



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
POLJOPRIVREDNI FAKULTET



Biljana Kelečević

**BIOLOŠKE KARAKTERISTIKE I SUZBIJANJE VRSTA
RODA *Xanthium* NA TERITORIJI BOSNE I HERCEGOVINE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Banja Luka, 2020.



UNIVERSITY OF BANJA LUKA
FACULTY OF AGRICULTURE



Biljana Kelečević

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND CONTROL
SPECIES OF *Xanthium* GENUS ON THE TERRITORY OF
BOSNIA AND HERZEGOVINA**

DOCTORAL DISSERTATION

Banja Luka, 2020.

INFORMACIJE O MENTORU I DISERTACIJI

Mentor: Prof. dr Zlatan Kovačević, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

Naslov doktorske disertacije: Biološke karakteristike i suzbijanje vrsta roda *Xanthium* na teritoriji Bosne i Hercegovine

Rezime

Ovo istraživanje predstavlja prvo detaljno istraživanje vrsta roda *Xanthium* na teritoriji Bosne i Hercegovine. Na osnovu anatomske i genetičke rezultata, te morfoloških karakteristika biljaka, a u skladu sa savremenim principima sistematike, na istraživanoj teritoriji konstatovane su dvije vrste roda *Xanthium*: *X. spinosum* (sekcija *Acanthoxanthium*) i *X. orientale* (sekcija *Xanthium*). Morfološkom determinacijom, u okviru vrste *X. orientale* konstatovane su dvije podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* i *X. orientale* subsp. *riparium*. Prisustvo podvrsta nije potvrđeno anatomskim i molekularnim analizama. Na osnovu rasprostranjenosti i brojnosti može se konstatovati da *X. orientale* ima invazivni karakter, dok se *X. spinosum* može okarakterisati kao štetna korovska vrsta. Nicanje obe vrste se odvija dosta kasno (maj) zbog visokih zahtjeva prema topotilu, optimalna temperatura klijanja za *X. orientale* iznosi 25-35°C, a za *X. spinosum* 30-35°C. Ukupna klijavost sjemena populacija vrste *X. orientale* iznosila je 65-90%, a *X. spinosum* je bila znatno manja i iznosila je 15%. Rezultati ispitivanja efikasnosti su pokazali da se i sa redukovanim količinom primjene ispitivanih herbicida (osim za tifensulfuron-metil), kod pravovremene primjene, može postići visoka efikasnost i da se ispitivane aktivne supstance: imazamoks, fluroksipirmeptil, mezotriion, glifosat i dikamba mogu preporučiti za suzbijanje *X. orientale*. Kod svih ispitivanih aktivnih supstanci, osim za glifosat, veća efikasnost je postignuta kod mlađih biljaka (faza F1) u odnosu na starije biljke (faza F3).

Ključne riječi: *Xanthium*, rasprostranjenost, molekularna analiza, morfologija, anatomija, suzbijanje.

Naučna oblast: Poljoprivredne nauke

Naučno polje: Biljne nauke

Klasifikaciona oznaka za naučnu oblast prema CERIF šifrarniku: B 006; B 225; B 290

UDK: 632.122:581.4]:632.954.024(497.6)(043.3)

Tip odabrane licence Kreativne zajednice:

Autorstvo – nekomercijalizovano (CC BY-NC)

INFORMATION ABOUT MENTOR AND DISSERTATION

Mentor: PhD Zlatan Kovačević, full time professor, Faculty of Agriculture, University of Banja Luka

Title of doctoral dissertation: Biological characteristics and control species of *Xanthium* genus on the territory of Bosnia and Herzegovina

Abstract

This study represents the first detailed analysis of the *Xanthium* genus on the territory of Bosnia and Herzegovina. According to our research, in the studied area, the presence of two species of the *Xanthium* genus *X. spinosum* (section *Acanthoxanthium*) and *X. orientale* (section *Xanthium*) has been confirmed by anatomical and genetic analyses and morphological characteristics of examined plants, in accordance with modern systematic principles. By morphological determination within species *X. orientale* two subspecies *X. orientale* subsp. *italicum* and *X. orientale* subsp. *riparium* were identified. The presence of the subspecies was not confirmed by anatomical and molecular analyses. Based on the distribution and abundance of *X. orientale* it is characterized as invasive species, while *X. spinosum* can be characterized as a harmful weed species. Germination of both species occurs very late (May) due to high temperature requirements, the optimum germination temperature for *X. orientale* is 25-35°C, and for *X. spinosum* 30-35°C. Total seed germination of the *X. orientale* was 65-90%, and for *X. spinosum* was only 15%. The results of the herbicide efficacy showed that with the reduced amount of the herbicides (except for tifensulfuron-methyl), high efficacy can be achieved with timely application and the active substances as: imazamox, fluroxypyr-meptyl, mesotrione, glyphosate and dicamba can be recommended for weed control of *X. oriental*. All applied active substances, except glyphosate, show higher efficacy with younger plants (phase F1) compared with older plants (phase F3).

Key words: *Xanthium*, anatomy, molecular analyses, morphology, distribution, weed control.

Scientific area: Agricultural science

Scientific field: Plant science

Classification code for the scientific field under CERIF code book: B 006; B 225; B 290

UDK: 632.122:581.4]:632.954.024(497.6)(043.3)

Type of selected licence Creative Commons:

Authorship-non-commercial (CC BY-NC)

Mojoj porodici

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. Porijeklo, rasprostranjenost i klasifikacija vrsta roda <i>Xanthium</i>	3
2.2. Invazivnost vrsta roda <i>Xanthium</i>	9
2.3. Morfološke karakteristike i štetnost vrsta roda <i>Xanthium</i> prisutnih na teritoriji Bosne i Hercegovine.....	11
2.4. Otravnost vrsta roda <i>Xanthium</i>	12
2.5. Ljekovita svojstva vrsta roda <i>Xanthium</i>	14
2.6. Molekularna karakterizacija	15
2.7. Anatomska građa vrsta roda <i>Xanthium</i>	16
2.7.1. Anatomska građa biljaka sekcije <i>Xanthium DC</i>	16
2.7.2. Anatomska građa biljaka sekcije <i>Acanthoxanthium DC</i>	21
2.8. Klijavost i produkcija sjemena roda <i>Xanthium</i>	21
2.9. Suzbijanje vrsta roda <i>Xanthium</i>	24
2.10. Rezistentnost <i>X. strumarium</i>	26
3. MATERIJAL I METODE RADA	28
3.1. Rasprostranjenost, fenološka i morfometrijska istraživanja.....	28
3.2. Molekularne analize	32
3.3. Izrada trajnih preparata i analiza biljnog materijala	34
3.4. Broj i raspored stoma.....	36
3.5. Ispitivanje efikasnosti herbicida	36
4. REZULTATI	42
4.1. Taksonomska pripadnost vrsta roda <i>Xanthium</i>	42
4.2. Rasprostranjenost vrsta roda <i>Xanthium</i> na teritoriji BiH.....	43
4.3. Genetička varijabilnost vrsta roda <i>Xanthium</i>	45
4.4. Morfologija vrsta roda <i>Xanthium</i>	49
4.4.1. Morfologija vrste <i>X. orientale</i>	49
4.4.2. Morfologija vrste <i>X. spinosum</i>	55
4.5. Anatomska građa vrsta roda <i>Xanthium</i>	56
4.5.1. Anatomska građa <i>X. orientale</i>	56
4.5.2. Anatomska građa <i>X. spinosum</i>	71
4.6. Klijanje sjemena, cvjetanje i plodonošenja vrsta roda <i>Xanthium</i>	75
4.6.1. Zavisnost klijanja od temperature i vremena.....	75
4.6.2. Stopa klijanja sjemena.....	80

4.7. Cvjetanje i plodonošenje vrsta roda <i>Xanthium</i>	83
4.8. Efikasnost herbicida u suzbijanju <i>X. orientale</i>	84
4.8.1. Efikasnost imazamoksa	84
4.8.2. Efikasnost fluroksipir-meptila	88
4.8.3. Efikasnost mezotriiona	92
4.8.4. Efikasnost glifosata.....	95
4.8.5. Efikasnost dikambe.....	100
4.8.6. Efikasnost tifensulfuron-metila	104
5. DISKUSIJA	108
5.1. Morfološka karakterizacija i taksonomska pripadnost vrsta roda <i>Xanthium</i> konstatovanih na području BiH	108
5.2. Rasprostranjenost vrsta roda <i>Xanthium</i> na teritoriji BiH.....	109
5.3. Korišćenje genetičkih analiza i morfološke determinacije u cilju definisanja taksona roda <i>Xanthium</i>	113
5.4. Uporedna analiza anatomske građe determinisanih vrsta roda <i>Xanthium</i>	116
5.5. Uticaj temperature i vremena na klijanje sjemena vrsta roda <i>Xanthium</i>	119
5.6. Efikasnost folijarnih herbicida u suzbijanju <i>X. orientale</i>	122
5.6.1. Efikasnost aktivne supstance: imazamoks.....	122
5.6.2. Efikasnost aktivne supstance: fluroksipir-meptil	123
5.6.3. Efikasnost aktivne supstance: mezotriion.....	124
5.6.4. Efikasnost aktivne supstance: glifosat.....	125
5.6.5. Efikasnost aktivne supstance: dikamba	126
5.6.6. Efikasnost aktivne supstance: tifensulfuron-metil.....	127
5.7. Uporedne efektivne doze primjenjenih preparata.....	127
6. ZAKLJUČCI	129
7. LITERATURA	134
INDEKS TABELA.....	146
INDEKS GRAFIKONA	148
INDEKS SLIKA	149
INDEKS SHEME	151
LISTA SKRACENICA KORIŠĆENIH U TEKSTU	152

1. UVOD

Vrste roda *Xanthium* spadaju u značajne korovske vrste, širokog rasprostranjenja, kako u cijelom Svijetu tako i na prostoru Bosne i Hercegovine (BiH). U mnogim država imaju karakter veoma značajnih korovskih vrsta, a u pojedinim su svrstane i u invazivne vrste (Sudhakar Reddy et al., 2007; Anastasiu et al., 2007; Khuroo et al, 2007; Galanos, 2015). Kao korovi *Xanthium strumarium* i *Xanthium italicum* su prisutni u usjevu kukuruza (Hussain et al., 2014), pšenice (Novák et al., 2009; Pascu, 2012), suncokreta (Manilov and Zhalkov, 2018), krompira (Ilić and Nikolić, 2011), paradajza (Monaco et al., 1981), pamuka (Weaver and Lechowicz, 1983; Economou et al., 2005), soje (Sikkema et al., 2008), u voćnjacima i vinogradima (Kaul, 1965a) kao i na ruderalnim staništima (Fetvadjieva and Milanova, 1998; Seifu et al., 2017). Pored širokog rasprostranjenja kao korov, ove vrste spadaju i u otrovne biljke. Ponici *X. strumarium* (Holm et al., 1977; List and Spencer, 1979; Cole et al., 1980; Witte et al., 1990; Karadas et al., 1997), kao i plodovi ove vrste (Stuart et al., 1981) izazivaju trovanje domaćih životinja, a u krajnjem slučaju i uginjanje. Poznati su slučajevi uginuća, pretežno mlađih junica (Witte et al., 1990) i jagnjadi (Karadas et al., 1997) kada su se u ishrani našli plodovi i nadzemni dijelovi biljke *X. strumarium*. Otrvost potiče od sadržaja karboksiatraktolsida, čiji se sadržaj smanjuje poslije kljianja i vezana je za metaboličku aktivnost kotiledona (Cole et al., 1980). *Xanthium spinosum* ima veoma razvijene trnove koji se razvijaju ispod listova te mogu izazvati mehanička oštećenja usne duplje životinja koje ga konzumiraju. Pored toga, ekstrakt sjemena vrste *X. strumarium* ima antikancerogeno djelovanje i inhibira razvoj ćelija karcinoma pluća, jajnika, melanoma, centralnog nervnog sistema i debelog crijeva (Ramirez-Erosa et al., 2007). Koristi se i za liječenje inflamatornih bolesti, kao što je rinitis, empijema i reumatoidni artritis (Yoou et al., 2008). Vrste roda *Xanthium* su poznate kao izvor ksantanolid seskviterpena (ekstrakt lista) koji imaju antibakterijsko, antimalarialjsko i fungicidno djelovanje.

Zbog težnje ka samooplodnji, sa povremenom stranooplodnjom (koja iznosi manje od 12%) dolazi do pojave velikog broja varijacija koje često rezultiraju malim, lokalnim, ali nestabilnim taksonima (Love and Dansereau, 1959). Iz tog razloga determinacija vrsta ovog roda je veoma složena i diskutabilna, što u krajnjem slučaju rezultira postojanju većeg broja taksona sa velikim brojem sinonima (Plant List, 2019). Zbog svega navedenog u cilju determinacije i taksonomije vrsta roda *Xanthium* prisutnih kao korovskih biljaka na području BiH, korišćene su različite metode. Pored morfološke karakterizacije, u cilju definisanja

taksona sve se više koristi i analiza genoma. Kao jedna od najčešće korišćenih metoda za filogenetičke analize na nivou roda i vrste je korišćenje ITS2 (internal transcribed spacer) regiona (Cloman, 2007; Chen et al., 2010; Yao et al., 2010).

Zbog velike rasprostanjenosti i brojnosti na obradivim i ruderalnim površinama, konstantno se javlja potreba za suzbijanjem vrsta ovog roda. Za njihovo suzbijanje koriste se mehaničke i hemijske mjere borbe. Najbolji efekat u suzbijanju ovih vrsta je pokazala primjena folijarnih Post EM herbicida (Obermeier and Kapusta, 1996; Soltani et al., 2010), dok je primjena zemljишnih herbicida (Baldwin and Frans, 1972) i mehaničkih mjera suzbijanja (Gunsolus, 1990) pokazala slabiju efikasnost.

Cilj istraživanja je utvrđivanje bioloških karakteristika vrsta roda *Xanthium* na teritoriji Bosne i Hercegovine, te na osnovu: morfoloških, anatomske i genetičkih rezultata, uz korišćenje savremenih principa sistematike, izvršiti klasifikaciju vrsta ovog roda. Jedan od ciljeva je i da se na osnovu rasprostranjenosti i zastupljenosti utvrdi potencijalni invazivni kapacitet determinisanih vrsta. Istraživanja vezana za suzbijanje vrste *X. orientale* imaju za cilj utvrđivanje zakonitosti između doze herbicida i fenofaze, kao nezavisnih veličina i efikasnosti primjenjenih herbicida, kao zavisne veličine, čime će se definisati efektivna doza herbicida u odnosu na fazu razvoja biljaka. Poznavanjem odnosa između efikasnosti za pojedine faze razvoja, s jedne strane i doze, s druge strane, preporučeni su najefikasniji herbicidi, u skladu sa sistemom integralnog suzbijanja korova. Konačno, ovim istraživanjem će se dobiti novi rezultati, koji imaju značaj za razvoj nauke i struke te će poslužiti kao osnov za dalja istraživanja u oblasti biologije, ekologije i suzbijanja vrsta roda *Xanthium*.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Porijeklo, rasprostranjenost i klasifikacija vrsta roda *Xanthium*

Ime *Xanthium* potiče od grčke riječi *xanthos* što znači žuto, jer se nekad korijen pojedinih vrsta koristio za bojenje kose (Munz and Keck, 1973). Generičko ime *Xanthium* usvojeno je i bilo poznato i prije Linnaeus-a, 1753. godine (Tournefort, 1700), dok se naziv *Acanthoxanthium* prvi put spominje 1836. godine (De Candolle, 1836). U prvim pisanim radovima postojala su suprostavljena mišljena u definisanju roda tj. rodova. Tako da se prema Fourrea-u (1869) rod *Xanthium* trebao podijeliti na dva roda *Xanthium* Tourn. i *Acanthoxanthium* DC. Prod., dok je Widder (1964) smatrao da ne postoji tako velika razlika između pripadajući vrsta tako da rod *Xanthium* treba podijeliti na dva podroda *Xanthium* i *Acanthoxanthium* (DC.) Widder. Iako je postojala naučna polemika o sistematizaciji vrsta u okviru roda odnosno rodova (Fourreau, 1869; Wodehouse, 1928; Widder, 1935; Widder, 1964), a uzimajući u obzir i činjenicu da postoji mogućnost ukrštanja između vrsta istog roda (cit. Löve (1963): "Ako i postoji mogućnost hibridizacija (ukrštanja) između vrsta istog roda, hibridizaciju između rodova treba isključiti. Stvaranje hibrida između vrsta je i dozvoljeno, ali barijere između rodova moraju biti absolutne"), Löve (1975) je vodeći se definicijom roda sve vrste svrstao u jedan rod i nazvao ga *Xanthium*. Shull (1915) u radu "Physiological isolation of types in the genus *Xanthium*" sakupljujući plodove u Americi i njihovim uzganjem pokušao da utvrdi jasne morfološke razlike između pojedinih vrsta roda *Xanthium* i da uradi njihovu preciznu sistematizaciju. U istom radu autor navodi da, iako nema jasnog dokaza o Mendelovom zakonu nasljeđivanja između konstatovanih vrsta, u Americi se mogu jasno definisati tri vrste i to: *X. globosum* Shull., *X. pennsylvanicum* Wallr. i *X. canadense* Mill.

Još u prvim pisanim radovima o vrstama ovog roda ističe se problem precizne i jasne determinacije vrsta ovog roda. Millspaugh i Sherff (1919) su konstatovali 21 vrstu roda *Xanthium*, i to:

Carstvo: Plantae

Odjeljak: Spermatophyta

Klasa: Magnoliopsida

Podklasa: Asteridae

Red: Asterales

Familija: Asteraceae

Podfamilija: Asteroideae

Tribus: Heliantheae

Rod: *Xanthium*

Sekcija: *Acanthoxanthium* DC.

Vrsta: *Xanthium spinosum* L.

Sekcija: *Xanthium (Euxanthium)* DC.)

Vrste: *Xanthium strumarium* L.

Xanthium chinense Mill.

Xanthium cylindricum Millsp. and Sherff.

Xanthium globosum Shull.

Xanthium arcuatum Millsp. and Sherff.

Xanthium curvescens Millsp. and Sherff.

Xanthium leptocarpum Millsp. and Sherff.

Xanthium Wootoni Cockll. ex De Varies.

Xanthium cenchroides Millsp. and Sherff.

Xanthium inflexum Mack. and Bush.

Xanthium pennsylvanicum Walr.

Xanthium calvum Millsp. and Sherff.

Xanthium palustre Greene.

Xanthium australe Millsp. and Sherff.

Xanthium echinatum Murr.

Xanthium italicum Mor.

Xanthium acerosum Greene.

Xanthium oviforme Wallr.

Xanthium speciosum Kearn.

Xanthium campestre Greene.

Millspaugh i Sherff (1919) su takođe istakli činjenicu, da je za pojedine vrste, kao što su *X. acerosum* i *X. cylindricum*, neophodna dalja posmatranja i gajenje da bi se izveli relevantni zaključci. Löve i Dansereau (1959) su konstatovali da su pojedine "vrste" u stvari podvrste ili varijateti. Tako, su predložili da se u okviru vrste *X. strumarium* nalazi sedam kompleksa: *strumarium*, *cavanillesii*, *oviforme*, *echinatum*, *chinense*, *hybrid* i *orientale*.

Kako nema dokaza o postojanju prepreke u pogledu međusobnog opršivanja koje bi razdvajale ove komplekse. Postoji veliki broj varijacija koje često rezultiraju malim, lokalnim ali nestabilnim taksonima (Löve and Dansereau, 1959). Prema navodima istih autora najmanje sedam varijateta ili podvrsta je bilo opisano u Kaliforniji, ali danas se sve one smatraju kao dio morfološkog kompleksa *cavanillesii* (sin. *pennsylvanicum*).

Vrste ovog roda izvorno vode porijeklo iz Amerike, iako je konstatovano da je došlo do pojave reintrodukcije između Starog i Novog Svijeta (Weaver and Lechowicz, 1982). Zahvaljući selektivnoj kolonizaciji populacija pojedinih genotipova koje se odlikuju plastičnošću, mogućnosti prilagođavanja na uslove spoljašnje sredine novih staništa (Blais and Lechowicz, 1989), vrste roda *Xanthium* su se proširile na prostor cijelog svijeta, a u pojedinim zemljama su poprimile i status invazivnih vrsta. Vrste roda *Xanthium* imaju široko rasprostranjenje na svim kontinentima (Löve and Dansereau, 1959; Fiori, 1969; Weaver and Lechowicz, 1983; Hocking and Liddle, 1986; Mosyakin and Yavorska, 2002; Macdonald et al., (eds.), 2003; Mito and Uesugi, 2004; Sârbu and Smarandache, 2013). One su takođe prisutne u veoma širokom rasponu kada je u pitanju nadmorska visina, tako da su ove vrste konstatovane od 0 (nula) m.n.v. (Galanos, 2015) do 2200 m.n.v. (Khuroo et al., 2007).

U mnogim zemljama vrste roda *Xanthium* su se raširile i na obradive površine, gdje predstavljaju značajne ekonomski štetne korovske vrste. Vrsta *X. strumarium* u SAD je jedan od najznačajnijih korova usjeva soje i pamuka (Weaver and Lechowicz, 1983). Pri različitoj gustini i u zavisnosti od dužine trajanja zakorovljenosti *X. strumarium*, smanjenje prinosa soje iznosi 10-80% (Barrentine and Oliver, 1977). U zavisnosti od gustine korova (*X. strumruium*) smanjenje prinosa soje u Kanadi iznosi 18-51% (Sikkema et al., 2008). Prema istraživanju Hussain i sar. (2014) *X. strumarium* ima veliki uticaj na smanjenje prinosa kukuruza u Pakistanu. Prema njihovim istraživanjima prinos zrna kukuruza je smanjen za 5-40%, u zavisnosti od gustine korova i gajene biljke. Vrsta *X. strumarium*, pored vrste *Datura stramonium* L., predstavlja najznačajnije korove u usjevu kukuruza u Iranu (Karimmojeni et al., 2009).

X. strumarium je veoma kompetativna vrsta brzog rasta što dovodi do povećane potrošnje vode, iskorišćavanja svjetlosti i hranjivih materija (Wesley et al., 1989). Prema podacima Karimmojeni i sar. (2009), pri gustini 4-16 biljaka/m² *X. strumarium*, smanjenje rasta kukuruza je iznosilo 30-50%, a smanjenje je značajno čak i pri brojnosti od 2 biljke/m². Pored smanjenja rasta kukuruza, dolazi i do smanjenja broja zrna po klipu, kao i smanjene mase zrna. Uticaj *X. strumarium* na prinos kukuruza istraživali su i drugi autori, tako prema

podacima Hussain i sar. (2011) jedna biljka po m² može prouzrokovati smanjenje biomase kukuruza i preko 500 kg/ha. Više od 2 biljke/m² izazivaju značajno smanjenje mase kukuruza u odnosu na nezakorovljenu površinu. U cilju smanjenja negativnog uticaja korova, preporučuje se povećanje sjetvene norme, odnosno gustina od 10 biljaka kukuruza/m². Na obradivim površinama *X. strumarium* najčešće je prisutan na rubovima parcela, a kada su u pitanju voćnjaci i vinogradi javlja se u prostoru međureda, iz razloga što zahtijeva rastresita zemljišta, sa dosta svjetlosti i ne podnosi zasjenjivanje (Kaul, 1965a). U Rumuniji su Anastasiu et al. (2007) utvrdili da vrsta *X. italicum* ima karakter invazivne vrste sa širokom rasprostanjenjem u cijeloj državi. Često formira monodominantne zajednice na priobalnom području i na vlažnim staništinama. Vrsta *X. spinosum* takođe ima karakter invazivne vrste, gdje su pojedinačne biljke prisutne na obalskoj zoni kao i na pašnjacima, s tim da ne formira stabilne zajednice. Nakon 1989. godine u Bugarskoj, kao posljedica vraćanja obradivih površina prvobitnim vlasnicima došlo je do usitnjavanja posjeda, povećavanja međa i neobrađenih površina čime su stvoreni uslovi za širenje ruderalnih korova. Sa takvih površina korovi se vrlo lako šire i na obradive površine, što je bio slučaj i sa vrstama *X. strumarium* i *X. italicum* (Fetvadjieva and Milanova, 1998). Kao posljedica globalnog zagrijavanja i pojave zemljišne suše, posljednjih godina izražena je pojava kserofita na obradivim površinama. Tako u 2007. godini kao izrazito sušnoj, u Bugarskoj, vrsta *X. strumarium* je bila jedna od najbrojnih vrsta na obradivim površinama (Milanova et al., 2007). U usjevu suncokreta predstavlja najdominantniju jednogodišnju korovsku vrstu (Manilov and Zhlnov, 2018). U Mađarskoj (Novák et al., 2009) vrste: *X. italicum*, *X. strumarium* i *X. spinosum* bile su prisutne na oko 120.000 ha obradivih površina, s tim da je posljednjih godina smanjena njihova brojnost u usjevu ozimih strnih žita, dok u usjevu suncokreta predstavljaju neke od najznačajnijih korovskih vrsta (Pinke and Karácsony, 2010). Pinke i Karácsony (2010) tvrde da ove vrste najveće štete nanose usjevu pšenice, kukuruza i suncokreta i spadaju među 20 najznačajnijih korovskih vrsta, koje poprimaju status invazivnih vrsta. U Španiji konstatovano je značajno prisustvo vrsta *X. echinatum* subsp. *italicum* i *X. spinosum* duž riječnih obala. S obzirom da spadaju u invazivne vrste koje su prisutne na obradivim površinama preporučene su mjere koje bi spriječile ili minimizirale njihovo širenje duž obalskog regiona (Sobrino et al., 2002). U sjeverozapadnom dijelu Francuske takođe predstavlja vrlo značajnu adventivnu vrstu duž obalskog područja (Tabacchi and Planty-Tabacchi, 2005).

U odnosu prema svjetlosti je konstatovan je veći broj varijateta sa različitim kritičnim fotoperiodom koji varira od minimuma do oko 13 sati konstatnog osvjetljenja (Kaul, 1965a). Kaul (1970) je iznio predpostavku da će vrsta *X. strumarium* postati jedan od preovlađujući korova u Australiji, Africi i Indiji i da ne pokazuje tendenciju širenja na područje sjeverne hemisfere, što se nije pokazala kao realno. Isti autor ukazuje na činjenicu da mnoge morfološke razlike između pojedinih varijateta različitih populacija, kada se nađu u istim ekološkim uslovima, nestaju. Čime se nameće pitanje da li su morfološke razlike između populacija sa različitim lokalitetima posljedica različitih ekoloških faktora ili se radi o različitim varijatetima? Pojedini autori (Kaul, 1971; Weaver and Lechowicz, 1983) objašnjavaju ovu pojavu postojanjem većeg broja sezonskih formi koje su adaptirane na različite svjetlosne i temperaturne uslove.

U Flori Europaea (Love, 1976) u okviru roda *Xanthium* su opisane dvije vrste *X. strumarium* L. i *X. spinosum* L. Vrsta *X. strumarium* L. kao vrlo varijabilna vrsta pripada sekciji *Xanthium* (= *Euxanthium* DC.) i u okviru nje se nalaze dvije podvrste *X. strumarium* subsp. *strumarium* L. i *X. strumarium* subsp. *italicum* (Moretti) D. Love. Taksoni koji pripadaju vrsti *X. strumarium* međusobno se ukrštaju i stvaraju intermedijske forme (Löve and Dansereau, 1959; Baldoni et al., 2000; Wassom et al., 2002) čiji je broj hromozoma $2n=36$ (Dogan and Kiran, 2017). *X. strumarium* predstavlja vrstu sa velikim i kompleksnim diverzitetom, tako da je determinacija pojedinih taksona i definisanje njihove pripadnosti veoma problematična (Holzner and Numata (eds.), 1982). *X. spinosum* L., kao homogenija vrsta, pripada sekciji *Acanthoxanthium* DC. i jasno se morfološki razlikuje u odnosu na druge vrste ovog roda (Löve and Dansereau, 1959).

U New Hungarian herbal (Király (ed.), 2009) predstavljeno je pet vrsta ovog roda: *X. spinosum*, *X. strumarium*, *X. albinum* subsp. *riparium*, *X. italicum* i *X. saccharatum*. U Mađarskoj se na listi invazivnih neofita nalaze tri vrste roda *Xanthium*: *X. italicum* Moretti, *Xanthium × saccharatum* Wallr. i *X. spinosum* L. (Balogh et al., 2004).

Prema Bartolucci i sar. (2018) u Italiji je konstatovano šest vrsta roda *Xanthium*, a to su: *X. ambrosioides* Hook. and Arn., *X. spinosum* L., *X. italicum* Moretti, *X. orientale* L., *X. strumarium* L. subsp. *brasiliicum* (Vell.) O. Bolòs and Vigoand i *X. strumarium* L. subsp. *strumarium*. Kao invazivna vrsta navodi se *X. orientale*, koja je uglavnom pristna na obalskom području (Assini et al., 2009).

U Grčkoj *X. strumarium* predstavlja jednu od štetnijih korovskih vrsta u usjevu pamuka (Economou et. al., 2005). Na ostrvu Rodos prisutne su dvije vrste ovog roda *X. orientale* L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter i *X. spinosum* L. *X. orientale* L. subsp. *italicum* spada u grupu najraširenijih adventivnih korovskih vrsta čijem su širenju najvećim dijelom doprinijele životinje, tj. koze (Galanos, 2015).

U Flori Srbije (Josifović (eds.), 1970-1977) opisane su 3 vrste, i to: *X. strumarium* L., *X. italicum* Moretti i *X. spinosum* L. Prema podacima Vrbničanin i sar. (2004) *X. strumarium* i *X. spinosum* spadaju u grupu segetalnih, veoma opasnih i agresivnih korova na području Srbije. Istraživanjem karantinskih, invazivnih i ekonomski štetnih korova na području Srbije (Stefanović et al., 2006; Vrbničanin i sar. 2009) *X. strumarium* je okarakterisana kao invazivna alohtona neofita, koja je široko rasprostranjena na obradivim površinama na cijeloj teritoriji Republike Srbije. Najveće štete nanosi usjevu krompira (Ilić i Nikolić, 2011), suncokreta kao i ostalim okopavinama u početnim fazama rasta i razvoja (Vrbničanin (eds.), 2015). Prisustvo *X. strumarium* var. *italicum* zabilježeno je i na sportsko-rekreativnim terenima (Stevanović et al., 2009) što ukazuje na veliku adaptibilnost ovih vrsta i njihov potencijal širenja i opstanka u veoma nestabilnim biljnim zajednicama, kakva su antropogena staništa. *X. spinosum* je konstatovan kao korov obradivih i ruderalnih površina na području Banata, Bačke i krajnjeg juga Srbije (Malidža i Vrbničanin, 2007).

