Utjecaj razvojnog stadija, doze topramezona i adjuvanata na osjetljivost koštana

Šoštarčić, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:778631

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
Diplomski studij
Fitomedicina

Valentina Šoštarčić, bacc. ing. agr.

Utjecaj razvojnog stadija, doze topramezona i adjuvanata na osjetljivost koštana

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET
Diplomski studij
Fitomedicina

Valentina Šoštarčić, bacc. ing. agr.

Utjecaj razvojnog stadija, doze topramezona i adjuvanata na osjetljivost koštana

DIPLOMSKI RAD

Mentor: doc.dr.sc. Maja Šćepanović

Zagreb, 2016

Ovaj diplomski rad je obranjen dana_____ s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu

1. doc.dr.sc. Maja Šćepanović _____
2. doc. dr.sc. Klara Barić _____
3. prof. dr.sc. Zlatko Svečnjak _____

ZAHVALA

Provođenje istraživanja i pisanje ovog diplomskog rada ne bi bilo moguće bez poticaja i motivacije od strane moje mentorice doc. dr. sc. Maje Šćepanović koja me je i potakla na odlazak na Erasmus stručnu praksu u sklopu koje je i ovo istraživanje obavljeno. Zahvaljujem joj se na potpori i tijekom izrade ovog, ali i drugih radova i projekata, na razumjevanju i povjerenju kao i na svom svojem slobodnom vremenu koje je uložila. Bez njezinog truda i zalaganja, moj trud bi ostao nezapažen.

Posebno se zahvaljujem prof. dr. sc. Zlatku Svečnjaku na razumjevanju i pristupačnosti te pruženim savjetima i konstruktivnim kritikama kao i za svu pomoć oko statističke obrade podataka.

Predstojnici Zavoda za herbologiju doc. dr. sc. Klari Barić iskreno se zahvaljujem na pruženoj mogućnosti rada na ovom istraživanju.

Također se zahvaljujem kolegi Dariu Magossu koji mi je znatno olakšao boravak na Erasmus stručnoj praksi na Sveučilištu u Padovi (DAFNAE). Hvala ti na ljubaznosti, vremenu i na svoj pomoći za vrijeme provođenja pokusa.

Dr. sc. Alberto Collavo i dr.sc. Silvia Panozzo zahvaljujem se na velikoj pomoći u realizaciji ideje pokusa i utrošenom vremenu kao i na susretljivosti i strpljenju za moja mnogobroja pitanja tokom izrade pokusa.

Nadalje, želim se zahvaliti dr. sc. Valentini Gasparini za pomoć oko mjerenja pH vrijednosti škropiva u laboratoriju. Želim se također zahvaliti doc. dr. sc. Roberti Masin sa Sveučilišta u Padovi na pomoći, ljubaznosti i podršci tokom provođenja ovog istraživanja.

Zahvaljujem se i Dragojki Brzoji, dipl. ing. agr., stručnoj suradnici Zavoda za herbologiju za vječnu podršku i optimizam te svu tehničku pomoć tijekom razdoblja provedenog na Zavodu za herbologiju.

Najveće hvala mojoj obitelji i prijateljima na bezuvjetnoj podršci i razumjevanju tijekom cijelog školovanja.

V.Š.

ACKNOWLEDGEMENTS

Conducting the research and writing this thesis would not be possible without the encouragement of my supervisor, Assistant professor Maja Šćepanović, who has been my source of motivation and who encouraged me to go on Erasmus Intership, during which I conducted this study. Thank you for the support you have been giving me during the development of this and other works and projects, for the understanding and trust, as well as for all the free time that you have invested in my professional development. Without your hard work and dedication my efforts would have remained unnoticed.

Special thanks to Professor Zlatko Svečnjak for understanding, accessibility, advice and constructive criticism, as well as for all the help with the statistical analysis of data. My sincere thanks go to Assistant professor Klara Barić, Head of the Department of Weed Sciences, for the opportunity of working on this study.

I would like to thank to my colleague Dario Magosso who made my Erasmus work placement at the University of Padua (DAFNAE) much easier. Thank you for your kindness, time and help while making this experiment.

PhD Alberto Collavo and PhD Silvia Panozzo, thank for your help in the realization of the idea of the experiment and the time spent on it, as well as for the kindness and patience for my countless questions during the development of the trials.

My grateful thanks are also extended to PhD Valentina Gasparini for her laboratory assistance. I also want to thank the Assistant professor Roberta Masin from the University of Padua for the help, kindness and support during the implementation of this study.

I wish to thank Dragojka Brzoja, Msc. from the Department of Weed Sciences for everlasting support and optimism, and all the help during this period.

And the biggest thanks go to my family and friends for the unconditional support and understanding throughout my whole education.

V.Š.

SAŽETAK

Integrirano suzbijanje korova potiče post-emergence primjenu herbicida, a pogotovo primjenu nižih doza od propisanih, s ciljem ekonomskih ušteda i smanjenja negativnog utjecaja na okoliš. Poznavanje djelovanja herbicida u različitim razvojnim stadijima može pomoći učinkovitijem suzbijanju korova, kao što je i *Echinochloa crus-galli* L. Beauv. (koštan) koji je u kontinentalnom dijelu Hrvatske dominantni uskolisni korov okopavinskih usjeva. S obzirom da količina primijenjenog herbicida ponajviše ovisi o razvojnom stadiju koštana od presudne je važnosti određivanje optimalnog vremena aplikacije. Cilj ovog diplomskog rada bio je istraživanje učinak reduciranih doza (2/3, 1/2 , 1/4, 1/3 i 1/8) topramezona, novog herbicida iz kemijske skupine triketona, u kombinaciji s adjuvantima (NIS i MSO) na korovnu vrstu *Echinochloa crus-gali* u u dvije razvojne faze – tri razvijena lista (BBCH 13) i busanju (BBCH 20 - 21). Ocjena učinka tretmana utvrđena je vizualnom ocjenom oštećenja (0 – 100%), brojem nesuzbijenih jedinki korova nakon tretmana, te utvrđivanjem suhe nadzemne mase korova. Rezultati istraživanja ukazuju da topramezon u preporučenoj dozi primijenjen bez dodatka adjuvanata iskazuje nezadovoljavajuće djelovanje na koštan u obje istraživane razvojne faze. Dodatkom adjuvanta MSO i NIS moguće je značajno reducirati dozu topramezonu. Postignut je 100%-tni vizualni učinak te više od 90%-tni učinak na redukciju broja jedinki i mase koštana tretiranog u fazi tri razvijena lista dodatkom adjuvanata svim reduciranim dozama topramezona. Nasuprot tome, u fenofazi busanja (BBCH 20 - 21) jedino se uvećanom dozom topramezona (134,4 g. d.t. ha^{-1}) i punom dozom (67,2 g. d.t. ha^{-1}) s adjuvatom iz skupine NIS postiže donekle zadovoljavajući učinak na koštan (73,3%). Ulaskom u fazu busanja koštan nije moguće suzbiti reduciranjem dozacija topramezona čak niti kad se herbicid primjeni istovremeno s adjuvantima MSO i NIS.

Ključne riječi: koštan, topramezon, ajduvanti, BBCH 13, BBCH 20-21

SUMMARY

Integrated weed control management encourages post-emergence herbicide application, and especially use of lower doses due to economic savings and reduction of negative environmental impact. Knowing the effects of herbicides in different stages of development can help to provide more effective control of weeds such as *Echinochloa crus-galli* L. Beauv. (barnyardgrass), which is a dominant narrow-leafed weed of summer crops in the continental part of Croatia. Since the amount of applied herbicide mostly depends on barnyardgrass development stage it is very important to determine the optimum time for application. The purpose of this thesis was to determine the efficiency of reduced doses (2/3, 1/2, 1/4, 1/3 and 1/8) of topramezone, a new herbicide from the chemical group of triketones, combined with adjuvants (NIS and MSO) and applied on weed species *Echinochloa crus-gali* in two different stages of development - three developed leaves (BBCH 13) and tillering (BBCH 20-21). Treatment evaluation was determined by visual evaluation of damage (0 - 100%), the number of surviving plants after treatment and determining the dry weight of weeds. The research results indicate that topramezone applied in recommended dose without the addition of adjuvants achieved unsatisfying effect on barnyardgrass in both researched stages of development. The addition of adjuvant MSO and NIS can significantly reduce dose of topramezone. There has been 100% biomass damage visually assessed and more than 90% reduction of the number and weight of the treated barnyardgrass in stage three developed leaves using all reduced doses of topramezone with adjuvants. In contrast, in the tillering stage (BBCH 20 - 21) only increased dose of topramezone (134.4 g. a.t. ha-1) and the recommended dose (67.2 g. a. t. ha-1) combine with adjuvant NIS (73.3%) achieved satisfactory effect on barnyardgrass.

Entering the stage of tillering barnyardgrass can not be control by reducing the dose of topramezone even when herbicide application is used with adjuvants MSO and NIS.

Keywords: **barnyardgrass, topramezone, ajduvants, BBCH 13, BBCH 20-21**

SADRŽAJ

1. UVOD....1
2. PREGLED LITERATURE....3
   2.1. Opis vrste *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv....3
   2.2. Topramezon....7
   2.3. Adjuvanti....11
3. CILJ ISTRAŽIVANJA....14
4. MATERIJALI I METODE RADA....15
   4.1. Sakupljanje sjemena i uzgoj biljaka....15
   4.2. Tretmani u pokusu....19
   4.3. Određivanje pH škropiva istraživanih tretmana....21
   4.4. Utvrđivanje učinka istraživanih tretmana....22
   4.5. Statistička obrada podataka....23
5. REZULTATI RADA....24
   5.1. Rezultati utvrđivanja pH vrijednosti škropiva istraživanih tretmana....24
   5.2. Učinak istraživanih tretmana na koštan u razvojnoj fazi tri lista - BBCH 13....24
   5.3. Učinak istraživanih tretmana u razvojnoj fazi BBCH 20 – 21....29
6. RASPRAVA....34
7. ZAKLJUČCI....38
8. POPIS LITERATURE....39
   8.1. Internetski izvori....44

1. UVOD

Koncept integriranog suzbijanja korova, osim implementacije svih nekemijskih mjera podrazumijeva i korištenje kemijskih mjera, uz zadovoljenje određenih pretpostavki koje uvjetuju korištenje herbicida "*samo kada je to potrebno*", "*koliko je potrebno*" i "*čime je potrebno*" **(Barić i Šćepanović, 2015)**. Integrirano suzbijanje korova potiče post-emergence primjenu herbicida, a pogotovo primjenu nižih doza herbicida u ranoj razvojnoj fazi korova s ciljem ekonomskih ušteda i smanjenja negativnog utjecaja na okoliš.

Stoga i ne čudi da je prodaja post-em herbicida posljednjih godina znatno porasla. Od prisutnih herbicida na američkom tržištu, 50% čine herbicidne djelatne tvari namijenjene suzbijanju u post-em roku (**Underwood i sur., 2001)**. Na tržištu Republike Hrvatske za primjenu herbicida u kukuruzu više od 46% djelatnih tvari namijenjene su za suzbijanje u post-em roku **(Barić i Ostojić, 2016)**.

Iako je primjena herbicida u ovom roku značajno racionalnija, ona je istovremeno i zahtjevnija. S obzirom da količina primijenjenog herbicida ponajviše ovisi o razvojnom stadiju korovne biljke od presudne je važnosti odrediti optimalno vrijeme aplikacije kao i vještina prepoznavanja korova u ranom razvojnom stadiju. U slučaju da se tretiranje obavi prerano može doći do novog ponika korova, zbog čega je često potrebno obaviti dodatno tretiranje. Nasuprot tome, u slučaju kasnije primjene, kad korovi prerastu razvojnu fazu u kojoj su osjetljivi na herbicidne pripravke, često se postiže slabiji učinak herbicida (**Šćepanović i sur., 2015)**. Stoga je za određivanje pravilne doza herbicida potrebno dobro poznavati djelovanje određenog herbicida pri različitim dozama i različitim razvojnim fazama ciljane korovne vrste.

Europskom Direktivom EC 2009/128 o održivoj uporabi herbicida dodatno se zahtjeva racionalna primjena pesticida (herbicida). Uz to, veliki broj djelatnih tvari re-registracijama Direktiva EC 91/414 i Uredba EC 1107/2009) se suočava s različitim restrikcijama pa i zabranama korištenja. Stoga su pred struku stavljeni dodatni ciljevi i izazovi za što učinkovitijim i racionalnijim suzbijanjem korovnih vrsta.

Jedna od najnovijih otkrivenih i registriranih kemijskih skupina herbicida koja se koriste u kukuruzu su triketoni, a djelatne tvari iz ove skupine su: mezotrion, tembotrion i topramezon. U Republici Hrvatskoj topramezon još nije registriran za primjenu, međutim njegova široka namjena u suzbijanju jednogodišnjih širokolisnih korova u kukuruzu prezentira ga kao potencijalno dobru zamjenu danas zabranjenim herbicidnim djelatnim

tvarima. Osim širokolisnih korovnih vrsta, prema informativnoj brošuri tvrtke BASF, topramezon u preporučenoj dozi (67 g d.t. po hektaru) suzbija i travne korove (koštan) do faze razvijena četiri prava lista (BBCH 14) (**Anonymus, 2012).** Porastom koštan razvija veću nadzemnu masu i morfološke prepreke (voskove, dlačice) koji onemogućuju potpunu penetraciju djelatne tvari. Osim toga, položaj lista nije povoljan za zadržavanje kapljice škropiva na listu **(Taylor i sur., 2001)**.

Iako je poznato da se korovnim travama ulaskom u fazu busanja osjetljivost na herbicide znatno smanjuje, a pogotovo za herbicide koji imaju ograničen učinak na ovu skupinu korova, poput topramezona. U polju je česta situacija da se vrste nalaze u različitim razvojnim stadijima (od 1 lista do busanja). Stoga se sugerira kombiniranje ove djelatne tvari s određenim adjuvantima koji kao pomoćna, herbicidno neaktivna sredstva, popravljaju fizikalne karakteristike herbicida te poboljšavaju njihov fitocidni učinak na korove **(Anonymus, 1999)**.

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada jest utvrđivanje mogućnosti primjene nižih doza herbicida topramezona u kombinaciji s adjuvantima iz skupine metiliranih biljnih ulja (MSO) i neionskog surfkatanta (NIS) na dva različita razvojna stadija koštana (BBCH 13 i BBCH 20 - 21). Shodno tome, uvidjeti da li je moguće primjenom kombinacije herbicida i ajduvanta „obuhvatiti“ oba razvojna stadija koštana.

2. PREGLED LITERATURE

Stoljetnom tradicijom uzgoja žitarica diljem svijeta, stvoreni su povoljni uvjeti za razvoj i širenje korova, a posebice vrsta iz porodice Poaceae. Prema **Holm i sur. (1997)** od 76 najproblematičnijh korova na svijetu, njih 36, odnosno 40% pripada porodici Poaceae. Ova porodica obuhvaća puno rodova između kojih je i rod *Echinochloa* s 50 različitih jednogodišnjih i višegodišnjih vrsta od kojih je ekonomski najvažnija *Echinochloa crus-galli* L. P.Beauv. (koštan) **(Yabuno, 1983)**.

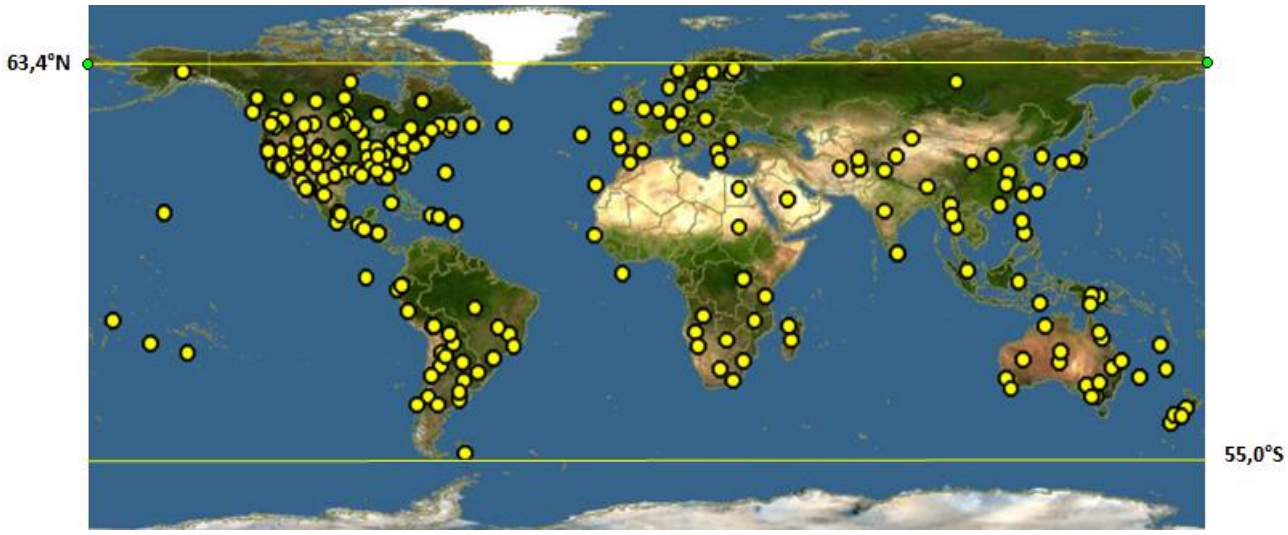
Echinochloa crus-galli dominantan je uskolisni korov u okopavinskim usjevima u kontinentalnom dijelu Hrvatske s učestalosti od 91%, čime ju **Šarić i sur. (2011)** svrstavaju na prvo mjesto popisa problematičnih korova u okopavinskim kulturama kontinentalne Hrvatske**.**

S obzirom na veliku zastupljenost ove korovne vrste kao i njenu ekonomsku važnost, zbog potrebe suzbijanja, potaknut je interes za istraživanjem biologije i razvojem kemijskih sredstava za suzbijanje iste. Detaljniji opis vrste te sredstava korištenih u ovom istraživanju biti će razrađeni u daljnjem tekstu.

