA, Lawrence, USA.
3. **Barchanska, H., Kluza, A., Krajczewska, K., Maj, J.** (2015). Degradation study of triketone herbicides on soil and sediments. U: *Journal of Soils and Sediments* 16(1), July 2015. <https://www.researchgate.net>. Pristupljeno, 06.12.2017
4. **Barić, K.** (2014). Zaštita suncokreta od korova. U: Tehnološke upute za integriranu proizvodnju ratarskih kultura za 2014. godinu. Ministarstvo poljoprivrede
5. **Barić, K., Ostojić, Z.** (2016). Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2016. godinu. Glasilo biljne zaštite. 1-2: 225-282
6. **Barić, K., Ostojić, Z.** (2018). Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2018. godinu. Glasilo biljne zaštite, 1-2: 225-285.
7. **Beaudegnies R., Edmunds, A. J., Fraser, T. E., Hall, R., G., Hawkes, T., R., Mitchell, G., Schaetzer, J., Wendeborn, S., Wibley, J.** (2009). Herbicidal 4 - hydroxyphenylpyruvate dioxygenase inhibitors -a review of the triketone chemistry story from a Syngenta perspective. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* (17); 4134 - 4152.
8. **Budimir, M. Radivoljević, R., Brkić, D., Nešković, N.** (2005). Ekotoksikološka svojstva herbicida: Sulfoniluree. *Pestic. Fitomed.* Beograd, 20; 155.
9. **Dyson, J. S., Beulke, S., Brown, C. D., Lane, M. C. G.** (2002). Adsorption and Degradation of the Weak Acid Mesotrione in Soil and Environmental Fate Implications, *Journal of Environmental Quality* 31 (2); 613 - 618.
10. **Elezović, I., Stević, M. Jovanović-Radovanov, K.** (2003). Mezotrion – novi herbicid za suzbijanje korova u kukuruzu. U: *Pesticidi* 18 p245- 256. Poljoprivredni fakultet Zemun, Beograd
11. **Gadžo, D., Đikić, M., Mijić, A.** (2011.): Industrijsko bilje. Univerzitet u Sarajevu. Poljoprivredno – prehrambeni fakultet. Sarajevo
12. **Gagro, M.** (1998). Industrijsko i krmno bilje. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
13. **HCPHS** (2017). Zavod za sjemenarstvo i rasadničarstvo. Sortna lista Republike Hrvatske, veljača 2017. <https://www.hcphs.hr> Pristupljeno 23.12.2017.
14. **Jović, M. S.** (2014). Degradacija triketonskih herbicida primenom unapređenih oksidacionih procesa. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet
15. **Knežević S. Z., Streibig J. C., Ritz C.** (2007). Utilizing R software package for doseresponse concept and dana analysis. *Weed Technology* 21; 840 – 848
16. **Lee, D.L., M.P. Prisbylla, T.H. Cromartie, D.P. Dagarin, S.W. Howard, W.M. Provan, M.K. Ellis, T. Fraser, and L.C. Mutter.** (1997). The discovery and

- structural requirements of inhibitors of p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *Weed Sci.*:601-609.
17. **Lešić, L., Hrgović, S.** (2017). Agrotehnika proizvodnje suncokreta. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu.
 18. **Michaely W. J. i Kratz G., W.** (1986) Stauffer Chemical Company, assignee. March 27. Certain 2 - (2 - Substituted Benzoyl) - 1,3 - Cyclohexanediones. Europe patent 0135191.
 19. **Mitchell, G., Bartlett, D. W., Fraser, T., Hawkes, T. R., Holt, D. C., Townson, J. K., Wichert, R. A.** (2001). Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. *Pest Manage. Sci.* 57; 120 – 128
 20. **Ostojić, Z.** (1987). Osvrt na sadašnje stanje primjene herbicida u ratarskim kulturama. *Poljoprivredne aktualnosti*, 3 – 4; 685 – 695.
 21. **Pospišil, M.** (2013). Ratarstvo – II. dio – industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec
 22. **Radinojević, Lj., Gajić – Umiljendić, J., Marisavljević, D., Anđelković, A., Pavlović, D.** (2014). Primena mezotriona u kombinaciji sa terbutilazinom, nikosulfuronom i S - metolahlorom u kukuruzu. *Zaštita bilja*, 65 (4); 156 - 160.
 23. **Riddle, R., N.** (2012). Field and Greenhouse Bioassays to Determine Rotational Crop Response to Mesotrione Residues. The University of Guelph. Guelph. Ontario. Canada, 10 - 14.
 24. **Rouchaud, J., Neus, O., Eelen, H., Bulcke, R.** (2000). Dissipation and mobility of the herbicide mesotrione in the soil of corn crops. *Mededelingen – Faculteit Landbouwkundige En Toegepaste Biologische Wetenschappen. Universiteit Gent.* 65; 51 - 58
 25. **Syngenta** (2017). Callisto 480 SC, <http://www.syngenta.com/> Pristupljeno: 20.12. 2017.
 26. **Šćepanović, M., Barić, K.** (2008). Korovna flora suncokreta. U: *Glasilo biljne zaštite*. IX, 5: 360 – 362.
 27. **Topolovec, D.** (2008). Herbicidi i mehanizam djelovanja III, Stručni rad: U *Glasnik zaštite bilja* 5/2008
 28. **Vratarić, M., Jurković, D., Ivezić, M., Pospišil, M., Košutić, S., Sudarić, A., Josipović, M., Ćosić, J., Mađar, S., Raspudić, E., Vrgoč, D.** (2004). Suncokret (*Helianthus annuus*). Poljoprivredni institut Osijek
 29. **Wichert R. A., J. K. Townson, D. W. Bartlett, G. A. Foxon.** (1999). Technical review of mesotrione, a new maize herbicide. 1999 Brighton Crop Protection Conference: Weeds.Proceedings of an International Conference, Brighton, UK, 15-18 November 1999. 105-110.