U Flori Hrvatske (Domac, 1994) opisane su sljedeće vrste: *X. strumarium* L., *X. italicum* Moretti, *X. spinosum* L. i *X. brasiliicum* Vellozo. Boršić i sar. (2008) su vrste *X. spinosum* L. i *X. strumarium* subsp. *italicum* (Moretti) D. Löve uvrstili na preliminarnu listu invazivnih vrsta Hrvatske.

U Flori Slovenije (Martinčič et al., 2007) opisane su tri vrsta ovog roda i to: *X. spinosum*, *X. strumarium* i *X. italicum*, a prema Lešniku (2017) *X. strumarium* i *X. italicum* predstavljaju invazivne vrste koje utiču na biodiverzitet vodozaštićenih područja.

U Njemačkoj invazivni karakter imaju vrste: *X. albinum* (Widder) H. Scholz, *X. orientale* L. i *X. saccharatum* Walr.em Widder (Lohmeyer and Sukopp, 1992).

U Indiji *X. strumarium* je svrstan u invazivne vrste (Sudhakar Reddy et al., 2007), a *X. indicum* spada među 10 najštetnijih invazivnih korovskih vrsta države Uttar Pradesh (Singh et al., 2010). U uslovima vruće tropске do tople klime u Etiopiji, *X. strumarium* predstavlja dominantnu invazivnu korovsku vrstu u plantažnim šumskim zasadima, na livadama, površinama pod šibljem i šumom (Seifu et al., 2017). Kada je u pitanju lista invazivnih alohtonih vrsta Južne Afrike, *X. strumarium* i *X. spinosum* su svrstane u I (prvu) kategoriju, čime se one definišu kao zabranjene korovske vrste na obradivim površinama,

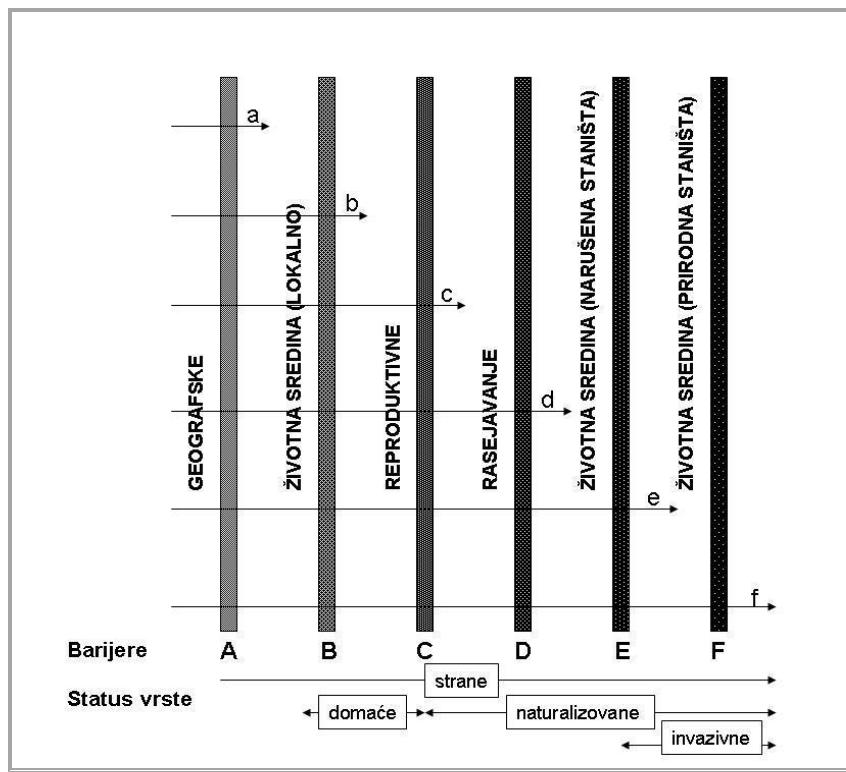
kada se moraju primjeniti mjere suzbijanja (osim u rezervatima gdje se primjenjuje biološka kontrola) (Macdonald et al., 2003). U jugoistočnom dijelu države Zimbabve *X. strumarium* predstavlja veoma veliki problem u savanama tako da su Chikuruwo i sar. (2016) pokušali da izrade model predviđanja širenja ove vrste sa ciljem sprječavanja njenog daljeg širenja na obradive površine i površine koje se koriste u stočarstvu. Vrste *X. spinosum* L. i *X. strumarium* L. su konstatovane i na sjeverozapadnom dijelu Himalaja, gdje su prisutne na visini od preko 1600 m.n.v., gdje takođe imaju invazivni karakter (Khuroo et al., 2007).

2.2. Invazivnost vrsta roda *Xanthium*

Samo mali broj od ukupnog broja slučajno ili namjerno unesenih taksona se širi i razmnožava na širem području. Većina taksona ne uspije da ispunи sve faze u procesu invazije i time ne stiču karakter invazivne vrste (Richardson et al., 2000). Vrlo je teško objasniti zašto pojedine vrste poprimaju karakter invazivnih, šta im daje prednost u određenim uslovima. Prema definiciji većeg broja autora (Groves, 1986; Cousens and Mortimer, 1995) proces invazije, obuhvata sljedeće faze:

- introdukcija – proces širenja reproduktivnih organa izvan granica dotadašnjeg rasprostranjenja i uspostavljanje populacije odraslih organizama;
- kolonizacija – biljke se razmnožavaju u novoformiranoj populaciji i kao rezultat povećavanja njihove brojnosti formira se samostalna trajna kolonija i
- naturalizacija – uspostavljanje nove stabilne populacije koja je sposobna da se trajno održava, širi i postaje sastavni dio autohtone flore.

Na osnovu analize većeg broja naučnih radova iz ove oblasti termin "naturalizovan" se koristi kao sinonim za invazivni. Jedna od nejasnoća u definisanju termina biljna invazija je različito značenje termina "naturalizovano" u različitim jezicima. Prema Cousens i Mortimer (1995) invazija je proces u kome takson mora da prevaziđe različite abiotičke i biotičke barijere. Introdukcija znači da biljka mora da prevaziđe veliku geografsku barijeru. Naturalizacija počinje tek kada uslovi spoljašnje sredine ne sprečavaju preživljavanje individua i kada se prevaziđu barijere u pogledu nesmetanog razmnožavanja. Tek kada takson prevaziđe sve navedeni barijere smatra se da je uspješno naturalizovan. Za takson se smatra da je naturalizovan kad prevaziđe tri barijere: geografsku, ekološku i reproduktivnu (Shema 1).



Shema 1. Prikaz barijera koje sprečavaju širenje introdukovanih alohtonih biljaka. [Barijere su: A) velike geografske barijere (interkontinentalne i/ili infrakontinentalne, >100 km); B) barijere životne sredine (prirodnog okruženja) (biotičke ili abiotičke) na samom mjestu introdukcije; C) reproduktivne barijere (prevencija stalnog i dugoročnog vegetativnog i/ili generativnog razmnožavanja); D) lokalne/regionalne barijere rasijavanja; E) barijere životne sredine (prirodnog okruženja) u sredinama pod uticajem čovjeka ili gdje dominira vegetacija već unijetih stranih vrsta; F) barijere životne sredine (prirodnog okruženja) u prirodnim ili polu-prirodnim sredinama. Strelice od *a* do *f* označavaju puteve introdukovanih vrsta do vrsta koje se definisu kao invazivne u novonastanjenoj sredini] (Richardson i sar., 2000)

Dokaz da su sve navedene barijere prevazišle vrste ovog roda, a samim tim i da u mnogim zemljama imaju karakter invazivne vrste su sljedeći navodi. *X. strumarium* ima invazivni karakter zahvaljujući sposobnosti da izbjegne stresne uslove, što se u praktičnim uslovima ogleda u ranoj reprodukciji (ranijem cvjetanju), lakom prilagođavanju na hladniju klimu i skraćivanju vegetacionog perioda na većim nadmorskim visinama (Griffith and Watson, 2005). Pojava ranijeg cvjetanja kada se ove vrste nadu na većoj nadmorskoj visini predstavlja način prevazilaženja novonastalih životnih uslova, za razliku od kasnog cvjetanja, koje je prisutno na manjoj nadmorskoj visini, a time i vid prilagođavanja novonastalim uslovima. Populacije koje rastu na većim nadmorskim visinama cvjetaju prije populacija koje rastu u nižim predjelima (Griffith and Watson, 2005). Biljke koje se razvijaju na nižoj nadmorskoj visini, formiraju veći broj grana sa većim brojem cvjetova koji kasnije cvjetaju što dovodi do veće produkcije sjemena. Prema istraživanjima Sugiyama

i Hirose (1991) biljke *X. canadense* koje ranije cvjetaju "plaćaju cijenu" te pojave, jer nemaju dovoljno hranjivih materija koje mogu iskoristiti za dalji rast i formiranje sjemena, što rezultira nižim rastom i manjim brojem plodova po biljci. Takođe, u hladnjim uslovima i pri kraćoj vegetaciji, biljke koje kasnije cvjetaju dostignu svoj maksimalnu veličinu, ali ne uspiju da postignu punu reproduktivnost kao biljke koje ranije cvjetaju.

2.3. Morfološke karakteristike i štetnost vrsta roda *Xanthium* prisutnih na teritoriji Bosne i Hercegovine

U Flori Bosne i Hercegovine (Beck et al., 1983) opisane su tri vrste roda *Xanthium*: *X. strumarium* L., *X. italicum* Moretti i *X. spinosum* L., a što je i potvrdilo više autora (Šumatić i Janjić, 2006; Kovačević i sar., 2008) proučavajući adventivnu floru Bosne i Hercegovine. Topalić-Trivunović i Pavlović-Muratspahić (2008) proučavajući adventivnu floru područja Banja Luke konstatovali su dvije vrste roda *Xanthium* i to *X. strumarium* i *X. strumarium* subsp. *italicum*.

X. strumarium L. (boca, obična boca, podlanica, čičak, sitni čičak), prema Flori Srbije (Josifović (eds.), 1970-1977), je jednogodišnja vrsta, visine 60-120 cm, bez aromatičnog mirisa, sivozelene boje. Korjen je vretenast i veoma dobro razvijen. Može da se razvija i u sloju zemljišta u kome vladaju anaerobni uslovi zahvaljujući krupnim intercelularima primarne kore koji su ispunjenih vazduhom (Kaul, 1961). Stablo je razgranato, listovi naizmjenični i cijeli, srasto trouglasti, sa drškama, sa donje strane bjeličasti, sa ili bez žlijezda, po obodu nejednako dvostruko nazubljeni. Cvjetne glavice su nepotpuno jednopolne, razvijaju se u pazuzu listova. Cvjetovi su sitni, zeleni, jednopolni, skupljeni u glavicu. Muške i ženske glavice se nalaze u razdvojenim grupama, u pazuzu listova, na krajevima grana i glavnog stabla. Muške glavice su mnogocvjetne, cvjetovi su skupljeni u vidu kratkih bodljastih ili grozdastih cvasti, sa cilindričnom cvjetnom ložom. Muške glavice su 5-6 mm dugačke, sa mnogo cvjetova, rudimentiranim plodnikom i 2 stubića, sa žlijezdama. Krunica muških cvijetova je cjevasto valjkasta, sa 5 zubaca. Prašnici su srasli u cijev. Ženske glavice se razvijaju ispod muških, u osi grane, dlakave su, gradene od dva ženska cvijeta zatvorena sa bodljikavim omotačem (Weaver and Lechowicz, 1983). Plod je elipsoidna ahenija, zelena ili žućkastozelena, dugačke 14-18 mm, na vrhu sa 2 savijena ili uspravna kljuna, pokrivena umjereno gusto samo ne do vrha kukastim, golim ili sa malo dlakavim bodljama. Između bodljji nalaze se kratke dlake i žlijezde. U plodu se nalaze 2 sjemena. Iako je ovakva građa ploda karakteristika svih vrsta roda *Xanthium*,

zabilježeni su biotipovi *X. strumarium* koji formiraju višesjemene plodove, gdje se u jednom plodu nalazi i do 25 sjemena (Abbas et al., 1999). Cvjeta u avgustu (Wassom et al., 2002). Vrijeme početka cvjetanja zavisi od geografske pozicije gdje se biljke razvijaju. Na sjeveru cvjetanje je ranije u odnosu na južne krajeve. Cvjeta i plodonosi od juna do oktobra (Janjić i Kojić, 2000). Prema navodima Šarića i sar. (2011) pojedine korovske vrste, među kojima je i vrsta *X. strumarium*, su proširile svoja areal tako da predstavljaju sve veći problem kao korovske vrste na području Bosne i Hercegovine.

X. italicum Moretti (zelena boca), prema Flori Srbije (Josifović (eds.), 1970-1977), je jednogodišnja vrsta, visine 30-100 cm, žutozelena, sa aromatičnim mirisom i vretenastim korijenom. Stablo i listovi su vrlo hrapavi. Stablo je uspravno, razgranato, često sa crvenim ili smeđim mrljama. Donja strana lista je svjetlija od gornje, obe strane lista obrasle su žutosmeđim žlijezdama. Listovi su okruglasti do jajasti, sa tri režnja, po obodu testerasti, sa odrezanom ili klinastom osnovom. Muške glavice široke su 6-8 mm, loptaste sa zelenim cvjetovima, gusto pokrivene žlijezdama. Omotač ploda dugačak je 20-25 mm, sa jako, prema unutra savijenim kljunovima, sa krutim dlakama i gusto pokriven bodljama, žut do tamnosmeđ, a u jesen poprima crvenkastu nijansu.

X. spinosum L. (trnovita boca, bjela boca), prema Flori Srbije (Josifović (eds.), 1970-1977), jednogodišnja je biljka, visine 15-80 cm sa vretenastim korijenom. Stablo je golo ili sa kratkim dlakama, jako granato, žutozeleno. Listovi sa drškom, sa gornje strane tamnozeleni, obrasli dlakama, po nervima sa manje dlaka, duguljasto rombični, sa tri režnja i dužim srednjim režnjem. Ispod svake lisne drške nalazi se svjetložuti, snažni trodjelni trn. Muške glavice su loptaste, dugačke 4-5 mm, sa žućkastim cvjetovima. Omotač ploda je smeđežut, umjereno do gusto pokriven kukasto savijenim bodljama, između kojih se nalaze dlake, dužine 8-12 mm, sa 2 kratka, uspravna i na vrhu prava kljuna. Prema podacima Beck-a i sar. (1983) na prostoru BiH ove vrste su konstatovane samo na ruderalnim staništima i vlažnim livadama, ali na manjem broju lokaliteta.

2.4. Otrovnost vrsta roda *Xanthium*

Vrste sekcije *Xanthium* DC. spadaju u otrovne biljke. Razlog njihove otrovnosti je prisustvo atraktilosida u listovima biljaka. Sjeme i mladi klijanci ovih vrsta sadrže karboksiatraktiloside, koji se nalaze u kotiledonima, i mogu da izazovu trovanje domaćih životinja (Holm et al., 1977). Otrovnost se brzo smanjuje poslije klijanja i gubitak karboksiatraktilosida je vezan za metaboličku aktivnost kotiledona (Cole et al., 1980). Domaće životinje ne koriste odrasle biljke za ishranu zbog njihove grube strukture.

Međutim, kada se nađu u smješi sa drugim vrstama (kao sijeno ili silaža), može doći do trovanja. Simptomi trovanja sejavaju 12-48 časova nakon konzumiranja, a ispoljavaju se kao: mučnina, povraćanje, zamor, depresija, bolovi u mišićima i iscrpljenost. Jača trovanja mogu dovesti do konvulzija i jakih grčeva. Uginuće životinje može nastupiti nakon nekoliko sati ili dana nakon konzumiranja nadzemnih dijelova biljaka. U istaživanjima Xue i sar. (2014) vršena je identifikacija hepatotoksičnih jedinjenja u plodu vrste *X. strumarium* pri čemu je utvrđeno da najveći hepatotoksični efekat imaju jedinjenja atraktilosid, karboksiatraktilosid i 4'-desulfat-atraktilosid, pri čemu ova jedinjenja remete normalnu mitohondrijalnu aktivnost, metabolizam masnih kiselina kao i metabolizam nekih aminokiselina.

U istraživanjima Karadas i sar. (1997) je vršeno kontrolisano davanje izdanaka vrste *X. strumarium* L. subsp. *cavanillesii* (prvih 1-3 lista) jagnjadima starosti 14, 15 i 16 mjeseci. Listovi su isjeckani i davani u određenom procentu (0% - I kontrola, 40% - II, 60% - III i 80% - IV) u životinjskoj hrani, u trajanju od 10 sedmica. Ukupna smrtnost za sve ispitivane grupe iznosila je 25%, s tim da nije bilo kliničkih simptoma trovanja kod životinja iz grupe II. Najznačajniji klinički simptom trovanja je gubitak tjelesne mase i tamnožuta smeđa boja vune sa prekomjernim znojenjem. Takođe je primjećen škrug zuba kod životinja, oštećenja žučne kese, mokraćne bešike, pankreasa, slezine i jetre. Slučajevi trovanja zabilježeni su i kod goveda (Witte et al., 1990). Prema navodima ovih autora trovanje je zabilježeno kod junica, koje su predhodno bile u dobrom zdravstvenom stanju. Akutna toksičnost je nastala uslijed konzumiranja sijena koje je sadržavalo *X. strumarium*. Trovanje je nastalo uslijed djelovanja karboksiatraktilosida, dok su mehanička oštećenja digestivnog trakta nastala zbog konzumiranja plodova ovih biljaka. Klinički znaci smrti nastaju 12-48 časova nakon konzumiranja ponika ovih biljaka, dok u slučaju konzumiranja plodova smrt nastupa 48-72 časa nakon konzumiranja, a razlog za to je duže vrijeme koje je potrebno da se svari omotač ploda, da se oslobodi otrov iz sjemena i dospije u želudac. Sjeme sadrži veći procenat otrovnih materija u odnosu na ponik. Minimalna letalna doza zavisi od djela biljke koju životinja unose u organizam Tako, plodovi sadrže 0,457% karboksiatraktilosida, dok ponici u fazi 2 lista sadrže 0,12%, a u fazi 4 lista 0,0% ove supstance (Witte et al., 1990).

Kao i druge vrste podfamilije Asteroidae *X. strumarium* proizvodi velike količine polena koji je jak alergen (Reddi et al., 1980). Drake, na listu i stablu sadrže supstance koje izazivaju kontaktni dermatitis (King, 1966).

2.5. Ljekovita svojstva vrsta roda *Xanthium*

Zbog široke rasprostranjenosti, kompetitivnih sposobnosti i mogućnosti da se razvija u uslovima koji su za druge biljne vrste veoma nepovoljni, izvedena su brojna istraživanja hemijskog sastava ovih biljaka s ciljem njihovog iskorišćavanja. Zbog veoma visokog sadržaja sirovog ulja (35%) u plodu *X. strumarium* i mogućnosti da se razvija u aridnim uslovima, može se koristiti kao veoma značajan izvor energije za dobijanje biodizela. Prema istraživanjima Cesur i sar. (2018), u pogledu pojedinih osobina biodizela dobijenog iz *X. strumarium*, on je izjednačen sa standardnim supstancama koje se koriste za dobijanje biodizela, dok kada je u pitanju sadržaj fosfora i vrijednost cetanskog broja njihove vrijednosti su povoljnije u odnosu na standarde. Otuda se smatra da je ova vrsta veoma obećavajuća u pogledu objezbjeđivanja energije u budućnosti. Potencijalna korist ovih biljaka se ogleda i u činjenici da one spadaju u medonosne biljke kao što je slučaj sa *X. strumarium* L. ssp. *italicum* (Zima i Štefanić, 2018).

Iako se u zemljama Balkanskog poluostrva, vrste roda *Xanthium* smatraju korovskim sa potencijalnim invazivnim karakterom, može se reći da je u mnogim zemljama vršeno istraživanje ljekovitog djelovanja ovih biljaka. U istraživanjima Ramirez-Erosa i sar. (2007) dokazano je da je ekstrakt sjemena *X. strumarium* ima najveće antikancerogeno djelovanje, u odnosu na 15 ispitivanih vrsta iz familije Asteraceae. Ksantin izolovan iz listova biljke *X. strumarium* djeluje na ćelije koje izazivaju hroničnu limfocitnu leukemiju i ćelije koje izazivaju karcinom bronhija. Jedinjenja 8-epi-ksantatin i 8-epi-ksantatin epoksid, izolovani iz listova *X. strumarium* inhibiraju razvoj ćelija karcinoma pluća, jajnika, melanoma, centralnog nervnog sistema i debelog crijeva. Ksantinosin koji je izolovan iz listova *X. strumarium* i nadzemnih dijelova vrste *X. indicum*, takođe ima citostatično djelovanje.

U Indiji se od davnina *X. strumarium* koristi kao narodni lijek za pročišćavanje krvi i liječenje šuge (Bhogaonkar and Ahmad, 2012). Hemijska analize cijele biljke je pokazala da biljka sadrži jedinjenja koja imaju ljekovito djelovanje, što jasno ukazuje na činjenicu da se može koristiti kao pomoć pri liječenju većeg broja bolesti.

Karboksiatraktilosid koji se nalazi u sjemenu i mladim biljkama je toksičan, ali u listovima odraslih biljaka nije prisutn, tako da se listovi odraslih biljaka preporučuju u medicinske svrhe. Seskviterpeni izolovani iz listova odraslih biljaka *X. strumarium* L. imaju fungicidno djelovanje u odnosu na širok spektar fitopatogenih gljiva. Prema istraživanjima Saha i sar. (2012) utvrđeno je da ekstrakt listova odraslih biljaka djeluje fungicidno na prouzrokovale sljedećih bolesti (*in vitro*): *Colletotrichum camelliae*, *C. gloeosporioides*,

Curvularia eragrostidis, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium moniliforme* i *Rhizopus stolonifer*. Uz činjenicu da je na tretiranoj čajnoj biljci (*Camellia sinensis* L. (O) Kuntze) svježi ekstrakt listova izazvaо fitotoksičan efekat 12 dana nakon tretmana. Ovim istraživanjima je dokazano da ekstrakt listova *X. strumarium* posjeduje vrlo dobre karakteristike kao alternativa sintetisanim fungicidima u zaštiti od navedenih patogena, tako da zaslužuje pažnju u pogledu daljih istraživanja.

X. strumarium se koristi u tradicionalnoj kineskoj medicini za liječenje inflamatornih bolesti, kao što je rinitis, empijema i reumatoидni artritis. Biljke roda *Xanthium* su poznate kao izvor ksantanolid seskviterpena koji imaju antibakterijsko, antimalarično i fungicidno djelovanje, kao i citotoksičnu aktivnost na maligne ćelije (Yoou et al., 2008). Istraživanja ove grupe autora ukazuju da *X. strumarium* može biti koristan u tretmanu neuro-inflamatornih bolesti, kroz regulaciju inflamatornih enzima. Seskviterpeni su takođe poznati kao inhibitori rasta hipokotila pšenice (Lavalut et al., 2005) i klijanja sjemena salate (Fratianne, 1974), što ukazuje na alelopatsko djelovanje ovih biljaka. *X. italicum* ima alelopatsko djelovanje, jer ksantosin iz ploda smanjuje klijavost sjemena nekih korovskih vrsta (Shao et al., 2012).

2.6. Molekularna karakterizacija

Pojava stranooplodnje i uticaj ekoloških faktora dovela je do pojave velikog broja formi što otežava determinaciju vrsta ovog roda, tako da se koriste različite metode u cilju njihove determinacije i sistematizacije. Analizom rezervnih proteina sjemena u okviru kompleksa *X. strumarium* Baldoni i sar. (1999) konstatovali su tri biotipa na prostoru Italije, pri čemu su dobili razdvajanje u pogledu geografske rasprostranjenosti. Korišćenjem 24 ISSR markera Tranel i Wassom (2001) su analizirali 217 biljaka, pri čemu su dobili 135 različitih genotipova koje su podijelili u dva klastera. Takođe, oni su dobili jasnu podjelu genotipova u pogledu geografske rasprostranjenosti, koje su definisali kao "južni" i "sjeverni" klaster istraživanog regiona. Analizom izoenzima tri vrste roda *Xanthium* (*X. italicum*, *X. strumarium* i *X. orientale*) konstatovan je nizak nivo različitosti na nivou populacije, dok je na nivou vrsta kompleks *X. strumarium* pokazao manju genetičku varijabilnost u odnosu na dominantno stranooplodne vrste, a malo veću u odnosu na samooplodne vrste (Dinelli et al., 2003). Na osnovu analize izoenzima najviše sličnosti su pokazale populacije koje pripadaju vrstama *X. italicum* i *X. strumarium*, dok su se jasno razlikovale populacije koje pripadaju vrsti *X. orientale*. Ipak, u posljednje vrijeme kao jedan

od najčešće korišćenih regiona za filogenetičke analize na nivou roda i vrste je ITS2 (internal transcribed spacer) region (Alvarez and Wendel, 2003; Cloman, 2007; Chen et al., 2010; Yao et al., 2010). Iako je ITS2 region pokazao nešto slabiji učinak u identifikaciji vaskularnih biljaka (Braukmann et al., 2017), za biljke familije Asteraceae nivo tačne identifikacije je značajno viši u odnosu na plastidne markere (rbcL, matK, psbA-tmH) (Gao et al., 2010). Zahvaljujući svojoj dužini i visokom nivou identifikacije ITS2 sekvenca ima dvije prednosti, u odnosu na plastidni region, pogodna je za pregled velikog broja uzoraka i može se koristi za identifikaciju herbarizovanih (Braukmann et al., 2017), kao i ljekovitih biljaka (Han et al., 2013). Iako se ITS2 region generalno preporučuje za identifikaciju herbarizovanih biljaka (Han et al., 2013), u pojedinim slučajevima primjećen je slab uspjeh u ponovnom dobijanju ITS2 regiona kod nekih biljnih vrsta. To bi se moglo objasniti pojavom degradacije DNK. Degradacija DNK nastaje u toku herbarizovanja biljaka, uslijed oslobođanja alkaloida, polifenola i drugih sličnih jedinjenja u biljkama (Kuzmina et al., 2017). Mada postoje određeni nedostaci, na osnovu rezultata istraživanja većeg broja autora (Zhao and Hu, 2014; Wang et al., 2014; Tomasello and Heubl, 2017) može se zaključiti da se ITS region preporučuje za identifikaciju vrsta roda *Xanthium*.

2.7. Anatomska građa vrsta roda *Xanthium*

Vrste roda *Xanthium* su jednogodišnje biljke i imaju anatomsku građu stabla tipičnu za dikotiledone vrste. Primarna kora korijena je građena od kolenhimske kompaktnih ćelija. Endodermis je dobro razvijen. Provodni snopići su smješteni na periferiji centralnog cilindra. Stablo ima primarnu anatomsку građu i sastoji se od epidermisa, primarne kore i centralnog cilindra. Epidermis je trajan. Primarna kora stabla je dobro razvijena sa kolateralno otvorenim provodnim snopićima. Sekretorni kanali su pravilno raspoređeni i nalaze se u primarnoj kori, protežu se od stabla kroz lisnu dršku sve do liske. List je dorzoventralne građe. Sekretorni kanali se nalaze u korijenu, stablu i listu. Cijela biljka je obrasla trihomama (Metcalfe and Chalk, 1950).

2.7.1. Anatomska građa biljaka sekcije *Xanthium* DC.

***Xanthium strumarium* L.**

Korijen. Radijalni provodni snopić kod korijena je pentarhni ili tetrarhni. Srž je građena od parenhimske ćelije. Za korijen je karakteristična sekundarna građa. Provodni snopići su pojedinačni ili u grupama, po 2-3 zajedno. Provodni snopići mogu biti veoma

kratki (dužine 212-250 µm, širine 81-115 µm), umjereno kratki (dužine 292-335 µm, širine 85-115 µm) i srednji (dužine 358-423 µm, širine 85-115 µm). Primarna kora je sa sekretornim kanalima i vazdušnim komorama, koji nastaju uslijed istezanja i pucanja ćelija kore. Površinski dio korijena je pokriven ćelijama plute (Bhogaonkar and Ahmad, 2012).

Stablo. Stablo kod mlađih biljaka je ravno. Epidermis je sa crvenim ili smeđim mrljama koje sadrže antocijan. Stome na stablu se nalaze na tkivu epidermis, koje je u vidu mrlja obijeno antocijanom. Hipodermis je građen od kolenhimskeih ćelija. Primarna kora je građena od parenhimskeih ćelija sa nepravilno razbacanim, malim smolnim kanalima. Endodermis nije jasno izdiferenciran. Pericikl je građen od parenhimskeih ćelija, iznad provodnih kanala. Provodni snopići su koletarelni, otvoreni, prstenasto raspoređeni, nalaze se na manjim ili većim rastojanjima jedni od drugih. U toku rasta stabla, provodni snopić se zrakasto raspoređuju u stablu. Srž je parenhimska, dobro razvijena, ćelije sadrže veliki broj malih okruglih rafida. Sekundarni rast započinje rano sa formiranjem kambijalnog prstena. Sekundarni provodni elementi nastaju u fascikularnom regionu, u interfascikulanom reigonu nastaju tankozidne ćelije. U kasnijem stadijumu razvoja, sekundarni provodni snopići se diferenciraju i u interfascikularnom regionu. Provodni snopići su srednje kratki (dužine 277-331 µm, širine 62-96 µm) (Bhogaonkar and Ahmad, 2012).

List. List ima tri provodna snopića koja iz stabla ulaze u lisnu dršku u obliku plitkog luka, široko razdvojeni jedan od drugog. Na početku lisne osnove provodni snopići se granaju. Broj provodnih snopića se povećava tako da na sredini lisne drške grade dvostruki luk. Okrugli rafidi su prisutni u tkivu okrenutom prema naličju lista. Na poprečnom presjeku lisne drške uočavaju se dva istaknuta režnja sa gornje strane i jedan zaobljen sa donje strane. Epidermis je građen od jednog sloja ćelija i na njemu su primjetne trihome. Ispod epidermisa se uočavaju 2-3 sloja ćelija kolenhima. U unutrašnjem tkivu lisne peteljke se nalazi 9-10 kolateralnih provodnih snopića. Elementi ksilema su okrenuti prema licu, a elementi floema prema naličju lista. Između kolenhima i provodnih snopića su prisutne parenhimske ćelije (Reeta et al., 2010).