2.1. Opis vrste *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.

Koštan je kozmopolitska vrsta s arealom rasprostranjenosti od 63° sjeverne do 55° južne geografske širine[1] (slika 1). Jedna je od najvažnijih jednogodišnjih korovnih vrsta u svijetu, a probleme stvara u 36 različitih usjeva u najmanje 61 zemlji **(Holm i sur., 1997)**. Podrijetlo ove vrste nije u potpunosti poznato. Smatra se da je koštan autohtona vrsta u Europi i Aziji (Indija) **(Maun i Barrett, 1986)**. Prema **Good (1964)** *Echinochloa crus-galli* tropska je biljka koja je svoj areal rasprostranjena proširila i na ostala klimatska područja. Koštan je sposoban cvjetati u širem rasponu fotoperiodskih uvjeta, što je suprotno činjenici da je zapravo biljka kratkog dana. Tako u uvjetima kratkog dana (8 do 13 sati svjetla) dolazi do brzog prelaska u cvatnju, a visina biljke iznosi 70 cm. U uvjetima dugog dana (16 sati svjetla) fenofaza cvatnje dolazi kasnije, a visina biljke iznosi 150 cm. **(Vengris i sur., 1966; Holm i sur., 1997)**. Ovakva adaptacija, zapravo je značajan faktor široke distribucije ovog korova (slika 1) **(Holm i sur, 1997)**.

[1] www.discoverlife.org, pristupljeno 29. listopada 2015.



Slika 1. Geografska rasprostranjenost vrste *Echinochloa crus-galli* (izvor: www.discoverlife.org)

Većina vrsta roda *Echinochloa* vrlo su kompetitivni korovi velike reprodukcijske sposobnosti te ih je potrebno suzbijati neposredno nakon nicanja, bez obzira na gustoću, kako bi se spriječio gubitak prinosa **(Holm i sur, 1997; Mann i Barrett, 1986; Bosnic i Sawanton, 1997)**. Ovisno o vrsti kulture koju zakorovljuje (okpavinske ratarske kulture, riža, povrće), kao i broju jedinki, može značajno utjecati na smanjenje prinosa poljoprivrednih kultura. Prinos kukuruza umanjiti će se za 50% pri gustoći od 18 biljaka/m^2 **(Kropff i sur, 1984)**, odnosno 26 do 35% pri zakrovljenosti od 200 biljaka po metru dužnom, kad je kukuruz u fenofazi jednog do dva lista. Ista zakorovljenost reducira prinos kukuruza za samo 6% u slučaju nicanja koštana u fazi četiri razvijena lista kukuruza **(Bosnic i Swanton, 1997)**. Uzrokuje velike gubitke i u riži **(Lopez-Martinez i sur, 1999)**, gdje samo 5 biljaka/m^2 reducira prinos riže od 18 do 35%, 9 biljaka/m^2 umanjuje prinos za 57% **(Swain, 1967)**, dok zakorovljenost s 25 biljaka/m^2 umanjuje prinos riže za čak 95 % **(Ostojić, 2011)**. Ovisno o gustoći, prinos rajčice uzgojene iz presadnica može smanjiti za 26 do 84% **(Bhowmik i Reddy, 1988)**.

Kao tipična vrsta porodice Poaceae, *Echinochloa crus-galli* ima čupav korijen (slika 2) koji u poroznim i dobro prozračnim tlima seže do 116 cm u dubinu i 106 cm lateralno, što omogućuje ovoj vrsti odolijevanje sušnim uvjetima **(Rahn i sur., 1968)**. Izraženih je kompetitivnih sposobnosti, osobito glede akumulacije makrohraniva, što je od izuzetne važnosti u slučajevima pomanjkanja hraniva u tlu **(Vengris i sur., 1953)**. Bolje usvaja fosfor iz tla, od primjerice luka i krumpira. U početnim faza rasta, sadržaj dušika u biljci koštana, niži je od sadržaja dušika u istim fenofazama biljaka riže, no razvojem i približavanjem

reproduktivnim stadijima razvoja potreba za dušikom raste te je biljkama potrebna jednaka količina dušika **(Arai i Kawashima, 1956)**. S obzirom na sposobnost bržeg usvajanja hraniva, proporcionalno svojem rastu i razvoju, apsorbira veće količine dušika od biljaka riže. Ne čudi stoga da mnogi autori koštan nazivaju i „žderačem“ dušika. Jaka zakorovljenost ovom korovnom vrstom iz tla iznosi 60 do 80% dušika **(Holm i sur., 1991)**.

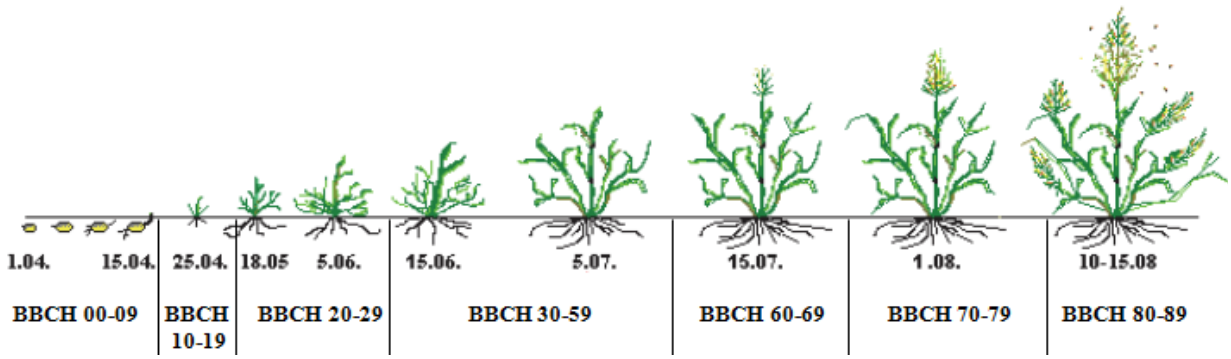


Slika 2. Korijen vrste *Echinochloa crus-galli*
(snimio: Steve Dewey, 2006)

Rast i razvoj koštana direktno je povezan s temperaturnim uvjetima te se smatra tipičnim termofilnim korovom okopavinskih kultura. Biološki minimum za nicanje hrvatskog ekotipa vrste *Echinochloa crus-galli* u području kontinentalne Hrvatske iznosi 10,8°C **(Magosso, 2013)** Vrijednost biološkog minimuma potrebnog za nicanje, ove vrste, značajno varira u različitim klimatskim uvjetima, tako prijelazom u toplije klimate biološki minimum koštana raste od 5,0 do 13,8°C (**Sadeghloo i sur. 2013; Steinmaus i sur., 2000).**

Može rasti na različitim tipovima tala od pjeskovitih, glinenih do srednje teških tala, iako mu za rast najviše odgovaraju ilovasta, plodna i vlažna tla **(Anghel i sur., 1972; Bogdan i sur., 2007)**. Nicanje započinje u travnju, a razvoj završava u rujnu (slika 3). U proljeće je rast usporen, ali dolaskom većih temperatura ljeti razvoj biljke se ubrzava **(Paunescu, 1997; Rusu i sur., 2010)**. Najbrže nicanje i rast odvija se u svibnju i lipnju, a nakon toga u kolovozu dolazi do usporenog nicanja.

Kako je već navedeno, za suzbijanje u ranim fazama razvoja, u post-em roku, važno je prepoznavanje, odnosno determinacija pojedine vrste korova. Determinacija korovnih trava u polju temelji se na raspoznavanju morfoloških karakteristika plojke, jezičca, uški i rukavca.
Od svih uskolisnih korova koštan je najjednostavniji za raspoznavanje, jer za razliku od ostalih vrsta iz porodice Poaceae, ne razvija ni jezičac niti uške (slika 4).



Slika 3. Razvojni ciklus vrste *Echinochloa crus-galli*
(izvor: Rusu i Bogdan, 2012)

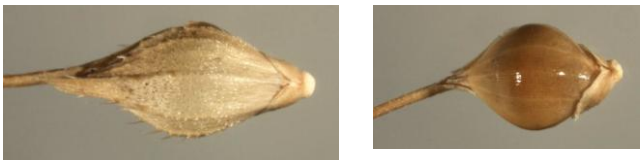


Slika 4. Plojka koštana
(izvor: www.missouriplants.com)



Slika 5. Cvatnja koštana
(izvor: www.wnmu.edu)

Krajem lipnja, u srpnju i kolovozu koštan se nalazi u fenofazi cvatnje **(Ostojić, 2011)** (slika 5). Nakon dozrijevanja sjemena (pšena) (slika 6), tijekom kolovoza i listopada gole sjemenke padaju na tlo gdje im se pod utjecajem hladnih zimskih mjeseci prekida primarna dormantnost nakon čega se u proljeće nastavlja ciklus rasta **(Martinkova i Honek, 1993)**. Zanimljivo je da se skladištenjem primarna dormantnost gubi već nakon tjedan dana **(Benvenuti i sur., 1997),** iako u tlu sjeme može zadržati klijavost i do 10 godina nakon dozrijevanja **(Campagna i Rapparini, 2008)**.



Slika 6. Sjeme koštana s pljevicama (lijevo) i bez pljevica (desno)
(izvor: Meyer i Effenberger, 2013)

Broj proizvedenih sjemenki po biljci u jednoj vegetaciji iznosi od 200 do 10 000, iako neki od autora navode brojku od 40 000 sjemenki po biljci u vegetaciji **(Păunescu, 1997;**

Holm i sur., 1997). Prosječna težina 1 000 sjemenki iznosi 2,48 g **(Anghel i sur., 1972; Berca, 1996)**. Dimenzije sjemena su: dužina x širina x debljina 3 - 3,5 mm x 1,5 – 2 mm x 1 – 1,6 mm **(Ostojić, 2011)**. Sjemenke se mogu širiti hidrohorijom (sustavi za navodnjavanje) **(Wilson, 1979)**, avihorijom, posebice pticama iz roda *Agelaius* sp. (crni kos) u poljima riže **(Smith i Shaw, 1996; Barrett i Seaman, 1980),** dok je najvažniji način prijenosa onaj od strane čovjeka – antropohorija.

Sjeme može nicati u rasponu od 4,7 do 8,3 pH tla **(Arai i Miyahara, 1963)**, no optimalna su tla neutralne reakcije **(Brod, 1968)**. Prema nekim autorima je utvrđeno da se porastom pH vrijednosti tla smanjuje postotak klijavosti ove vrste. U istraživanju **Sadeghloo i sur. (2013)** postotak klijavost korovne vrste *Echinochloa crus-galli* pri 4 pH vrijednosti iznosila je 61,5 %, dok je pri 9 pH vrijednosti, postotak klijavosti iznosio samo 11%. To potvrđuje da se koštan bolje prilagođava kiselim uvjetima u tlu, nego lužnatim.

S gledišta dubine nicanja, **Dawson i Burns (1962)** su utvrdili najveće nicanje sjemenki koštana pri dubini od 1 – 2 cm, što je povezano s krupnoćom sjemena, dok pri dubinama iznad 10 cm koštan više ne niče.

Iako su vrste roda *Echinochloa* korovi u mnogim dijelovima svijeta, posljednjih desetljeća vrsta *Echinochloa crus-galli var. frumentacea* (Roxb.)Wight (japanski proso) (slika 7) domesticirana je kao žitarica u jugoistočnoj Aziji, dok se u Sjevernoj Americi koristi za proizvodnju stočne hrane **(Sheahan, 2014)**. Sve dok se ne pronađe alternativni način korištenja vrste *Echinochloa crus-galli,* ista će i dalje biti problematičan korov globalne poljoprivredne proizvodnje, što ne ide u prilog trenutnoj situaciji na europskom tržištu pesticida, gdje se svake godine povlači nekoliko djelatnih tvari koje su nekad učinkovito suzbijale ovaj i druge korove. Zato svaki pronalazak novih djelatnih tvari potiče želju za istraživanjem mogućnosti i učinkovitosti suzbijanja određenih korovnih vrsta. Jedna od novih, perspektivnih djelatnih tvari na svjetskom tržištu je i topramezon.

2.2 Topramezon

Djelatnu tvar topramezon registrirale su 2005. godine kemijska kompanija Amvac u Sjedinjenim Američkim Državama i Kanadi te njemačka kompanija BASF za europsko i ostala svjetska tržišta (**Anonymus, 2005)**. Kao herbicid, komercijalno je dostupan od 2006. godine kao pripravak Impact od Amvac-a te BASF-ovi formulirani herbicidni pripravci: Clio, Clio super kasnije Clio elite (kombinacije s dimetenamidom-p), potom Armezon, Arietta, Frequency, Pylex, dostupni na europskom tržištu, na afričkom tržištu pripravci Stellar,

Campus, Stellar star (kombinacija sa dikambom), te Convey na tržištu Argentine i Meksika. U Republici Hrvatskoj topramezon kao djelatna tvar u formulaciji herbicida još uvijek nije registriran.

Prema HRAC-u (*Herbicide Resistance Action Committee*) topramezon pripada **F skupini herbicida**, odnosno inhibitorima biosinteze karotenoida. Preciznije, posljednje otkrivenoj skupini inhibitora biosinteze, inhibitorima 4-hidroksifenil piruvat deoksigenaze (4-HPPD). Ovoj skupini prema mehanizmu djelovanja pripadaju aktivne tvari benzofenap, izoksaflutol, mezotrion, pirazolinat, pirazoksifen, sulkotrion, topramezon i tembotrion **(Anonymus, 2007)**. Na hrvatskom tržištu iz skupine inhibitora sinteze karotenoida nalaze se dva pripravka na osnovi djelatne tvari izoksafutol (Merlin, kombinirani pripravak Adengo), šest pripravaka koji sadržavaju aktivnu tvar mezotrion (Callisto, Lumax, Camix, Elumis, Cyntel, Mezmer) te jedan pripravak na osnovi tembotriona (Laudis) **(Barić i Ostojić, 2016)**. Važno je za naglasiti da sve navedene djelatne tvari, iako istog mehanizma djelovanja, ne pripadaju istoj kemijskoj skupini.

Najznačajnije kemijske skupine herbicida inhibitora 4-HPPD-a su triketoni, izoksazoli i pirazoloni **(Hirai i sur., 2002)**. Topramezon je prvi i jedini predstavnik pirazolona ili benzoil pirazolona. Njegovo kemijsko ime prema IUPAC-u glasi ([3-4,5-dihidro-isoksazol-3-il)-4-metansulfonil-2-metil-fenil](5-hidroksi-1-metil-1H-pirazol-4-il)metanon), s molekularnom formulom $C_{16}H_{17}N_30_5S$ **(Siddall i sur. 2002)**.

S gledišta ekotoksikoloških svojstava ova djelatna tvar perzistentna je u tlu. Vrijeme poluraspada dulje je od 125 dana. Iako je raspad topramezona na metabolite ovisan o mikroorganizmima, smatra se da širenje topramezona u okoliš prvenstveno ovisi o vezanju na adsorpcijski kompleks tla. Istraživanja pokazuju da je topramezon vrlo do srednje mobilan u tlu, što ovisi o pH vrijednosti tla. Povećanjem pH tla mobilnost mu se povećava.. Određene količine topramezona mogu ostati vezane na humusne ili glinene čestice i tijekom vremena se nakupljaju u tlu. Sporom desorpcijom topramezon dolazi u tekuću fazu tla te može produljiti fitotoksčnost. Abiotska hidroliza, kao i fotoliza u vodi ili tlu ne mogu značajnije utjecati na smanjenje količine topramezona u tlu **(Anonymus, 2005)**. Zbog toga topramezon ograničava plodored. U jesen nakon aplikacije smiju se sijati sve ozime žitarice, a u proljeće jare žitarice, uljana repica, krumpir, uljane mahunarke i kukuruz. Uzgoj šećerne repe i suncokreta ne preporučuje se godinu dana nakon tretiranja topramezonom, dok je u slučaju potrebe presijavanja, kukuruz moguće odmah uzgajati **(Schönhammer i sur., 2006)**.