ŽIVOTOPIS AUTORA

Martina Canjuga rođena je 17.06. 1989. u Koprivnici. Osnovnu i srednju školu pohađala je i završila u Koprivnici. Maturirala je 2008. godine u Srednjoj školi Koprivnica, smjer Hotelijersko-turistički tehničar. S obzirom da odrasta u obitelji gdje je poljoprivreda bila svakodnevni dio života, iste godine upisuje Preddiplomski studij Zaštite bilja na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Stjecajem životnih okolnosti, paralelno sa studijem radi puno radno vrijeme na različitim studentskim poslovima, između ostalog i u nekim renomiranim hrvatskim firmama (OPG Franc Arman vinogradarstvo i vinarstvo, CROCPA, Valamar Riviera, Hotel Esplanade Zagreb). Kako nije uvijek bilo moguće uskladiti obveze na fakultetu i puno radno vrijeme, preddiplomski studij završava u rujnu 2014. godine sa završnim radom na temu „Fizikalno suzbijanje korova“, pod vodstvom mentorice doc. dr. sc. Maje Šćepanović. Završetkom preddiplomskog studija stječe akademski naziv sveučilišna prvostupnica (baccalaurea) inženjerka zaštite bilja. Nakon završetka preddiplomskog studija, iste godine u listopadu upisuje Diplomski studij Fitomedicina. U ljetnom semestru, 2015/2016, u sklopu programa CASSE-In i e-kolegija **„Introduction to Scientific Communication“** u koordinaciji Szent István University, Republika Mađarska, odlazi na CASSE konferenciju **„The Role of Life Sciences in Europe's 2020 Strategy“** na Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine „King Michael I of Romania“ u Temišvar. Nakon uspješno završene konferencije sa najvišom ocjenom završava i e-kolegij te stječe dodatne ECTS bodove. Zatim, u sklopu TEMPUS projekta, „Lifelong Learning for sustainable Agriculture in Alps-Danube-Adriatic Region“ (LifeADA program) od 05. – 16. rujna 2016. provodi na međunarodnoj ljetnoj školi u Albaniji (mjesto Korče) na *University of Korca, Faculty of Agriculture*, na temu **„Postharvest technology and marketing of fresh fruits“**. Nakon uspješnog završetka programa stječe certifikat o uspješno završenoj ljetnoj školi te dodatna 4 ECTS boda. Iste godine u listopadu, odlazi na završnu konferenciju u Tiranu, The Final conference in Tirana **„Improvement of educational standards“** gdje zajedno sa ostalim studentima i predstavnicima Sveučilišta prenosi stečena iskustva o ljetnoj školi. Tijekom studija stručnu praksu odradila je na Zavodu za herbologiju na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, OPG Brnobić Davor u Puli te u Udruzi proizvođača i zastupnika sredstava za zaštitu bilja Republike Hrvatske (CROCPA) pod vodstvom izvršne direktorice Irene Brajević. Članica je Hrvatskog društva biljne zaštite (HDBZ). Također, više od 10 godina, volonterski je član Dobrovoljnog vatrogasnog društva Koprivnica.