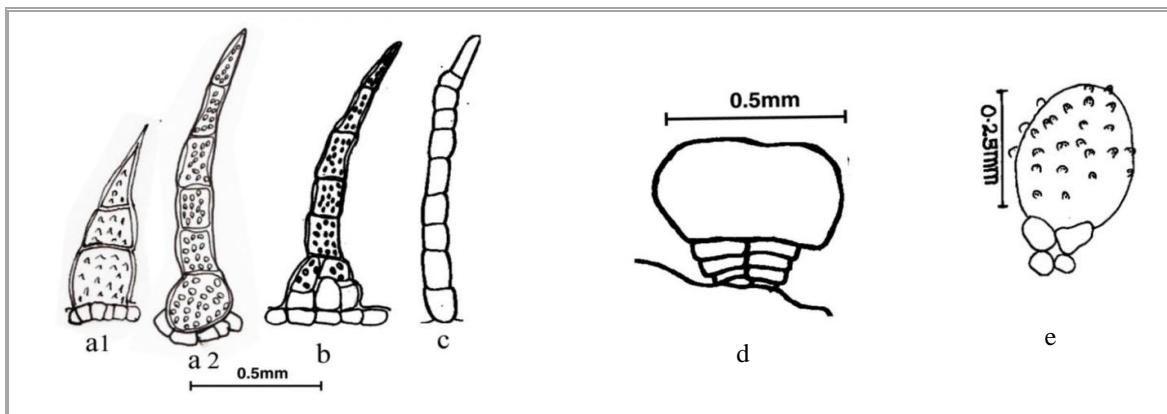
Lisna ploča je bifacialna, amfistomalna. Epidermis je kutiniziran. Stome su anomocitičnog tipa, na pojedinim mjestima na licu lista su anizocitične.

- Animocitični tip stoma (nepravilne ćelije) ili Ranunculace tip stoma je tip kod koga je stomin aparat okružen ograničenim brojem susjednih ćelija koje u velikoj mjeri liče na ćelije epidermisa lista.

- Anizocitični tip stoma (pravilne ćelije) ili Crucifere tip stoma je tip stoma kod koga je stomin aparat okružen sa tri susjedne ćelije, od kojih je jedna značajno manja u odnosu na druge dvije.

Broj stoma na licu lista je $108\text{-}120/\text{mm}^2$, a na naličju $192\text{-}216/\text{mm}^2$ (Reeta et al., 2010). Mezofil je diferenciran na palisadno i sunđerasto tkivo. Palisadno tkivo se sastoji od tri sloja ćelija, dok se sunđerasto tkivo sastoji od 8-10 slojeva ćelija. Provodni snopići su okruženi sa ljevkastim ćelijama koje ne sadrže hlorofil. Ljevkaste ćelije se protežu, sa obe strane provodnog snopića, sve do epidermisa lica i naličja lista, pri čemu prodiru i kroz palisadni i sunđerasti sloj ćelija. Centralni lisni nerv ima istu strukturu kao i lisna drška, s tim da su provodni snopići bliži jedna drugom. U tkivu lista su takođe prisutni okrugli rafidi (Reeta et al. (2010).

Izraštaji epidermisa. Na svim dijelovima biljke prisutne su trihome, žljezdane ljuspe i žljezdani diskovi. Trihome mogu biti jednoćelijske i višećelijske (Slika 1a-c). Jednoćelijske mogu biti sa oštrim i tupim vrhom. Višećelijske dlake se sastoje od višećelijske osnove i tupog vrha. Žljezdani disk se sastoji od bazalne osnove koja je izgrađena od dva reda ćelija i krupne loptaste ćelije u obliku glavice (Slika 1d). Žljezdane ljuspe su jednoćelijske i okruglaste, i sastoje se od višećelijske osnove i vršne glavičaste ljuspe neravne površine (Slika 1e).

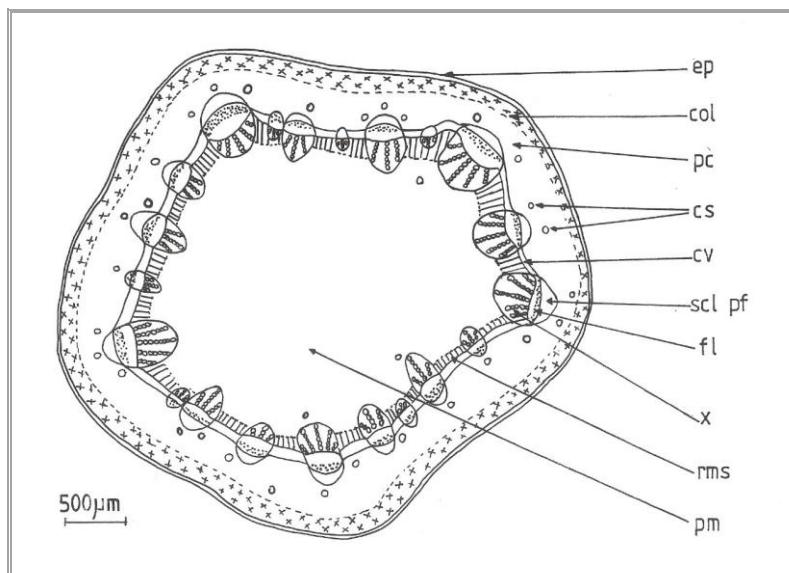


Slika 1. Izgled trihoma (a1-c), žljezdanog diska (d) i žljezdane ljuspe (e) vrste *X. strumarium* L. (Bhogaonkar and Ahmad, 2012)

Xanthium italicum L.

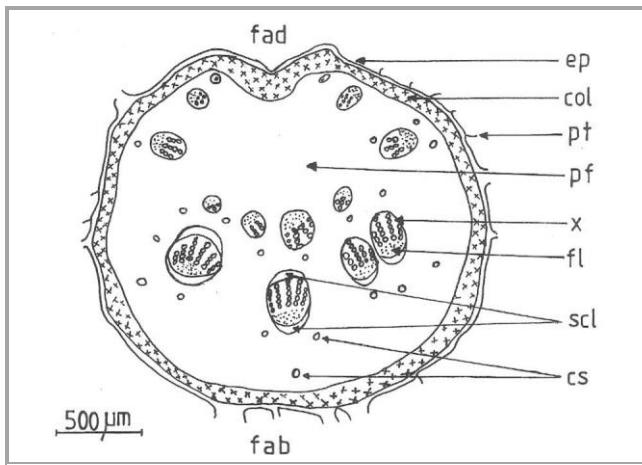
Korijen. Na poprečnom presjeku korijena razlikuje se rizodermis, primarna kora i centralni cilindar. Korijen ima sekundarnu građu. Na površini korijena formira se plutasto tkivo. U primarnoj kori su razvijeni sekretorni kanali i vazdušne komore. Provodni snopići su pojedinačni ili grupama (Sârbu and Smarandache, 2013).

Stablo. Stablo je cilindričnog oblika, debelo, visine do 100 cm. Epidermiske ćelije stabla su izodijametričnog oblika, pokrivene kutikulom. Na stablu su prisutne trihome (oko 10 dlaka/mm² epidermisa) i sekretorne dlake (oko 4 dlake/mm² epidermisa). Stome su rijetke. Primarna kora stabla se sastoji od 5-8 redova kolenhimskeih ćelija, a unutrašnji sloj je građen od parenhimskeih ćelija, u kome se nalazi veći broj sekretornih kanala (duktusa). Posljednji sloj primarne kore je egzodermis (skrobna sara). Centralni cilindar zauzima oko 80% središnjeg dijela stabla. Pericikl je građen od kontinuiranog spoljašnjeg cilindra sklerenhima i unutrašnjeg kontinuiranog cilindra parenhima (*Helianthus* tip). Provodno tkivo je izgrađeno od 22 provodna snopića, otvoreno kolateralnog tipa, razdvojenih primarnim sržnim zracima. Fascikularni kambijum je prisutan u velikim provodnim snopićima. Elementi interfascikularnog kambijuma i dio drvenog parenhima iznad velikih provodnih snopića su sklerificirani i lignificirani. Srž je građena od parenhimskeih ćelija. U ćelijama parenhima su prisutni kristali kalcijum oksalata (Sârbu and Smarandache, 2013). Anatomska građa stabla prikazana je na slici 2.



Slika 2. Poprečni presjek stabla *X. italicum* (šematski prikaz): col - kolenhim, cs – sekretorni kanali, cv – vaskularni kambijum, ep - epidermis, fl - floem, pc – parenhim kore, pm – parenhim centralnog cilindra, rms – sržni zrak, sclpf – sklerenhim, x – ksilem.
(Daniela Smarandache, 2013)

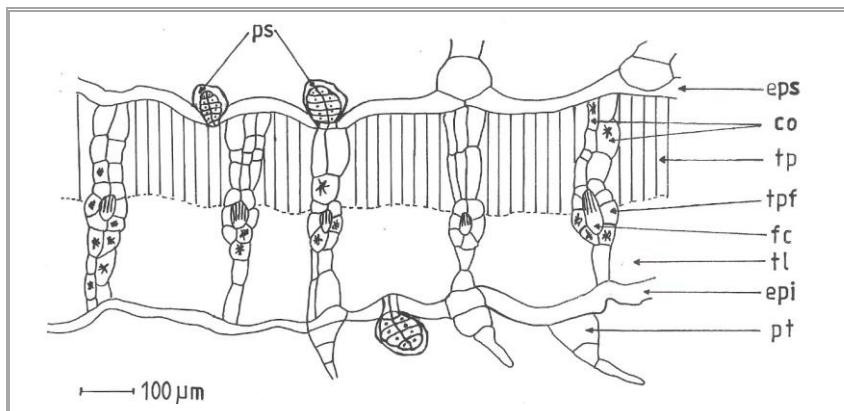
List. Poprečni presjek lisne drške je okrugao sa malim, površinskim udubljenjima sa gornje strane. Epidermske ćelije imaju vidljivo zadebljale ćelijske zidove i pokrivene sa grebenastom (neravnim) kutikulom. Hipodermis se sastoji 7-9 slojeva ćelija kolenhima. Ostali dio primarne kore je građen od parenhima, u kome su prisutni sekretorni kanali. Provodno tkivo sadrži 12-14 provodnih snopića, različite veličine, poredani u 2 luka (Slika 3) (Sârbu and Smarandache, 2013).



Slika 3. Poprečni presjek lisne drške *X. italicum* (šematski prikaz): col - kolenhim, cs – sekretorni kanali, ep – eridermis, fab – naličje lisne drške, fad – lice lisne drške, fl - floem, pf – kožno tkivo, pt – trihome, scl - sklerenhim, x – ksilem (Daniela Smarandache, 2013)

Lisna ploča je bifacialna, amfistomalna, sa dorzoventralnom strukturom. Stomin aparat je anomocitnog tipa. Prosječan broj stoma iznosi oko 210 stoma/mm^2 epidermisa. Lisna ploča se sastoji od 3-5 režnja. Središnji i dva bočna lisna nerva su istaknuti sa gornje strane lisne ploče. Mehaničko tkivo (5-6 slojeva ćelija uglastog kolenhma) je prisutno sa obe strane lisnih nerava. U unutrašnjem parenhimu središnjeg lisnog nerva se nalaze 4 provodna snopića kolateralno zatvorenog tipa, i 3-5 sekretornih kanala. Provodni snopići drugog i trećeg reda prolaze kroz hlorenhim. Njihove ćelije su siromašne hlorofilom i imaju ulogu transporta asimilata. U vezi sa provodnim snopićima, u mezofilu se formiraju stubiči od kristala kalcijum oksalata koji sadrže ursin. Obe strane lisne ploče (lice i naličje) su vidno naborane, formiraju udubljenja koje zaklanjavaju sekretorne dlake (oko 25 dlaka/mm^2 epidermisa) i trihome (oko 32 dlaka/mm^2 epidermisa) (Sârbu and Smarandache, 2013).

Anatomska građa lista prikazana je na slici 4.



Slika 4. Poprečni presjek lista *X. italicum* (grafički prikaz): co – kristalne druze, epi – epidermis naličja lista, eps – epidermis lica lista, fc – provodni snopić, ps – sekretorne dlake, pt – trihome, tl – međućelijski prostor, tp – palisadno tkivo, tpf – ljekaste ćelije (Daniela Smarandache, 2013)

Izraštaji epidermisa. Oblik, veličina i struktura trihoma su strogo specifične i često determinante vrsta, a vrlo često i pojedinih organa biljaka. Trihome *X. italicum* su višećelijske i ima ih više oblika i veličina:

- trihome sa oštom, šiljatom vršnom ćelijom, dugačke (dužine 300-750 µm) koje se sastoje od 4-6 ćelija, kratke (dužine 150-175 µm) i tanke, koje se sastoje od 3-4 ćelije;
- trihome sa okrugom vršnom ćelijom, dužine 180-220 µm, koje se sastoje od 6-8 ćelija;
- trihome sa lagano zakriviljenom vršnom ćelijaom, dužine 250-300 µm, a sastoje se od 5 ćelija.

Ćelijski zid trihoma je suberinificiran i često pokrivene sa slojem kalcijum oksalata. U strukturi ovih dlaka primjećeno je prisustvo pojedinačnih ili grupisanih prizmatičnih kristala kalcijum oksalata.

Što se tiče sekretornih struktura prisutne su sekretorne dlake i sekretorni kanali. Sekretorne dlake su krupne, dužine 90-100 µm. Višećelijska žljezda je ovalna, sastoji se od 4-5 slojeva po 2 sekretorne ćelije pokrivene epidermisom. Sekretorne dlake su prisutne na svim nadzemnim organizma. Sekretorni kanali su malih dimenzija, okruženi sa 6-10 sekretornih ćelija i ne sadrže mehaničke ćelije. Sekretorni kanali su ptisutni u stablu, lisnoj dršci i središnjem lisnom nervu. U sekretornim dlakama se primarno nakupljaju sekundarni metaboliti- seskviterpeni (Chen et al., 2013).

2.7.2. Anatomska građa biljaka sekcije *Acanthoxanthium* DC

Vrste ove sekcije su takođe jednogodišnje biljke. Primarna kora korijena je građena od kolenhimskih kompaktnih ćelija. Endodermis je dobro razvijen. Provodni snopići su smješteni na periferiji centralnog cilindra. Stablo ima primarnu anatomsku građu i sastoji se od epidermisa, primarne kore i centralnog cilindra. Epidermis je trajan. Primarna kora je dobro razvijena sa kolateralno otvorenim provodnim snopićima. List je dorzoventralne građe. Cjela biljka je obrasla trihomama (Metcalfe and Chalk, 1950).

2.8. Klijavost i produkcija sjemena roda *Xanthium*

Kada su ispunjeni svi ekološki uslovi, nakon perioda mirovanja, sjeme počinje da klijavi. Zahtjevi pojedinih vrsta, pa čak i različitih populacija u okviru jedne vrste, prema ekološkim faktorima su različiti (Milberg and Andersson, 1998). Klijavost sjemena zavisi od većeg broja faktora, kao što su: vlažnost, temperatura, svjetlost i pH vrijednost.

Vlažnost, kao jedan od ekoloških faktora, ima veliki uticaj na proces klijanja. Intenzitet djelovanja ovog faktora, koji obezbjeđuje povoljne uslove za klijanja, naziva se optimum. Ukoliko se intenzitet tog faktora poveća ili smanji njegovo dejstvo postaje nepovoljnije. Međutim, i u takvim nepovoljnim uslovima korovi uspjevaju da klijaju i nastavljaju normalno razviće. Potapanje ili poplave obično stvaraju anaerobne uslove za sjeme biljaka koje rastu u blizini vodenih ekosistema. Anaerobni stres dovodi do akumulacije toksičnih materija koje nastaju kao rezultat anaerobnog metabolizma. U slučaju nepostojanja fizioloških mehanizama koji bi preveli nastale toksične materije u netoksična jedinjenja ili u slučaju nepostojanja tolerantnosti prema toksičnim materijama, dolazi do propadanja sjemena (Ferreira et al., 2007). U istraživanjima uticaja vode na klijavost sjemena *X. sibiricum* konstatovano je da sjeme može tolerisati potapanje u trajanju od deset mjeseci, bez negativnog uticaja na klijavost (Wang et al., 2014). Omotač ploda ove vrste je izuzetno permeabilan, i smatra se da je to veoma efikasan i do kraja nerazjašnjen fiziološki mehanizam koji omogućava uklanjanje toksičnih materija koji nastaju anaerobnim procesima te na taj način štiti klicu od oštećenja. Takođe, upravo zahvaljući permeabilnosti omotača ploda prekida se dormantnost sjemena (Tranel et al., 2003), pa se time može objasniti i velika klijavost sjemena ove vrste nakon plavljenja.

Plod vrsta roda *Xanthium* je ahenija, koja je podijeljena na gornji i donji dio i u svakom dijelu se nalazi po jedno sjeme. Sjeme koje se nalazi niže u plodu (krupnije) nije dormantno i ima veoma visok procent klijavosti, za razliku od sjemena koje se nalazi u gornjem dijelu ploda (sitnije), koje ne kljija čak ni pri optimalnim temperaturama i odlaže klijanje na duži vremenski period (Barton, 1962; Shitaka and Hirose, 1993). Mirovanje sjemena kod velikog broja vrsta regulisano je enzimima. Smatra se da postoji samo jedan sistem koji reguliše mirovanje sjemena i koji se zasniva na koncepciji inhibitor/promotor, ali se prekidanje dormantnosti postiže na različite načine, na osnovu čega se pojedini tipovi mirovanja obično grupišu. Mehanizam koji reguliše mirovanje obuhvata četiri osnovne faze: indukcija mirovanja, održavanje, inicijacija klijanja i klijanje. Faza indukcije mirovanja karakteriše se opadanjem nivoa hormona stimulatora, nakupljanjem inhibitora i smanjenjem permeabilnosti omotača sjemenog zametka. Osnovna karakteristika faze održavanja mirovanja je smanjen protok materija. Djelimična ili specifična inhibicija metabolizma izazvana je prisustvom endogenih inhibitora. U sjemenu vrsta roda *Xanthium* inhibitori su ksantin i kumarin (Kastori, 1984).

Jedan od bitnih faktora koji utiču na klijavost sjemena je i temperatura. Sa smanjivanjem temperature zemljišta, uslijed povećanja gustine sklopa nadzemne vegetacije ili sa povećanjem dubine na kojoj se sjeme nalazi, smanjuje se i klijavost sjemena *X. strumarium*. Plod ovih vrsta spada u grupu heliofobnih sjemena, tj. ne zahtijeva prisustvo svjetlosti da bi započeo proces kijanja (Norsworthy and Oliveira, 2007a), što je u skladu sa teorijom da vrste koje imaju krupnije sjeme ne zahtijevaju svjetlost za iniciranje klijanja (Thompson and Grime, 1983). Prema istraživanjima Norsworthy i Oliveira (2007a) najveća klijavost sjemena vrste *X. strumarium* u prirodnim uslovima postignuta je pri temperaturi od 35-40°C i iznosila je 77%, dok je u laboratorijskim uslovima najveća klijavost postignuta pri temperaturi od 25-30°C, a minimalna temperatura na kojoj dolazi do klijanja iznosi 10°C (Sarić et al., 2012). Klijavost sjemena *X. sibiricum* na temperaturi ispod 25°C je bila znatno smanjena, a sa povećanjem temperature sa 25°C na 30°C klijavost se gotovo udvostručila. Klijavost sjemena na temperaturi od 30°C je iznosila oko 56%, a procenat plodova kod koga su oba sjemena klijala je iznosio oko 8%, što ukazuje na činjenicu da je skoro polovina sjemena bilo dormantno. Sjeme vrsta roda *Xanthium* ima osobinu da prelazi u sekundarno mirovanje ako se embrionu smanji dotok kiseonika držanjem u sredini sa različitim sadržajem vode na temperaturi iznad 27°C (Kastori, 1984).

Omotač ploda vrste *X. spinosum* ne utiče na dormantnost sjemena. Klijavost sjemena ovih biljaka zavisi od dubine na kojoj se plod nalazi. Plodovi koji se nalaze na samoj površini zemljišta, uslijed nedostatka vlage, kao ni plodovi koji se nalaze na dubini većoj od 8 cm po pravilu ne klijaju, dok sjeme *X. strumarium* može da klija sa dubine od 15 cm (Oliver, 1975), zavisno od načina obrade zemljišta i prisustva usjeva.

Producija sjemena zavisi od velikog broja faktora: genetičkih osobina, stepena genetičke varijabilnosti, pojave nižih taksonomske jedinice, kao i spoljašnjih i drugih uslova u kojima se vrsta razvija (Lutman, 2002). Rezultat toga su različiti navodi o produkciji sjemena za istu korovsku vrstu. Prema podacima Baldoni i sar. (2000) prosječan broj plodova *X. strumarium* iznosi oko 2200 po biljci, dok su Weaver i Lechowicz (1983) konstatovali i preko 5400 plodova/biljci. Korovi na ruderalnim staništima produkuju veću količinu sjemena u odnosu na korove koji rastu u agrofitocenozama gdje ulaze u kompeticijske odnose sa gajenim biljkama. Tako *X. strumarium* koji raste bez kompeticije sa gajenom biljkom produkuje više od 7000 plodova po biljci, a ukoliko se razvija kao korov u usjevu soje produkuje 1100 plodova po biljci (Senseman and Oliver, 1993).

2.9. Suzbijanje vrsta roda *Xanthium*

S obzirom na veliku rasprostranjenost i brojnost vrsta roda *Xanthium* na obradivim površinama, u istraživanjima i praktičnim rješenjima suzbijanja ovih vrsta posvećena je značajna pažnja. Suzbijanje ove grupe korova se može vršiti kako agrotehničkim tako i hemijskim mjerama. Kako sve vrste ovog roda pripadaju životnoj formi terofite, primjena agrotehničkih mjera suzbijanja izazivaju njihovo potpuno propadanje.

Jedna od agrotehničkih i indirektnih mjera koja utiče na smanjenje brojnosti populacija *X. strumarium* je ranija sjetva i minimalna obrada zemljišta (Norsworthy and Oliveria, 2007b). *X. strumarium*, kao termofilna vrsta koja ima veće temperaturne zahtjeve, niče od maja do avgusta. Pravovremenom i pravilnom sjetvom gajenih biljaka obezbjeđuju se povoljniji uslovi za rast i razvoj, čime bi se pokrio prostor između redova, smanjila temperatura zemljišta, a time i smanjila klijavost sjemena korova.

Kada su u pitanju hemijske mjere suzbijanje moguća je primjena kako zemljишnih tako i folijarnih herbicida. Zbog specifičnog klijanja i osobina ponika, slabija efikasnost se postiže kako primjenom zemljишnih herbicida (Baldwin and Frans, 1972), tako i mehaničkim mjerama suzbijanja (Gunsolus, 1990). Predviđanje početka i trajanja klijanja može doprinjeti donošenju pravilnih i pravovremenih odluka vezanih za njihovo suzbijanje. Prema rezultatima Soltani i sar. (2010) primjena herbicida 1 do 2 dana nakon sjetve, na bazi aktivnih supstanci: atrazin, dikamba, dikamba + atrazin, izoksaflutol i atrazin, mezotriion i atrazin, saflufenacil i saflufenacil + dimetenamid, nije imala pozitivan efekat u suzbijanju *X. strumarium* u usjevu kukuruza u odnosu na kontrolnu površinu sa korovima. Dok je folijarna primjena herbicida na bazi aktivnih supstanci: dikamba, dikamba + diflufenzopir, dikamba + atrazin, mezotriion i atrazin dala odlične rezultate u suzbijanju *X. strumarium* i povećala prinos usjeva kukuruza.

Aktivne supstance koje su pokazale zadovoljavajuću efikasnost (>75%) u subijanju *X. italicum* i *X. strumarium*, prije nicanja su: izoksaflutol, terbutilazon i klomazon. Aktivne supstance koje su pokazale zadovoljavajuću efikasnost (>75%) u subijanju *X. italicum* i *X. strumarium*, poslije nicanja su: 2,4-D, dikamba, klopiralid, bentazon, bromoksinil, foramsulfuron, imazamoks, tifensulfuron-metil, metsulfuron-metil i desmedifam (Lešnik, 2017). Prema Kovačeviću i Mitiću (2013) za suzbijanje *X. strumarium* efikasni su: 2,4-D, 2,4-DP, MCPA, fenmedifam, fluometuron, metobromuron i napropamid.

Prije pojave herbicida inhibitora acetolaktat sintetaze (ALS), za suzbijanje *X. strumarium* korišćeni su preparati na bazi aktivnih supstanci: metribuzin, linurona i 2,4-DB. Međutim, sa pronalaskom jedinjenja ALS inhibitora (1985), na listu herbicida koji imaju dozvolu za suzbijanje *X. strumarium* su se našli i imazakvin i hlorimuron (Griffin et al., 1992), čime je spektar herbicida za njihovo suzbijanje proširen. Herbicidi iz grupe ALS inhibitora su pokazali odličnu efikasnost. Tako su jedinjenja na bazi aktivne supstance prosulfuron i primisulfuron postigli efikasnost od 90% (Soltani et al., 2010) do 95% (Obermeier and Kapusta, 1996). ALS jedinjenja predstavljaju veliki rizik za razvijanje rezistentnih formi jer djeluju samo na jedno reakcionalno mjesto u okviru ALS gena, ali na različitim mjestima na proteinu tj. α , β i γ domenu (Pang et al., 2004). U prilog ovoj tvrdnji govori i činjenica da je do 2019. godini registrovano 162 korovske vrste koje su razvile rezistentne forme prema herbicidima ovog mehanizma djelovanja. Jedna od tih, koje su razvile rezistentne forme je i *X. strumarium* (Heap, 2019).

Mezotriion je selektivni zemljišni i folijarni herbicid koji se koristi za suzbijanje jednogodišnjih širokolisnih i manjeg broja uskolisnih korova u usjevu kukuruza. Indirektno inhibira sintezu karotenoida, tako da se fitotoksičnost ispoljava u vidu bjeljenja ili žućenja listova tretiranih biljaka. Efikasnost ovog jedinjenja kod folijarne primjene u velikoj mjeri zavisi od temperature i relativne vlažnosti vazduha. U istraživanjima Johnson i Young (2002) dokazano je da porast temperature do 32°C dovodi do povećanja efikasnosti u suzbijanju *X. strumarium* što se objašnjava boljom apsorpcijom i translokacijom mezotriiona u biljkama. Hidratisana kutikula ima veliki značaj u povećanju difuzije herbicida rastvorljivih u vodi, kao što je slučaj sa mezotrionom. Takođe, Wills (1984) je dokazao značajno povećanje translokacije herbicida u uslovima povišene vlažnosti i temperature vazduha. Sve navedeno ukazuje da folijarnu primjenu herbicida treba izvoditi u optimalnim meteorološkim uslovima, da bi se postigla maksimalna efikasnost. Prema podacima Pannacci i Covarelli (2008) mezotriion je veoma efikasan herbicid za suzbijanje korova sa velikom kompetitivnom sposobnošću i vrsta koje su otporne na zemljišne herbicide, u koje spada i *X. strumarium*. Prema ovim istraživanjima da bi se postigla visoka efikasnost u suzbijanju *X. strumarium* (preko 95%) dovoljna je 1/6 od preporučene maksimalne doze (150 g/ha) mezotriiona.

X. strumarium je veoma osjetljiv na djelovanje glifosata. Njegova osjetljivost nastaje kao posljedica intenzivne apsorpcije. *X. strumarium* apsorbuje tri puta veću količinu ovog herbicida u odnosu na vrstu *Commelina difusa* Burm., i do šest puta veću količinu

¹⁴C-glifosata u odnosu na *Ipomoea purpurea* (L.) Roth (Skora Neto et al., 2000). Radioaktivni ¹⁴C-glifosat je veoma slabo pokretljiv izvan dijelova biljaka koji nisu tretirani što ukazuje na činjenicu da translokacija herbicida kroz biljku nije najvažniji faktor koji određuje osjetljivost, odnosno otpornost tretiranih biljaka. Razlika u osjetljivosti nije izazvana razlikama u metabolizmu ovog jedinjenja, nego u intenzitetu apsorpcije.

U Hrvatskoj je, kao posljedica primjene hormonskih herbicida (2,4-D) u strnim žitima i triazinskih herbicida u kukuruzu, došlo do značajnog povećanja broja vrste *X. strumarium* u periodu od 1969. do 2009. godine (Šarić et al., 2011). Prema navodima Stefanovića (1987) isti slučaj je zabilježen i na području Srbije, gdje je kao posljedica dugotrajne upotrebe triazinskih herbicida u usjevu kukuruza došlo do povećanja jednogodišnjih širokolistnih korovskih vrsta, među kojima i *X. strumarium*. Božić i sar. (2015) na području Srbije su potvrdili smanjenu osjetljivost ove vrste na nikosulfuron.

Pojava višesjemenih formi vrste *X. strumarium* može predstavljati potencijalnu opasnost za intenzivnije širenje ove korovske vrste. Višesjemene forme u plodu, umjesto uobičajeno dva sjemena, imaju i do 25 sjemena i iz takvog ploda obično se razvije oko devet novih biljaka. Prema istraživanjima Abbas-a i sar. (2005) višesjemene forme ove vrste su podjednako osjetljive kako na bioherbicide, koje sadrže spore gljive *Alternaria helianthi*, tako i na konvencionalne herbicide na bazi hlorimurona, imazakvina, natrijum hidrogen metilarsonat (MSMA) i imazetapira.