Herbicidi na osnovi ove djelatne tvari namijenjeni su za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih uskolisnih i širokolisnih korova u post-emergence roku u kukuruzu

(merkantilnom, sjemenskom, kukuruzu šećercu i kukuruzu kokičaru) kad razvije dva do šest pravih listova (BBCH 12-16). Informativne brošure herbicida navode zadovoljavajuće djelovanje na širokolisne korove kao što su *Abutilon theophrasti* Medik. (mračnjak), *Amaranthus retroflexus* L. (šćir), *Chenopodium album* L. (obična loboda), *Datura stramonium* L. (kužnjak) i sl., te travnate korove kao što su *Digitaria sanguinalis (svračica) L.*, *Setaria* spp. (muhari), *Sorghum halapense* L. (divlji sirak) i *Echinochloa crus-galli* L. (koštan) s naglaskom na mogućnost slabijeg djelovanja na širokolisne i uskolisne korovne vrste ovisno o razvojnoj fazi u kojoj se nalaze. Tako preporučena doza uspješno suzbija jedinke *Echinochloa crus-galli* do razvoja četiri lista, u kasnijim faza rasta ne postoji sigurnost zadovoljavajućeg djelovanja **(Anonymus, 2012)**.

Usvajanje topramezona odvija se listovima i korijenom. U biljci se kreće akro- i bazipetalno **(Schönhammer i sur., 2006; Grossmann i Ehrhard, 2007)**. Apsorpcija topramezona uspješnija je u optimalnim uvjetima svjetla, temperature i vlage zraka. Ukoliko se intenzitet svjetla smanji sa 100 na 2 $\mu mol/m^2s^{-1}$, usvajanje se smanjuje za 50%. Kod sniženih temperatura nakon aplikacije (s 22°C na 8°C) apsorpcija djelatne tvari smanjena je također za 50%. Povećanjem vlažnosti zraka iznad 75% usvajanje se povećava. Usvajanje pospješuju i škropiva niže pH vrijednosti, kao i dodatak limunske kiseline ili NaH_2PO_4 (**Grossmann i Ehrhard, 2007)**.

Simptomi herbicidnog učinka se prema **Grossmannn i Ehrhard (2007)** javljaju 2-5 dana nakon aplikacije herbicda topramezona. Na korovnim vrstama *Setaria faberi* Herrm., *Sorghum bicolor* L. i *Solanum nigrum* L. dolazi do karakterističnog bijeljenja nadzemnih dijelova uzrokovanog gubitkom klorofila. Simptomi bijeljenja (*bleaching*) (slika 7) pojavljuju se na biljci u intenzivnom porastu prvo na apikalnom meristemu i interkalarnoj meristemskoj zoni internodija i listova, uključujući lisnu nervaturu i prostor između nje. Tako je rast biljaka korovne vrste *Setaria faberi* zaustavljen 28 sati nakon tretiranja. Pod utjecajem svjetla izbijeljeni dijelovi listova nekrotiziraju i biljke propadaju 14 dana nakon tretiranja **(Grossmann i Ehrhard, 2007)**.

Biljke kukuruza sposobne su brže metabolizirati topramezon u odnosu na vrste *Setaria faberi, Sorghum bicolor* i *Solanum nigrum*. Tako je u biljkama kukuruza 24 sata nakon tretiranja utvrđeno 31% apsorbiranog topramezona, dok je u korovnim biljkama pronađeno 62% u vrsti *Setaria faberi* i 82% u vrsti *Solanum nigrum*. Nakon 48 sati u kukuruzu je utvrđeno samo 14% topramezona, dok je u korovnim vrstama *Setaria faberi, Sorghum bicolor* i *Solanum nigrum,* od primijenjene količine, utvrđeno 79, 91 i 86% nemetaboliziranog topramezona. Istraživanja fitotoksičnog učinka u Grčkoj gdje je topramezon apliciran u dozi

od 50 g d.t. ha^{-1} u kombinaciji s adjuvantom Dash HC u dozi 1 l ha^{-1} u tri fenofaze kukuruza (2 - 4 lista, 4 - 6 listova i 6 - 8 listova), utvrđeni su vizualno blagi fitotoksični simptomi sedam dana nakon tretiranja na 8% biljaka tretiranih u prvoj fenofazi, na 5,3 % prskanih u drugoj te na svega 3,3 % biljaka prskanih u trećoj fazi aplikacije. Navedeni simptomi nestali su 20 dana nakon aplikacije i nisu imali utjecaja na prinos, visinu biljaka i datum zriobe **(Gitsopoulos i sur., 2010)**.



Slika 7. Simptom bijeljena i pojava nekroze korovne vrste *Cheopodium album* L.
(foto: M.Šćepanović)

Uz herbicid topramezon preporučuje se primjena adjuvanta **(Schönhammer i sur., 2006; Grossmann i Ehrhard, 2007).** Istraživanjima je utvrđeno da je usvajanje topramezona 24 sata nakon tretiranja iznosilo 75%, u slučaju kad je herbicidu dodan ajduvant iz skupine metiliranih biljnih ulja (MSO), dok je bez dodanog ajduvanta u istom razdoblju usvojeno manje od 10% iste količine topramezona **(Grossmann i Ehrhard, 2007)**. Vidljivo je značajno brže usvajanje herbicida u kombinaciji s adjuvantom. Nadalje, dodavanje adjuvanta škropivu omogućuje korištenje smanjenih doza pesticidnih tvari uz postizanje zadovoljavajućeg učinka, što je ne samo ekološki već i ekonomski prihvatljivo. Iz navedenih razloga, promet adjuvanata, unazad nekoliko godina, raste na svjetskom tržištu pesticida.

2.3. Ajduvanti

Uloga adjuvanta komponiranih u formulaciju pripravaka ili pak onih u tank-miksu s pripravcima, jest svladavanje prepreka apsorpciji u korovnu biljku. Glavne prepreke apsorpciji su debljina kutikule, kutikularni voskovi i ostale komponente biljnog tkiva. I nakon „savladavanja" kutikule, ovisno o fizikalno-kemijskim svojstvima herbicida (hidrofilnost i lipofilnost), ograničen je prodor u protoplazmu i dolazak pesticidne djelatne tvari na molekularno mjesto djelovanja. Herbicidi, sami po sebi nisu dovoljno učinkoviti u svladavanju barijera, te vrlo male količine aktivne tvari dospijevaju do ciljanog mjesta u biljci **(Kirkwood, 1999; Hess i Foy, 2000, Holloway, 1993)**. Mogućnost korištenja pomoćnih tvari, znatno doprinosi zadovoljavajućem učinku herbicida čak i pri smanjenim dozacijama.

Objedinjujući objašnjenja različitih autora, ukratko se može reći da se adjuvantima smatraju sve nepesticidne tvari, drugačije od vode i herbicida, koje dodane u škropivo ili u formulaciju pripravka poboljšavaju odnosno modificiraju učinak sredstva za zaštitu bilja i fizikalne karakteristike škropiva **(WSSA[2]; Anonymus, 2007;Anonymus, 1995; Anonymus 1999; Anonymus, 1994)**. Iako njihova upotreba seže daleko u povijest, 18. i 19. stoljeće, kad su se kao pomoćna sredstva koristile tvari poput katrana, šećera s vapnom i slično **(Green i Beestman, 2007)**, šira upotreba adjuvanata tek je u novije doba dobila veće značenje.

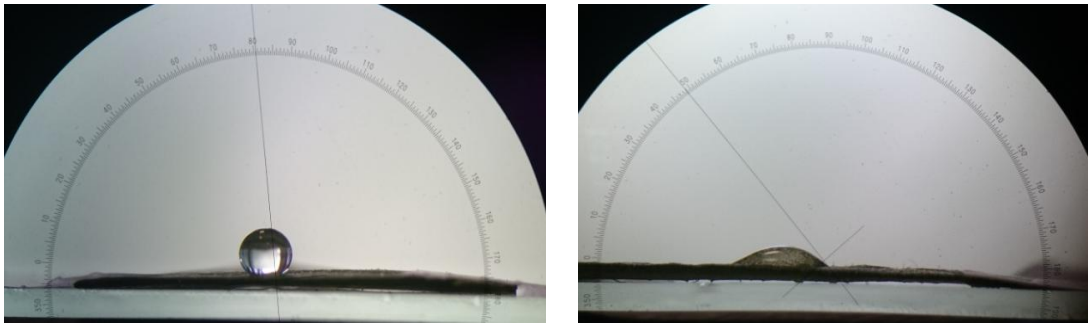
Moderna era upotrebe pesticida, tzv. „era kemizacije" nije imala potrebu za patentiranjem pomoćnih tvari i njihovom upotrebom jer su tada dozvoljena sredstva, u dozama u kojima su bila dopuštena izrazito dobro rješavala sve aktualne probleme zaštite bilja u poljoprivrednoj proizvodnji **(Zimdahl, 1999)**. Današnja slika poljoprivredne proizvodnje nešto je drugačija. Kao rezultat konvencionalnog pristupa upotrebe agrokemikalija došlo je do opterećenja okoliša kemijskim komponentama te pojave rezistentnosti. Sve to je dovelo do rigoroznih ukidanja dozvola pesticidima, iako su ti isti pesticidi dobro suzbijali štetočinje koje su i dalje prisutne u proizvodnji. Ajduvanti su zato postali važan čimbenik moderne, precizne poljoprivrede **(Underwood, 2000)**. U odnosu na ukupan promet pesticida, adjuvanti zauzimaju vrlo mali udio (samo 4 do 5%), no ipak, tržište ajdjuvanta najbrže je rastuće tržište u području zaštite bilja. Procjenjuje se da će vrijednost ajduvanata na svjetskom tržištu do 2019., porasti na oko tri milijuna dolara, s godišnjim rastom od 5,6% [3].

Klasificirati ove tvari prema mehanizmu djelovanja ili kemijskoj pripadnosti nije lako, jer je karakteristično za ovu skupinu kemijskih tvari, da za jedan adjuvant možemo utvrditi

[2] WSSA – The Weed Science Society of America
[3] www.marketsandmarkets.com, pristupljeno 24. rujna 2015.

nekoliko mehanizama djelovanja, a gotovo svaki adjuvant sastavljen je od nekoliko molekula različite kemijske pripadnosti. Zbog višestruke funkcije adjuvanata, **Ostojić i Barić (2008)** klasifikaciju ajduvanta nazivaju „kulom babilonskom“ ili „rašomonskom šumom“.

Prema glavnoj podijeli, ove se tvari dijele na modifikatore i aktivatore **(Anonymus, 1999).** Modifikatori, kako im i sam naziv kaže, modificiraju fizikalne karakteristike škropiva povećavajući kompatibilnost, sprječavajući pjenušanje ili pak smanjujući kapljice škropiva. Takve modifikatore nazivamo primarnim. Sekundarni modifikatori pobošavaju učinak djelatne tvari zakiseljavajući, bojajući škropivo i dr. **(McMullan, 2000).** Aktivatori su one pomoćne tvari koje poboljšavaju biološki učinak pripravka za zaštitu bilja i to na način da reduciraju površinsku napetost (slika 8), produljuju sušenje škropiva, otežavaju ispiranje kišom, poboljšavaju kretanje herbicida u biljci te još mnogo toga. Aktivatori se dijele na surfaktante, ulja i dušična gnojiva **(Penner, 2000)**.



Slika 8. Kapljica škropiva bez adjuvanta (lijevo) i s adjuvantom (desno) na površini vlati koštana
(foto: V.Šoštarčić)

Surfaktanti su tvari koje poboljšavaju emulzifikaciju, disperziju, širenje, okvašivanje ili druge značajke tekućine modificirajući njene površinske karakteristike **(Anonymus, 1994).** Surfaktanti se dijele u četiri grupe: neionski surfaktanti – ne ioniziraju škropivo, kationski surfaktanti – pozitivno ioniziraju škropivo, anionski surfaktanti – negativno ioniziraju škropivo te amfoterični surfaktanti – u vodenom mediju tvore anione i katione ovisno o pH vrijednosti škropiva. Razlikujemo ***neionske surfaktante (NIS)*** koji su najčešće primjenjivani surfaktanti u poljoprivredni. Jedan od ajduvanata korištenih u ovom istraživanju (Break thru), također je iz ove skupine. Neionski surfaktanti smanjuju površinsku napetost čime povećavaju površinu koju pokriva kapljica škropiva, a poboljšavaju i okvašivanje površine lista kapljicom. Utvrđeno je da su neionski surfaktanti poboljšali učinak nikosulfurona na vrstu *Setaria faberi* s 32% na 71% (**Green i Green, 1993**).

Sljedeća skupina aktivatora jesu ***ulja*** koja se dijele na ***koncetrirana biljna ulja*** (COC) te ***metilirana biljna ulja (MSO).*** Kako se u ovom istraživanju koristio pripravak Dash HC iz skupine metiliranih biljnih ulja, u daljnjem tekstu ova skupina adjuvanta aktivatora biti će detaljnije objašnjena. Ulja mogu oslabiti ili „uništiti" kutikularni vosak, pa se općenito može reći da su to adjuvanti penetratori **(Bayer i Lumb, 1973)**. Metilirana biljna ulja (MSO) su biljna ulja uglavnom iz uljane repice ili suncokreta. Da bi se dobili metilni esteri, esterificirana su alkoholom etanolom. Rezultati poljskih pokusa u Hrvatskoj **(Šoštarčić i sur., 2015)** ukazuju na poboljašni učinak topremazona dodatkom adjuvatana iz ove skupine. Učinak na korovne jedinke koštana iznosio je 93,3% kad je MSO dodan u 2/3 preporučene doze topramezona, u odnosu na 14% učinka na koštan pri punoj dozi, bez adjuvanta. Ipak, **Schönhammer i sur. (2006)** te **Zollinger i Ries (2006)** zaključuju da učinak topramezona na uskolisne korove u kombinaciji sa adjuvantom iz skupine MSO ovisi o razvojnoj fazi korova i uvjetima okoline u vrijeme primjene. Literaturni podaci navode da topramezon u kombinaciji s adjuvatnom iz skupine metiliranih biljnih ulja postiže zadovoljavajući učinak i na većinu širokolisnih korovnih vrsta. Tako **Goršić i sur. (2008)** u trogodišnjem istraživanju utvrđuju 100%-tni učinak reducirane doze topramezona (3/4 preporučene doze) u kombinaciji s adjuvantom iz skupine MSO, na jednogodišnje širokolisne korovne vrste *Abutilon theophrasti* Medik, *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemsiifolia* L., *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L., *Polygonum lapathifolium* L., *Polygonum persicaria* L. i druge. U poljskim istraživanjima reduciranih doza topramezona u kombinaciji s različitim adjuvantima **Goršić (2012)** navodi zadovoljavajuće djelovanje reduciranih doza topramezona s adjuvatima iz skupine MSO (76,3%) i NIS (85,4%) na korovnu vrstu *Echinochloa crus-galli*, dok **Šoštarčić i sur. (2015)** utvrđuju nemogućnost suzbijanja ove korovne vrste i pri većoj redukciji doze topramezona (2/3, 1/2., 1/4, 1/8) u kombinaciji s adjuvantom iz skupine NIS, međutim navode da redukcijom doze topramezona na 2/3 i 1/2 od preporučene doze, ali u kombinaciji s adjuvantom iz skupine MSO kao mogućoj opciji za suzbijanje ove korovne vrste budući se se učinci kretali od 78,8% do 85,0%.

Pregledom literature utvrđena je važnost korovne vrste kako na svjetskoj razini tako i u Hrvatskoj. Iz svega proučenog određen je smjer u kojem će se pokus dalje razvijati i postavljeni su ciljevi istraživanja, navedeni u sljedećem poglavlju.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Pregledom dostupne literature i proučavanjem rezultata drugih autora postavljeni su ciljevi istraživanja:

1. Utvrditi učinak smanjenih, preporučenih i povećanih doza herbicida topramezona bez adjuvanata i u kombinaciji s adjuvantima iz skupine MSO i NIS na nadzemnu masu korovne vrste *Echinochloa crus-galli* fenofazi tri lista (BBCH 13).
2. Utvrditi učinak smanjenih, preporučenih i povećanih doza herbicida topramezona bez adjuvanata i u kombinaciji s adjuvantima iz skupine MSO i NIS na nadzemnu masu korovne vrste *Echinochloa crus-galli* u fenofazi busanja (BBCH 20-21).

4. MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanja su provedena u laboratoriju, praktikumu i plasteniku *Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and the Environment* **(DAFNAE)**, Sveučilišta u Padovi, tijekom ljeta 2014. godine. Pokus je postavljen na lokaciji Fakulteta u mjestu Legnaro (45°21`N, 11°58`E), 10 kilometara udaljenog od Padove.

4.1.Sakupljanje sjemena i uzgoj biljaka

Sjemenke korovne vrste *Echinochloa crus-galli* sakupljene su u rujnu 2013. godine u kontinentalnom dijelu Hrvatske, na pokušalištu Agronomskog fakulteta u Šašinovečkom Lugu. Sakupljeno sjeme je uskladišteno na tamno i suho mjesto. Neposredno prije istraživanja, sjeme je očišćeno od pljevica uz pomoć improviziranog gumenog čistaća (slika 9) te stroja za otpuhivanje sitnih dijelova (*blower*) i prašine (slika 10).

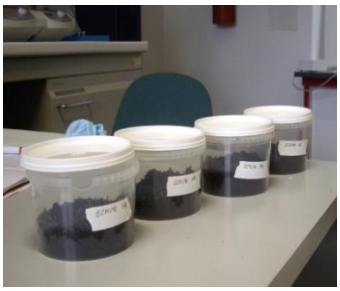
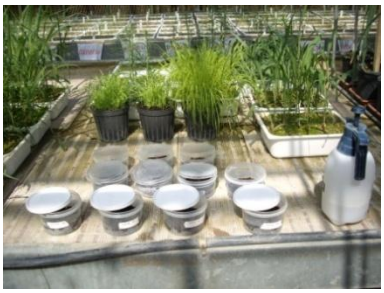


Slika 9. Gumeni čistač
(foto: V.Šoštarčić)



Slika 10. *Blower*
(foto: V.Šoštarčić)

Za uzgoj biljaka koštana, 25. lipnja 2014. odvagano je 4 grama očišćenog sjemena (cca. 2 000 sjemenki) koje je potopljeno u 90%-tnu sumpornu kiselinu u trajanju od petnaest minuta s ciljem oštećenja sjemene ovojnice radi poticanja bržeg i ujednačenog nicanja. Sjeme je potom ravnomjerno posijano u četiri plastične posude promjera 10 cm i dubine 7 cm, u rahli humusni supstrat. Nakon zalijevanja, plastične posude stavljene su u plastenik do nicanja (slika 11).

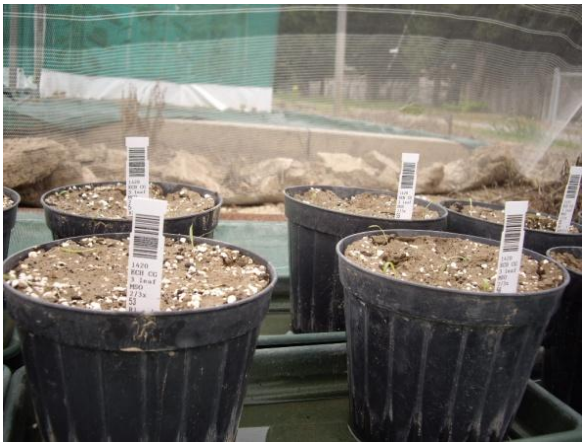




Slika 11. Sjetva koštana i odlaganje posuda u plastenik
(foto: V.Šoštarčić)

Nakon što je koštan ponikao, uslijedilo je presađivanje biljaka u veće posude (slika 12). Šest dana nakon sjetve, biljke koštana presađene su u vrtne posude, crne boje, visine 25 cm i promjera 13 cm, ispunjene mješavinom 60% glinene ilovače, 15% pijeska, 15% perlita i 10% treseta. Po pet biljaka koštana presađeno je u svaku pojedinu posudu, a ukupno je iskorišteno 168 plastičnih posuda (slika 17). Svaka posuda označena je brojem repeticije i tretmanom u obliku markice (slika 13).



Slika 12. Presađivanje biljaka koštana
(foto: V.Šoštarčić)



Slika 13. Posude u kojima se nalaze biljke koštana označene markicama
(foto: V.Šoštarčić)

Posude su postavljene u otvoreni plastenik (slika 14, 16), djelomično zaštićen od vanjskih utjecaja, s ugrađenim sustavom za navodnjavanje koji se uključivao prema potrebi s ciljem održavanja supstrata na granici poljskog vodnog kapaciteta. S obzirom na količine oborina u vegetacijskoj sezoni 2014. (tablica 1), sustav za navodnjavanje nije često korišten.

Temperatura zraka u plasteniku, bila je jednaka vanjskim temperaturnim uvjetima, jer mreža koja ograđuje prostor plastenika, nije pravi izolator. Zbog toga su praćeni temperaturni uvjeti i količina padalina u razdoblju uzgoja biljaka kao i daljnjeg provođenja pokusa. U

tablici 1. prikazane su količine oborina i prosjek srednjih dnevnih temperatura u mjesecima provođenja pokusa (srpanj i kolovoz) u odnosu na višegodišnji temperaturni prosjek na području Legnara.

Tablica 1. Količine oborina i srednje dnevne temperature po dekadama za srpanj i kolovoz 2014.godine (Legnaro)

Mjesec	**Dekada**	**Temperatura zraka (°C)**	**Razlika***	**Višegodišnji prosjek (30 godina)**	**Oborine (mm)**	**Razlika***	**Višegodišnji prosjek (30 godina)**
Srpanj	I	21,8			68,8		
	II	24,1			35,8		
	III	22,2			84,4		
	I-III	**22,7**	**-0,2**	**22,9**	189,0	**124,8**	**64,2**
Kolovoz	I	23,6			32,0		
	II	21,6			18,8		
	III	20,6			39,4		
	I-III	**21,8**	**-0,6**	**22,4**	90,2	**10,4**	**79,8**

* razlika u odnosu na višegodišnji prosjek

Iz podataka meteorološke postaje Legnaro,vidljivo je da je srednja dnevna temperatura zraka u srpnju bila manja za 0,2 °C u odnosu na višegodišnji prosjek, dok je u kolovozu ona niža za 0,6 °C, uspoređujući s tridesetogodišnjim prosjekom. Prosječna minimalna dnevna temperatura u srpnju iznosila je 17,5 °C dok je prosjek maksimalnih dnevnih temperatura za mjesec srpanj iznosio 21,6 °C. U kolovozu je prosjek minimalnih dnevnih temperatura iznosio 16,7 °C, dok je prosjek maksimalnih dnevnih temperatura za isti mjesec 23,7 °C.

Izrazito se ističe razlika u količini oborina u odnosu na višegodišnji prosjek za istu lokaciju. U mjesecu srpnju palo je 124,8 mm oborina više od tridesetogodišnjeg prosjeka, dok je u kolovozu palo 10,4 mm kiše više od praćenog prosjeka.



Slika 14. Otvoreni plastenik iznutra
(foto: V. Šoštarčić)



Slika 15. Koštan prije presađivanja
(foto: V. Šoštarčić)



Slika 16. Otvoreni plastenik izvana
(foto: V.Šoštarčić)



Slika 17. Posude sa posađenim biljakama koštana
(foto: V.Šoštarčić)

4.2. Tretmani u pokusu

Aplikacija topramezona i adjuvanata obavljena je u dvije razvojne faze koštana. Prvo tretiranje obavljeno je u fazi tri lista (BBCH 13), a drugo u fazi busanja (BBCH 20-21) koštana. Tretamani u pokusu prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Prikaz tretmana u istraživanju

R. br.	Herbicidni pripravak/ adjuvant	Djelatna tvar	Doza pripravka	Doza herbicida	Udio d.t.*
			(l ha^{-1})	(g d.t. ha^{-1})	
1.	Kontrola	-	-	-	-
2.	Clio	topramezon	0,40	134,4	2x
3.	Clio	topramezon	0,20	67,2	1x
4.	Clio	topramezon	0,13	44,8	2/3x
5.	Clio	topramezon	0,10	33,6	1/2x
6.	Clio	topramezon	0,06	22,4	1/3x
7.	Clio	topramezon	0,05	16,8	1/4x
8.	Clio	topramezon	0,02	8,4	1/8x
9.	DASH	MSO	1,00	-	-
10.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,40 + 1,00	134,4	2x
11.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,20 + 1,00	67,2	1x
12.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,13 + 1,00	44,8	2/3x
13.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,10 + 1,00	33,6	1/2x
14.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,06 + 1,00	22,4	1/3x
15.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,05 + 1,00	16,8	1/4x
16.	Clio + DASH HC	topramezon + MSO	0,02 + 1,00	8,4	1/8x
17.	Break thru	NIS	0,20	-	-
18.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,40 + 0,20	134,4	2x
19.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,20 + 0,20	67,2	1x
20.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,13 + 0,20	44,8	2/3x
21.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,10 + 0,20	33,6	1/2x
22.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,06 + 0,20	22,4	1/3x
23.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,05 + 0,20	16,8	1/4x
24.	Clio + Break thru	topramezon + NIS	0,02 + 0,20	8,4	1/8x

*u odnosu na preporučenu dozu

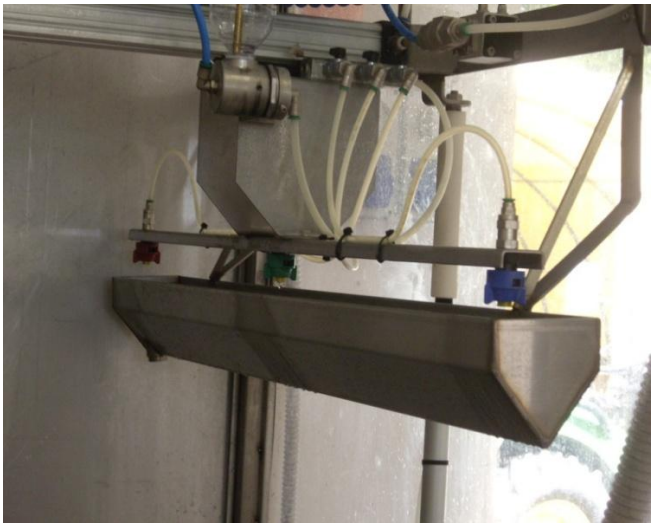
U istraživanju je ukupno bilo 24 tretmana (tablica 2). Tretman 1 predstavlja kontrolni tretman u kojem nisu korišteni ni herbicidni pripravak ni adjuvanti. Herbicidni pripravak topramezon u istraživanju je korišten u sedam različitih doza bez adjuvanata te uz korištenje dva različita adjuvanta: DASH HC iz skupine metiliranih biljnih ulja te Break thru iz skupine neionskih surfaktanta.

Uz preporučenu dozu topramezona (**67 g d.t. ha^{-1}**) primjenjene su i reducirane doze 2/3 (**44,8 g d.t. ha^{-1}**), 1/2 (**33,6 g d.t. ha^{-1}**), 1/3 (**22,4 g d.t. ha^{-1}**), 1/4 (**16,8 g d.t. ha^{-1}**), 1/8 (**8,4 g d.t. ha^{-1}**) od preporučene doze te dvostruko veća doza (**134,4 g d.t. ha^{-1}**) od preporučene. Oba korištena adjuvanta primijenjena su i bez topramezona (tretmani 9 i 17). Adjuvanti u pokusu u svim istraživanim tretmanima korišteni su prema preporučanim dozama. Za DASH HC (MSO) to je 1,0 l ha^{-1}, dok se Break thru (NIS) primjenjuje u dozi od 0,2 l ha^{-1}.

Pokus je postavljen u četiri repeticije kod tretiranja biljaka koštana u fenofazi tri lista odnosno u tri repeticije kod tretiranja biljaka u fenfaozi busanja. Navedeni tretmani aplicirani su preciznom prskalicom u zatvorenom prostoru (*cabinet/bench sprayer*) volumena 290 L ha^{-1} na kojoj se nalaze tri plosnate dizne (TeeJet ®XR11002-VK) kalibrirane pri tlaku od 215 kPa s brzinom prskanja od 0,75 m s^{-1} (slika 19). Prvo tretiranje obavljeno je 10. srpnja 2014. godine kad se koštan nalazio u fenofazi tri lista (slika 21), dok je drugo tretiranje izvršeno 23. srpnja 2014., u fenofazi busanja.



Slika 18. Oprema za prskanje
(foto: V.Šoštarčić)



Slika 19. Prskalica
(foto: V. Šoštarčić)



Slika 20. Pripravljanje škropiva za tretmane u istraživanju
(foto: V. Šoštarčić)



Slika 21. Tretiranje biljaka koštana u fenofazi tri lista
(foto: V. Šoštarčić)



Slika 22. Zatvorena prskalica za vrijeme tretiranja
(foto: V.Šoštarčić)

4.3. Određivanje pH škropiva istraživanih tretmana

S obzirom da pH škorpiva može utjecati na učinak herbicida topramezona,utvrđena je pH vrijednost škropiva za svaki istraživani tretman pomoću Beckhamov pH metra koji radi na principu utvrđivanja razlike potencijala između dviju elektroda uronjenih u škropivo. Potencijal referentne elektrode (zasićena kalomel elektroda) stalan je i neovisan o pH vrijednosti istraživane otopine, dok se potencijal mjerne (radne) elektrode mijenja ovisno o pH vrijednosti (slika 23). U laboratoriju DAFNAE pripravljeni su uzorci za testiranje pH vrijednosti škropiva za sve istraživane tretmane (slika 24).



Slika 23. Beckhamov pH metar
(foto: V.Šoštarčić)



Slika 24. Pripravljanje uzoraka
(foto: V. Šoštarčić)

4.4.Utvrđivanje učinka istraživanih tretmana

Učinak na istraživane tretmane utvrđen je:

- subjektivnom (vizualnom) ocjenom,
- brojem preživjelih jedinki koštana u plastičnoj posudi u odnosu na početni broj jedinki u posudi,
- sušenjem i vaganjem suhe nadzemne mase korova.

Vizualnom ocjenom učinka određen je postotak oštećenja jedinke koštana koristeći linearnu skalu od 0 do 100%, gdje 100%-tni učinak podrazumijeva potpuno oštećenu biljku koja se ne može regenerirati i ne može biti konkurencija kulturi u polju. Zadovoljavajućim učinkom herbicida smatraju se sve vizualne ocjene iznad 70%, dok 0% znači potpuno neoštećen korov na kojeg herbicid nije fitotoksično djelovao. Vizualna ocjena za tretmane u fenofazi tri lista obavljena je 3, 7 i 14 dana nakon tretiranja, dok je vizualna ocjena učinka za tretman u fenofazi busanja obavljena 3, 7, 14, 21 i 26 dana nakon tretiranja.

Prije tretiranja, na već spomenutu markicu, koju je sadržavala svaka posuda naznačen je broj jedinki koštana po posudi. Razlog tomu je što se početni broj od 5 jedinki/posudi u nekim slučajevima smanjio zbog slabog ukorjenjivanja, vanjskih utjecaja i slično. Nakon tretiranja i prije vaganja svježe nadzemne mase, utvrđen je broj preživjelih jedinki u posudi. Pritskom na čvor busanja svake od jedinki, određeno je njeno stanje. Ako je čvor busanja na dodir bio čvrst, pun vode, takva biljka se smatrala živom. U slučaju da je donji dio biljke na dodir bio suh i mekan, biljaka se smatrala mrtvom.

Redukcija broja jedinki određena je usporedbom s početnim brojem jedinki koje su se nalazile u plastičnoj posudi prije tretiranja i brojem jedinki koje su preživjele tretman.

Za **vaganje suhe nadzemne mase** koštana bilo je potrebno osušiti uzorke u pećnici na temperaturi od 105 °C tijekom 36 sati (slika 25, 26).



Slika 25. Vaganje svježe nadzemne mase koštana
(foto: V.Šoštarčić)



Slika 26. Priprema uzoraka za sušenje u pećnici
(foto: V.Šoštarčić)

4.5.Statistička obrada podataka

Podaci dobiveni u istraživanju (vizualna ocjena, broj jedinki korova, suha nadzemna masa) obrađeni su analizom varijance po metodi potpuno slučajnog rasporeda pri čemu je korišten kompjuterski program SAS 8.0 **(SAS Inst., 1997)**. Nakon signifikantnog F-testa, za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test za P=0,05.

5. REZULTATI RADA

5.1. Rezultati utvrđivanja pH vrijednosti škropiva istraživanih tretmana

Prije obavljenih tretiranja, svaka doza herbicida bez i u kombinaciji sa adjuvantima korištenim u istraživanju, testirane su kako bi se utvrdila pH vrijednost škropiva. U tablici 3. prikazane su utvrđene pH vrijednosti za svaki tretman istraživanja.