2.10. Rezistentnost *X. strumarium*

Problem suzbijanja ovih korovskih vrsta može postati izraženiji zbog razvoja rezistentnosti na veći broj herbicidnih jedinjenja, o čemu svjedoče i brojni literaturni navodi. Rezistentnost je pojava povećane otpornosti pojedinih vrsta štetnih organizama prema pesticidu na koji su ranije bile osjetljive (Janjić, 2005). Pojava rezistentnih formi *X. strumarium* na herbicide inhibitore acetoluktat sintetaze (ALS) je zabilježena u većem broju slučajeva (Schmitzer et al., 1993; Bernasconi et al., 1995; Spague et al., 1997). Rezistentnost je nastala kao posljedica mutacije na sekvencama hromozoma, što dovodi do aminokiselinske supstitucije (Ala- 122 sa Thr, Ala- 205 sa Val, Trp- 574 sa Leu) (Anderson et al., 1997; Bozic et al., 2015). Kod biotipova rezistentnih na ALS inhibitore utvrđena je ukrštena rezistentnost na imidazolinone, sulfoniluree i triazolpirimididine vezano za supstitucije triptofana i leucina na poziciji 574 na aminokiselinskom ostatku, zatim alanina i valina na poziciji 205 i alanina i tirozina na poziciji 122 na ALS genu (Woodworth et al.,

1996; Lee and Owen, 2000). Svi slučajevi rezistentnosti su zabilježeni u Sjedinjenim Američkim Državama. Rezistentne populacije, i nakon višegodišnje primjene drugih jedinjenja, nisu bile eliminisane iz korovske populacije i njihov procenat je i dalje bio visok te iznosio 19-74% (Schmidt et al., 2004). Lee i Owen (2000) su dokazali da je rezistentnost na herbicide inhibitore ALS (aktivna supstanca - imazetapir), vezana za jedan dominantni gen. Prema podacima koje navodi Heap (2019), iz Međunarodne organizacije za praćenje rezistentnosti korova na herbicide (*Internacional survey of herbicide resistant weeds*), do 2019. godine registrovana je pojava rezistentnih formi vrste *X. strumarium* na herbicide koji djeluju kao inhibitori sinteze nukleinskih kiselina kao i inhibitore ALS enzima.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Rasprostranjenost, fenološka i morfometrijska istraživanja

U cilju utvrđivanja rasprostranjenosti vrsta roda *Xanthium* terenska istraživanja su izvedena na teritoriji BiH. Cijela teritorija je uslovno podijeljena na četiri regije: Sjeverna Bosna, Semberija i Posavina, Centralna Bosna i Hercegovina. U okviru navedenih regija je izabrano poljoprivredno značajnijih 20 lokacija na kojima su detaljno analizirane vrste istraživanog roda. Rasprostranjenost pojedinih taksona je predstavljena tačkastom metodom na UTM kartama (Univerzalna Transferzna Merkator-ova projekcija zemljinog elipsoida, *Universal Transverse Mercator*). Rasprostranjenost je konstatovana na 110 lokacija dok je sa 20 lokacija prikupljen biljni materijal za dalja istraživanja. Istraživanja su uključila: proučavanje anatomske građe biljaka, ispitivanje klijavosti sjemena (ploda), praćenje fenoloških faza razvoja biljaka, morfološke karakteristike ploda, molekularnu karakterizaciju i suzbijanje. Detaljna istraživanja su izvedena na lokacijama koja su imala sljedeće nazive: Agrofin, Aleksandrovac 1, Aleksandrovac 2, Balatun, Bardača, Berek, Cerovljani, Dolgodi 1, Dolgodi 2, Domanovići, Gorica, Lončari, Lukavac, Mašići, Petrovo polje, Seferovci, Trebinje, Velino Selo, Vilusi i Volujac.

Pomoću GPS uređaja (*Global Positioning System*) (koordinatni sistem WGS84) utvrđene su kordinate lokacija na kojima su konstatovane vrste istraživanog roda, a zatim su memorisani podaci prebačeni u bazu podataka, koja je dizajnirana po principu Geografskog informacionog sistema (*Geographic Information Systems, GIS*). Zastupljenost posmatranih vrsta prikazana je na digitalnom modelu visina (*Digital Elevation Model, DEM*) BiH rezolucije 20×20m u mreži 10×10km. Prostornom analizom pomoću GIS DEM-a BiH je klasifikovana prema nadmorskim visinama u reljefna područja po Bertoviću (1999):

- nizijsko područje do 200 m,
- brdsko područje 200-500 m,
- nisko planinsko područje 500-1000 m,
- srednje planinsko područje 1000-1500 m i
- visoko planinsko područje 1500-2000 m nadmorske visine.

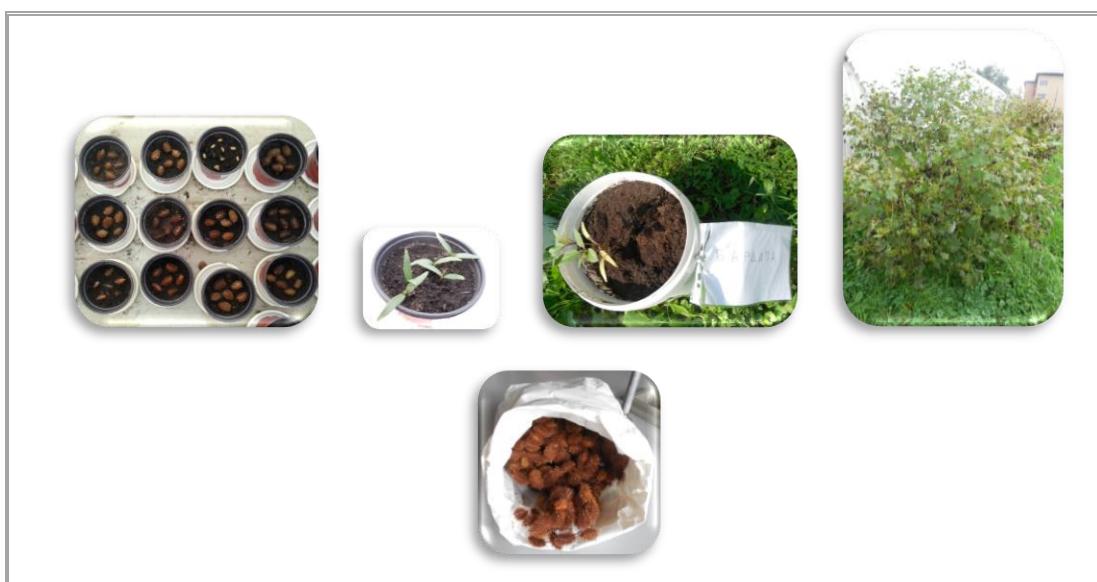
Ocjena zastupljenosti je urađena po skali od 1 do 4 što predstavlja modifikovanu skalu ocjene brojnosti po Braun-Blanquet-u (1965) (Tabela 1). Na osnovu rasprostranjenosti istraživanih vrsta na teritoriji BiH, kao i literaturnih podataka o rasprostranjenosti i štetnosti ovih vrsta u zemljama okruženja utvrđena je i ocjena potencijalne invazivnosti.

Tabela 1. Skala ocjene zastupljenosti kartiranih vrsta

1	Vrsta se sreće pojedinačno i zauzima do 5% površine.
2	Bez obzira na broj primjeraka vrsta zauzima 5-25% površine.
3	Bez obzira na broj primjeraka vrsta zauzima 25-50% površine.
4	Vrsta preovladava nad gajenom biljkom i zauzima preko 50% površine.

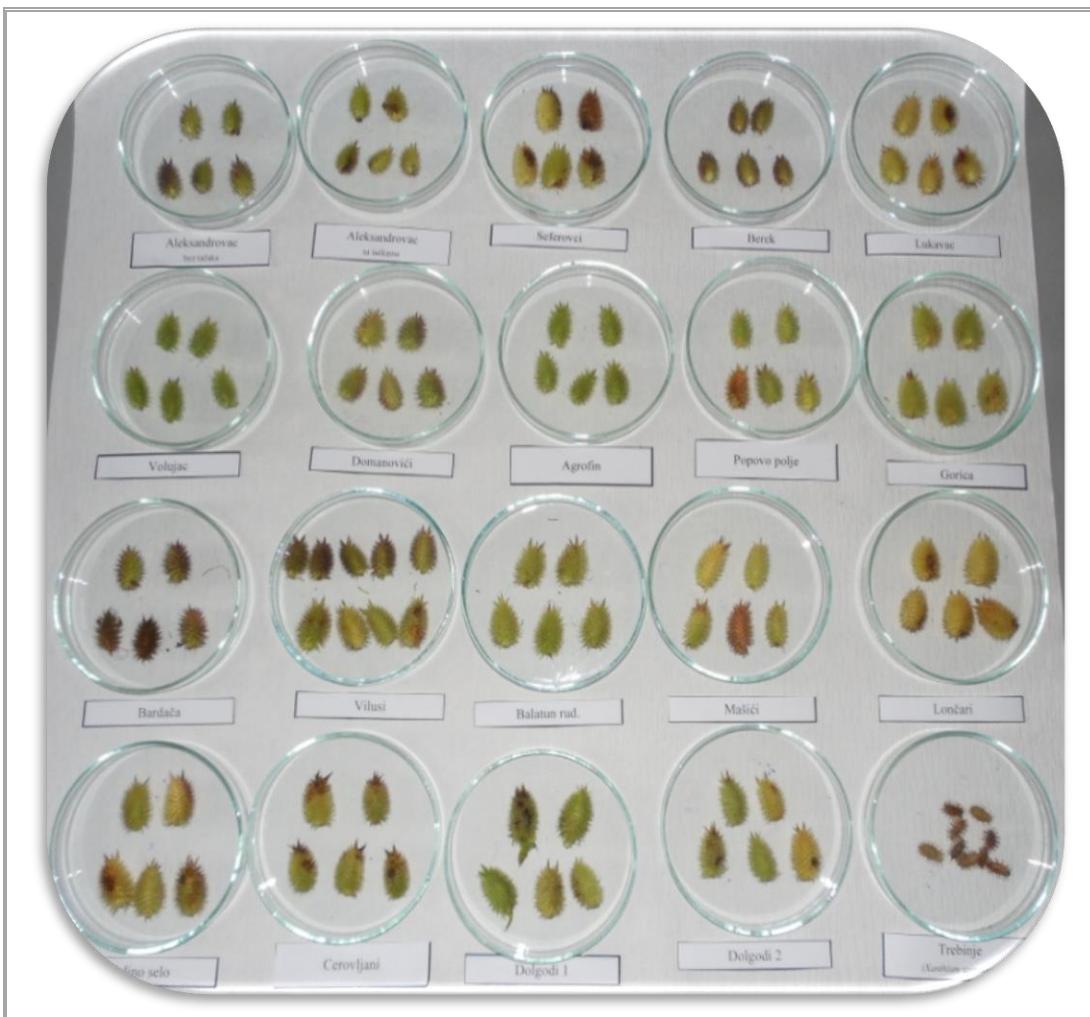
Prikupljanje biljnog materijala je urađeno u različitim fazama razvoja biljaka, u periodu od 2014. do 2016. godine. Nomenklatura i determinacija biljnog materijala je urađena korišćenjem savremenih sistematskih principa prema Kiraly (2009) i The Plant List (2019). Determinacija je urađena na osnovu morfoloških karakteristika prikupljenog biljnog materijala, kao i izgleda ploda (raspored i oblik bočnih i vršnih izraštaja na plodu). Determinacija i deponovanje herbarizovanog materijala je izvršeno u herbarijumu Departmana za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu. Svakom herbarizovanom primjerku dodjen je vaučer.

Za fenološka istraživanja sjeme je naklijano u manjim saksijama, a zatim u fazi 2-4 prava lista (BBCH 14-16) ponici su prebačeni u veće posude (Slika 5). Praćenje pojedinih faza razvoja je praćeno na sedmičnom nivou do fenofaze fiziološke zrelosti plodova. Cvjetanje je definisano kao pojava razvijenih antera ispod involukruma muške glavice. Starenje biljaka je definisano kao propadanje biljaka koja je nastala nakon prvog mraza ili kao posljedica endogenih procesa. Kako masa ploda bolje odražava razvijenost (ili opšte stanje) biljaka nego broj plodova po biljci, kao biometrički pokazatelj razvijenosti biljaka mjerena je prosječna masa ploda. Na uzbudjanim primjercima mjerena je i visina biljaka.



Slika 5. Postavka eksperimenta u toku fenoloških istraživanja

Morfološke karakteristike ploda su praćene kroz sljedeće parametre: masa ploda (g), dužina ploda- bez vršnog izraštaja (cm), dužina vršnog izraštaja (cm), širina ploda sa i bez izraštaja (cm). Sa svake lokacije mjereno je po 20 plodova (Slika 6).



Slika 6. Izgled plodova vrsta roda *Xanthium*

Statistička obrada dobijenih rezultata obavljena je primjenom statističkog programa Statistica 10.0. Za sve podatke izračunate su srednja vrijednost sa pripadajućom standardnom greškom i koeficijentom relativne varijacije. Utvrđivanje statistički značajnih razlika između posmatranih obilježja urađeno je metodom analize varijanse - ANOVA. Značajnost ispoljenih razlika posmatranih obilježja testirana je Tukey testom.

Za ispitivanje klijavosti korišćeni su fizički zreli i pravilno razvijeni plodovi. Plodovi su sakupljeni sa 20 odabranih lokacija (Tabela 2) u toku jeseni 2014. godine. Nakon sakupljanja plodovi su čuvani na temperaturi od 4°C do ispitivanja klijavosti.

Tabela 2. Pregled lokacija sa kojih su sakupljeni uzorci plodova

Lokacija	Geografska širina (N)	Geografska dužina (E)	Nadmorska visina (m.n.v.)	Stanište	Opština
Agrofin	42°40'14,3"	18°19'38,0"	272	Vinograd	Trebinje
Aleksandrovac 1	44°58'09,7"	17°18'25,9"	120	Pored puta	Laktaši
Aleksandrovac 2	44°58'09,7"	17°18'25,9"	120	Ruderalno	Laktaši
Balatun	44°52'57,1"	19°19'56,9"	81	Pored puta	Bijeljina
Bardača	45°05'22,5"	17°26'32,4"	81	Jarak	Srbac
Berek	45°02'35,5"	17°14'30,6"	104	Kukuruz	Gradiška
Cerovljani	45°02'29,4"	17°15'24,1"	103	Kukuruz	Gradiška
Dolgodi 1	43°52'03,3"	18°17'01,5"	486	Wasteland	Ilidža
Dolgodi 2	43°51'41,5"	18°17'41,4"	483	Kukuruz	Ilidža
Domanovići	43°08'13,2"	17°47'01,5"	144	Vinograd	Čapljina
Gorica	42°42'54,8"	18°21'05,6"	285	Riječna obala	Trebinje
Lončari	44°56'44,7"	18°39'50,7"	85		Donji Žabar
Lukavac	45°04'19,1"	17°12'44,0"	104	Kukuruz	Lukavac
Mašići	45°01'43,6	17°15'57,6"	103	Kukuruz	Gradiška
Popovo polje	42°39'54,2"	18°19'33,0"	270	Vinograd	Trebinje
Seferovci	44°59'52,9"	17°20'59,9"	106	Ruderalno	Gradiška
Trebinje	42°41'06,9"	18°19'25,0"	269	Vinograd	Trebinje
Velino Selo	44°53'17,6"	19°19'28,2"	82	Kukuruz	Bijeljina
Vilusi	45°00'30,0"	17°16'53,0"	108	Kukuruz	Gradiška
Volujac	42°41'06,9"	18°19'25,0"	269	Vinograd	Trebinje

Ispitivanje klijavosti je vršeno na konstantnoj temperaturi i to od: 15, 20, 25, 30, 35 i 40°C, u toku marta i aprila 2015. godine. Iako svaki plod sadrži po dva sjemena, za ispitivanje su korišćeni cijeli plodovi, jer je bilo jako teško razdvojiti sjeme bez oštećenja. U toku preliminarnih istraživanja vršeno je uporedno naklijavanje plodova na filter papiru i u pjesku, pri čemu je primjećena slabija klijavost na filter papiru. Zbog toga je za dalje ispitivanje klijavosti sjemena kao podloga korišćen sterilisan kvarcni pjesak, granulacije 0,5–0,8 mm, pH vrijednosti između 6 i 7,5. Po pet plodova je ravnomjerno raspoređeno u Petrijeve posude, prečnika 9 cm koje su predhodno napunjene kvarcnim pjeskom. U svaku Petrijevu posudu je stavljen po 100 g kvarcnog pjeska, za plodove vrste *X. orientale* i 50 g, za plodove vrste *X. spinosum*. U tako pripremljen uzorak dodano je 35 ml (za *X. orientale*), odnosno 20 ml (za *X. spinosum*) destilovane vode, što je bilo dovoljno da se održi optimalna vlažnost do kraja ispitivanja klijavosti. Naklijavanje sjemena je bilo u trajanju 20 dana i vršeno u termostabilnom inkubatoru ET618-4 Fisher Scientific, zapremine 135 l, sa mogućnošću kontrolisanja temperature 2–40°±0,5°C, bez osvjetljenja. Sjeme se smatra da je klijalo kada se mogla uočiti radikula na površini ploda. Svi tretmani su izvedeni u četiri ponavljanja. Stopa klijanja po Maguier-u (1962) je računata po sljedećoj formuli:

$$GR = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \frac{n_3}{t_3} + \dots + \frac{n_x}{t_x} \text{ (sjemena/dan)}$$

gdje je:

n₁, n₂, ..., n_x - broj klijalih sjemena u vremenu

t₁, t₂, ..., t_x – vrijeme iskazano u danima.

Klijavost sjemena je izražena tako da je klijavost sjemena izjednačena sa klijavošću ploda. Iako se u svakom plodu nalaze po dva sjemena, sjeme koja se nalazi u gornjem položaju dugo zadržava dormantnost nakon sazrijevanja, tako da njena klijavost nije uzeta u obzir.

3.2. Molekularne analize

Za molekularnu karakterizaciju vrsta roda *Xanthium* korišćeni su plodovi sa 20 izabranih lokacija koji su naklijani i uzgajani u stakleniku Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, do faze 2-4 prava lista i tad je urađena izolacija DNK (Slika 7). Izolacija i obrada dobijenih podataka je vršena u Laboratoriji za genetiku, Departman za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu. Ukupna genomska DNK je izolovana iz svježeg biljnog materijala (prvi pravi list) upotrebom modifikovane CTAB metode (Padmalatha and Prasad, 2006). Odvagano je 50-100 mg lista i macerirano u avanu uz pomoć tučka, uz dodavanje 10 mg PVP-40. Zatim je dodano 700 μ l 2 \times CTAB pufera (sadrži 1M Tris pH 8,0; 1,5M NaCl; 0,5M EDTA; 0,05M CTAB, 2% β -merkaptoetanol), ugrijanog u inkubatoru na 65°C. Nakon miješanja, sadržaj iz avana je prenesen u kivete i uzorci su inkubirani na 65°C, tokom 60-90 min, uz inverziju na svakih 30 min. Nakon inkubacije, u svaku kivetu je dodato 750 μ l hloroform-izoamilalkohola (24:1) i vršeno je invertovanje u trajanju od 30 min. Uzorci su zatim centrifugirani na 22°C, 12000 rpm, 15 min nakon čega je supernatant (gornja vodena faza) prebačen u novi set kiveta upotrebom zasječenih nastavaka za pipete. Dodana je približno ista količina (oko 300 μ l) hladnog izopropanola i uzorci su blago invertovani dok se faze nisu pomješale. DNK je precipitirana na -20°C najmanje 30 min. Po isteku ovog vremena uzorci su ponovo centrifugirani na 22°C, 12000 rpm, 15 min. Supernatant je odliven, a pelet je ispran sa 500 μ l 70% etanola. Nakon isparavanja etanola na 37°C u termobloku, pelet je rastvoren u 200 μ l 0,1 \times TE pufera i uzorci su ostavljeni u frižideru tokom noći. Narednog dana uzorci su zagrijani 5 - 10 min na 65°C u inkubatoru. U svaki uzorak je dodata jednaka količina (100 μ l + 100 μ l) smješe fenol-hloroform-izoamilalkohola (25:24:1). Nakon inverzije, uzorci su centrifugirani na 22°C, 8000 rpm, 15 min, nakon čega je supernatant prebačen u novi set kiveta. Potom je dodata ista količina etanola (oko 100 μ l) i 1/10 količine 3M natrijum-acetata (oko 10 μ l). Nakon inkubacije na -20°C najmanje 30 min, uzorci su ponovo centrifugirani na 22°C, 12000 rpm, 15 min. Supernatant je odliven, a pelet osušen u termobloku na 37°C i rastvoren u 100 μ l 0,1 \times TE pufera. Koncentracija i čistoća izolovane genomske DNK određena je Bio-Spec spektrofotometrom (Shimadzu). Za uzorce sa koncentracijom DNK

većom od 50 ng/ μ l pravljena su radna razblaženja sa 0,1 \times TE puferom, da bi se dobila koncentracije od 30 ng/ μ l.

PCR reakcije su izvedene u Applied Biosystems Verity cycler-u u finalnom volumenu od 25 μ l. Svaka reakcija je sadržala 30 ng genomske DNK, 1 \times Taq pufera koji sadrži $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, MgCl_2 (2,5 mM), 0,2 mM of dNTPs, 0,1 mM oba prajmera (sintetizovana od strane Invitrogen by Thermo Fisher Scientific) i 1,0 U Taq DNK polimeraze (rekombinantni; Thermo Scientific).

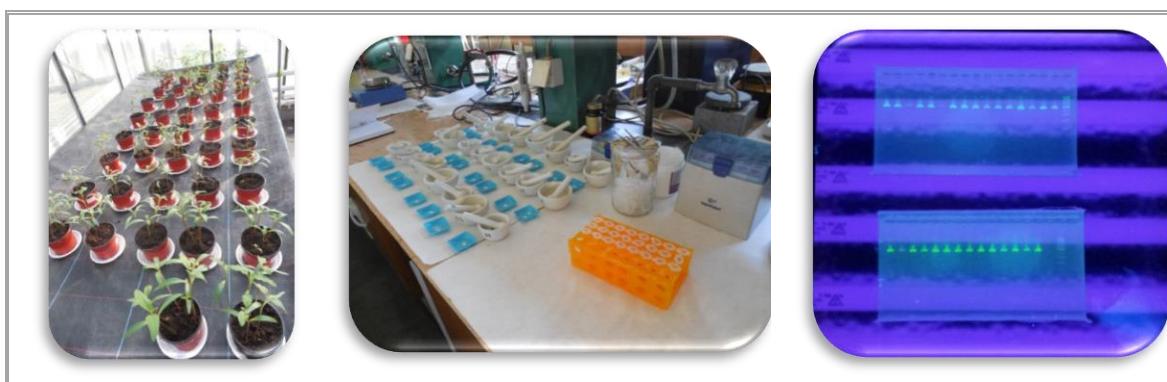
Za amplifikaciju fragmenta većine od 450bp ITS2 gena, korišćen je par prajmera S2F 5'-ATGCGATACTGGTGTGAAT-3' i S3R 5'-GACGCTTCTCCAGACTACAAT-3' (Chen et al., 2010). Temperaturni uslovi PCR reakcije za parove prajmera izolovane od strane Chen i sar. (2010) su bili sljedeći: uvodna denaturacija na 94°C u trajanju od 5 min, zatim 40 ciklusa, koji su se sastojali od denaturacije ciklusa na 94°C 30 s, zatim vezivanja prajmera na temperaturi od 56°C 30 s, elongacija na 72°C 45 s. Poslije posljednjeg ciklusa, vršena je inkubacija 10 min na 72°C a zatim je temperatura spuštena na 6°C.

Za detekciju PCR produkata korišćena je elektroforeza na 2% agaroznim gelovima. Pri pripremi gelova odgovarajuća količina agaroze, u zavisnosti od veličine gela, rastvarana je u 1 \times TBE puferu (Trisma baza; 0,1M borna kiselina; 0,05M EDTA). U ovaj rastvor je direktno dodavan Roti-gel stain, što je omogućilo vizualizaciju DNK uz pomoć UV transiluminatora. Za određivanje približne veličine alela u gel je lodiran i marker Fermentas SM0243 (Slika 7).

Produkti su prečišćeni uz pomoć enzima Exonuclease I i Shrimp Alkaline Phosphatase (ThermoScientific, Lithuania), prema protokolu proizvođača. Fragmenti su sekvencirani na Applied Biosystems 3730XL sekvencerima Macrogen Europe, Amsterdam, Holandija.

Za poravnanje ITS2 sekvenci korišćen je Clustal W (Thompson et al., 1994) implementiran u BioEdit version 7.2.5. (Hall, 1999), i ručno provjeren. Kao autgrupe su korišćene četiri vrste, iz blisko povezanih rodova (fam. Asteraceae, tribus Heliantheae): *Parthenium hysterophorus* L. (GenBank uzorak br. GU24333.1), *Polymnia canadensis* L. (GenBank uzorak br. KF607079.1), *Ambrosia artemisiifolia* L. (GenBank uzorak br. KY215732.1) i *Iva xanthiifolia* Nutt. (GenBank uzorak br. KY215730.1). Dodatno, u analizu iz GenBank su uključene i sljedeće vrste: *X. orientale* L. (GenBank uzorak br. KY215704.1), *X. orientale* L. subsp. *riparium* (GenBank uzorak br. KY215705.1), *X. strumarium* L. (GenBank uzorak br. DQ005983.1), *X. spinosum* L. (GenBank uzorak br.

KY215702.1, MG218395.1) i *X. sibiricum* Widd. (GenBank uzorak br. KY215731.1, GU724337.1, KJ437623.1). Sekvence su klasterovane korišćenjem metoda najveće štedljivosti (MP, eng. *maximum parsimony*) u programu NONA (Goloboff, 1999), umrežano pomoću programa Winclada (Nixon, 2002), korišćenjem heurističkog modela pretrage sa 1000 slučajno raspoređenih ponavljanja (mult*1000), koja sadrži 100 grana po seriji (hold/100), maksimum je podešen na 100000, primjenom TBR grananja. Nodalna podrška je procjenjena korišćenjem neparametarskog modela sa 1000 ponavljanja, pomoću programa Winclada.



Slika 7. Priprema biljnog materijala i potvrda dobijanja PCR produkata.

3.3. Izrada trajnih preparata i analiza biljnog materijala

Anatomska evaluacija vegetativnih organa izvršena je fazi BBCH 14-16. Poprečni presjeci su uzeti na: korijenu, stablu, lisnoj dršci i lisnoj ploči (središnji dio lisne ploče).

Histološke analize ispitivanih biljaka izvršene su izradom trajnih histoloških preparata modifikovanom parafinskom tehnikom (Blaženčić, 1988; Mićić, 1993) u FAA fiksativu (etanol:formalin:glacijalna kiselina, u odnosu 6:3:1). Prevođenje u parafin (Merck, Germany, tačka topljenja 56°C) je urađeno kroz seriju rastvora etilalkohola i ksilola (Merck, Germany). Kalupljenje je vršeno u Petrijevim posudama, u kojima su objekti orijentisani u najpovoljniji položaj za sječenje. Sječenje parafinskih blokova je vršeno u trake debljine 8-10 µm na mikrotomu Leica RM 2245 (Leica Biosystems, Germany). Razvlačenje parafinskih presjeka i lijepljenje parafinskih traka vršeno je sa Majerovim ljepilom na predmetna stakalca. Obilježena predmetna stakalca sa presjecima su sušena u termostatu (Sutjeska, Serbia) na temperaturi od 32°C. Deparafinisanje je vršeno potapanjem predmetnih stakala u ksilolu, zatim u seriju rastvora ksilola i alkohola i na kraju sprovođenjem preparata kroz seriju alkohola. Diferencijalno bojenje preparata je izvršeno

laboratorijski pripremljenim Delafildovim hematoksilinom. Dehidratacija presjeka je vršena u seriji alkohola, rastvorima alkohola i ksilola i u čistom ksilolu. Inkluzija u kanada balzam vršena je nanošenjem 2-3 kapi kanada balzama preko preparata i presjek se prekriva pokrovnim stakлом. Posmatranje histoloških preparata i fotodokumentacija je izvršena svjetlosnim mikroskopom ECLIPSE Ni-E, sa uvećanjem 40-200×. Mikrofotografije su analizirane korišćenjem softvera NIS Elements D 4.30.00 (Nikon GmbH, Düsseldorf, Germany).

Trajni preparati i analiza mikrofotografija su urađeni u Laboratoriji za histologiju i citogenetiku i Laboratoriji za mikroskopiju Instituta za hortikulturu Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci.

Analizirana tkiva kao i % učešće tkiva u presjeku, pojedinih djelova biljaka su data u tabeli 3. Značajnost ispoljenih razlika posmatranih obilježja testirana je Tukey testom.

Tabela 3. Analizirani parametri anatomske građe biljaka

KORIJEN			STABLO			LIST		
Oznaka	Karakteristika	Jed. mje.	Oznaka	Karakteristika	Jed. mje.	Oznaka	Karakteristika	Jed. mje.
K1	površina sekundarnog drveta	mm ²	S1	površina parenhim centralnog cilindra	mm ²	L1	debljina epidermisa lica lista	µm
K2	površina kambijuma	mm ²	S2	sklerenhima sa provodnim snopićima	mm ²	L2	debljina epidermisa naličja lista	µm
K3	površina primanre kore	mm ²	S3	površina parenhima kore	mm ²	L3	debljina palisadnog tkiva	µm
K4	površina kožnog tkiva	mm ²	S4	površina kolenhima	mm ²	L4	debljina sundjerastog tkiva	µm
K5	površina poprečnog presjeka korijena	mm ²	S5	površina poprečnog presjeka stabla	mm ²	L5	ukupna debljina lista	µm
K6	udio sekundarnog drveta	%	S6	udio parenhima centralnog cilindra	%	L6	broj palisadnih ćelija/100 µm ²	br.
K7	udio kambijuma	%	S7	sklerenhima sa provodnim snopićima	%			
K8	udio primanre kore	%	S8	udio parenhima primarne kore	%			
K9	udio kožnog tkiva	%	S9	udio kolenhima	%			

3.4. Broj i raspored stoma

Nativni preparati su pravljeni tehnikom lak selotejp. U toku 72 časa, izvršen je pregled nativnih prepata i prebrojane stome u tri vidna polja. Uz pomoć okular i objektiv mikrometra određena je površina vidnog polja. Da bi se utvrdio prosječan broj stoma na listu, kao i njihov raspored na listu, broj stoma je određivan na: osnovi, sredini i na vršnom dijelu lista. Na svakoj analiziranoj biljci broj stoma se određivao na tri prosječno razvijena lista. Stomini aparati su brojni i na licu i naličju lista.

Broj stoma po mm^2 izračunat je po sljedećoj formuli:

$$Gst = \frac{Bst}{Pvp} (\text{stoma}/\text{mm}^2) \quad [1]$$

gdje je:

Gst – gustina stoma;

Bst – broj stoma u vidnom polju mikroskopa,

Pvp – površina vidnog polja (mm^2).

Površina vidnog polja- Pvp (mm^2) se računa po sljedećoj formuli:

$$Pvp = r^2 \times \pi (\text{mm}^2) \quad [2]$$

3.5. Ispitivanje efikasnosti herbicida

Ispitivanje efikasnosti herbicida vršeno je u pet količina primjene, od kojih je najveća, količina koja je preporučena od strane proizvođača herbicida, a svaka sljedeća upola manja od prethodne. Efikasnost se određivala u tri faze razvoja biljaka i to: I faza (BBCH 11-12) - faza kada su razvijena 2 prava lista (prosječna visina biljaka je iznosila oko 15 cm), II faza (BBCH 13-14) - faza kada su potpuno razvijena 3-4 prava lista (prosječna visina biljaka je iznosila oko 20 cm) i III faza (BBCH 15-19) - kada su biljke imale razvijene 5-7 pravih listova (prosječna visina biljaka je iznosila oko 30 cm). Sjetva sjemena je vršena u saksije prečnika 10 cm, za biljke koje su tretirane u I i II fazi rasta, a biljke koje su tretirane u III fazi su sijane u saksije prečnika 19 cm. Preliminarnim istraživanjem je utvrđeno da kod starijih biljaka (III faza) koje su se razvijale u malim saksijama, dolazi do žućenja donjih listova zbog nedovoljne količine humusa, što bi moglo dovesti do pogrešnih zaključaka prilikom utvrđivanja efikasnosti herbicida. Sjetva je izvršena u razmaku od sedam dana. U toku rasta biljaka vršeno je zalijevanje, tako da je vlažnost supstrata održavana na nivou približno 80% poljskog vodnog kapaciteta. Kao supstrat je korišćen komercijalni humus. U

svaku saksiju je posijan veći broj sjemena, nakon nicanja je izvršeno prorjeđivanje tako da je prilikom tretiranja u svakoj saksiji bilo po 5 biljaka. Biljke su uzgajane u plateniku za biotest Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci. Tretiranje biljaka je izvršeno u Laboratoriji za ekotoksikologiju i analitiku pesticida Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci pomoću uređaja za aplikaciju pesticida ("boom sprayer"), u normi utroška od 30 ml radne tečnosti na $0,75\text{ m}^2$, a što odgovara normi utroška od 400 l/ha. Svi ispitivani herbicidi su primjenjeni u 5 doza i kontrola, u 4 ponavljanja. U istraživanju je korišćeno šest aktivnih supstanci (Tabela 4). Radna tečnost je pravljena sa destilovanom vodom da bi se izbjegao eventualni uticaj jona iz vode na molekule herbicida. Utvrđivanje efikasnosti je izvođeno kontinuirano u proljetno-ljetnom i ljetno-jesenjem periodu tokom 2015., 2016 i 2017. godine.

Efikasnost herbicida je iskazana kroz biometričke pokazatelje tretiranih biljaka, mjerjenjem: svježe mase izdanka (SvjMI), suve mase izdanka (SuvMI), svježe mase korijena (SvjMK), suve mase korijena (SuvMK) tretiranih biljaka i vizuelnom ocjenom simptoma fitotoksičnosti (promjena boje, pojava nekrotičnih pjega, degenerativnih promjena nadzemnog dijela biljke). Biometrički pokazatelji su mjereni 14 dana nakon tretiranja biljaka, osim za glifosat, gdje je vaganje vršeno 20 dana nakon tretiranja.

Regresiona zavisnost između biometričkih, kao zavisne veličine, i doze herbicida, kao nezavisne veličine, je predstavljena sigmoidnom krivuljom po logističkom modelu na osnovu odnosa "doza-odgovor" ("dose-response").

U ispitivanju efikasnosti korišćene su sljedeće aktivne supstance: imazamoks, fluroksipir-meptil, mezotriion, glifosat, dikamba i tifensulfuron-metil (Tabela 4).

Tabela 4. Korišćeni preparati i količine primjenjenih aktivnih supstanci (a.s.)

Aktivna supstanca	Preparat (preporučena količina a.s.)	Količina primjene (g a.s./ha)				
		KP ₁	KP ₂	KP ₃	KP ₄	KP ₅
Imazamoks	Pulsar 40 (40-48 g a.s./ha)	3 g/ha	6 g/ha	12 g/ha	24 g/ha	48 g/ha
Fluroksipir-meptil	Bonaca EC (144-720 g a.s./ha)	45 g/ha	90 g/ha	180 g/ha	360 g/ha	720 g/ha
Mezotriion	Callisto 480 SC (72-120 g a.s./ha)	7,5 g/ha	15,0 g/ha	30,0 g/ha	60 g/ha	120 g/ha
Glifosat	Clinic 480 SL (720-2880 g a.s./ha)	180 g/ha	360 g/ha	720 g/ha	1440 g/ha	2880 g/ha
Dikamba	PLAMEN (240-336 g a.s./ha)	24 g/ha	48 g/ha	96 g/ha	192 g/ha	384 g/ha
Tifensulfuron-metil	Symphony (10-20 g a.s./ha)	0,94 g/ha	1,87 g/ha	3,75 g/ha	7,50 g/ha	15,0 g/ha

Osnovne karakteristike herbicida su date prema Janjiću (2005) i Janjiću i Elezoviću (2008).

Imazomoks. Imazamoks pripada hemijskoj grupi imidazolinona. Korišćen je u obliku preparata Pulsar 40, prizvođač BASF Agro, Wadenswil. Sadrži 40 g/l aktivne supstance imazamoks. Formuliše se kao koncentrovani rastvor (SL). Koristi se u usjevima: soje, graška, pasulja, lucerke i suncokreta tolerantnom na imidazolinone, za suzbijanje jednogodišnjih širokolistnih i uskolistnih korova, kada su korovi u fazi 2-6 listova. Brzo se apsorbuje folijarno, a nešto sporije korijenom. Transportuje se ksilemom i floemom, inhibira aktivnost enzima acetolaktat sintetazu, ključni enzim u biosintezi aminokiselina valina, leucina i izoleucina. Kao posljedica toga meristemski regioni postaju hlorotični, a kasnije ova pojava, uz nekrozu, širi se i na listove. Rastenje se zaustavlja nekoliko dana nakon primjene, a simptomi toksičnog djelovanja se uočavaju nakon 1-2 nedelje.

Fluroksipir-meptil. Fluroksipir-meptil pripada derivatima piridin-karboksilne kiseline. Korišćen je u obliku preparata Bonaca EC, proizvođač Galenika-Fitofamacija, Zemun. Sadrži 360 g/l fluroksipira u obliku fluroksipir-meptila. Formuliše se kao koncentrat za emulziju (EC). Primjenjuje se: u usjevu strnih žita (ozimih), kukuruza, na pašnjacima, u voćnjacima i vinogradima i luku za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih širokolistnih korova, u fazi intezivnog porasta. Ovo je selektivni, translokacioni herbicid koji na korove djeluje kao indolsirćetna kiselina (sintetički auksin) izazivajući prekomjernu i nekontrolisanu diobu ćelija, što dovodi do pojave karakterističnih simptoma deformacije i kovrdžanja lista i stabla.

Mezotrion. Mezotrion pripada hemijskoj grupi triketona. Korišćen je u obliku preparata Callisto 480 SC, proizvođač Syngenta Crop Protection AG. Sadrži 480 g/l aktivne supstance mezotrión. Formuliše se kao koncentrovana suspenzija (SC). Koristi se u usjevu kukuruza za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih širokolistnih korova, do BBCH 11-18 faze razvoja kukuruza. Apsorbuje se korijenom i listom, ali djeluje i na naknadno klijanje korova. Mezotrion sprječava biosintezu karotenoida pa tretirani korovi ostaju bez pigmenata. Na tretiranim korovima se javlja tzv. "bleaching" efekt, odnosno dolazi do potpunog izbjeljivanja lista. Korov propada dvije nedelje nakon folijarne primjene, dok kod zemljivoće primjene propada već pri nicanju.

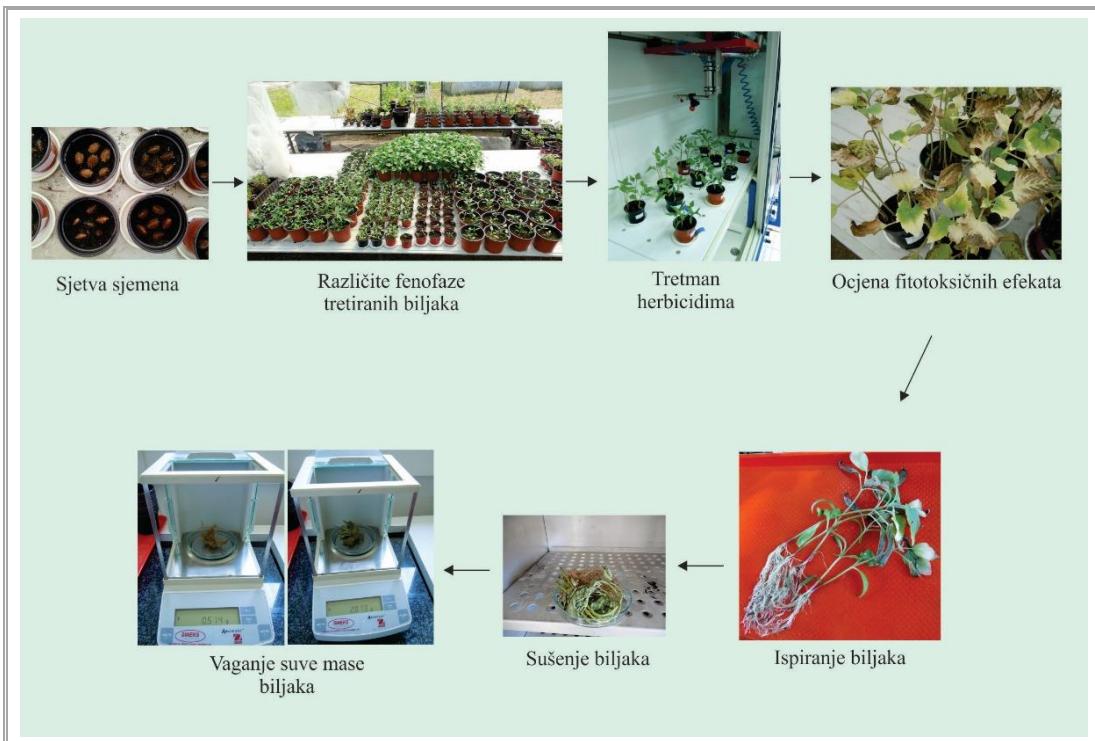
Glifosat. Glifosat pripada hemijskog grupi fosfonata. Korišćen je u obliku preparata Clinic 480 SL, proizvođač Nufarm, Linc. Sadrži 480 g/l glifosat IPA (360 g/l glifosata). Formuliše se kao koncentrovani rastvor (SL). Primjenjuje se na: strništima, voćnjacima i

vinogradima starijim od četiri godine, kao sistemični, neselektivni herbicid, za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih uskolistih i širokolistih korova, u fazi intezivnog porasta do pune faze cvjetanja korova. Apsorbuje se preko lista, simptomi kod jednogodišnjih biljaka se uočavaju nakon 2-4 dana, a kod višegodišnjih nakon 7-10 dana. U biljkama glifosat inhibira biosintezu aromatičnih aminokiselina kao i aktivnost enzima prefenat dehidraze.

Dikamba. Dikamba pripada hemijskoj grupi derivata benzoevih kiselina. Ova aktivna supstanca korišćena je u obliku preparata Plamen, prizvođač Galenika-Fitofarmacija, Zemun. Sadrži 577,9 g/l dikamba-DMA (480 g/l dikambe). Formuliše se kao koncentrovani rastvor (SL). Primjenjuje se u usjevu kukuruza za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih širokolistih korova, u fazi 2-6 listova. Usvaja se preko lista i korijenom. Inhibira diobu ćelija u meristemskim tkivima, izazivajući poremećaj rasta korova. Simptomi fitotoksičnog djelovanja su deformacije u vidu uvrтанja, žutila ili bjeljenja tkiva i zaustavljanje rasta.

Tifensulfuron-metil. Tifensulfuron-metil pripada hemijskoj grupi sulfonilurea. Korišćen je u obliku preparata Symphony, prizvođač Agromarket. Sadrži 750 g/kg tifensulfuron-metila. Formuliše se kao vododisperzibilne granule (WG). Primjenjuje se u usjevu: kukuruza, lucerke i soje za suzbijanje jednogodišnjih širokolistih korova, od faze kotiledona do razvijenih 6 listova. Apsorbuje se folijarno i korijenom, akropetalno i bazipetalno brzo širi po biljci. Inhibira biosintezu aminokiselina valin i izoleucin, zaustavlja diobu ćelija i rastenje biljaka. Kod tretiranih korova dolazi do pojave žutila i nekroze.

Mjerenje biometričkih pokazatelja (SvjMI, SuvMI, SvjMK, SuvMK) vršeno je na tehničkoj vagi sa preciznošću od 0,001 g. Svježa masa je mjerena isti dan nakon ispiranja biljaka iz saksija i cijedenja površinske vode. Suva masa je mjerena nakon sušenja biljaka. Sušenje je vršeno u sušnici na temperaturi od 70°C, u trajanu 2 do 5 dana u zavisnosti od veličine biljaka. Masa je obrađena i predstavljena kao masa pet biljaka. Uzgoj, tretman i mjerenje biometričkih pokazatelja predstavljeni su na slici 8.



Slika 8. Ispitivanje efikasnosti herbicida

Zbog razlika u osjetljivosti biljaka u različitim fazama razvoja reakcija tretiranih biljaka je izražena kroz efektivnu dozu (ED) koja smanjuje rastenje za 50% u odnosu na kontrolu, tj. ED₅₀. Efikasnost herbicida se iskazivala kroz biometričke pokazatelje tretiranih biljaka, mjerjenjem svježe i suve nadzemne mase i korijena tretiranih biljaka i vizuelnom ocjenom simptoma fitotoksičnosti (promjena boje, pojava nekrotičnih fleka, degenerativnih promjena nadzemnog dijela biljke). Za određivanje regresione zavisnosti između mase biljaka, kao zavisne veličine, i doze herbicida, kao nezavisne veličine korišćena je četveroparametarska logistička funkcija predstavljena formulom:

$$f[x, (b, c, d, e)] = C + \frac{D - C}{1 + \exp\{b \times [\log(x) - \log(e)]\}} \quad [3]$$

gdje su b , C , D , e četiri parametra. Parametar e označava efektivnu dozu ED₅₀, a to je doza koja daje odgovor tretirane biljke na pola puta između gornje granice (D) i donje granice (C), dok parametar b označava relativni nagib krive oko e (Streibig et al., 1993; Ritz i Streibig, 2005). Ova funkcionalna zavisnost je urađena korišćenjem statističkog programa OriginPro 8. Statističkim programom je pored 4 osnovna parametra ove funkcionalne zavisnosti utvrđen i interval povjerenja za sve parametre u kojima se oni mogu naći, pa je tako efektivna doza predstavljena kao ED₅₀.

Vrijednost efektivnih doza, a u odnosu na inhibiciju rastenja (%) koje one uzrokuju je izračunat prema obrascu:

$$ED_y = ED_{50} \times \left(\frac{In[\%]}{100 - In[\%]} \right)^{1/b} \quad [4]$$

gdje su:

ED_y – efektivna doza za traženu inhibiciju,

ED_{50} – srednja efektivna doza,

In – inhibicija (%),

b – regresioni koeficijent.

4. REZULTATI

4.1. Taksonomska pripadnost vrsta roda *Xanthium*

Na osnovu morfoloških karakteristika, u skladu sa opisom u regionalnim florama i na osnovu savremenih sistematskih principa na istraživanoj teritoriji konstatovane su dvije vrste roda *Xanthium*: *X. orientale* L. i *X. spinosum* L. U okviru vrste *X. orientale* L. konstatovane su dvije podvrste *X. orientale* L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter i *X. orientale* L. subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter., koja do sada nije opisana u BiH (Tabela 5). *X. spinosum*, mada jasno definisana vrsta, do sada, ima veći broj sinonima: *Acanthoxanthium ambrosioides* (Hook. & Arn.) D.Löve, *A. spinosum* (L.) Fourr., *A. spinosum* subsp. *catharticum* (Kunth) D.Löve, *A. spinosum* subsp. *spinosum*, *X. ambrosioides* Hook. & Arn., *X. armatum* Humb. & Bonpl.ex Wallr., *X. canescens* (Costa) Widder, *X. medium* Nossotovsky, *X. multifidum* Larrañaga, *X. spinosum* var. *ambrosioides* (Hook.&Arn.) Löve & Dans., *X. spinosum* var. *brachyacanthum* DC., *X. spinosum* var. *canescens* Costa, *X. spinosum* var. *heterocephalum* Widder, *X. spinosum* var. *inerme* Bel, *X. spinosum* f. *laciniatum* Scheuerm. & Thell. ex Widder, *X. spinosum* f. *praecocius* Bitter ex Widder, *X. spinosum* f. *spinosum*, *X. spinosum* var. *spinosum*, *X. spinosum* var. *synacanthum* Widder, *X. xanthocarpon* Wallr., je opisan na lokalitetu Trebinje. Na svim istraživanim lokalitetima utvrđeno je prisustvo vrste *X. orientale*. Na lokalitetu Dolgodi 1 konstatovana je podvrsta *X. orientale* subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter. (sinonimi: *X. albinum* subsp. *albinum*, *X. italicum* subsp. *riparium* Čelak., *X. riparium* Lasch, *X. ripicola* Holub, *X. ripicola* var. *ripicola*), dok je na ostalim lokalitetima (Agrofin, Aleksandrovac 1, Aleksandrovac 2, Balatun, Bardača, Berek, Cerovljani, Dolgodi 2, Domanovići, Gorica, Lončari, Lukavac, Mašići, Popovo polje, Seferovci, Velino Selo, Vilusi i Volujac) konstatovana podvrsta *X. orientale* subsp. *italicum* (sinonimi: *X. australe* Millsp. & Sherff, *X. cavanillesii* Schouw, *X. cavanillesii* var. *cavanillesii*, *X. cavanillesii* var. *cordobense* Widder, *X. echinatum* var. *cavanillesii* (Schouw) O.Bolòs & Vigo, *X. echinatum* subsp. *italicum* (Moretti) O.Bolòs & Vigo, *X. italicum* Moretti, *X. italicum* subsp. *italicum*, *X. italicum* var. *italicum*, *X. nigri* Ces. & al., *X. saccharatum* Wallr., *X. saccharatum* subsp. *italicum* (Moretti) Hayek, *X. saccharatum* var. *saccharatum*, *X. saccharatum* subsp. *saccharatum*, *X. strumarium* subsp. *cavanillesii* (Schouw) D.Löve & Dans., *X. strumarium* var. *cavanillesii* (Schouw) D.Löve & Dans., *X. strumarium* subsp. *italicum* (Moretti) D.Löve).

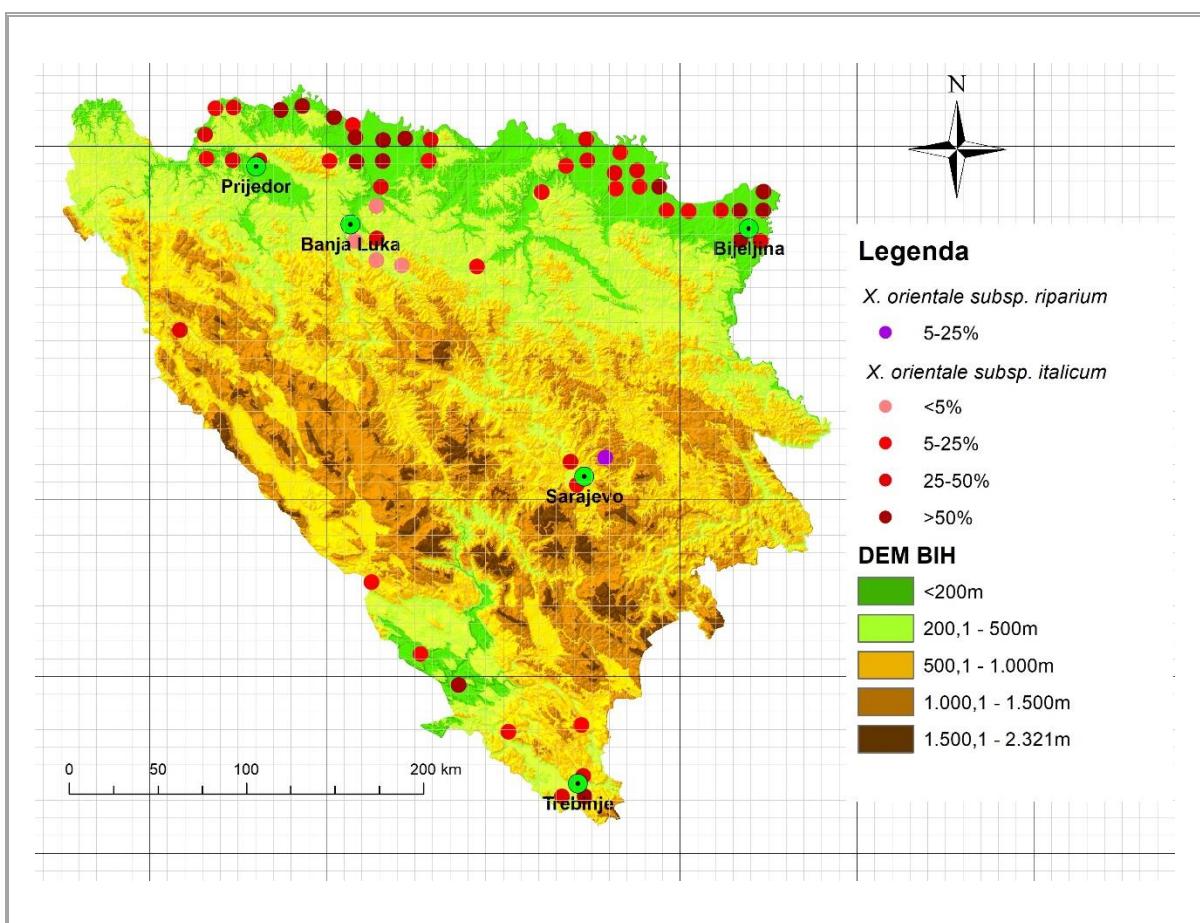
Tabela 5. Vaučer brojevi pregledanog i deponovanog biljnog materijala u *Voucher collection* Herbariumu BUNS

Vaučer №	Takson	Familija	Lokalitet i stanište	Datum
2-1490	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Vilusi; lat. 45°00'30,0" long. 17°16'53,0"; 108 m; kukuruz	28.08.2017.
2-1491	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Berek; lat. 45°02'35,5" long. 17°14'30,6"; 104 m; kukuruz	01.09.2017.
2-1492	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Velino Selo; lat. 44°53'17,6" long. 19°19'28,2"; 82 m; kukuruz	01.09.2017.
2-1493	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Bardača; lat. 45°05'22,5" long. 17°26'32,4"; 81 m; jarak	28.08.2017.
2-1494	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Gorica; lat. 42°42'54,8" long. 18°21'05,6"; 285 m; riječna obala	13.09.2017.
2-1495	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Seferovci; lat. 44°59'52,9" long. 17°20'59,9"; 106 m; ruderalna površina	19.07.2017.
2-1496	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Aleksandrovac 1; lat. 44°58'09,7" long. 17°18'25,9"; 120 m; pored puta	09.08.2017.
2-1497	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Aleksandrovac2; lat. 44°58'09,7" long. 17°18'25,9"; 120 m; ruderalna povr.	28.08.2017.
2-1498	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Popovo polje; lat. 42°39'54,2" long. 18°19'33,0"; 270 m; vinograd	13.09.2017.
2-1499	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Cerovljani; lat. 45°02'29,4" long. 17°15'24,1"; 103 m; kukuruz	01.09.2017.
2-1500	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Lončari; lat. 44°56'44,7" long. 18°39'50,7"; 85 m; kukuruz	28.08.2017.
2-1501	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Agrofin; lat. 42°40'14,3" long. 18°19'38,0"; 272 m; vinograd	18.09.2017.
2-1502	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Lukavac; lat. 45°04'19,1" long. 17°12'44,0"; 104 m; kukuruz	28.08.2017.
2-1503	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Domanovići; lat. 43°08'13,2" long. 17°47'01,5"; 144 m; vinograd	13.09.2017.
2-1504	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Volujac; lat. 42°41'06,9" long. 18°19'25,0"; 262 m; vinograd	18.09.2017.
2-1505	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Balatun; lat. 44°52'57,1" long. 19°19'56,9"; 81 m; pored puta	01.09.2017.
2-1506	<i>Xanthium spinosum</i> L. 1753	Asteraceae	BiH, Trebinje; lat. 42°41'06,9" long. 18°19'25,0"; 269 m; vinograd	07.08.2017.
2-1507	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>riparium</i> (Čelak.) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Dolgodi 1; lat. 43°52'03,3" long. 18°17'01,5"; 486 m; ruderalna površina	19.07.2017.
2-1508	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Dolgodi 2; lat. 43°51'41,5" long. 18°17'41,4"; 483 m; kukuruz	08.07.2017.
2-1509	<i>Xanthium orientale</i> L. 1763 subsp. <i>italicum</i> (Moretti) Greuter 2003	Asteraceae	BiH, Mašići; lat. 45°01'43,6 long. 17°15'57,6"; 103 m; kukuruz	01.09.2017.

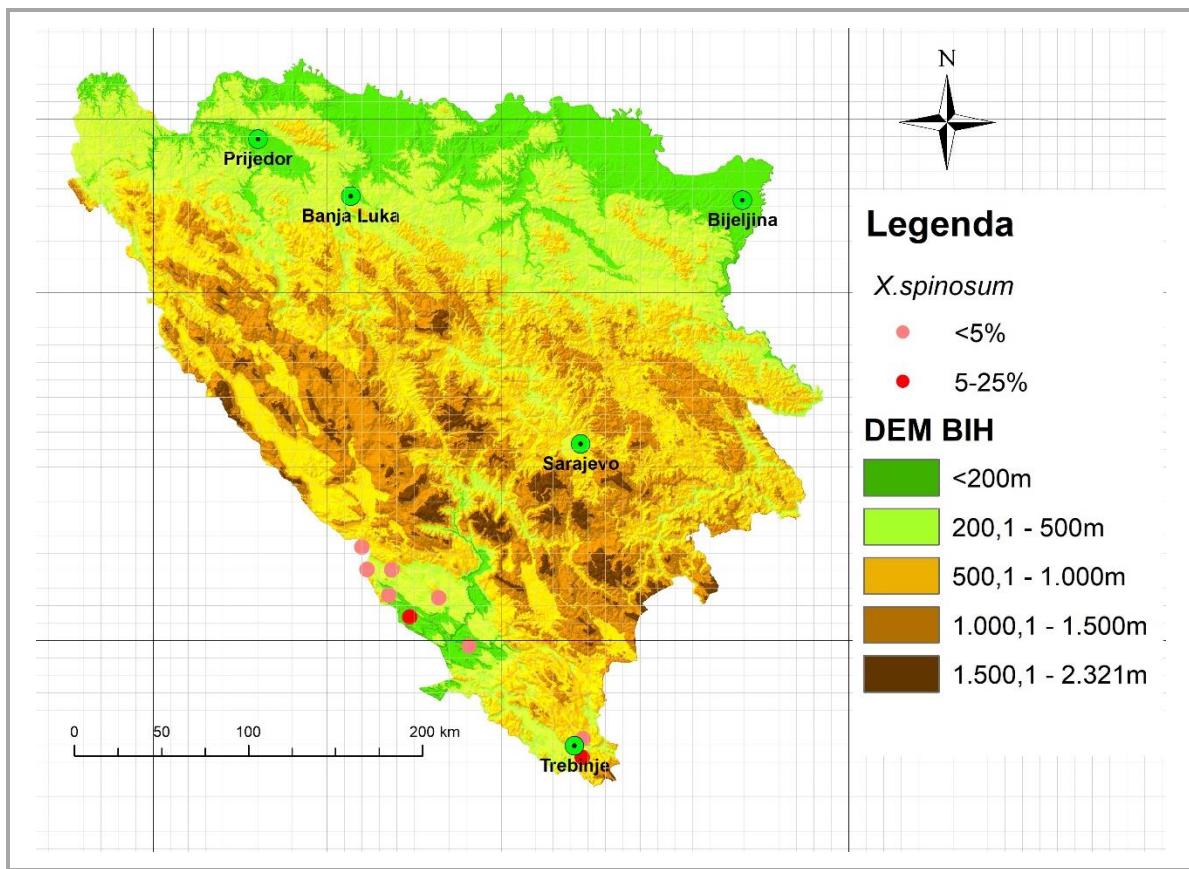
4.2. Rasprostranjenost vrsta roda *Xanthium* na teritoriji BiH

Vrste roda *Xanthium* pripadaju termofilnoj grupi biljaka i razvijaju se na plodnim zemljištima sa puno svjetlosti te su fokus ovih istraživanja u pogledu rasprostranjenosti bile poljoprivredne i ruderalne površine, tj. otvorena staništa koja imaju dovoljno svjetlosti i koja su bogata hranjivim materijama. Rasprostranjenost i zastupljenost istraživanih vrsta konstatovana je na cijeloj teritoriji BiH. Na osnovu terenskih istraživanja rasprostranjenosti možemo reći da su vrste roda *Xanthium* rasprostranjene na cijeloj teritoriji BiH. *X. orientale* je konstatovan u sve 4 istraživane regije, s tim da je podvrsta *X. orientale* subsp. *italicum*

konstatovan na cijeloj teritoriji BiH, dok je *X. orientale* subsp. *riparium* konstatovan samo na području centralne Bosne (Slika 36). *X. spinosum* je konstatovan samo na području Hercegovine (Slika 37). Zastupljenost *X. orientale* se kretala od 1-4, pri čemu je na najvećem broju lokaliteta zastupljenost bila 25 do >50%. Zastupljenost *X. spinosum* je bila znatno manja u odnosu na *X. orientale* i imala je ocjenu 1 - 2 (zastupljenost <5 do 25%). *X. orientale* je konstatovan na prostoru cijele teritorije BiH, pri čemu je veća zastupljenost utvrđena u ratarskim usjevima (kukuruz, soja, krompir, strna žita, duvan, uljana repica), strništima, voćnjacima i vinogradima, dok je manja brojnost utvrđena na ruderalnim površinama. *X. spinosum* je konstatovan u višegodišnjim zasadima, prije svega vinogradima, a pojedinačni primjerici su konstatovani i na ruderalnim površinama.