Tablica 3. Izmjerene pH vrijednosti škropiva prema istraživanim tretmanima

Adjuvanti	**Topramezon (g d.t. ha^{-1})**							
	0	**8,4**	**16,8**	**22,4**	**33,6**	**44,8**	**67,2**	**134,4**
bez adjuvanta	7,32	7,33	7,24	7,18	7,12	7,07	6,96	6,72
MSO	6,14	6,63	6,56	6,55	6,52	6,48	6,50	6,38
NIS	7,70	7,48	7,41	7,33	7,25	7,23	7,06	6,86

Dobiveni podaci prikazuju utjecaj herbicidne djelatne tvari i adjuvanta na pH vrijednost škropiva. Vidljivo je da se pH škropiva smanjuje s povećanjem doze herbicida u kombinacijama s dva adjuvanta i bez njih. Niža pH vrijednost škropiva ostvarena je u svim dozama pri kombinaciji topramezona s adjuvantom iz skupine metiliranih biljnih ulja (MSO), dok dodatak ajduvanta iz skupine NIS povisuje pH škropiva u odnosu na škropivo u kojem se nalazi samo herbicidni pripravak.

5.2. Učinak istraživanih tretmana na koštan u razvojnoj fazi tri lista - BBCH 13

Učinak istraživanih tretmana na koštan utvrđivan je kroz nekoliko parametara: vizualnom ocjenom oštećenja nadzemne mase koštana, brojem preživjelih jedinki po posudi u odnosu na broj posađenih jedinki te mjerenjem suhe nadzemne mase koštana. U tablici 4. prikazani su rezultati analize varijance za tri vizualne ocjene oštećenja koštana obavljene 3, 7 i 14 dana nakon tretiranja, kao i analiza varijance za postotak redukcije suhe nadzemne mase i broja jedinki koštana

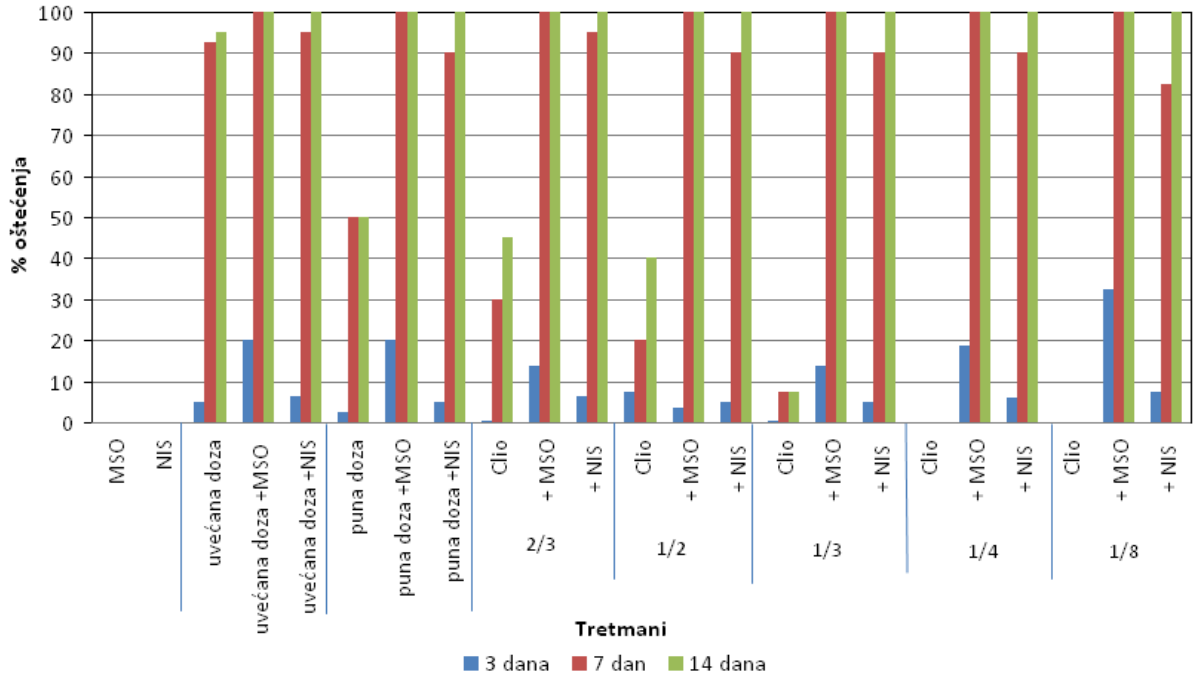
Tablica 4. Rezultati analize varijance za tri vizualne ocjene, postotak redukcije suhe nadzemne mase i broj jedinki koštana

Izvor varijabilnosti	**n-1**	**Fexp**				
		1. ocjena	**2. ocjena**	**3. ocjena**	**masa**	**broj**
Doza	7	14.68**	383.82**	4422.00**	174.75**	322.17**
Sredstvo	2	122.91**	1804.40**	20160.46**	658.91**	1647.73**
Doza x sredstvo	14	11.17**	93.03**	1083.10**	50.60**	82.69**
Greška	72					

** - značajna razlika uz P=0,01

Iz navedenih rezultata analize varijance vidljivo je da je kroz sve parametre utvrđena statistički značajna razlika između različitih doza topramezona (doza), različitih adjuvanata s topramezonom (sredstvo) kao i statistički značajna interakcija doza x sredstvo (tablica 4). Podaci su prikazani grafički (grafikoni 1 – 3).

Iako, dobivena statistički značajna razlika ona je kao takva uvjetovana primjenom topramezona bez adjuvanta koji značajno odstupa u djelovanju u odnosu na njegovu primjenu s adjuvantima MSO i NIS (grafikoni 1, 2).



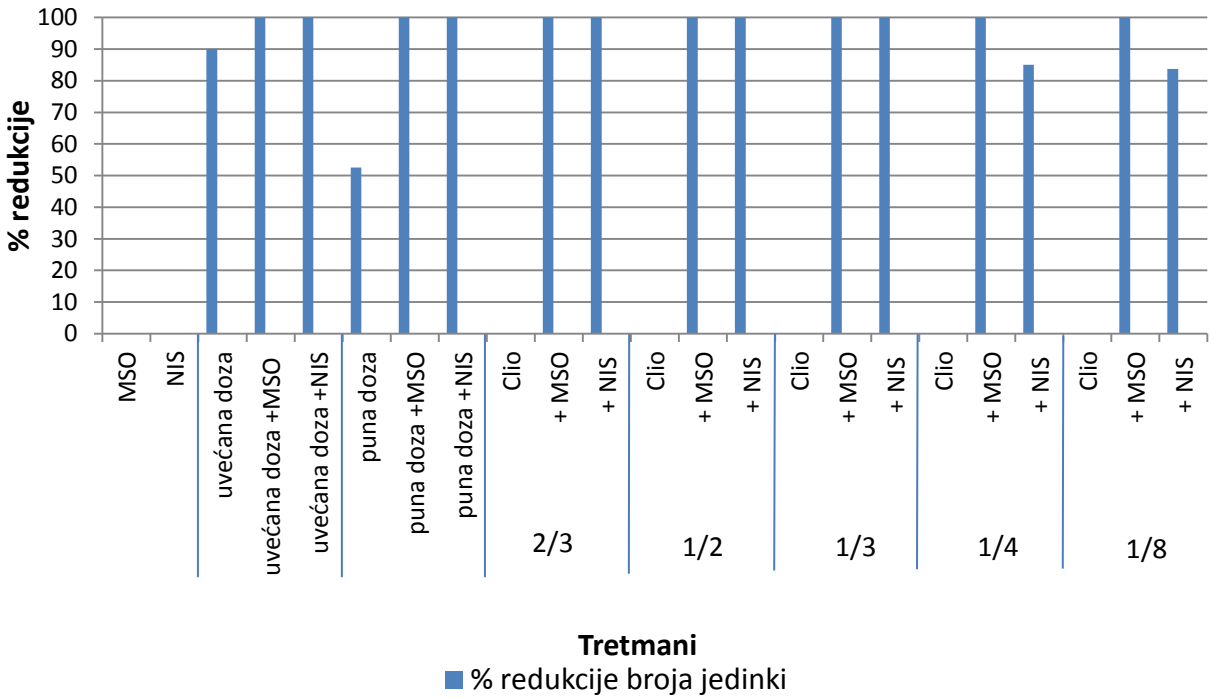
Grafikon 1. Prosječna vizualna ocjena istraživanih tretmana 3 (1. ocjena), 7 (2. ocjena) i 14 (3. ocjena) dana nakon tretiranja u razvojnoj fazi BBCH 13 koštana

$LSD_{0.05}$ (1. ocjena) = 5, 030; $LSD_{0.05}$ (2. ocjena) = 6, 887; $LSD_{0.05}$ (3. ocjena) = 2, 118

Vizualnom ocjenom oštećenja koštana utvrđeno je progresivno djelovanje topramezona u svim primjenjenim dozama i svim kombinacijama s adjuvantima kao i kod samostalne primjene topramezona (grafikon 1). Inicijalno djelovanje svih istraživanih tretmana u prva tri dana je sporo te simptomi ne dolaze do izražaja, no tjedan dana poslije, drugom vizualnom ocjenom utvrđeni su prepoznatljivi simptomi te progresivno propadanje biljke kod svih doza topramezona kombiniranih s adjuvantima. To se posebno zapaža kod kombinacije s adjuvantom iz skupine metiliranih biljnih ulja (MSO) gdje je već nakon druge ocjene uočen 100% učinak pri svim istraživanim dozama. Kad su adjuvanti (MSO i NIS) primjenjeni bez topramezona utvrđen je izostanak fitocidnog učinka što je i očekivano za ovu skupinu pomoćnih (neherbicidnih) tvari. Između kombinacija s dva različita adjuvanta u svim istraživanim dozama topramezona ne postoji statistički opravdana razlika u učinku kod treće vizualne ocjene oštećenja.

Primjenom svih doza topramezona u kombinaciji s adjuvantima MSO i NIS vizualno je ostvaren 100% učinak na koštan u fenofazi tri lista (treća ocjena). Ipak, može se vidjeti da je razvoj simptoma oštećenja nadzemne mase koštana kod primjene topramezona s adjuvatnom NIS sporiji (2. ocjena) u odnosu na MSO, ali već nakon 14 dana (3. ocjena) rezultat je isti. Promatrajući topramezon primijenjen sam, bez adjuvanta, utvrđen je slabiji učinak na ovu korovnu vrstu pri svim primijenjenim dozama, izuzev uvećane doze pri kojoj je već treći dan ostvaren učinak na koštan od 95%. Vidljivo je da ni jedna doza topramezona primjenjenog samostalno (izuzev uvećane), ne ostvaruje zadovoljavajuće djelovanje na koštan u fenofazi tri lista. Čak ni preporučena doza topramezona bez adjuvanta ne ostvaruje zadovoljavajući učinak na ovu korovnu vrstu (50%).

Učinak topramezona bez i u kombinaciji s istraživanim adjuvantima utvrđivan je i kroz redukciju broja jedinki posađenih u plastične posude. Redukcija broja jedinki (%), prikazana je u grafikonu 2., a izračunata je uzimajući u obzir broj jedinki koje su preživjele tretman u odnosu na početni broj posađenih jedinki.



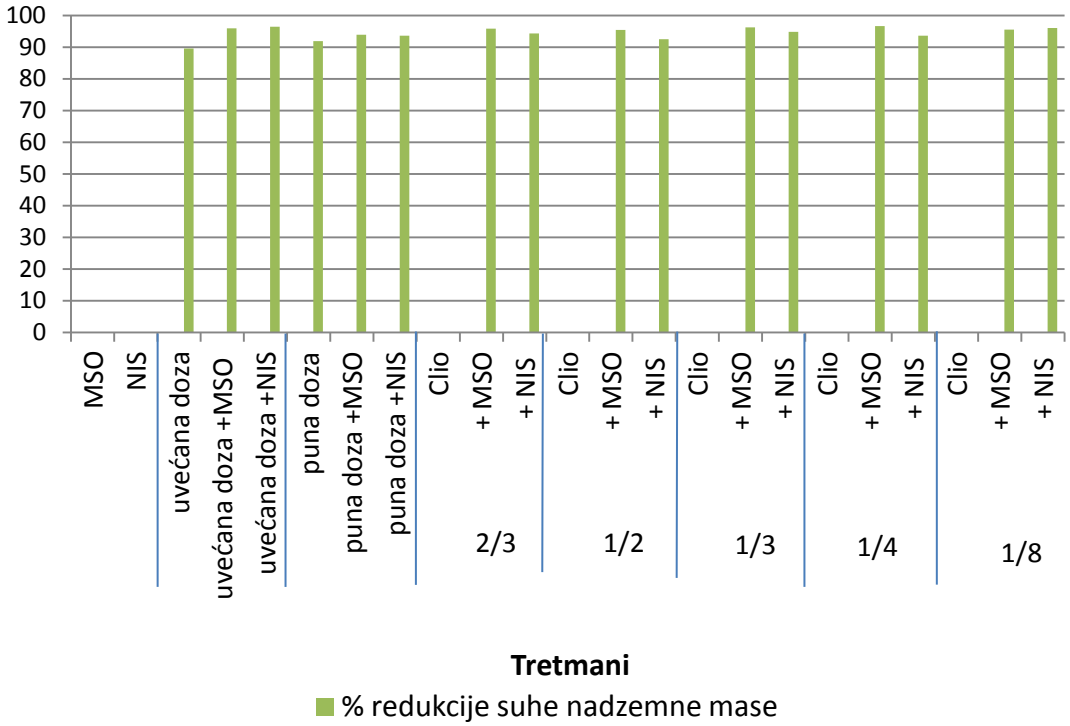
Grafikon 2. % redukcije broja jedinki koštana pri različitim tretmanima

$LSD_{0.05} = 7, 692$

Kao i vizualnom ocjenom, utvrđenom redukcijom broja jedinki potvrđuje se nezadovoljavajuće djelovanje topramezona primjenjenog bez adjuvanta pri svim dozama (66,7 – 8,4 g. d.t. ha^{-1}) , izuzev uvećane doze gdje je učinak samog topramezona bio zadovoljavajući (90,0 %) te je i statistički bio opravdano veći u odnosu na punu (preporučenu) dozu i reducirane doze topramezona. Kod reduciranih doza topramezona (2/3, 1/2, 1/3, 1/4 I 1/8) bez dodanih adjuvanata utvrđena redukcija broja jedinki je iznosila 0%.

Kad su adjuvanti MSO i NIS primjenjeni samostalno, bez topramezona, nije utvrđena redukcija broja jedinki koštana što je očekivano s obzirom da adjuvanti ne iskazuju herbicidni učinak. Tretmani u kojima je topramezon kombiniran s MSO i NIS adjuvantima iskazuju 100 % učinak na redukciju koštana te između dva adjuvanta kombiniranih u različitim dozama topramezona ne postoji statistički značajna razlika. Izuzetak su tretmani s 1/4 (83,7%) i 1/8 (85,0%) doze topramezona primjenjeni s sdjuvantom NIS gdje je utvrđena statistički opravdana razlika u redukciji broja jedinki u odnosu na ostale primjenjene kombinacije i doze topramezona.

Učinak istraživanih tretmana istražen je i kroz redukciju suhe nadzemne mase koštana (%) kao još jedan objektivan pokazatelj (uz % redukcije broja jedinki) djelovanja korištenih tretmana. U grafikonu 3. prikazani su rezultati učinka tretmana na suhu masu koštana



Grafikon 3. % redukcije suhe nadzemne mase koštana pri istraživanim tretmanima

$LSD_{0.05} = 10, 013$

Djelovanje različitih tretmana na postotak redukcije suhe nadzemne mase, prikazuje izrazito dobar učinak primjene topramezona u svim kombinacijama s oba kombinirana adjuvanta. Suha nadzemna masa koštana u fenofazi tri lista reducirana je za više od 90,0% na svim tretmanima u kojima je uz topramezon dodan jedan od adjuvanta (MSO ili NIS). Između različitih doza ovih kombinacija ne postoji statistički opravdana razlika. S druge strane, ako se promotri redukcija suhe mase koštana pri različitim dozama samostalno primjenjenog topramezona vidljivo je da jedino puna doza (92, 2%) i uvećana doza (93, 7%) zadovoljavajuće djeluje na smanjenje suhe nadzemne mase. Između ove dvije doze ne postoji statistički opravdana razlika.

5.3. Učinak istraživanih tretmana u razvojnoj fazi BBCH 20 – 21

Sukladno ciljevima ovog istraživanja, na isti način kao u za fenofazu tri lista (BBCH 13), dobiveni podaci istraživanja analizirani su promatrajući učinak različitih tretmana na koštan u fenofazi busanja (BBCH 20 - 21).