Slika 9. Distribucija i zastupljenost *X. orientale* subsp. *italicum* i *X. orientale* subsp. *riparium* prikazana na digitalnom modelu visina (Digital Elevation Model) (DEM) BiH rezolucije 20×20m, u mreži 10×10km

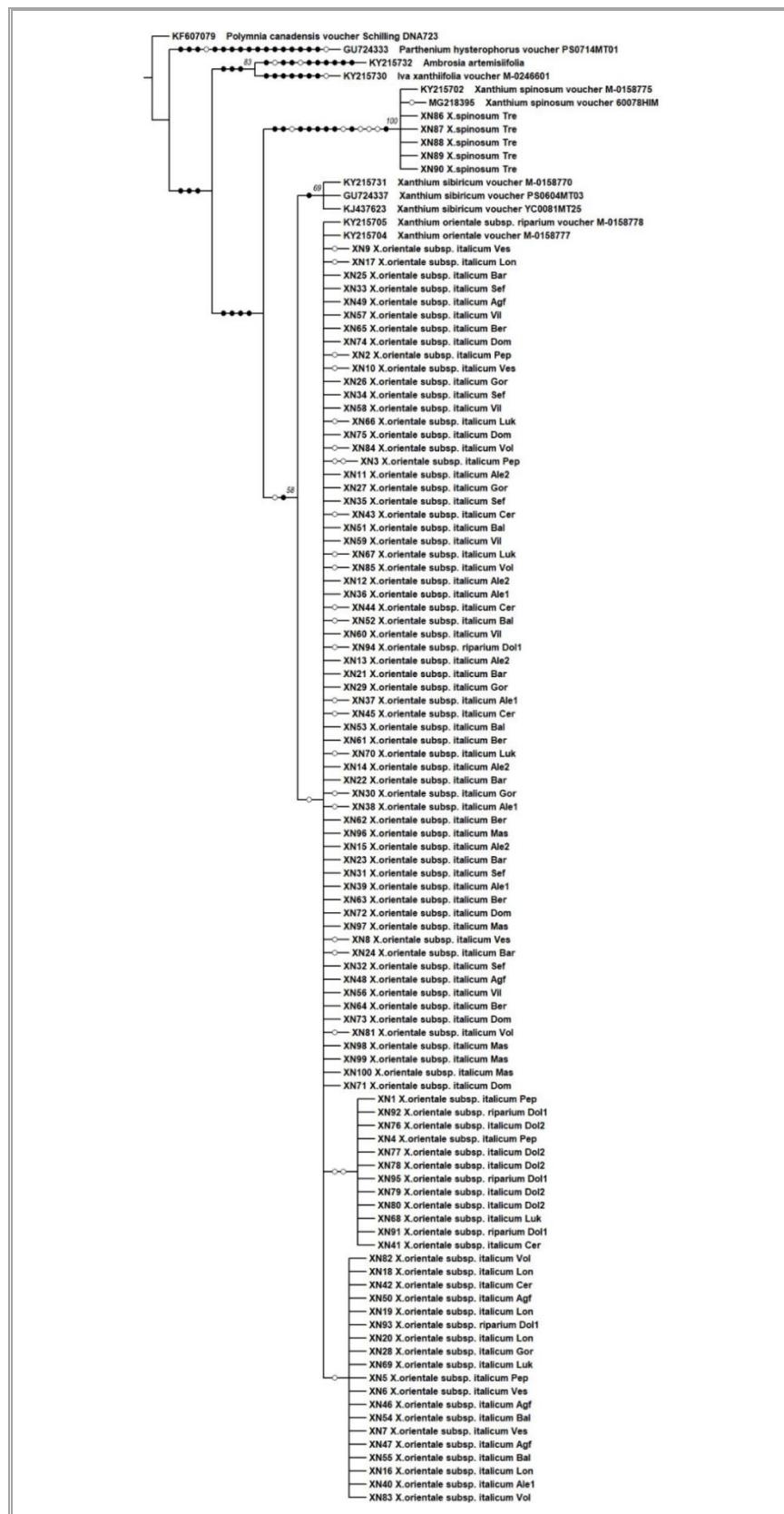


Slika 10. Distribucija i zastupljenost *X. spinosum* prikazana na digitalnom modelu visina (Digital Elevation Model) (DEM) BiH rezolucije 20×20m, u mreži 10×10km

4.3. Genetička varijabilnost vrsta roda *Xanthium*

Amplifikacija analiziranog ITS2 regiona, koja je rađena iz svježeg biljnog materijala je bila uspješna za sve analizirane biljke (100%). Dobijena matrica ITS2 regiona je poravnana i sadržavala je 234 nukleotidna karaktera za ukupno 111 uzoraka (100 uzoraka *Xanthium* vrsta sa teritorije BiH + 7 uzoraka preuzetih iz genetičke baze podataka (eng. *GenBank*) + 4 autgrupe). U ukupnoj matrici bilo je 34 parasimoni-informativnih karaktera. Filogenetsko stablo maksimalne štedljivosti (MP, eng. *maximum parsimony*) je pokazalo da je rod *Xanthium* monofiletski (Grafik 1). Pet analiziranih uzoraka, vrste *X. spinosum* su jasno izdvojeni i formiraju jedan izdvojen klaster koji se jasno razlikuje u odnosu na ostale analizirane jedinke, a takođe je i u saglasnosti sa sekvencama *X. spinosum* preuzetim iz genetske baze podataka. Svi ostali analizirani uzorci (95) koji su determinisani kao vrsta *X. orientale* formiraju jednu odvojenu granu. Sekvence ovih uzoraka su u saglasnosti sa sekvencama preuzetih iz genetske baze podataka koje pripadaju vrstama *X. orientale* i *X. orientale* subsp. *riparium*. Klada *X. orientale* se razlikuje za 17 mutacionih koraka od vrste *X. spinosum* i 2 mutaciona koraka od vrste *X. sibiricum*. Tri sekvenca vrste *X. sibiricum*

preuzete iz genetske baze podataka formirale su jednu granu koja je grupisana sa kladom *X. orientale*. Na osnovu molekularnih podataka nisu izdvojene konstatovane podvrste *X. orientale*. Metodom najveće vjerovatnoće (ML, eng. *maximum likelihood*) dobijeno je stablo slične topologije kao i metodom najveće štediljivosti (MP, eng. *maximum parsimony*), podržavajući razdvajanje uzoraka roda *Xanthium* na dvije vrste (*X. orientale* i *X. spinosum*) i ne otkrivajući intraspecijsku strukturu u okviru klade *X. orientale* (Grafik 2).



Grafik 1. Stablo potpune saglasnosti sekvenci ITS2 regiona dobijeno metodom najveće štedljivosti (MP). Dužina=39 koraka, indeks konzistentnosti (CI)=0,71, indeks retencije (RI)=0,81. Podržanost filogenetske grupe ($\geq 50\%$) je naznačena na nodijama stabla



Grafik 2. Stablo potpune saglasnosti sekvenci ITS2 regiona dobijeno metodom najveće vjerovatnoće (ML). Podržanost filogenetske grupe ($\geq 50\%$) je naznačena na nodijama stabla

4.4. Morfologija vrsta roda *Xanthium*

4.4.1. Morfologija vrste *X. orientale*

Korijen. Korjenov sistem je osovinski, vretenast i razgranat (Slika 9). Ima veoma moćno razvijen glavni korijen koji dugo raste.



Slika 11. Korijen *X. orientale*

Stablo. Stablo je uspravno, razgranato, sa naizmjeničnim i nedjeljenim listovima. Stablo je zeleno ili sa crvenim, crveno-ljubičastim ili smeđim, sitnjim ili krupnijim mrljama (Slika 10), prekriveno šiljastim, bijelim, rijetkim dlakama. Visina stabla podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* je iznosila 89 - 210 cm. Visina stabla *X.orientale* subsp. *riaprium* je iznosila 163 - 185 cm.



Slika 12. Izgled stabla *X.orientale* sa i bez mrlja

List. List se sastoji iz lisne drške i liske (lisne ploče) (slika 11). Lisna drška je tamno crvena. Liska je srasto trouglasta, sa 3 režnja, sa odrezanom ili klinastom osnovom. Obod liske je nejednako grubo dvostruko nazubljen do režnjevit. Sa obe strane lista nalaze se bjeličaste žljezdane dlake, kao i trihome. Listovi su grube strukture i vrlo hrapavi, sa lica tamnozeleni, a sa naličja svjetliji.



Slika 13. Izgled lista *X.orientale*

Cvijet. Cvjetovi su jednopolni, skupljeni u cvast glavicu, koje su pojedinačne ili u grupama, nalaze se u pazuhu lista (Slika 12).



Slika 14. Izgled ženske i muške cvasti *X.orientale*

Muški cvjetovi su skupljeni u loptaste cvasti, sa involukrumom i rudimentiranim plodnikom (Slika 13).



Slika 15. Izgled muške cvasti *X.orientale*

Krunični listići su valjkasto-cjevasti, sa 5 kratkih zubaca. Prašnika je 5, filamentima su srasli, antere su slobodne (Slika 14). Involukrum ženskih cvasti pri osnovi srastao, obrastao sa dugim, suvim, bijelim dlakama. Ženski cvjetovi takođe su skupljeni u cvasti, nalaze se u pazuhu lista, po dva cvijeta u cvasti. Plodnik je nadcvjetan, sinkarpan sa 2 žiga (Slika 14).



Slika 16. Tučak i prašnici *X.orientale*

Sjeme. Sjeme vrsta roda *Xanthium* je obavijeno čvrsto sraslim involukrumom karakterističnog izgleda, dajući plod koji po botaničkoj klasifikaciji predstavlja aheniju. Plod sadrži dva sjemena koja su obavijena čvrstim omotačem i čine jednu kompaktnu cjelinu (Slika 15), koja se teško može razdvojiti od omotača.



Slika 17. Presjek ploda i izgled sjemena *X. orientale*

Omotač ploda *X. orientale* je elipsoidan, sa dva prava ili nagnuta jedan prema drugom, kljuna. Cijeli plod je pokriven umjereno gustim bodljama koje su na vrhu kukasto savijene. Plod kao i donje dvijetrcine bodlji su prekrivene žlezdanim dlakama, koje plodu daju aromatičan miris. Kod mladih biljaka omotač ploda je zelen sa zelenim ili crvenoljubičastim izraštajima (Slika 16), što nije karakter koji determiniše podvrstu. U zrelog stanju omotač ploda je smeđecrvene do tamnosmeđe boje (Slika 16).



Slika 18. Izgled nezrelih plodova *X. orientale*

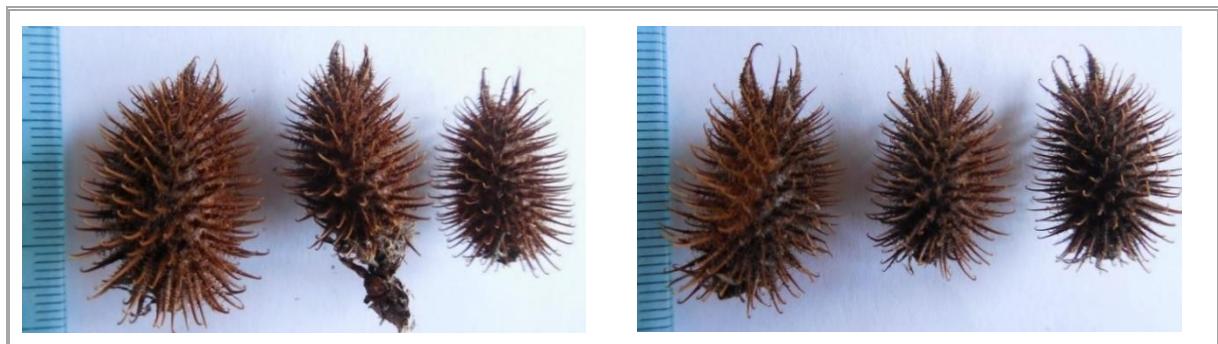
Razlika između podvrsta vidljiva je na nivou morfologije ploda. Plod *X.orientale* subsp. *italicum* ima gušće bodlje, dok su vršni izraštaji lučno savijeni jedan prema drugom (Slika 17). Bodlje ploda *X.orientale* subsp. *riparium* su rjeđe, a vršni izraštaji su pravi i pri vrhu kukasto savijeni (Slika 18).



Slika 19. Plod *X. orientale* subsp. *italicum* (lokalitet Dolgodi 2)

Slika 20. Plod *X. orientale* subsp. *riparium* (lokalitet Dolgodi 1)

Da se radi o podvrstama, potvrđuje i činjenica da su tri godine nakon što su biljke gajane u neposrednoj blizini, gdje je postojala mogućnost stranooplodnje, dobijeni plodovi sličnih osobina. Odnosno, nije postojala morfološka razlika u građi plodova na nivou podvrsta (Slika 19 i 20).



Slika 21. Plod *X. orientale* subsp. *italicum* (treće godine istraživanja, lokalitet Dolgodi 2)

Slika 22. Plod *X. orientale* subsp. *riparium* (treće godine istraživanja, lokalitet Dolgodi 1)

Morfometrijske karakteristike ploda. Tokom istraživanja konstatovana je različita krupnoća plodova na različitim lokalitetima (populacijama), srednje vrijednosti morfometrijskih karakteristika ploda date su u tabeli 6. Dužina ploda vrste *X. orientale* se kretala od 1,95 cm na lokalitetu Aleksandrovac 2, do 2,76 cm na lokalitetu Seferovci. Dužina vršnog izraštaja ploda bila je najmanja na plodu sa lokaliteta Berek (0,44 cm), a najveća na plodu sa lokaliteta Velino Selo (0,69 cm). Najmanja širina ploda sa izraštajima izmjerena je na lokalitetu Berek i iznosila je 1,23 cm, a najveća na lokalitetu Dolgodi 1 i iznosila je 1,81

cm. Najmanja širina ploda bez bočnih izraštaja iznosila je 0,51 cm (lokalitet Aleksandrovac 2), a najveća 0,96 cm (lokalitet Dolgodi 1). Najmanja masa ploda izmjerena je na lokalitetu Volujac i iznosila je 0,24 g, a najveća na lokalitetu Dolgodi 2 i iznosila je 0,83 g.

Tabela 6. Srednje vrijednosti ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$) analiziranih morfoloških parametara ploda kod populacija *X. orientale*

Lokalitet (populacija)	Dužina ploda	Dužina izraštaja	Širina ploda sa izraštajima	Širina ploda bez izraštaja	Masa ploda
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (cm)	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (g)			
<i>X. orientale</i> subsp. <i>italicum</i>					
Agrofin	2,36±0,03	0,58±0,01	1,48±0,02	0,74±0,02	0,31±0,06
Aleksandrovac 1	2,26±0,08	0,57±0,02	1,54±0,02	0,69±0,01	0,25±0,08
Aleksandrovac 2	2,26±0,09	0,58±0,03	1,53±0,05	0,58±0,03	0,27±0,03
Balatun	2,27±0,02	0,60±0,02	1,58±0,04	0,77 ±0,01	0,35±0,09
Bardača	2,63±0,02	0,56±0,01	1,68±0,01	0,85±0,02	0,81±0,10
Berek	2,06±0,04	0,46±0,01	1,31±0,03	0,67±0,03	0,29±0,02
Cerovljani	2,22±0,03	0,51±0,01	1,38±0,02	0,63±0,01	0,27±0,04
Dolgodi 2	2,22±0,02	0,62±0,01	1,33±0,02	0,57±0,01	0,83±0,04
Domanovići	2,35±0,02	0,51±0,01	1,72±0,01	0,85±0,01	0,52±0,03
Gorica	2,19±0,04	0,51±0,01	1,39±0,03	0,74±0,02	0,41±0,10
Lončari	2,29±0,03	0,60±0,01	1,61±0,02	0,80±0,02	0,58±0,08
Lukavac	2,38±0,04	0,63±0,04	1,69±0,04	0,86±0,02	0,36±0,07
Mašići	2,46±0,02	0,47±0,01	1,48±0,01	0,74±0,01	0,47±0,06
Petrovo polje	2,25±0,02	0,57±0,01	1,62±0,02	0,75±0,01	0,47±0,04
Seferovci	2,70±0,03	0,63±0,01	1,69±0,03	0,88±0,02	0,32±0,06
Velino Selo	2,43±0,04	0,66±0,01	1,67±0,01	0,73±0,01	0,54±0,04
Vilusi	2,32±0,01	0,58±0,02	1,51±0,01	0,73±0,01	0,75±0,04
Volujac	2,34±0,06	0,54±0,01	1,47±0,02	0,76±0,01	0,24±0,07
<i>X. orientale</i> subsp. <i>riparium</i>					
Dolgodi 1	2,59±0,03	0,63±0,01	1,73±0,02	0,93±0,01	0,67±0,11

Dužina ploda na nivou podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* iznosila je 2,33 cm, dužina izraštaja 0,57 cm, širina ploda sa izraštajima 1,54 cm, širina ploda bez izraštaja 0,74 cm, a masa ploda 0,45 g. Dužina ploda na nivou podvrste *X. orientale* subsp. *riparium* iznosila je 2,59 cm, dužina izraštaja 0,63 cm, širina ploda sa izraštajima 1,73 cm, širina ploda bez izraštaja 0,93 cm, a masa ploda 0,67 g.

4.4.2. Morfologija vrste *X. spinosum*

X. spinosum je takođe jednogodišnja vrsta.

Korijen. Korijen je vretenast, osovinski, razgranat, veoma dobro razvijen.

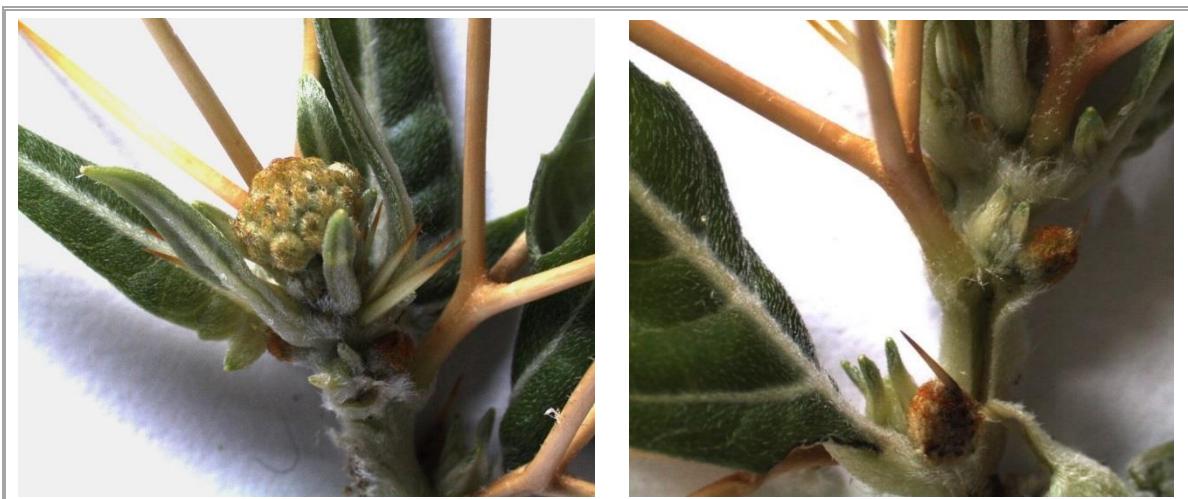
Stablo. Stablo je uspravno, zeleno i jako razgranato, gusto pokriveno sa kratkim, bijelim dlakama. Visina stabla se kreće 59 - 130 cm.

List. Listovi su sjedeći ili sa kratkom lisnom drškom. Ispod svake lisne drške se nalazi 3-djelni oštar trn (Slika 21). Lisna ploča je izdjeljena na 3 ili 5 režnjeva. Obod liske je nejednako nazubljen. Lice lista je tamno zelene boje, obrasio kratkim bjeličastim dlakama, naličje sivo-zeleno sa prileglo, sivim dlakama. Listovi su mekane strukture, sočni, sa jako izraženim centralnim lisnim nervom bijele boje.



Slika 23. Izgled *X. spinosum* i 3-djelnog trna

Cvijet. Cvjetovi su jednopolni, skupljeni u cvasti, koje su pojedinačne ili u grupama, nalaze se u pazuhu lista. Muške glavice su gusto zbijene i nalaze se na vrhu izdanka, žute ili kremkasto-bijele. Ženske cvasti su pojediničane ili skupljeni u male grupe u pazuhu lista, smeđenarandžaste sa kratkim trnom na vrhu (Slika 22).



Slika 24. Izgled muške i ženske cvasti *X. spinosum*

Sjeme. Kao i kod vrste *X. orientale*, sjeme *X. spinosum* je obavijeno čvrsto sraslim involukrumom gradeći aheniju. U svakom plodu se nalaze dva sjemena. Omotač ploda je smeđežut do tamnosmeđ, umjereno gusto pokriven kukasto, na vrhu jako savijenim smeđežutim bodljama (Slika 23). Cijeli plod je obrastao rijetkim, bijelim dlakama i zlatnožutim, sitnim, žljezdanim diskovima. Drake i žljezdani diskovi nisu prisutni na kukastim bodljama. Plod je elipsoidan sa dva kratka, uspravna i na vrhu prava kljuna.



Slika 25. Izgled ploda *X. spinosum*

Morfometrijske karakteristike ploda. Srednja vrijednost dužine ploda *X. spinosum* iznosila je 1,07 cm, dužina vršnog izraštaja 0,24 cm, širina ploda sa bočnim izraštajima iznosila je 0,76 cm, a širina bez izraštaja 0,48 cm. Plodovi ove vrste su mnogo sitniji od plodova *X. orientale*, tako da je srednja vrijednost masa ploda iznosila 0,06 g.

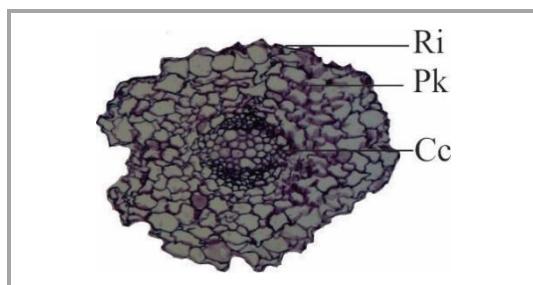
4.5. Anatomska građa vrsta roda *Xanthium*

4.5.1. Anatomska građa *X. orientale*

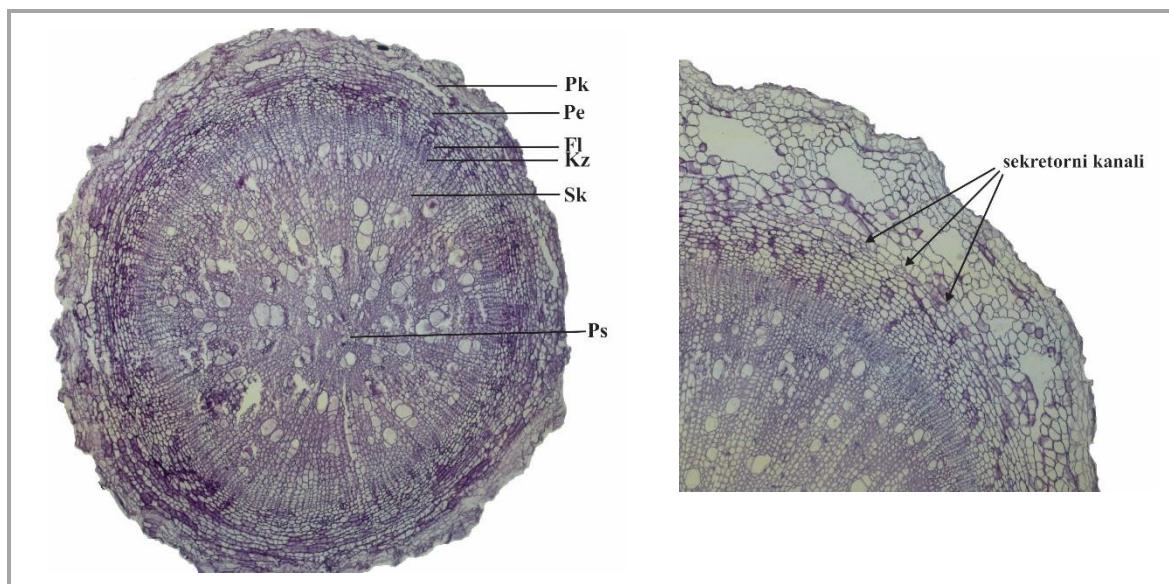
Korijen. Na poprečnom presjeku korijena razlikuju se tri osnovna dijela: rizodermis (apsorpciono tkivo), primarna kora i centralni cilindar. Vršni dio korijena ima primarnu anatomsку građu, tako da se uočavaju rizodermis, primarna kora i centralni cilindar, u kome je primjetan diarhni provodni snopić (Slika 24). Korijen je na periferiji opkoljen jednoslojnim rizodermisom. Ispod rizodermisa se nalazi dobro razvijena primarna kora koja je izgrađena od tankozidnih parenhimskih ćelija. U centralnom cilindru je prisutan diarhni radikalni provodni snopić. Korijen ovih vrsta ima sposobnost sekundarnog debjanja tako da se na korijenu jasno uočavaju tri histogene zone: rizodermis, primarna kora i centralni cilindar. Diobom ćelija pericikla (koji odgovara felogenu stabla) stvaraju se ćelija plute ka periferiji, te je primjetno raskidanje endodermisa, a sa njim kasnije i svih perifernih tkiva. Ispod peridermisa se nalazi primarna kora koja je bogat intercelularima. Sekretorni kanali

su slabo vidljivi i mogu se uočiti između endodermisa i parenhima kore (Slika 25). Između sekundarne kore i sekundarnog drveta nalazi se kambijalni prsten. Sekundarno drvo je dobro razvijeno i u njemu su primjetne krupne traheje. U centru korijena se nalaze parenhimske ćelije. Najveću površinu zauzima sekundarni ksilem, čiji su elementi razdvojeni parenhimskim zracima.

Nisu utvrđene razlike u anatomskoj građi korijena između vrsta koje pripadaju sekciji *Acanthoxanthium* DC. i sekciji *Xanthium* DC., kao ni razlike na nivou podvrsta.



Slika 26. Primarna građa korijena *X. orientale*: Ri – rizodermis, Pk – primarna kora, Cc – centralni cilindar (uvećanje 100×)



Slika 27. Sekundarna građa korijena *X. orientale*: Pk – primarna kora, Pe – peridermis, Fl – floem, Kz – kambijalna zona, Sk – sekundarni ksilem, Ps – parenhim srži (uvećanje 40×) i sekretorni kanali (uvećanje 100×)

Srednje vrijednosti parametara anatomske građe korijena su prikazane u tabelama 7 i 8. Rezultati Tukey HSD testa su pokazali postojanje statistički značajne razlike između analiziranih populacija vrste *X. orientale*. Na osnovu sličnosti, sve analizirane populacije su podijeljene na četiri do trinaest homogenih grupa. Najmanja površina sekundarnog drveta ($3,48 \text{ mm}^2$), površina kambijuma ($0,41 \text{ mm}^2$) i površina kore ($3,16 \text{ mm}^2$) zabilježena je na

lokalitetu Mašići, dok je najveća površina sekundarnog drveta ($71,75 \text{ mm}^2$), površina kambijuma ($8,49 \text{ mm}^2$) i površina kore ($54,74 \text{ mm}^2$) zabilježena je na lokalitetu Lukavac. Najmanja površina peridermisa zabilježena je na lokalitetu Cerovljani i iznosila je $0,87 \text{ mm}^2$, a najveća na lokalitetu Lukavac i iznosila je $12,41 \text{ mm}^2$. Najmanja ukupna površina presjeka korijena zabilježena je na lokalitetu Mašići ($8,32 \text{ mm}^2$), a najveća na lokalitetu Lukavac ($147,40 \text{ mm}^2$). Najmanji udio sekundarnog drveta (38,81%) i kambijuma (3,85 %) je bio na lokalitetu Balatun. Najmanji udio kore je zabilježen na lokalitetu Agrofin (34,80%), a najmanji udio peridermisa je bio na lokalitetu Aleksandrovac 2 (5,74 %). Najveći udio sekundarnog drveta je zabilježen na lokalitetu Agrofin (49,75 %), udio kore na lokalitetu Lončari (47,16 %), a udio peridermisa na lokalitetu Mašići (15,32 %).

Tabela 7. Vrijednosti mjerjenih parametara anatomske građe korijena

Lokalitet (populacija)	K1 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	K2 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	K3 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	K4 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	K5 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$
<i>X.orientale</i> subsp. <i>italicum</i>					
Agrofin	$5,80 \pm 0,06^{efg}$	$0,75 \pm 0,05^{abc}$	$4,06 \pm 0,11^{abc}$	$1,05 \pm 0,05^{abc}$	$11,67 \pm 0,12^{cdef}$
Aleksandrovac 1	$6,22 \pm 0,04^{fgh}$	$0,73 \pm 0,03^{abc}$	$5,67 \pm 0,06^{cde}$	$1,05 \pm 0,04^{abc}$	$13,67 \pm 0,08^{fgh}$
Aleksandrovac 2	$7,30 \pm 0,04^{jk}$	$0,90 \pm 0,02^{bc}$	$6,48 \pm 0,07^{ef}$	$0,89 \pm 0,05^{ab}$	$15,58 \pm 0,10^i$
Balatun	$4,49 \pm 0,05^b$	$0,45 \pm 0,05^{ab}$	$5,41 \pm 0,09^{cde}$	$1,23 \pm 0,03^{abc}$	$11,58 \pm 0,08^{cde}$
Bardača	$5,69 \pm 0,06^{def}$	$0,88 \pm 0,04^{bc}$	$4,93 \pm 0,07^{bcde}$	$1,01 \pm 0,03^{ab}$	$12,51 \pm 0,04^{defg}$
Berek	$7,44 \pm 0,09^{jk}$	$1,03 \pm 0,07^c$	$8,04 \pm 0,15^f$	$1,90 \pm 0,15^c$	$18,41 \pm 0,31^j$
Cerovljani	$5,08 \pm 0,05^c$	$0,61 \pm 0,04^{abc}$	$3,76 \pm 0,06^{ab}$	$0,87 \pm 0,04^{ab}$	$10,31 \pm 0,12^{bc}$
Dolgodi 2	$6,73 \pm 0,08^{hi}$	$0,61 \pm 0,10^{abc}$	$5,67 \pm 0,04^{cde}$	$1,50 \pm 0,04^{abc}$	$14,51 \pm 0,08^{gh}$
Domanovići	$5,15 \pm 0,03^{cd}$	$0,58 \pm 0,02^{abc}$	$3,79 \pm 0,04^{ab}$	$1,06 \pm 0,03^{abc}$	$10,60 \pm 0,04^{cd}$
Gorica	$5,66 \pm 0,06^{de}$	$0,99 \pm 0,06^c$	$5,86 \pm 0,08^e$	$1,46 \pm 0,05^{abc}$	$13,97 \pm 0,06^h$
Lončari	$4,30 \pm 0,03^b$	$0,78 \pm 0,07^{abc}$	$5,50 \pm 0,07^{cde}$	$1,08 \pm 0,10^{abc}$	$11,66 \pm 0,04^{cdef}$
Lukavac	$71,75 \pm 0,34^m$	$8,49 \pm 0,34^e$	$54,74 \pm 1,32^h$	$12,41 \pm 0,63^d$	$147,40 \pm 1,66^l$
Mašići	$3,48 \pm 0,05^a$	$0,41 \pm 0,03^a$	$3,16 \pm 0,06^a$	$1,28 \pm 0,07^{abc}$	$8,32 \pm 0,04^{ab}$
Popovo polje	$7,80 \pm 0,09^k$	$0,84 \pm 0,03^{abc}$	$7,92 \pm 0,21^f$	$1,08 \pm 0,04^{abc}$	$17,65 \pm 0,23^j$
Seferovci	$6,91 \pm 0,10^{ij}$	$1,01 \pm 0,5^c$	$5,71 \pm 0,11^{de}$	$1,17 \pm 0,02^{abc}$	$14,80 \pm 0,18^{fgh}$
Velino Selo	$5,83 \pm 0,04^{efg}$	$0,93 \pm 0,01^c$	$4,91 \pm 0,15^{bcde}$	$1,71 \pm 0,21^{bc}$	$13,37 \pm 0,09^{efgh}$
Vilusi	$10,33 \pm 0,14^{l1}$	$1,59 \pm 0,09^d$	$9,70 \pm 0,08^g$	$1,65 \pm 0,21^{bc}$	$23,27 \pm 0,11^k$
Volujac	$6,35 \pm 0,14^{ghi}$	$0,85 \pm 0,03^{abc}$	$5,25 \pm 0,05^{bcde}$	$1,28 \pm 0,07^{abc}$	$13,73 \pm 0,20^{gh}$
<i>X.orientale</i> subsp. <i>riparium</i>					
Dolgodi 1	$4,81 \pm 0,09^{bc}$	$0,68 \pm 0,02^{abc}$	$4,20 \pm 0,07^{abcd}$	$1,41 \pm 0,07^{abc}$	$11,10 \pm 0,19^{cd}$
<i>X. spinosum</i>					
Trebinje	$3,03 \pm 0,21^a$	$0,56 \pm 0,02^{abc}$	$3,16 \pm 0,07^a$	$0,65 \pm 0,07^a$	$7,40 \pm 0,19^a$

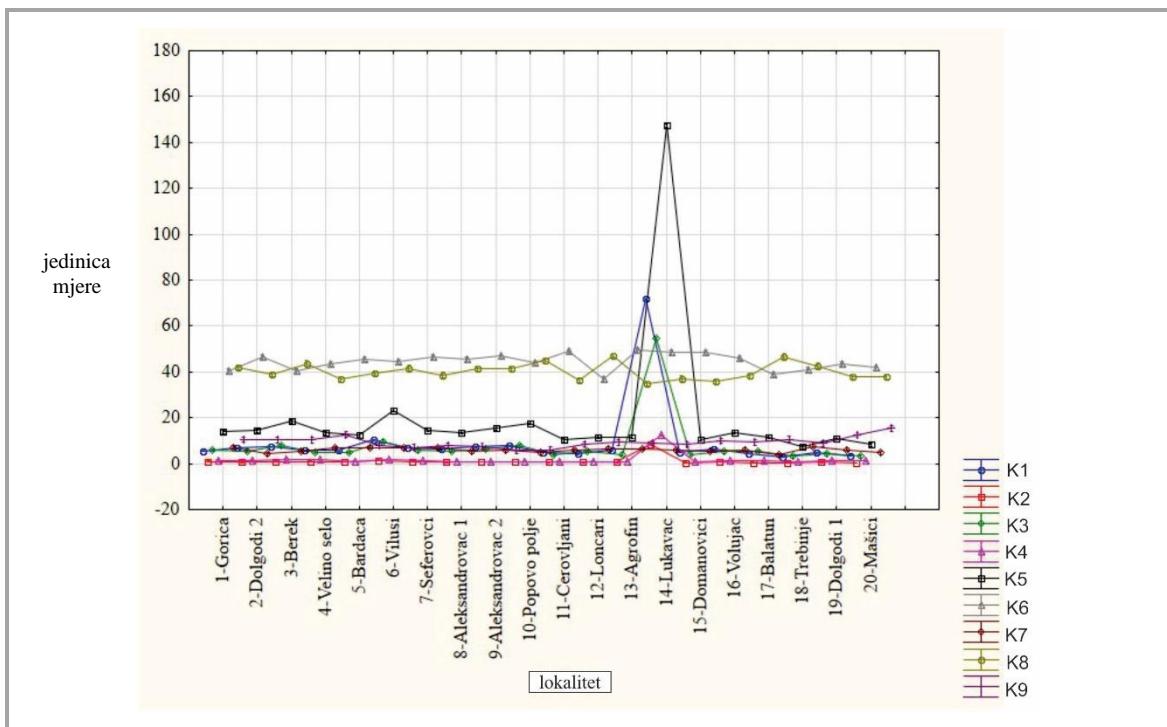
K1- površina sekundarnog drveta; K2- površina kambijuma; K3- površina primarne kore; K4- površina kožnog tkiva; K5- površina poprečnog presjeka korijena.

Tabela 8. Vrijednosti udjela pojedinih parametara u anatomskoj građi korijena (%)

Lokalitet (populacija)	K6 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}} (\%)$	K7 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}} (\%)$	K8 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}} (\%)$	K9 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}} (\%)$
<i>X.orientale</i> subsp. <i>italicum</i>				
Agrofin	49,75±0,46 ^k	6,45±0,44 ^{cde}	34,80±0,63 ^a	9,01±0,46 ^{bcd}
Aleksandrovac 1	45,50±0,18 ^{fg}	5,36±0,20 ^{abcd}	41,45±0,24 ^{efg}	7,69±0,33 ^{abcd}
Aleksandrovac 2	46,90±0,17 ^{hij}	5,77±0,17 ^{bcd}	41,59±0,28 ^{fg}	5,74±0,33 ^a
Balatun	38,81±0,56 ^{ab}	3,85±0,45 ^a	46,69±0,46 ⁱ	10,65±0,24 ^{de}
Bardača	45,46±0,32 ^{fgh}	7,07±0,31 ^{de}	39,41±0,66 ^{def}	8,06±0,22 ^{abcd}
Berek	40,42±0,40 ^{bc}	5,59±0,31 ^{abcd}	43,68±0,64 ^{gh}	10,32±0,74 ^{de}
Cerovljani	49,26±0,67 ^{jk}	5,91±0,38 ^{bcd}	36,44±0,39 ^{abc}	8,39±0,34 ^{abcd}
Dolgodi 2	46,36±0,82 ^{ghi}	4,21±0,69 ^{ab}	39,07±0,22 ^{cde}	10,36±0,21 ^{de}
Domanovići	48,65±0,33 ^{ijk}	5,52±0,15 ^{abcd}	35,79±0,35 ^{ab}	10,04±0,29 ^{cde}
Gorica	40,52±0,50 ^{bc}	7,07±0,04 ^{de}	41,95±0,03 ^{fgh}	10,46±0,04 ^{de}
Lončari	36,89±0,27 ^a	6,66±0,59 ^{cde}	47,16±0,65 ⁱ	9,29±0,38 ^{cd}
Lukavac	48,72±0,77 ^{ijk}	5,76±0,22 ^{bcd}	37,12±0,54 ^{abcd}	8,41±0,34 ^{abcd}
Mašići	41,80±0,67 ^{cde}	4,88±0,32 ^{abc}	37,99±0,86 ^{abc}	15,32±0,74 ^f
Popovo polje	44,22±0,35 ^{efg}	4,78±0,19 ^{abc}	44,84±0,62 ^{hi}	6,15±0,32 ^{ab}
Seferovci	46,68±0,51 ^{ghi} ^j	6,81±0,32 ^{de}	38,61±0,33 ^{bcd}	7,90±0,18 ^{abcd}
Velino Selo	43,60±0,46 ^{ef}	6,94±0,13 ^{de}	36,71±1,08 ^{abcd}	12,75±1,50 ^{ef}
Vilusi	44,41±0,65 ^{fgh}	6,82±0,39 ^{de}	41,67±0,41 ^{fg}	7,11±0,87 ^{abc}
Volujac	46,26±0,45 ^{ghi}	6,17±0,14 ^{cde}	38,25±0,45 ^{abc}	9,33±0,48 ^{cd}
<i>X.orientale</i> subsp. <i>riparium</i>				
Dolgodi 1	43,34±0,38 ^{def}	6,13±0,29 ^{cde}	37,88±0,73 ^{bcd}	12,65±0,74 ^{ef}
<i>X. spinosum</i>				
Trebinje	40,92±0,38 ^{bcd}	7,59±0,29 ^e	42,72±0,72 ^{gh}	8,77±0,84 ^{bcd}

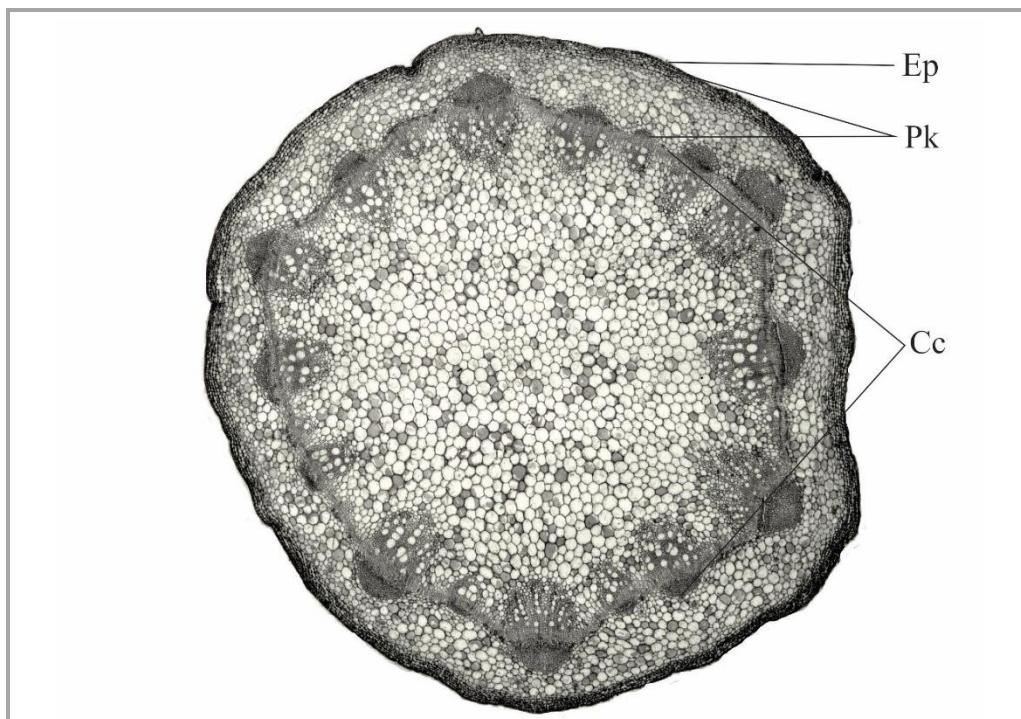
K6- udio sekundarnog drveta; K7- udio kambijuma; K8- udio primarne kore; K9- udio kožnog tkiva.

Iako je dokazano postojanje statistički značajne razlike između analiziranih populacija vrste *X.orientale*, nije konstatovano postojanje statistički značajnih razlika na nivou podvrsta (Grafik 3).



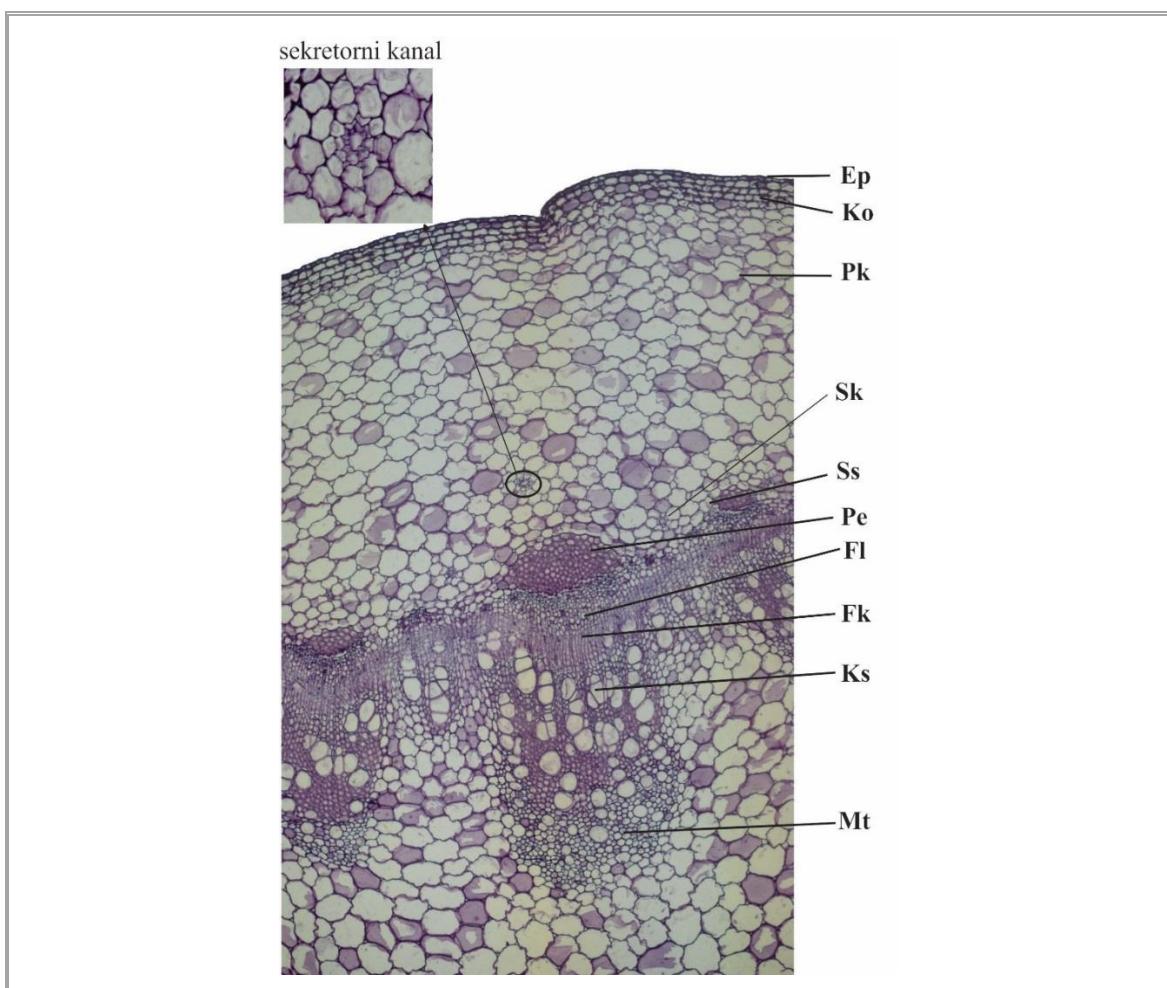
Grafik 3. Srednje vrijednosti parametara anatomske građe korijena populacija vrste *X. orientale* i vrste *X. spinosum*

Stablo. Vrste roda *Xanthium* ima primarnu građu stabla, karakterističnu za dikotiledone biljke. U gradi stabla *X. orientale* jasno se izdvaju tri zone: epidermis, primarna kora i centralni cilindar (Slika 28).



Slika 28. Anatomska građa stabla *X. orientale*: Ep – epidermis, Pk – primarna kora, Cc – centralni cilindar (uvećanje 40×)

Epidermis se sastoji od sloja izodijametričnih ćelija koje su pokrivene kutikulom. Na površini epidermisa nalaze se kako trihome tako i žljezdane dlake. Ispod jednoslojnog epidermisa je dobro razvijena primarna kora na kojoj se jasno razlikuje: kolenhim, parenhim kore i skrobna sara. Kolenhim se sastoji od pet do šest slojeva ćelija. U primarnoj kori se nalaze nepravilno raspoređeni sekretorni kanali. Sekretorni kanali se sastoje od 6-10 sekretornih ćelija i nemaju diferenciran mehanički sloj ćelija. Sekretorni kanali, pored stabla, konstatovani su u lisnoj dršci i u centralnom lisnom nervu. Centralni cilindar započinje periciklom koji je izgrađen od sklerenhimske i parenhimske ćelije. Grupe sklerenhimske ćelije se nalaze iznad provodnih snopića, a grupe parenhimske ćelije iznad primarnih sržnih zraka. Provodni snopići su kolateralno otvorenog tipa, međusobno povezani intravaskularnim sklerenhimom u jedinstveni prsten. U provodnim snopićima se uočavaju sljedeći dijelovi: floem, fascikularni kambijum, ksilem i mehaničko tkivo ksilema (Slika 29).



Slika 29. Primarna građa stabla *X. orientale*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Pk – parenhim primarne kore, Sk – sekretorni kanal, Ss – skrobna sara, Pe – pericikl, Fl – floem, Fk – fascikularni kambijum, Ks – ksilem, Mt – mehaničko tkivo ksilema (uvećanje 100 \times)

Između radijalno raspoređenih provodnih snopića nalaze se primarni sržni zraci koji se sastoje od parenhimskih ćelija i, u visini fascikularnog kambijuma, ćelija interfascikulanog kambijuma koje se spajaju i obrazuju kambijalni prsten. Unutrašnji dio stabla zauzima srž izgrađena od krupnih parenhimskih ćelija. Anatomska građa stabla vrste *X. orientale* je predstavljena na slici 29.

Tabela 9. Vrijednosti mjerjenih parametara anatomske građe stabla

Lokalitet (populacija)	S1 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	S2 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	S3 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	S4 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$	S5 $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\mu\text{m})$
<i>X.orientale</i> subsp. <i>italicum</i>					
Agrofin	33,12±0,2 ^b	23,78±0,26 ^{cde}	19,59±0,16 ^{bcd}	9,34±0,25 ^{bcd}	86,38±0,37 ^{bcd}
Aleksandrovac1	37,37±0,21 ^b	24,63±0,36 ^{cde}	20,48±0,39 ^{bcd}	8,23±0,18 ^b	85,24±0,63 ^{bcd}
Aleksandrovac2	33,01±1,20 ^b	23,65±0,29 ^{bcd}	23,98±0,68 ^{fgh}	8,55±0,54 ^b	89,50±0,32 ^{cde}
Balatun	39,71±0,40 ^{cd}	21,04±0,15 ^{bc}	19,23±0,34 ^{bcd}	9,47±0,20 ^{bcd}	88,00±0,75 ^{cde}
Bardača	43,15±1,08 ^e	36,33±1,16 ^{gh}	30,11±0,45 ⁱ	10,96±0,53 ^{defg}	121,25±0,06 ^g
Berek	35,84±1,19 ^{bc}	26,36±0,73 ^{ef}	19,26±0,98 ^{bcd}	8,53±0,43 ^b	89,89±2,43 ^{cde}
Cerovljani	52,93±0,81 ^h	42,91±0,66 ^j	47,97±0,66 ^k	13,32±0,53 ^{hij}	162,67±1,43 ^j
Doljadi 2	36,54±0,68 ^b	20,50±0,57 ^b	17,86±0,47 ^b	8,81±0,40 ^{bc}	79,86±1,19 ^b
Domanovići	46,30±0,39 ^{ef}	25,56±0,60 ^{ef}	25,71±0,53 ^{gh}	10,77±0,46 ^{cdefg}	106,93±1,02 ^f
Gorica	48,39±1,64 ^{fg}	36,21±0,80 ^{gh}	34,56±0,33 ^j	14,83±0,71 ^{ij}	134,79±2,32 ^g
Lončari	36,57±0,41 ^b	23,49±0,38 ^{bcd}	22,18±0,25 ^{def}	8,60±0,62 ^b	85,78±0,29 ^{bcd}
Lukavac	49,77±0,99 ^g	35,21±0,55 ^{gh}	35,61±1,62 ^j	15,09±0,56 ⁱ	139,38±2,60 ^h
Popovo polje	33,89±1,151 ^b	23,34±0,50 ^{bcd}	18,23±0,68 ^{bc}	8,23±0,27 ^b	83,10±1,70 ^{bc}
Seferovci	58,29±0,41 ^h	40,92±1,27 ⁱ	33,62±0,27 ^j	12,82±0,40 ^{ghi}	147,37±1,25 ⁱ
Velino Selo	37,66±0,65 ^{cd}	25,83±0,85 ^{ef}	17,52±0,31 ^b	11,13±0,31 ^{cdefg}	92,86±1,31 ^{de}
Vilusi	48,20±0,53 ^g	37,67±0,41 ^{hi}	26,42±0,30 ^h	10,89±0,30 ^{cdefg}	125,43±1,08 ^g
Volujac	45,05±0,93 ^{ef}	27,89±0,40 ^f	18,64±0,87 ^{bc}	11,63±0,51 ^{efgh}	103,35±1,37 ^f
Mašići	40,97±0,32 ^{de}	21,84±0,30 ^{bcd}	21,35±0,25 ^{cdef}	9,96±0,34 ^{bcd}	94,12±0,19 ^e
<i>X.orientale</i> subsp. <i>riparium</i>					
Doljadi 1	50,18±0,93 ^g	33,20±0,70 ^g	22,76±0,35 ^{efg}	12,19±0,49 ^{fgh}	118,32±1,95 ^g
<i>X. spinosum</i>					
Trebinje	15,30±0,12 ^a	10,91±0,16 ^a	4,72±0,20 ^a	5,59±0,17 ^a	36,52±0,18 ^a

S1- površina parenhim centralnog cilindra; S2- površina sklerenhima sa provodnim snopićima; S3- površina parenhima kore; S4- površina kolenhima; S5- površina poprečnog presjeka stabla.

Srednje vrijednosti parametara anatomske građe stabla su date u tabelama 9 i 10. Rezultati Tukey HSD testa su pokazali da postoji statistički značajna razlika između analiziranih populacija vrste *X. orientale*. Na osnovu sličnosti, sve analizirane populacije su podijeljene na sedam do deset homogenih grupa. Najviša vrijednost svih analiziranih anatomskih parametara stabla zabilježena je na lokalitetima: Lukavac, Cerovljani i Gorica. Najmanja površina parenhima centralnog cilindra zabilježena je na lokalitetu Aleksandrovac 2 ($33,01 \text{ mm}^2$), a najveća na lokalitetu Seferovci ($58,29 \text{ mm}^2$). Najmanja površina provodnih

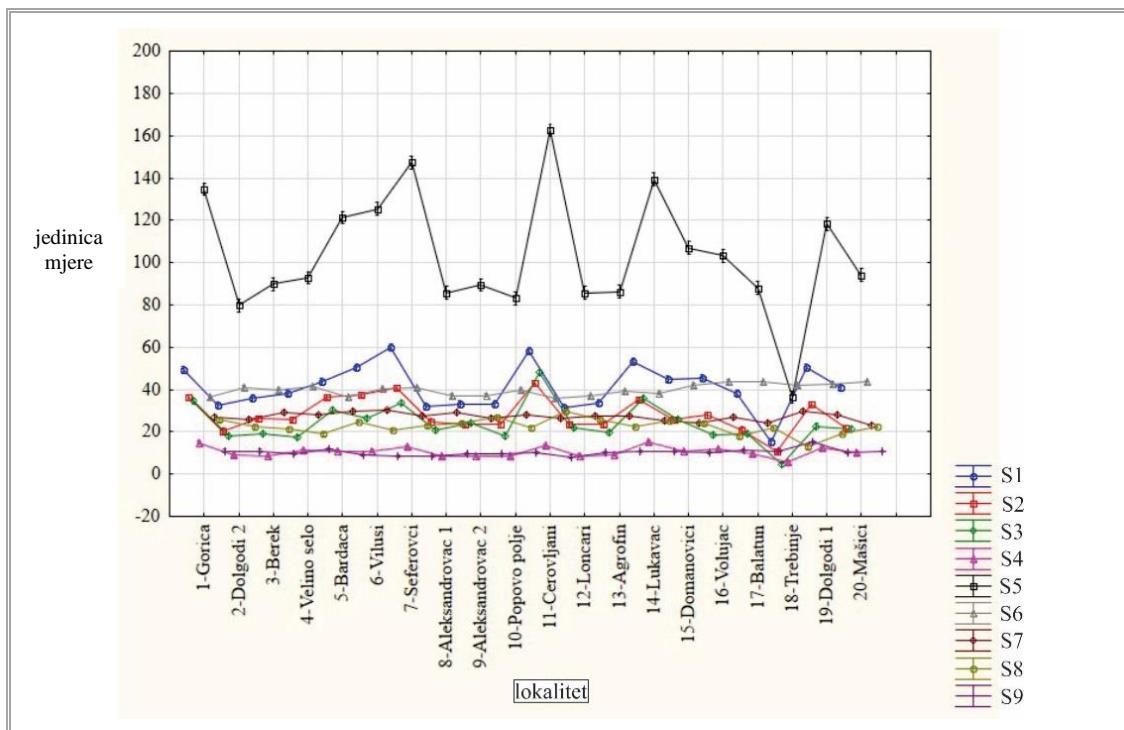
tkiva sa sklerenhimom zabilježena je na lokalitetu Dolgodi 2 ($20,50 \text{ mm}^2$), a najveća na lokalitetu Cerovljani ($42,91 \text{ mm}^2$). Najmanja površina parenhima kore zabilježena je na lokalitetu Velino Selo ($17,52 \text{ mm}^2$), a najveća na lokalitetu Cerovljani ($47,97 \text{ mm}^2$). Najmanja površina kolenhima kore zabilježena je na lokalitetu Aleksandrovac 1 ($8,23 \text{ mm}^2$), a najveća na lokalitetu Lukavac ($15,09 \text{ mm}^2$). Najmanja ukupna površina presjeka stabla zabilježena je na lokalitetu Popovo polje ($83,10 \text{ mm}^2$), a najveća na lokalitetu Cerovljani ($162,67 \text{ mm}^2$). Na lokalitetu Cerovljani zabilježen je najmanji udio parenhima centralnog cilindra (35,94%) i udio kolenhima kore (8,19%). Najveći udio parenhima centralnog cilindra zabilježen je na lokalitetu Volujac (43,71%), a najveći udio kolenhima kore na lokalitetu Velino Selo (11,98%). Najmanji udio provodnih snopića je zabilježen na lokalitetu Mašići (23,21%), a najveći na lokalitetu Vilusi (30,04%). Najmanji udio parenhima kore je zabilježen na lokalitetu Volujac (18,02%), a najveći na lokalitetu Cerovljani (29,49%).