Djelovanje pojedinih doza i kombinacija topramezona i adjuvanata na koštan u busanju utvrđivano je istim parametrima (subjektivnom vizualnom ocjenom, redukcijom suhe nadzemne mase i redukcijom broja jedinki koštana). Kao što je navedeno u Materijalima i metodama rada, vizualna ocjena učinka u ovoj fenofazi provedena je kroz dulje vremensko razdoblje s obzirom da je razvoj simptoma u ovoj fenofazi trajao znantno duže. Vizualna ocjena je stoga obavljana pet puta i to 3, 7, 14, 21 i 26 dana nakon tretiranja (DNT). S obzirom da u prve dvije ocjene nije zamijećen razvoj prepoznatljivih (specifičnih) simptoma koji bi se smatrao relevantim podatkom, radi preglednosti i boljeg razumjevanja u rezultatima su prikazane samo posljednje tri vizualne ocjene koje su radi lakšeg razumjevanja označene kao vizualna ocjena 1. (14 DNT), ocjena 2. (21 DNT) te 3. ocjena (26 DNT). Kao i kod opisane fenofaze u prethodnom poglavlju (BBCH 13) i kod primjene tretmana u kasnijoj fazi razvoja koštana, napravljena je analiza varijance za iste parametre (tablica 5).

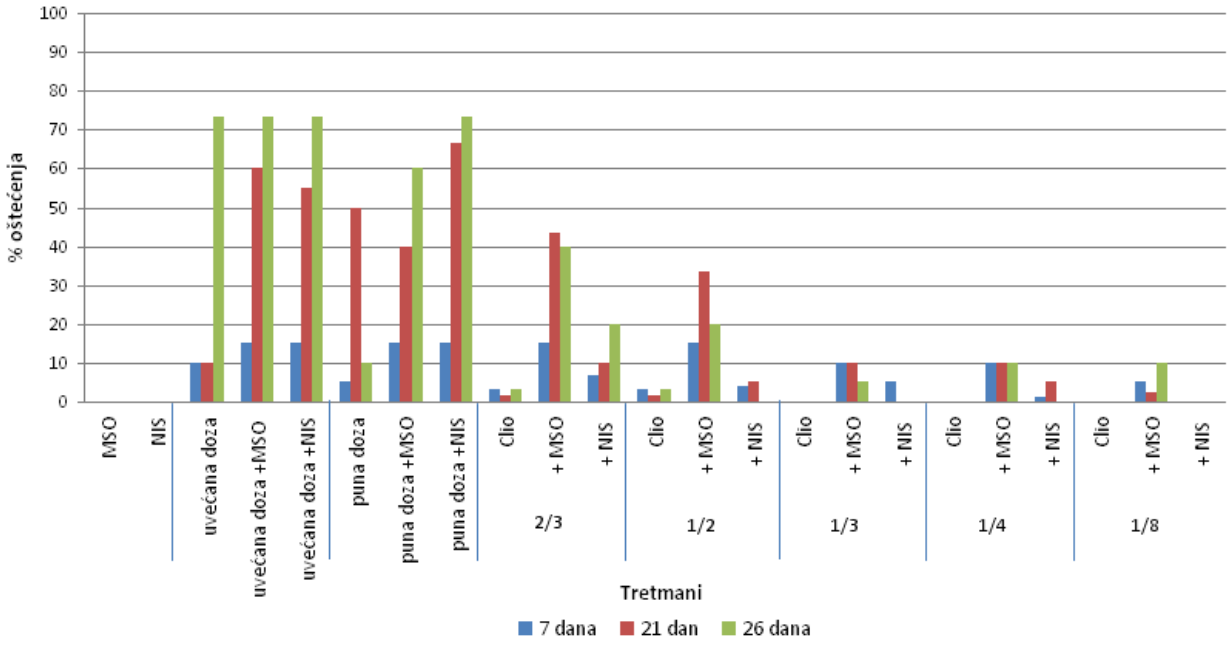
Tablica 5. Rezultati analize varijance za tri vizualne ocjene, postotak redukcije suhe nadzemne mase i broj jedinki koštana

Izvor varijabilnosti	**n-1**	**Fexp**				
		1. ocjena	**2. ocjena**	**3. ocjena**	**masa**	**broj**
Doza	7	216.53**	172.78**	1040.50**	68.36**	112.78**
Sredstvo	2	162.47**	80.42**	250.17**	12.90**	1.28*
Doza x sredstvo	14	19.62**	25.35**	76.83**	14.22**	25.35**
Greška	48					

** - značajna razlika uz P=0,01, * - značajna razlika uz P=0,05

Provedbom analize varijance utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između svih istraživanih parametara i interakcije doza x sredstvo.

Ipak, kad se učinak promatra kroz parametar vizualne ocjene za svaki tretman zasebno (grafikon 4), potrebno je primjetiti da iako je utvrđena značajna statistička razlika između istraživanih tretmana, učinak ni jednog tretmana nije zadovoljavajući.



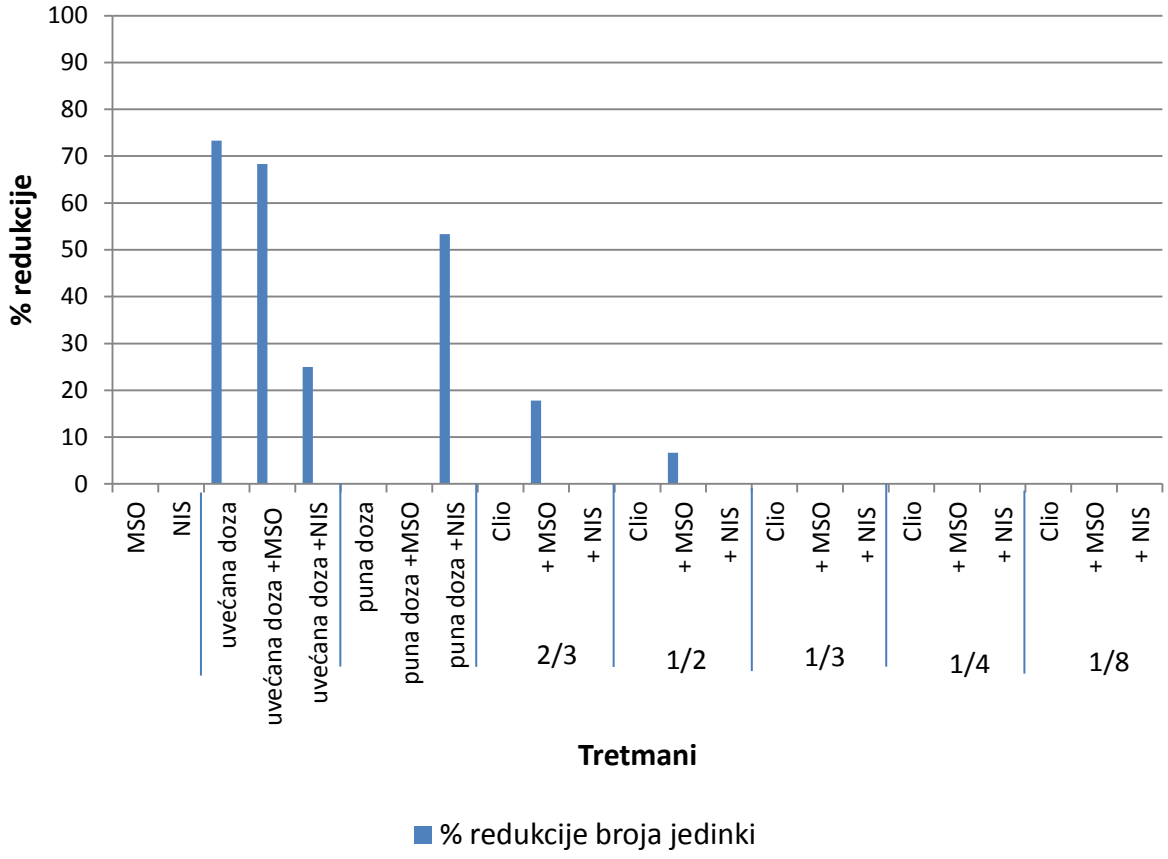
Grafikon 4. Prosječna vizualna ocjena istraživanih tretmana 7 (1. ocjena), 21 (2. ocjena) i 26 (3. ocjena) dana nakon tretiranja u razvojnoj fazi BBCH 20 – 21 koštana

$LSD_{0.05}$ (1. ocjena) = 4, 217; $LSD_{0.05}$ (2. ocjena) = 7, 493; $LSD_{0.05}$ (3. ocjena) = 4, 104

Uzimajući u obzir sve tretmane u pokusu, promatrane zasebno, vidljivo je da je učinak na istraživanu korovnu vrstu primjenom reduciranih doza topramezona u fenofazi busanja naglašeno slab i nezadovoljavajući. Uspoređujući dvostruko veću i registriranu dozu topramezona, s ili bez adjuvanata, vidljivi simpotmi oštećenja koštana su kroz vrijeme imali degresivni karakter. Kasnije su vrijednosti vizualnih ocjena statistički značajno manje od prethodnih ocjena. Moguće ja zapaziti da se jedino dvostruko uvećanom dozom topramezona može postići zadovoljavjući učinak na koštan u fenofazi busanja, primjenom samog topramezona (73,3%), i u kombinacijama s adjuvantima MSO (73,3%) i NIS (73,3%). Između ova tri tretmana ne postoji statistički značajna razlika u učinku. Osim uvećane doze, puna doza topramezona kombinirana s adjuvantom NIS u trećoj ocjeni postigla je zadovoljavajuću učinak (73,3%) na koštan u ovoj fenofazi. Učinak ovog tretmana ne razlikuje se statistički od kombinacija s adjuvantima i primjene uvećane doze topramezona bez adjuvanata. Međutim, punom dozom topramezona primjenjenog bez adjuvanata, iskazan je nezadovoljavajući učinak na koštan. Iako je drugom, vizualnom ocjenom oštećenja koštana (50,0 %) ukazan mogući progresivan razvoj simptoma, ipak je kod treće vizulane ocjene (10,0 %) utvrđena regeneracija biljaka koštana i izostanak učinka. Ukupno gledajući, u svim

dozama nižim od pune doze topramezona nije ostvaren zadovoljavajući učinak na ovu korovnu vrstu, iako se između pojedinih tretmana kombinacije MSO i topramezona utvrđuje statistička razlika u učinku, kao i kod pojedinih tretmana u kombinaciji s NIS-om, ta razlika je zanemariva jer je učinak u svim tretmanima slab i nezadovoljavajući u praktičnom smislu. U pojedinim slučajevima, primjerice kod pune doze topramezona bez adjuvanata, 2/3 doze u kombinaciji s MSO i 1/2 doze u kombinaciji s MSO vidljiv je progresivan razvoj simptoma kod druge ocjene, a potom pad učinka kod treće ocjene.

Kada se ista situacija promatra kroz redukciju broja jedinki (grafikon 5) izrazito slab učinak istraživanih tretmana još više dolazi do izražaja.



Grafikon 5. % redukcije broja jedinki koštana pri različitim tretmanima

$LSD_{0.05} = 8, 959$

Iako je vizualnom ocjenom utvrđeno određeno oštećenje biljnih djelova i razvoj simptoma, gledajući samo postotak redukcije broja jedinki koji je utvrđen kao broj jedinki koje su preživjele tretman u odnosu na posađene i tretirane, vidljivo je da se broj jedinki neznatno reducirao u svim istraživanim tretmanima. Uvećana doza topramezona bez adjuvanata postigla je određenu redukciju broja jedinki (73,3%) te se statistički nije razlikovala od tretmana u kojem je uz uvećenu dozu topramezona dodan i adjuvant MSO (68,

3%). Podatak koji odstupa od logičnog slijeda učinka jest onaj koji ukazuje da je puna doza topramezona s adjuvantom NIS (slika 27, 28, 29) bolje djelovala na redukciju broja jedinki od uvećane doze s istim adjuvantom (slika 30, 31, 32).

Utvrđivajući redukciju broja vidljiv je pad učinka, smanjenjem doze topramezona. Smanjenjem doze topramezona niti jedan primjenjem tretman čak ni u kombinaciji s ajduvantom ne iskazuje zadovoljavajući učinak na samnjenje broja jedinki u fenofazi busanja.



Slika 27. Preporučena doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom - R1 (foto: V. Šoštarčić)



Slika 28. Preporučena doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom - R2 (foto: V. Šoštarčić)



Slika 29. Preporučena doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom - R3 (foto: V. Šoštarčić)



Slika 30. Uvećana doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom - R1 (foto: V. Šoštarčić)

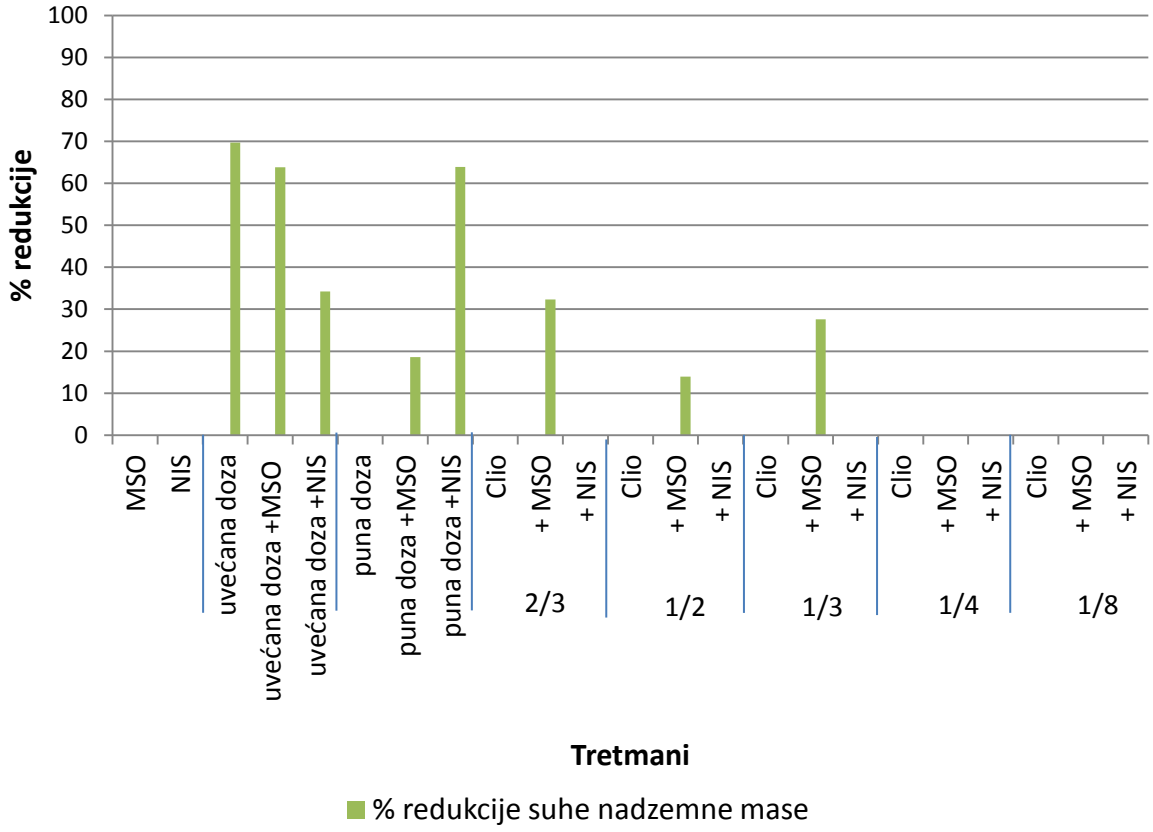


Slika 31. Uvećana doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom - R2 (foto: V. Šoštarčić)



Slika 32. Uvećana doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom - R3 (foto: V. Šoštarčić)

Ako se uzme u obzir druga objektivna metoda utvrđivanja učinka, djelovanje na redukciju suhe nadzemne mase, prikazanu u grafikonu 6., iz podataka se dobiva gotovo jednaka informacija kao u prethodnom grafikonu.



Grafikon 6. % redukcije suhe nadzemne mase pri istraživanim tretmanima

$LSD_{0.05} = 12, 646$

Podaci o postotaku redukcije suhe nadzemne mase ukazuju na izrazito slabo djelovanje svih istraživanih tretmana, izuzev uvećane doze topramezona bez adjuvanata (69,4%) i pune doze topramezona u kombinaciji s adjuvantom iz skupine MSO (63,8%) te pune doze s NIS-om (63,9 %) gdje je iako statistički viši učinak od ostalih tretmana i dalje nezadovoljavajuće djelovao na koštan u fenofazi busanja. Na ostalim tretmanima određeni učinak je ostvaren jedino u kombinacijama 2/3 (32,3 %), 1/2 (11, 2%), 1/3 (38, 5%) doze topramezona s adjuvantom iz skupine MSO, ali ovakvo djelovanje na redukciju suhe mase uopće se ne smatra zadovoljavajućim učinkom. Ukupno gledajući učinak na koštan primjenom svih umanjenih doza topramezona u fenofazi busanja u potpunosti je izostao.

6. RASPRAVA

Cilj istraživanja ovog diplomskog rada bio je provjeriti mogućnost primjene smanjenih količina herbicida topramezona u kombinaciji s adjuvantima MSO i NIS na korovnu vrstu *Ehcinochloa crus-galli*. Učinak istraživanih tretmana utvrđivan primjenom tretmana u dva različita razvoja stadija koštana i to u fenofazi tri lista (BBCH 13) i u fenofazi busanja (BBCH 20 - 21). Počevši od činjenice da je u poljskim uvjetima kod primjene post-em herbicida često teško odabrati odgovarajuću nižu dozu te njome učinkovito suzbiti različite razvojne stadije korova koji su u polju prisutni. To je posebice važno kod primjene herbicida topramezona čiji učinak na uskolisne korove znatno ovisi o razvojnoj fazi korova i okolišnim uvjetima u vrijeme primjene **(Schönhammer i sur., 2006)**. Stoga je prvotna ideja ovog istraživanja bila izrada krivulje osjetljivosti koštana u dvije različite fenofaze kako bi se utvrdilo koja doza topramezona i koji adjuvant ostvaruje zadovoljavajući učinak na koštan u oba razvojna stadija. Međutim, u fenofazi tri lista učinak svih istraživanih doza topramezona u kombinaciji s adjuvantima iskazao 100% učinak, dok je kod fenofaze busanja učinak u većini tretmana potpuno izostao prilikom analize podataka izrada krivulje osjetljivosti nije bila moguća. Razlog tomu je izostanak linearnog smanjenja učinka smanjenjem doze odnosno povećanje učinka povećnjem doze. Za izradu modela krivulje osjetljivosti za topramezon s adjuvantima u fenofazi tri lista potrebno je u budućim istraživanjima uključiti još niže doze topramezona kao što je obavljeno u istraživanju **Cauwer i sur (2012)**. Autori su primjenom znatno nižih doza topramezona od preporučene doze (za 3, 6, 12, 25 i 50%) izradili krivulju osjetljivosti te utvrdili dozu topramezona koja u kombinaciji s adjuvantom iz skupine MSO ustvaruje 90% učinak na koštan u fenofazi tri lista (BBCH 13). Tri različite populacije koštana su različito reagirale na primjenjene doze topramezona, pa je utvrđeno da doza od 56,1 g d.t. ha^{-1} (preporučena doza) s adjuvantom MSO učinkovito suzbija 90% jedinki unutra prve populacije koštana (H populacija). Nadalje, druga populacija, nazvana H6, reagirala je na nižu dozu topramezona s adjuvantima od čak 17,0 g d.t. ha^{-1} (33% od preporučene doze), dok je populacija koštana, nazvana Lokeren učinkovito suzbijena čak pri dozi od 15,8 d.t. g ha^{-1} (31 % od preporučene).

Iz rezultata ovog rada je vidljivo da primjena nižih doza topramezona bez primjene adjuvanta u obje razvojne faze ne ostvaruje zadovoljavajući učinak na koštan. Ukoliko se žele koristiti niže dozacije topramezona, nužno je herbicide primjeniti s adjuvantima MSO ili NIS

(grafikon 1, 4) kao što je i istaknuto u informativnoj brošuri vlasnika registracije herbicidnog sredstva. I druge korovne vrste iz porodice Poaceae iskazuju osjetljivost na topramezon kad se ovaj herbicid kombinira s adjuvantima. Tako su za učikovito suzbijanje korovne trave *Setaria faberi* Herm kombiniranjem topramezona i MSO adjuvanta **Zhang i sur. (2013).** utvrdili 90%tni učinak pri dozi topramezona od 33, 5 g. d.t. ha^{-1} (66 % od preporučene doze). Nasuprot tome, za isti učinak u tretmanima u kojima je topramezon primjenjen sam, bez adjuvanta, učinak od 90% ostvaren je tek pri dozi od 85,0 g. d.t. ha^{-1} (60% više od preporučene doze).

Iako u ovom radu nije utvrđena statistički opravdana razlika u učinku na koštan u fazi tri razvijena lista ipak je vidljva razlika u brzini apsopcije topramezona između dva primjenjena adjuvanta (grafikonu 1.). O brzini apsorpcije zaključujemo temeljem brzine razvoja simptoma oštećenja nadzemne mase koštana kod svih doza topramezona u kombinaciji s adjuvatnom iz skupine NIS. Razlog sporijem razvoju simptoma može biti uvjetovan razlikama u pH škropiva. U pregledu literature navodi se da pH škropiva može utjecati na apsorpciju na način da niži pH škropiva omogućuje bolju apsorpciju **(Grossmann i Ehrhard, 2007).** Nakon obavljenog pH mjerenja utvrđeno je da se pH smanjivao povećanjem doze topramezona, ali isto tako pH škropiva je bio niži u slučajevima kada je topramezonu dodan adjuvant iz skupine MSO, dok je škropivu s dodanim ajduvantom iz skupine NIS pH bio nešto veći (tablica 3). Slične pH vrijednosti škropiva različitih tretmana utvrdio je i **Goršić (2012)** u svojem istraživanju kombinacija topramezona s ajduvantima NIS, MSO, COC te UAN i AMS. Ako se obrati pozornost na kemijska svojstva topramezona, moguće je uočiti da se radi o slaboj kiselini čija pKa vrijednost iznosi 4,06 [4]. Stoga jedan od razloga bolje apsorpcije medija niže pH vrijednosti može biti upravo kiselost ovog herbicida. Bolje usvajanje od strane lista medija niže pH vrijednosti potrebno je detaljnije istražiti i to utvrđivanjem sastava dijelova lista kroz čiju se površinu herbicid upija. Iz podataka citirane literature uočeno je da MSO kao adjuvant osim smanjenja povšinske napetosti djeluje i na otapanje epikutikulanih voskova dok NIS adjuvant djeluje samo na smanjenje površinske napetosti lista, što je također mogući razlog razlike u brzini apsorpcije u biljku. U prilog bržoj apsorpciji topramezona s dodatkom adjuvanta iz skupine MSO ide i istraživanje **Zhang i sur. (2013)** koji utvrđuju povećanje apsorpcije topramezona uz dodatak MSO-a za 48,0% na vrsti *Setaria faberii* te 45,9% kod primjene na vrsti *Abutilon theophrasti*. samo 24 sata nakon tretmana u odnosu na tretmane bez dodanog adjuvanta. Brži razvoj simptoma kod različitih

[4] http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/686.htm, pristupljeno 16. veljače 2016.

reduciranih doza topramezona (2/3 i 1/2 od preporučene) s primjenom MSO adjuvanta utvrđen je i u poljskim istraživanjima **Šoštarčić i sur. (2015)** gdje je na korovnu vrstu *Echinochloa crus-galli* učinak kod 2/3 doze (78,8%) i 1/2 doze (85,0%) bio znatno viši u odnosu na one tretmane u kojima je ista doza topramezona primjenjena s adjuvantom iz skupine NIS (2/3 – 46,2%; 1/2 - 66,2%), čime se potvrđuje veća pouzdanost primjene ovog adjuvanta u kombinaciji s topramezonom, posebice prilikom primjene reduciranih doza.

Aplikacijom sredstva u fazi tri razvijena lista koštana, konačan ishod svih doza primijenjenog topramezona u kombinaciji s ajduvantima bio je 100% učinak na koštan vizualno promatrajući dva tjedna od tretiranja (grafikon 1). Suprotno tome, primjenom topramezona bez adjuvanata iskazan je slab, odnosno nikakav učinak na koštan u ranoj razvojnoj fazi (BBCH 13). Stoga je potrebno naglasiti da kod primjene reduciranih doza topramezona nužno je koristiti jedan od navedenih adjuvanata kako bi se postigao zadovoljavajući učinak na ovu korovnu travu. Kod primjene pune (preporučene) doze topramezona također je utvrđen izostanak učinka kad je topramezon primjenjen sam (grafikon 1) što objašnjava preporuku vlasnika herbicida da se i kod aplikacije preporučenih doza topramezona u škropivo doda adjuvant. Ipak, kad se isti tretman (puna doza bez adjuvanta) promatra kroz redukciju suhe mase koštana podatak ipak govori o određenom zadovoljavajućem učinku (92,2 %) (grafikon 3). Stoga treba uzeti u obzir da se subjektivnom vizualnom ocjenom procjenio postotak oštećenja nadzemne mase, ali i moguća štetnost od daljnje prisutnosti oštećenih korovnih jedinki u poljskim uvjetima. To može značiti da je subjektivna ocjena oštećenja nepouzdana metoda. Jer je oštećenje ovom metodom okarakterizirano kao nedovoljno da bi spriječilo daljnje štete koje simptomatična biljka u polju, pored kultivirane biljke, može nanjeti ako je ista prisutna u period kritičnog razdoblja zakorovljenosti ciljane kulture uzgoja. S druge strane potrebno je znati da se kod vizualne ocjene radi o subjektivnom utvrđivanju učinka, dok je postotak redukcije suhe mase daleko objektivnija metoda, shodno tome, kod vizulane ocjene moguća je kriva procjena stvarnog oštećenja. Iako su utvrđena mala odstupanja kod ocjenjivanja učinka istraživanih tretmana vizualnom ocjenom u odnosu na redukciju broja jedinki i nadzemne mase koštana, kod oba mjerena dobiveni su slični, vrlo visoki postotci redukcije koštana čime se obje korištene metode mogu smatrati pogodnim za ovu korovnu vrstu.

Potpuno suprotni učinak istraživanih tretmana ostvaren je njihovom aplikacijom u fazi busanja koštana. Iako se utjecaj na dva razvoja stadija koštana promatrao i bio analiziran kao dva zasebna pokusa, promatranjem podataka vizualnih ocjena (grafikon 1, 4) u obje fenofaze koštana vidljiva je ogromna razlika u učinku. Vizualna ocjenu oštećenja nadzemne mase

koštana u fazi tri lista pri svim dozama topramezona u kombinaciji s adjuvantima bila je 100% (grafikon 1) dok je u fazi busanja većina tretamana s reduciranim dozacijama tretmana imala nikakav ili vrlo niski učinak (grafikon 4). U fenofazi busanja jedini zadovoljavajući tretmani su oni u kojima je korištena uvećana doza topramezona (73,3 %) te puna (preporučena) doza topramezona u kombinaciji s NIS adjuvantom (73,3 %). Zadovoljavajući, iako granični, učinak pri uvećanim dozama nema praktični značaj jer je svrha ekološki prihvatljive zaštite od korova, smanjenje dozacija herbicida. Mogući razlog slabijeg učinka u fenofazi busanja može se protumačiti razvojem epikutikularnih voskova na površini samog lista čime je smanjeno usvajanje topramezona **(Holloway, 1970)** . Još značajnije je činjenica da je djelovanje post-emergence herbicida u većini slučajeva lošije kad se korovne trave nalaze u fazi busanja. Razlog tomu može biti mogućnost bolje regeneracije uskolisnih korovnih vrsta u višim razvojim stadijim, povećanoj prisutnosti pigmenata ksantofilskog ciklusa **(Brosnan i Breeden, 2013)**. No, moguće je da i sama građa i razmještaj bočnih izboja u fenofazi busanja, kad ih je puno više, nego u fazi nicanja, omogućuje biljci da se bolje i brže regenira iz čvora busanja koji je kod trava zaštičen.

Analizom rezultata dobivenih tijekom ovog istraživanja vidljivo je da se dodatkom adjuvanta djelovanje topramezona može znatno popraviti njihovom primjenom prije busanja koštana. Adjuvatni svojim funkcionalnim svojstvima pomažu prijenos djelatne tvari do ciljanog mjesta djelovanja, ali samo onda kad se primjene u optimalno vrijeme (prije busanja trava). Kasnom primjenom topramezona, u već odmaklim fazama razvoja (BBCH 20 -21) nije moguće učinkovito suzbiti ovu vrstu primjenom preporučenih i reduciranih dozacija. Stoga bi bilo korisno poznavati dinamiku nicanja ove korovne vrste u polju te temeljem toga prilagoditi primjenu herbicida.

7. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata istraživanja utjecaja uvećane, preporučene i reduciranih doza topramezona samog i uz dodatak adjuvanata iz skupine metiliranih biljnih ulja (MSO) i neionskih surfaktanata (NIS) na korovnu vrstu *Echinochloa crus-galli* u fazi tri razvijena lista (BBCH 13) i fazi busanja (BBCH 20 - 21) moguće je zaključiti slijedeće:

1. Primjenom reduciranih doza topramezona u fenofazi tri razvijena lista (BBCH 13) bez dodavanja adjuvanata nije moguće postići zadovoljavajući učinak na korovnu vrstu *Echinochloa crus-galli.*
2. Zadovoljavajući učinak (95%) primjene topramezona bez adjuvanata postiže se samo primjenom uvećane doze (134, 4 g. d.t. ha^{-1}) u fenofazi tri razvijena lista (BBCH 13).
3. Dodatkom MSO i NIS adjuvanta svim istraživanim dozama topramezona u fenofazi tri razvijena lista (BBCH 13) ostvaruje se 100% učinak na koštan, promatrajući parametar vizualne ocjene. Razvoj simptoma herbicidnog učinka znatno je brži (nakon sedam dana) kod kombinacija s MSO adjuvantom nego kod kombinacija s NIS adjuvantom (nakon dana).
4. Primjenom reduciranih doza topramezona u kombinaciji s adjuvantima MSO i NIS u fenofazi tri lista koštana (BBCH 13) ostvaruje se više od 90% redukcije broja jedinki i i suhe nadzemne mase koštana.
5. Tretiranjem biljaka koštana u fenofazi busanja (BBCH 20 - 21) zadovoljavajući učinak postiže se samo primjenom uvećane doze topramezona (73,3 %) te dodatkom adjuvanta NIS punoj dozi topramezona (73,3 %).
6. U fenofazi busanja (BBCH 20 - 21) smanjenjem doze topramezona nije moguće postići zadovoljavajući učinak na koštan čak ni dodatkom istraživanih adjuvanata (MSO i NIS).

.

8. POPIS LITERATURE

1. Anghel, G., Chirilă, C., Ciocârlan, V., Ulinici, A. (1972). The weeds from agricultural cultures and their combating. Ed. Ceres, Bucharest.
2. Anonymus (2012). Armezone herbicide label, BASF, The Chemical Company
3. Anonymus (2007). Herbicide handbook – ninth edition (ed. Senseman S.A.)., WSSA, Lawrence, USA
4. Anonymus (2005). Topramezone. Pesticide Fact Sheet, EPA – Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (7501C)
5. Anonymus (1999). Annual Book of ASTM Standards, Vol. 11.05. Designation E 1519-95, Standard Terminology Relating to Agricultural Tank Mix Adjuvants. str. 905–906.
6. Anonymus (1995). ASTM - Terminology relating to agricultural tank mix adjuvants. U Annual Book of ASTM Standards. Volume 11.05: Biological Effects and Environmental Fate; Biotechnology; Pesticides. Philadelphia, PA. str. 966–967.
7. Anonymus (1994). Herbicide handbook – seventh edition (ur. Ahrens W.H.)., WSSA, Champaign, USA
8. Arai, M., Miyahara, M. (1963). Physiological and ecological studies on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* Beauv. var *oryzicola* Ohwi). VI. On the elongation of plumule through soils after germination. Proc. Crop.Sci. Soc. Jpn. 31:367-370
9. Arai, M., Kawashima, R. (1956). Ecological Studies on Weed Damage of Rice Plants in Rice Cultivation. : I, II : On the mechanism of competition between rice plants and weeds. Japanese Journal of Crop Science 25 (2):115-119
10. Barić, K., Ostojić, Z. (2016). Herbicidi. U: Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2016. godinu. Glasilo biljne zaštite. vol. 16, 1-2:225-282
11. Barić, K., Šćepanović, M. (2015). Integrirana zaštita šećerne repe od korova. U: Šećerna repa – zaštita od štetnih organizama u sustavu integrirane biljne proizvodnje. Priručnik Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Str: 96-121
12. Barret, S., C., H., Seaman, D., E. (1980). The weed flora of Californian rice fields. Aquat.Bot.9: 351-376
13. Bayer D., E., Lumb J., M. (1973). Penetration and translocation of herbicides. U.W. van Valkenburg ed. Pesticide Formulations. New York; Marcel Dekker. pp. 387 - 439

14. Benvenuti, S., Macchia, M., Bonari, E. (1997). Ecophysiology of germination and emergence of *Echinochloa crus-gali* L. seeds. Rivista di Agronomia, 31(4):925 – 933
15. Berca, M. (1996). *Actual issues of weeds combating in Romania.The 10th Herbology National Simposium* , Sinaia, p. 7-16.
16. Bhowmik, P., C., Reddy, K., N. (1988). Effects of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) on growth, yield, and nutrient status of transplanted tomato (*Lycopersicones culentum*).Weed Sci. 36:775-779.
17. Bogdan, I., Guş, P., Rusu, T., Moraru, P.I., Pop, A.I. (2007). Research concerning the weedinglevel of autumn wheat – potato – maize – and soybean crop rotation, in Cluj county. Bulletin of USAMV-CN, 63-64, str. 283-290. Ed. AcademicPres®, Cluj-Napoca.
18. Bosnic, C. A., Swanton, C.J. (1997). Influence of barnyardgrass *(Echinochloa crus-galli)* time of rising and density on corn *(Zea mays).* Weed Science Journal, n. 45, pp. 276-282.
19. Brod, G. (1968). Unter Suchengen zur Biologie and Okologie der Huhner-hirse Echinochloa crus-galli (L.) Beauv., Weed Res. 8: 115 – 127
20. Brosnan J., Breeden G. (2013). Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) Control with topramezone and triclopyr, Weed Technology 27:138–142
21. Campagna, G., Rapparini, G. (2008). Erbe infestanti delle colture agrarie Riconoscimento, biologia e lotta. Edizion L`Informatore Agrario, pp: 17 – 547
22. Cauwer, De B., Rombaut, R., Bulcke, R., Reheul, D. (2012). Differential sensitivity of *Echinochloa muricata* and *Echinochloa crus-galli* to 4-hydroxyphenyl pyruvate dioxygenase- and acetolactate synthase-inhibiting herbicides in maize, Weed Research 52: 500 - 509
23. Dawson, J., H., Bruns, V., F. (1962). Emergence of barnyardgrass, green foxtail and yellow foxtail seedlings from various soil depths. Weeds 10: 136-139
24. Gitsopoulos T.K., Melidis V., Evgenidis G. (2010). Response of maize (*Zea mays* L.) to post-emergence applications of topramezone. Crop Protection 29: 1091-1093
25. Good, R. (1964). The geography of the flowering plants. Longmans Green and Co. Ltd., New York
26. Goršić, M. (2012). Učinak kombinacija topramezona i adjuvanata na vrste *Abutilon theophrasti* Med., A*mbrosia artemisiifolia* L. i *Amaranthus retroflexus* L. u kukuruzu. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
27. 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

28. Green J., M., Beestman G.B. (2007). Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. Crop Protection 26: 320-327
29. Green J., M., Green J., H. (1993). Surfactant structure and concentration strongly affect rimsulfuron activity. Weed Technology 7: 633-640
30. Grossman, K., Erhardt, T. (2007). On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. Pest Management Science 63: 429-439
31. Hess F.D., Foy C., L. (2000). Interaction of surfactants with plant cuticles. Weed Technology 14: 807-813
32. Hirai K., Uchida A., Ohno R. (2002). Major synthetic routes formodern herbicide classes and agrochemical characteristics, U Herbicide Classes in Development, (ur. Böger P., Wakabayashi K., Hirai K.) Springer-Verlag, Berlin, str. 179–289
33. Holloway, P., J. (1993). Structure and chemistry of plant cuticules. Pesticide Science 37: 203-206
34. Holloway, P., J. (1970). Surface factors affecting the wetting of leaves. Pesticide Science 1: 156 - 163
35. Holm, L., G., Pancho, J., V., Herberger, J., P., Plunknett, D., L., (1991). A geographical atlas of world weeds. Krieger Publishing Company, Malabar.
36. Holm L., Doll J., Holm E., Pancho J., Herberger J. (1997): World Weeds: Natural Histories and Distribution. John Wiley & Sons, New York.
37. Kirkwood R., C. (1999). Recent developments in our understanding of the plant cuticule as a barrier to the foliar uptake of pesticides. Pesticide Science 55: 69-77
38. Kropff, M.,J., Vossen, F., J., H, Spitters, C., J., T, Groot, De W. (1984). Competition between a maize crop and a natural population of *Echinochloa crus-galli* (L.)Netherlands Journal of Agricultural Science, 35, pp. 324–327
39. Lopez-Martinez, N.., Salva, A., P., Finch, R., P., Marshall, G. i De Prado, R. (1999). Molecular markers indicate intraspecific variation in the control of *Echinochloa* spp. with quinclorac.Weed Sci. 47, 310–315
40. Magosso, D. (2013). Study of germination parameters of summer weeds: transferability of AlertInf model to Croatia, Final thesis, University of Padova, Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment (DAFNAE)
41. Martinková Z., Honěk A. (1993): The effects of sowing depth and date on emergence and growth of barnyard grass, *Echinochloa crus-galli*. Ochrana Rostlin, **29**: 251–257.

42. Maun, M. A., Barrett, C. H. (1986). The biology of Canadian Weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Can. J. Plant Sci. 66: 739-759
43. McMullan, P.M. (2000). Utility adjuvants. Weed Technology 14: 792 – 797
44. Meyer, D., Effenberger, J. (2013) *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (Poaceae), ISTA Universal List, California Department of Food & Agriculture
45. Šarić T., Ostojić Z., Stefanović L., Deneva Milanova S., Kazinczi G., Tyšer L. (2011). The changes of the composition of weed flora in southeastern and central europe as affected by cropping practices. Herbologia 12: 8-12
46. Ostojić, Z. (2011). Naši napasni korovi - Koštan zakorovljuje gotovo sve kulture, Gospodarski list. 168, 1; 13-13.
47. Ostojić, Z., Barić, K. (2008). Adjuvanti sredstvima za zaštitu bilja, Glasilo biljne zaštite 1 – dodatak: 18-19
48. Păunescu, G. (1997). Researches regarding the depth influence and durability upon caryopsis germination of *Echinocloa crus-galli*. Proplant 97, p.155-164.
49. Penner, D. (2000). Activator adjuvants. Weed Technology 14: 785-791
50. Rahn, E., M., Sweet, R., D., Vengris, J., Dunn, S. (1968). Life history studies as related to weed control in the Northeast. 5.-Barnyardgrass. Agric. Exp. Sta. Univ. Delaware Bull. 368, pp. 1-46
51. Rusu, T., Bogdan, I. (2012). Influence of Degree Infestation with Echinochloa crus–galli Species on Crop Production in Corn, Herbicides - Properties, Synthesis and Control of Weeds, Dr. Mohammed Nagib Hasaneen (Ed)
52. Rusu, T., Gus, P., Bogdan, I., Moraru, P.I., Pop, A.I., Sopterean, M., L., Pop, L.,I. (2010). Influence of infestation with *Echinochloa crus-galli* species on crop production in corn.Journal of Food, Agriculture & Environment, vol. 8(2/2010), p. 760-764, WFL Publisher Science and Technology, Helsinki, Finlanda.
53. Sadeghloo, A., Asghari, J., Ghaderi-Far, F. (2013). Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and barnyardgrass (*Echinochloa crus galli*), Planta daninha, 31 (2) 259-266
54. SAS Institute. (1997) SAS/STAT Software: Changes and enhancements through Rel. 6.12. SAS Inst., Cary, NC
55. Schönhammer, A., Freitag, J., Koch, H. (2006). Topramezone – ein neuer Herbizidwirkstoff zur hochselektiven Hirse- und Unkrautbek¨ampfung im Mais. Journal of Plant Diseases and Protection 23: 1023–1031

56. Sheahan, C., M. (2014). Plant guide for Japanese millet *(Echinochloa esculenta)*. USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center, Cape May, NJ.
57. Siddall T.L., Ouse D.G., Benko Z.L., Garvin G.M., Jackson J.L., McQuiston J.M., Ricks M.J., Thibault T.D., Turner J.A., Vanheertum J.C., Weimer M.R. (2002). Synthesis and herbicidal activity of phenyl-substituted benzoylpyrazoles. Pest Management Science 58: 1175–1186
58. Smith, R., J., Shaw, W., C. (1996). Weed and their control in rice production, U.S. Government Printing Office, Washington D.C., Agric. Handbook 292: 64
59. Steinmaus S., J., Prather T., S., Holt, J., S. (2000). Estimation of base temperatures for nine weed species. Journal of Experimental Botany 51, 275–286
60. Swain, D., J. (1967). Controlling barnyardgrass in rice, N.S.W. Agric. Gaz. 78: 473 – 475
61. Šćepanović, M., Masin R., Šoštarčić, V., Barić, K., Ostojić Z. (2015). Prognoza dinamike nicanja korova u integriranoj zaštiti ratarskih kultura, Glasilo biljne zaštite, br. 1/2 – dodatak, godina XV: 45- 46
62. Šoštarčić, V., Šćepanović, M., Barić, K. (2015). Učinak reduciranih doza topramezona u kombinaciji s adjuvantima na lobodu (*Chenopodium album*) i koštan (E*chinochloa crus-galli*) u kukuruzu, Glasilo biljne zaštite, 4: 255 – 265
63. Taylor, P., Ramsay, J., L., Bean, M., J., Benton, M. (2001). Retention of foliar applied sprays on difficult to wet species. U Proceedings 6th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals (ISSA 2001), Amsterdam, The Netherlands, 113 – 118.
64. Turner J.A., Vanheertum J.C., Weimer M.R. (2002). Synthesis and herbicidal activity of phenyl-substituted benzoylpyrazoles. Pest Management Science 58: 1175–1186
65. Underwood, A., Roberts, S., Yopp, F**.** (2001). An overview of the commercial agrochemical and adjuvant markets and trends impacting each for the twenty-first century. U*:* Hans de Ruiter, ed. Sixth International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals. Amsterdam,The Netherlands: ISAA 2001 Foundation, str. 608–620
66. Underwooda, A., K. (2000). Adjuvant Trends for the New Millenium. Weed Technology 14: 765 – 772
67. Vengris, J., Kacperska-Palacz, A., E., Livingston, R., B. (1966). Growth and development of barnyardgrass in Massachusetts., Weeds. 14: 299 – 301
68. Vengris, J., Drake, M., Colby, W., G., Bart, J. (1953). Chemical composition of weeds and accompanying crop plants, Agron., J. 45, 213 - 218
69. Wilson, R. (1979). Irrigation weed seed. Farm, Ranch and Home Quarterly 26: 16-18

70. Yabuno, T.(1983). Biology of *Echinochloa* species. In: ANONYMUS (ed.), Weed control in rice, 307–318. International Rice Research Institute and International Weed Science Society, Manila.
71. Zhang, J., Jaeck, O., Menegat, A., Zhang, Z., Gerhards, R., Ni, H. (2013). The mechanism of methylated seed oil on enhacing biological efficacy of topramezone on weeds, Plos one volume 8, 9: 1 -9
72. Zimdahl R., L. (1999). Fundamentals of Weed Science, str. 272-278. Academic Press, San Diego, USA
73. Zollinger R., Ries J., L. (2006). Comparing mesotrione, tembotrione and topramezone. 2006 North Central Weed Science Proceedings, 61: 114

8.1. Internetski izvori

1. Discover life
< www.discoverlife.org >, pristupljeno 29. listopada 2015.
2. Flora of Missouri
< www.missouriplants.com >, pristupljeno 1. studenog 2015.
3. IPK. (2009). *Mansfeld's world database of agricultural and horticultural crops*. IPK, Gatersleben, Germany. Site:
< http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/pls/htmldb_pgrc/f?p=185:3:128722495348706 >, pristupljeno 28. rujna 2015.
4. Markets and Markets
< www.marketsandmarkets.com >, pristupljeno 24. rujna 2015.
5. Pesticide properties database
< http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/686.htm >, pristupljeno 16. veljače 2016.
6. Western New Mexico University
< www.wnmu.edu >, pristupljeno 1. studenog 2015.

ŽIVOTOPIS MENTORA

Maja Šćepanović rođena je 17. lipnja 1975. godine u Splitu gdje je završila osnovno i srednješkolosko obrazovanje. Jednu godinu srednje škole obrazovala se u Italiji, Domodossoli (Liceo Scientifico Giorgio Spezia). Dodiplomski studij Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu upisala je 1994. godine, gdje je i diplomirala 2000. godine s temom „Praćenje leta leptira *Cydia pomonella* u 1999. godini". Od 2001. godine zaposlena je na Zavodu za herbologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u svojstvu znanstvenog novaka – asistenta. Doktorsku disertaciju „Učinak višekratne primjene smanjenih količina herbicida na korove i prinos šećerne repe (*Beta vulgaris L. var. altissima* Doll) obranila je 11. ožujka 2011. godine na Agronomskom fakultetu. U srpnju 2012. godine izabrana je u znanstveno nastavno zvanje sveučilišnog docenta na Agronomskom fakultetu. Sudjeluje u nastavi preddiplomskog studija „Zaštita bilja" kao koordinator modula Osnove herbologije te suradnik na modulima Osnove fitomedicine, Zaštita ratarskih kultura od štetočinja, Zaštita voćaka i vinove loze od štetočinja te Sustavi suzbijanja štetnih organizama. Na diplomskom studiju Fitomedicina koordinator je predmeta Ekologija korova te suradnica na predmetu Specijalna herbologija. Mentorirala je preko 20 studentskih radova (završni rad, diplomski rad, radovi za dekanovu i rektorovu nagradu) Surađivala je na dva znanstvena projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa (Mogućnost primjene smanjenih količina herbicida i Ekološki prihvatljiva zaštita od korova u sustavu integrirane biljne proizvodnje), dva VIP projekta (Primjena smanjenih količina herbicida i Suzbijanje korova u povrću (luk, rajčica, špinat) direktnom sjetvom sjemena) i projektu Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (Pelinolisni limundžik *Ambrosia artemisiifolia L*., raširenost, biologija, ekologija, štetnost i mjere suzbijanja). Suradnica je i na tri međunarodna projekta IPA: "Enhancement of collaboration between science, industry and farmers: Technology transfer for integrated pest management (IPM) in sugar beet as the way to improve farmer's income and reduce pesticide use", Tempus projekt: "International joint Master degree in Plant Medicine" te COS projekt: Sustainable management of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe (SMARTER). Autorica je 4 međunarodna znanstvena rada (a1), 15 nacionalnih znanstvenih radova, dvadesetak stručnih radova te koautora sveučilišnog priručnika. Aktivno je sudjelovala na 10 tak međunarodnih znanstvenih skupova te 15ak stručnih

skupova iz područja zaštite bilja. Članica je Hrvatskog društva biljne zaštite te Europskog društva za proučavanje korova (EWRS).

ŽIVOTOPIS AUTORA

Valentina Šoštarčić rođena je 14. veljače 1993. u Zagrebu. Osnovno i srednjoškolsko obrazovanje završila je u Ivanić Gradu. Maturirala je 2011. godine u Općoj gimnaziji u Ivanić Gradu. Iste godine upisuje preddiplomski studij Zaštite bilja na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom rujna 2012. godine volontira na 59. Svjetskom natjecanju u oranju, u Biogradu na Moru. Demostrator je na modulu „Osnove herbologije" za vrijeme ljetnog semestra 2014. godine. U sklopu Erasmus programa stručne prakse provodi tri mjeseca (lipanj – rujan 2014.) na Sveučilištu u Padovi, *Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment* (DAFNAE) gdje pod mentorstvom doc.dr.sc. Maje Šćepanović i doc.dr.sc. Roberte Masin obavlja istraživanja vezana za izradu ovog diplomskog rada. Po povratku iz Italije završava preddiplomski studij i upisuje diplomski studij Fitomedicine na Agronomskom fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. U listopadu 2014. nagrađena je Dekanovom nagradom za izvanredan uspjeh na preddiplomskom studiju Zaštite bilja. Suautor je rada izloženog u veljači 2015. na 59. Seminaru biljne zaštite u Opatiji: Šćepanović, M., Masin, R., Šoštarčić, V., Barić, K., Ostojić, Z. (2015). Prognoza dinamike nicanja korova u integriranoj zaštiti ratarskih kultura. Sudjeluje na 17th European Weed Research Society Symposium održanom 23. do 25. lipnja 2015, u Montpellier SupAgro u Francuskoj te usmeno izlaže znanstveni rad: Šoštarčić, V., Masin, R., Magosso, D., Gasparini, V., Šćepanović, M. , Barić, K., Zanin, G. (2015) *Study of germination parametars of summer weeds: transferability of AlertInf model to Croatia*. Tijekom lipnja 2015., objavljuje znanstveni rad u Glasilu biljne zaštite: Šoštarčić, V., Šćepanović, M., Barić, K. (2015). *Učinak reduciranih doza topramezona u kombinaciji s adjuvantima na lobodu (Chenopodium album) i koštan (Echinochloa crus-galli) u kukuruzu.* U lipnju 2015. osvaja Rektorovu nagradu za rad po nazivom „*Biološki parametri toplopljubivih korovnih vrsta transfer AlertInf modela iz Italije u Hrvatsku*". Tijekom listopada 2015. godine postaje stipendistica Zaklade Agronomskog fakulteta, a u veljači 2016. godine osvaja nagradu iz Zaklade Milan Maceljski, Hrvatskog društva biljne zaštite na 60. Seminaru biljne zaštite u Opatiji. Članica je Hrvatskog društva biljne zaštite (HDBZ) te *European Weed Research Society* (EWRS).