Tabela 10. Vrijednosti udjela pojedinih parametara u anatomskoj gradi stabla (%)

Lokalitet (populacija)	S6 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\%)$	S7 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\%)$	S8 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\%)$	S9 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\%)$
<i>X.orientale</i> subsp. <i>italicum</i>				
Agrofin	38,99 \pm 0,27 ^{bcd}	27,53 \pm 0,29 ^{cdefg}	22,67 \pm 0,19 ^{efg}	10,81 \pm 0,26 ^{def}
Aleksandrovac1	36,94 \pm 0,30 ^{abc}	28,08 \pm 0,31 ^{abcdefg}	24,02 \pm 0,29 ^{fgh}	9,65 \pm 0,17 ^{abcde}
Aleksandrovac2	37,19 \pm 1,32 ^{abc}	26,45 \pm 0,99 ^{4bcd}	26,79 \pm 0,66 ⁱ	9,57 \pm 0,42 ^{abcd}
Balatun	43,47 \pm 0,30 ^{hi}	23,92 \pm 0,31 ^{ab}	21,84 \pm 0,20 ^{ef}	10,76 \pm 0,15 ^{def}
Bardača	36,17 \pm 0,75 ^a	29,94 \pm 0,58 ^g	24,87 \pm 0,60 ^{ghi}	9,02 \pm 0,29 ^{abc}
Berek	39,75 \pm 0,53 ^{cdef}	29,38 \pm 0,89 ^{efg}	21,41 \pm 0,28 ^{de}	9,47 \pm 0,25 ^{abcd}
Cerovljani	35,94 \pm 0,21 ^a	26,38 \pm 0,33 ^{bcd}	29,49 \pm 0,35 ^j	8,19 \pm 0,34 ^a
Dolgodi 2	40,93 \pm 0,72 ^{defgh}	26,68 \pm 0,74 ^{abc}	22,36 \pm 0,35 ^{ef}	11,02 \pm 0,39 ^{def}
Domanovići	41,99 \pm 0,43 ^{fghi}	23,90 \pm 0,37 ^{ab}	24,04 \pm 0,37 ^{fgh}	10,07 \pm 0,44 ^{bcd}
Gorica	36,46 \pm 0,67 ^{ab}	26,88 \pm 0,68 ^{cde}	25,67 \pm 0,52 ^{hi}	10,98 \pm 0,37 ^{hi}
Lončari	36,72 \pm 0,26 ^{ab}	27,39 \pm 0,26 ^{cdefg}	25,85 \pm 0,35 ⁱ	10,03 \pm 0,37 ^{bcd}
Lukavac	38,37 \pm 0,29 ^{abcd}	25,30 \pm 0,69 ^{abc}	25,50 \pm 0,77 ^{hi}	10,82 \pm 0,31 ^{def}
Mašići	43,52 \pm 0,27 ^{hi}	23,21 \pm 0,34 ^a	22,68 \pm 0,24 ^{efg}	10,58 \pm 0,37 ^{cdef}
Popovo polje	39,73 \pm 0,77 ^{cdef}	28,13 \pm 0,76 ^{cdefg}	21,92 \pm 0,44 ^{ef}	10,22 \pm 0,22 ^{bcd}
Seferovci	40,74 \pm 0,43 ^{defgh}	27,75 \pm 0,64 ^{cdefg}	22,82 \pm 0,32 ^{efg}	8,69 \pm 0,24 ^{efg}
Velino Selo	41,34 \pm 0,50 ^{fghi}	27,80 \pm 0,68 ^{cdefg}	18,88 \pm 0,39 ^{bc}	11,98 \pm 0,28 ^f
Vilusi	40,21 \pm 0,26 ^{defg}	30,04 \pm 0,24 ^g	21,07 \pm 0,26 ^{cde}	8,68 \pm 0,17 ^{ab}
Volujac	43,71 \pm 0,37 ⁱ	27,04 \pm 0,68 ^{cdef}	18,02 \pm 0,64 ^b	11,23 \pm 0,30 ^e
<i>X.orientale</i> subsp. <i>riparium</i>				
Dolgodi 1	42,41 \pm 0,30 ^{ghi}	28,06 \pm 0,43 ^{cdefg}	19,24 \pm 0,28 ^{bcd}	10,29 \pm 0,31 ^{bcd}
<i>X. spinosum</i>				
Trebinje	41,91 \pm 0,37 ^{fghi}	29,87 \pm 0,32 ^{fg}	12,92 \pm 0,56 ^a	15,30 \pm 0,43 ^g

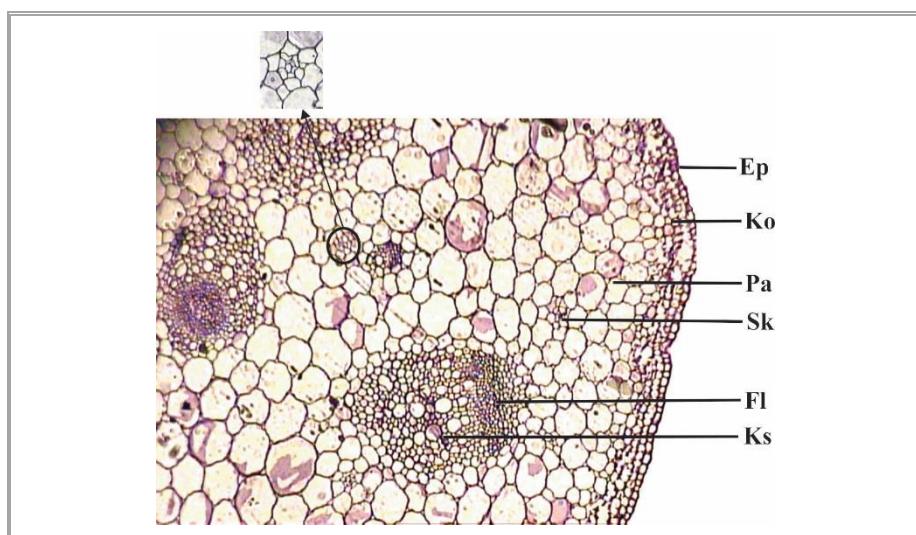
S6- udio parenhima centralnog cilindra; S7- udio sklerenhima sa provodnim snopićima; S8- udio parenhima primarne kore; S9- udio kolenhima.

Za sve mjerene parametre stabla nije konstatovana statistički značajna razlika na nivou podvrsta (Grafik 4).



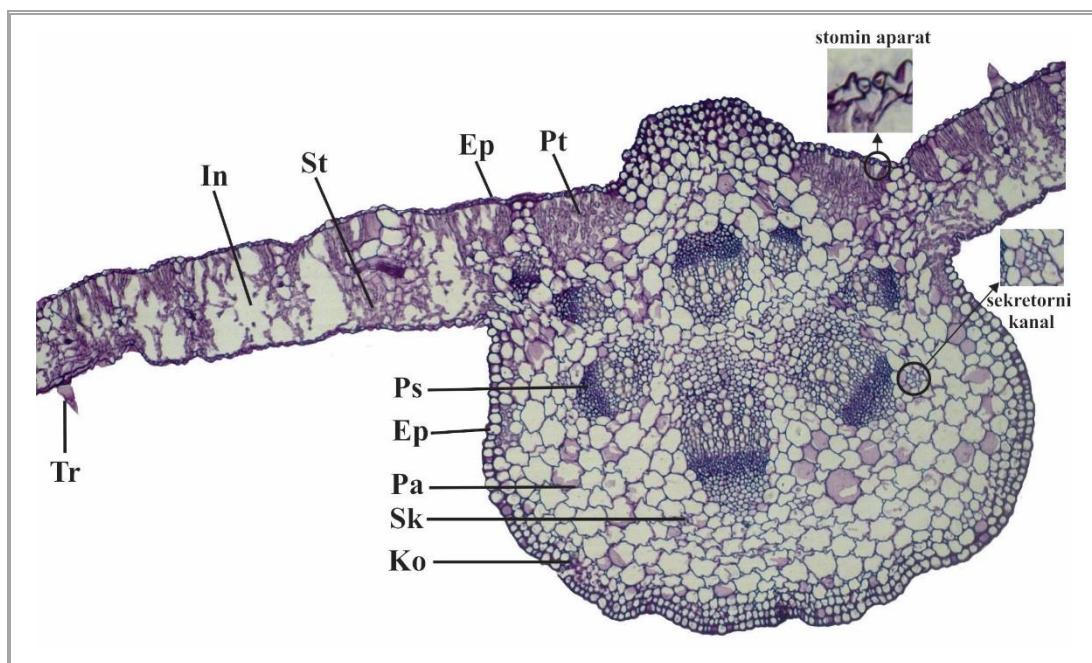
Grafik 4. Srednje vrijednosti parametara anatomske građe stabla populacija vrste *X. orientale* i vrste *X. spinosum*

List. Na poprečnom presjeku lisne drške *X. orientale* mogu se uočiti sljedeća tkiva: epidermis, mehaničko tkivo (kolenhim) i krupne parenhimske ćelije u kojima su nepravilno raspoređeni kolateralno zatvoreni provodni snopići (Slika 28). U parenhimu su takođe prisutni sekretorni kanali. Na lisnoj dršci se uočavaju žljezdane dlake (diskovi) i trihome. Žljezdane dlake imaju sekretornu funkciju što biljkama ove vrste daje specifičan miris.



Slika 30. Anatomska građa lisne drške *X. orientale*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Pa – parenhim lisne drške, Fl – floem, Ks – ksilem (40×)

List je bifacialne građe. Na licu lista vrste *X. orientale* primjetan je jednoslojni epidermis, koji je sa vanjske strane ojačan kutikulom. Na epidermisu su prisutne dugačke, višećelijske, epidermske dlake (trihome) i žljezdane dlake. Trihome i žljezdane dlake su prisutne i na licu i na naličju lista. Žljezdani diskovi su višećelijski. U nivou epidermisa nalaze se stomini aparati, *Amaryllis* tipa. Kako se susjedne ćelije stominog aparata ne razlikuju od ostalih ćelija epidermisa takav tip stoma se naziva anomocitni. List je amfistomatalan. Ispod epidermisa nalazi se mezofil, koji je podijeljen na palisadno i sunđerasto tkivo. Palisadni sloj se sastoji od 3 sloja izduženih ćelija. Sunđerasti sloj se sastoji od živih, ovalnih ćelija između kojih se nalaze krupni intercelulari. Lisni nervi su građeni od većeg broja kolateralno zatvorenih provodnih snopića (Slika 29). Oko provodnih snopića nalaze se krupne ljevkaste ćelije sakupljačice. U centralnom lisnom nervu nalaze se 4-7 kolateralno zatvorenih provodnih snopića, sa 2-5 sekretornih kanala, koji su raspoređeni u parenhimskom sloju ćelija između provodnih snopića.



Slika 31. Anatomska građa lista *X. orientale*: Pt – palisadno tkivo, Ep – epidermis, St – sunđerasto tkivo, In – intercelulari, Tr – trihoma, Ps – provodni snopić, Pa – parenhimske ćelije, Sk – sekretorni kanal, Ko – kolenhim (40×)

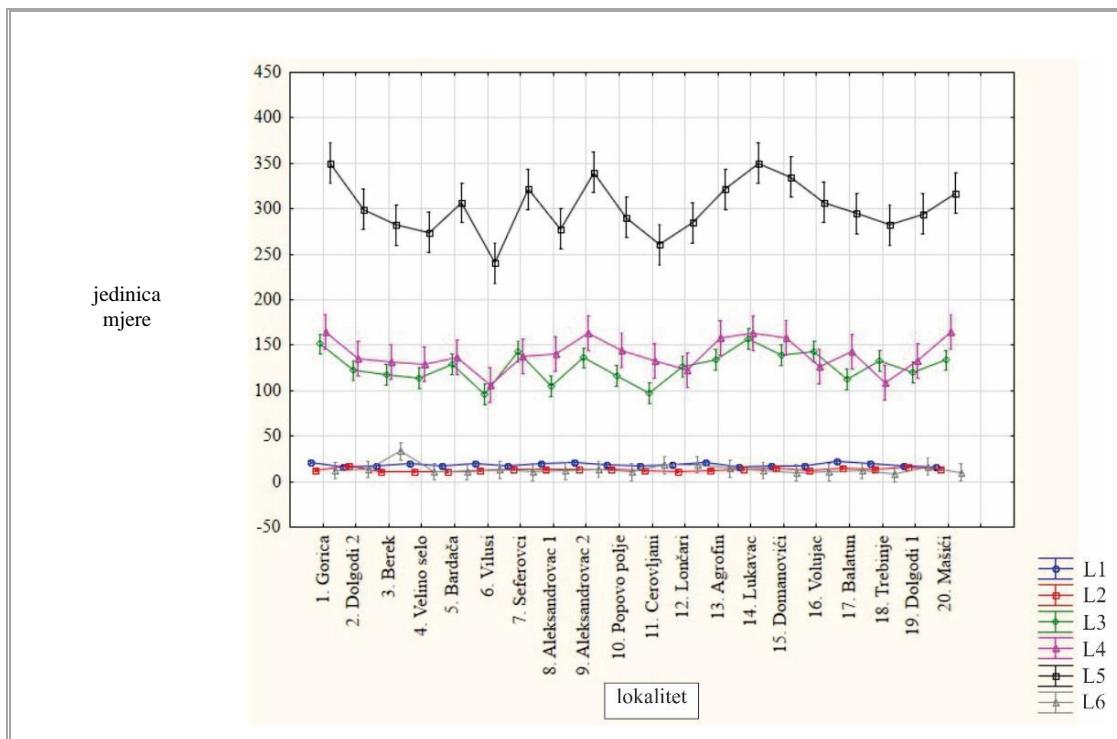
Srednje vrijednosti parametara anatomske građe lista nalaze se u tabeli 11. Rezultati Tukey HSD testa su pokazali da postoji statistički značajne razlike između analiziranih populacija vrste *X. orientale*, i na osnovu sličnosti sve populacije su podijeljene na dvije do sedam homogenih grupa. Najmanja varijabilnost je zabilježena u pogledu debljine epidermisa lica lista i broja palisadnih ćelija /100 μm^2 . Najmanja debljina epidermisa lica je

zabilježena na biljkama sa lokaliteta Mašići ($16,08 \mu\text{m}$), a najveća na biljkama sa lokalitetom Balatun ($22,73 \mu\text{m}$). Najmanja debljina epidermisa naličja lista je zabilježena na lokalitetu Velino Selo ($10,97 \mu\text{m}$), a najveća na lokalitetu Dolgodi 2 ($16,83 \mu\text{m}$). Najmanja debljina palisadnog i sunđerastog tkiva kao i ukupna debljina lista je zabilježena na biljkama sa lokalitetom Vilusi. Najveća debljina palisadnog tkiva zabilježena na lokalitetu Lukavac ($157,37 \mu\text{m}$), a najveća debljina sunđerastog tkiva kao i ukupna debljina lista na lokalitetu Bardača. Najmanji broj palisadnih ćelija/ $100 \mu\text{m}^2$ konstatovan je na biljkama sa lokalitetom Domanovići (9,80), a najveći na biljkama sa lokalitetom Lončari (18,40) (Grafik 5). Na osnovu analiziranih parametara lista može se zaključiti da nema statistički značajne razlike između populacija vrste *X. orientale*, kao ni i između vrsta *X. orientale* i *X. spinosum* (Tabela 11).

Tabela 11. Vrijednosti mjereneih parametara anatomske lista

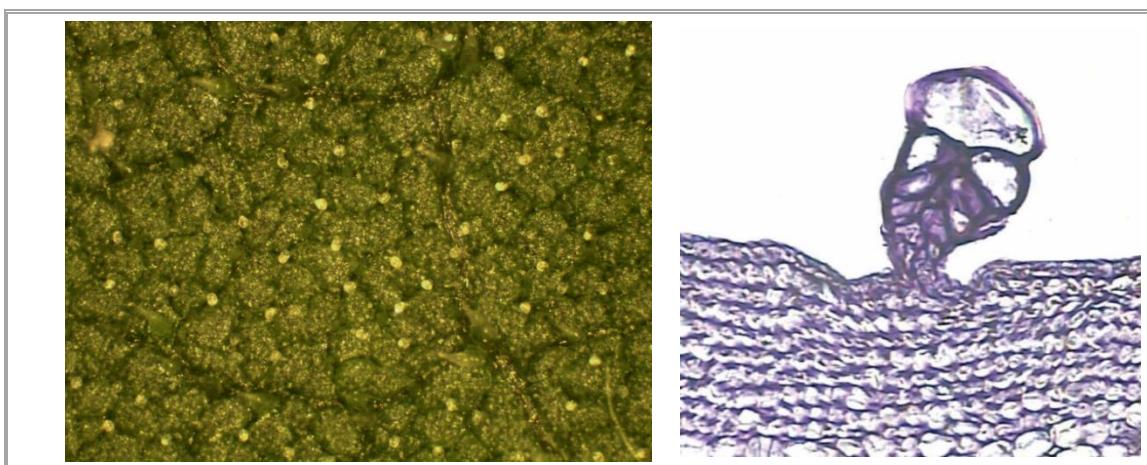
Lokalitet	L1 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\mu m)$	L2 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\mu m)$	L3 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\mu m)$	L4 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\mu m)$	L5 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\mu m)$	L6 $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}(\mu m)$
<i>X.orientale</i> subsp. <i>italicum</i>						
Agrofin	20,75±1,25 ^{ab}	12,42±0,87 ^{ab}	133,87±7,89 ^{cdefg}	158,18±7,45 ^b	321,45±15,71 ^{cdef}	14,20±0,37 ^{ab}
Aleksandrovac 1	19,39±0,88 ^{ab}	13,78±0,89 ^{abcd}	105,09±2,25 ^{abc}	139,90±9,83 ^{abc}	277,65±8,01 ^{abcd}	11,80±0,37 ^{ab}
Aleksandrovac 2	21,27±0,97 ^{ab}	14,03±0,44 ^{abcd}	136,08±3,80 ^{defg}	163,86±4,13 ^c	340,21±4,47 ^{ef}	13,60±0,40 ^{ab}
Balatun	22,73±1,06 ^b	15,02±1,01 ^{bed}	112,48±4,69 ^{abcd}	143,32±3,89 ^{abc}	295,03±4,87 ^{abdef}	12,40±0,40 ^{ab}
Bardača	17,75±1,67 ^{ab}	11,43±0,80 ^{ab}	129,15±4,41 ^{cdefg}	136,17±3,88 ^{abc}	306,71±5,54 ^{bcddef}	11,00±0,65 ^{ab}
Berek	17,51±0,77 ^{ab}	11,04±0,93 ^a	118,01±5,25 ^{abcde}	132,01±4,65 ^{bc}	282,01±7,13 ^{abcd}	13,40±1,40 ^b
Cerovljani	17,80±0,56 ^{ab}	11,97±0,49 ^{ab}	97,77±5,10 ^{ab}	132,39±8,28 ^{abc}	260,81±12,17 ^{ab}	18,00±0,37 ^{ab}
Dolgodi 2	16,15±0,85 ^a	16,83±0,64 ^d	122,07±3,32 ^{abcdef}	135,18±9,77 ^{abc}	299,59±5,42 ^{bcddef}	13,60±1,03 ^{ab}
Domanovići	17,99±0,70 ^{ab}	14,20±1,09 ^{abcd}	138,69±4,10 ^{defg}	158,21±14,49 ^{bc}	335,07±13,09 ^{def}	9,80±0,37 ^{ab}
Gorica	21,72±1,62 ^{ab}	12,27±0,36 ^{ab}	151,34±10,72 ^f	164,85±3,39 ^c	350,30±13,37 ^f	12,20±0,49 ^{ab}
Lončari	18,31±0,68 ^{ab}	11,31±0,59 ^{ab}	126,75±2,53 ^{bcd}	122,70±7,82 ^{abc}	284,72±10,91 ^{abcde}	18,40±1,83 ^{ab}
Lukavac	16,57±1,35 ^a	13,16±0,88 ^{abcd}	157,37±8,09 ^g	163,66±18,30 ^c	349,95±21,78 ^f	12,20±0,86 ^{ab}
Maščići	16,08±2,11 ^a	13,40±0,72 ^{abcd}	133,55±6,43 ^{cdefg}	164,61±16,71 ^c	317,40±11,52 ^{bcd}	10,20±0,58 ^{ab}
Popovo polje	18,49±1,19 ^{ab}	13,12±0,33 ^{abcd}	116,05±7,48 ^{abcde}	144,13±9,21 ^{abc}	290,30±17,11 ^{abcde}	10,60±1,29 ^{ab}
Sefetrovići	17,66±0,44 ^{ab}	14,00±0,76 ^{abcd}	143,53±9,68 ^{eig}	138,18±12,74 ^{abc}	321,68±6,37 ^{cdef}	10,60±1,08 ^{ab}
Veličko Selo	19,89±0,92 ^{ab}	10,97±0,68 ^a	113,70±3,51 ^{abcd}	128,92±6,65 ^{abc}	274,10±8,11 ^{abc}	11,20±0,83 ^{ab}
Vilusi	20,10±0,91 ^{ab}	12,08±0,18 ^{ab}	95,74±2,81 ^a	105,76±7,20 ^a	240,65±9,39 ^a	13,00±0,77 ^{ab}
Volujac	17,38±1,05 ^{ab}	12,66±0,60 ^{abc}	143,38±8,69 ^{efg}	126,45±7,02 ^{abc}	307,10±12,45 ^{bcd}	10,40±0,51 ^{ab}
<i>X.orientale</i> subsp. <i>riparium</i>						
Dolgodi 1	16,78±1,56 ^{ab}	16,25±0,76 ^{cd}	120,41±3,22 ^{abcde}	133,35±9,42 ^{abc}	294,23±8,36 ^{abcd}	16,40±0,87 ^{ab}
<i>X. spinosum</i>						
Trebinje	20,31±1,16 ^{ab}	13,12±0,84 ^{abcd}	133,02±1,89 ^{cdefg}	108,86±8,178 ^{ab}	282,44±9,20 ^{ab}	8,80±0,86 ^a

L1- deblijna epidermisca lica lista; L2- deblijna epidermisca naličja lista; L3- deblijna palisadnog tkiva; L4- deblijna sunđerastog tkiva; L5- ukupna deblijna lista; L6- broj palisadnih čelija/ $100 \mu m^2$



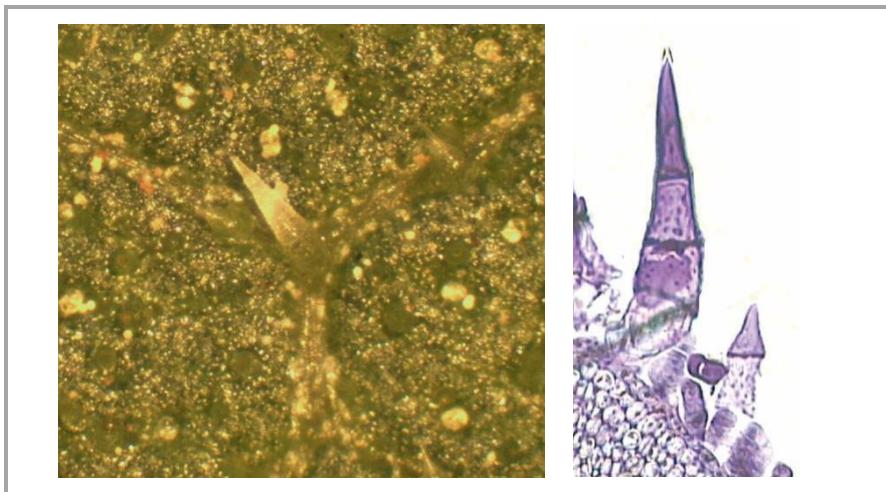
Grafik 5. Srednje vrijednosti mjerjenih parametara anatomske građe lista populacija vrste *X. oreintale* i vrste *X. spinosum*

Tkivo za lučenje. Žljezdano tkivo vrste *X. orientale* predstavljeno je sekretornim kanalima i spoljašnjim kožnim žlijezdama (Slika 30), koje su predstavljene višećelijskim žljezdanim dlakama, u formi žljezdnih ljuspi. U parenhimu svih djelova biljke prisutni su intercelulari, koji nastaju razmicanjem žljezdnih ćelija u koje se izlučuju sekretorni produkti i na taj način nastaju šizogeni sekretorni kanali. Kanali *X. orientale* se sastoje od 6-10 sekretornih ćelija. U epidermisu lista, lica i naličja, pojavljuje se veliki broj žljezdnih dlaka koje luče sekrete specifičnog mirisa. Žljezdane dlake su prisutne na svim nadzemnim organima biljke.



Slika 32. Izgled žljezdnih diskova naličja lista ($40\times$) i uzdužni presjek ($100\times$)

Trihome. Na površini epidermisa, obe utvrđene podvrste, prisutne su višećeljske žive dlake ili trihome (Slika 31). Trihome su građene od 4-10 ćelija, pri čemu je vršna ćelija oštra i zašiljena. Ćelijski zidovi dlaka su prekriveni sa kalcijum oksalatom. Trihome su prisutne na svim nadzemnim organima biljaka.



Slika 33. Izgled trihome ($40\times$) i uzdužni presjek ($100\times$)

Broj i raspored stoma. Kod vrsta roda *Xanthium* stome se nalaze u nivou epidermisa. Stome su prisutne i na licu i na naličju lista obe konstatovane vrste. Kako se susjedne ćelije stominog aparata ne razlikuju od ostalih ćelija epidermisa možemo reći da se radi o anomocitnom *Amaryllis* tipu stoma. Broj stoma na licu i naličju lista je različit i specifičan za svaku vrstu.

U okviru populacija *X. orientale* raspored stominih aparata, na analiziranim djelovima lista bio je ujednačen kako po površini, tako i na licu i naličju lista (Tabela 12). Na licu lista *X. orientale* najmanji broj stoma je zabilježen na vršnom djelu lista i iznosio je $88,24 \text{ stoma/mm}^2$ (lokajitet Balatun), a najveći broj je zabilježen na osnovi lista i iznosio je $140,33 \text{ stoma/mm}^2$ (lokajitet Vilusi). Na naličju lista najmanji broj stoma je zabilježen na osnovi lista $84,56 \text{ stoma/mm}^2$ (lokajitet Berek), a najveći na vršnom djelu lista i iznosio je $164,23 \text{ stoma/mm}^2$ (lokajitet Aleksandrovac 1 i Volujac).

Tabela 12. Srednje vrijednosti broja stoma na listu

Lokalitet (populacija)	Lice lista			Naličje lista		
	Osnova	Sredina	Vrh	Osnova	Sredina	Vrh
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$					
<i>X. orientale</i> subsp. <i>italicum</i>						
Agrofin	130,52±7,41	132,97±7,37	139,72±7,58	154,42±9,46	159,32±8,79	138,50±13,02
Aleksandrovac1	137,88±7,06	139,72±12,09	128,08±11,25	148,29±7,93	161,17±4,09	164,23±6,22
Aleksandrovac2	139,11±5,01	142,78±8,09	128,07±10,59	148,91±7,35	159,94±4,50	162,39±6,31
Balatun	101,72±13,10	106,01±16,49	88,24±15,13	109,08±11,17	111,53±11,06	106,63±15,49
Bardača	103,56±7,68	117,04±4,93	98,05±6,93	110,30±7,47	111,53±12,56	135,43±10,03
Berek	111,53±18,10	128,69±7,12	118,27±7,91	84,56±13,13	92,53±16,23	90,08±10,48
Cerovljani	119,50±13,26	114,54±9,49	119,49±4,77	137,88±7,41	131,75±12,55	142,17±10,51
Dolgodi 2	126,85±5,28	121,95±5,84	104,79±5,81	122,56±10,0	143,39±8,32	128,69±5,11
Domanovići	100,49±4,38	101,72±6,69	94,37±6,26	137,88±4,86	136,65±11,83	148,91±8,86
Gorica	126,85±5,19	121,33±6,87	134,20±8,57	147,68±6,21	151,97±6,30	132,98±9,96
Lončari	125,62±5,72	129,30±7,00	118,88±3,19	126,24±7,54	138,49±4,64	127,46±4,45
Lukavac	129,30±5,52	117,66±7,57	122,56±8,46	125,01±10,95	137,88±9,28	143,39±8,52
Mašići	136,65±5,86	149,52±5,47	125,01±7,99	149,52±7,60	158,10±4,00	163,01±7,12
Popovo polje	121,33±6,23	118,27±5,44	120,11±5,64	131,14±7,56	145,84±9,68	124,39±9,46
Seferovci	128,69±5,28	130,68±7,00	133,59±11,72	138,49±5,98	155,65±8,41	121,33±5,28
Velino Selo	117,66±7,12	113,98±5,03	126,85±5,12	117,65±16,12	105,40±4,15	139,72±8,32
Vilusi	140,33±6,30	127,46±6,71	117,66±9,68	123,78±6,21	144,06±6,91	144,87±8,68
Volujac	124,39±4,51	128,07±8,85	115,82±7,69	159,33±7,87	156,87±13,35	164,23±8,69
<i>X. orientale</i> subsp. <i>riparium</i>						
Dolgodi 1	126,24±5,39	121,33±5,44	104,79±6,69	121,95±9,96	142,17±9,22	128,69±5,81
<i>X. spinosum</i>						
Trebinje	128,69±7,96	144,01±9,72	126,85±7,58	92,53±4,09	87,63±5,38	101,91±5,28

Na nivou vrste *X. orientale*, osim na lokalitetu Berek, veći broj stoma je zabilježen na naličju lista (Tabela 13). Prosječan broj stoma na licu lista se kretao od 98,77 (lokalitet Balatun) do 137,10 stoma/mm² (lokalitet Mašići). Prosječan broj stoma na naličju lista se kretao od 89,19 (lokalitet Berek) do 160,10 stoma/mm² (lokalitet Volujac).

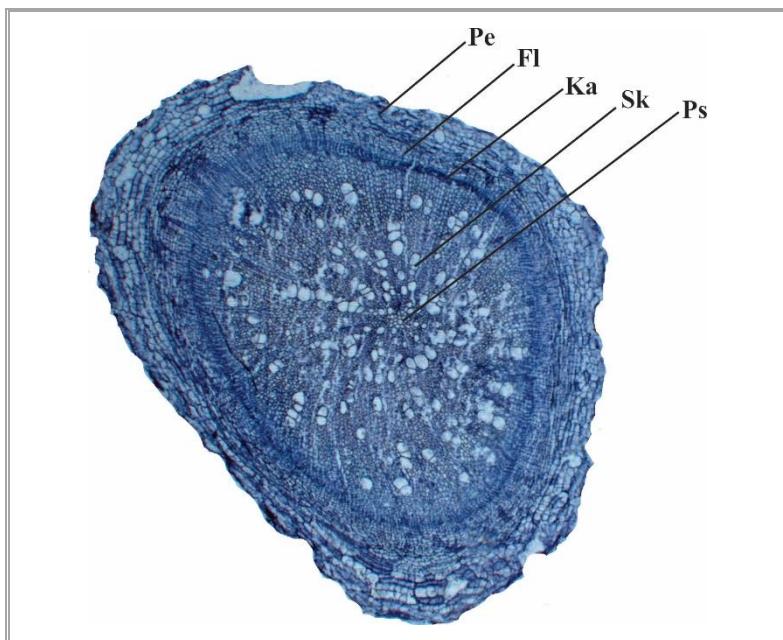
Tabela 13. Prosječan broj stoma lica i naličja lista

Lokalitet (populacija)	Lice lista $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (stoma/mm ²)	Naličje lista $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (stoma/mm ²)
<i>X. orientale</i> subsp. <i>italicum</i>		
Agrofin	134,46±4,20	150,86±6,12
Aleksandrovac 1	135,28±5,83	157,97±3,73
Aleksandrovac 2	136,72±4,72	157,10±3,61
Balatun	98,77±8,43	109,19±7,07
Bardača	106,29±3,98	119,13±6,11
Berek	119,56±6,86	89,19±7,50
Cerovljani	117,91±5,46	137,36±5,81
Dolgodi 2	117,93±3,64	131,59±4,79
Domanovići	98,96±3,31	141,21±5,10
Gorica	127,59±4,02	144,28±4,55
Lončari	124,68±3,18	130,74±3,35
Lukavac	123,23±4,15	135,47±5,55
Mašići	137,10±4,78	156,99±3,73
Popovo polje	119,99±3,21	133,81±5,27
Seferovci	130,31±4,71	138,50±4,62
Velino Selo	119,58±3,40	120,93±8,01
Vilusi	128,52±4,65	137,30±9,64
Volujac	122,88±4,14	160,10±6,78
<i>X. orientale</i> subsp. <i>riparium</i>		
Dolgodi 1	117,42±3,72	130,90±5,01
<i>X. spinosum</i>		
Trebinje	133,21±5,36	93,86±4,27

Prosječan broj stoma na nivou podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* iznosi 122,21 stoma/mm² na licu lista, a na naličju 136,21 stoma/mm². Prosječan broj stoma lica lista na nivou podvrste *X. orientale* subsp. *riparium* iznosi 117,42 stoma/mm², a na naličju 130,9 stoma/mm².

4.5.2. Anatomska građa *X. spinosum*

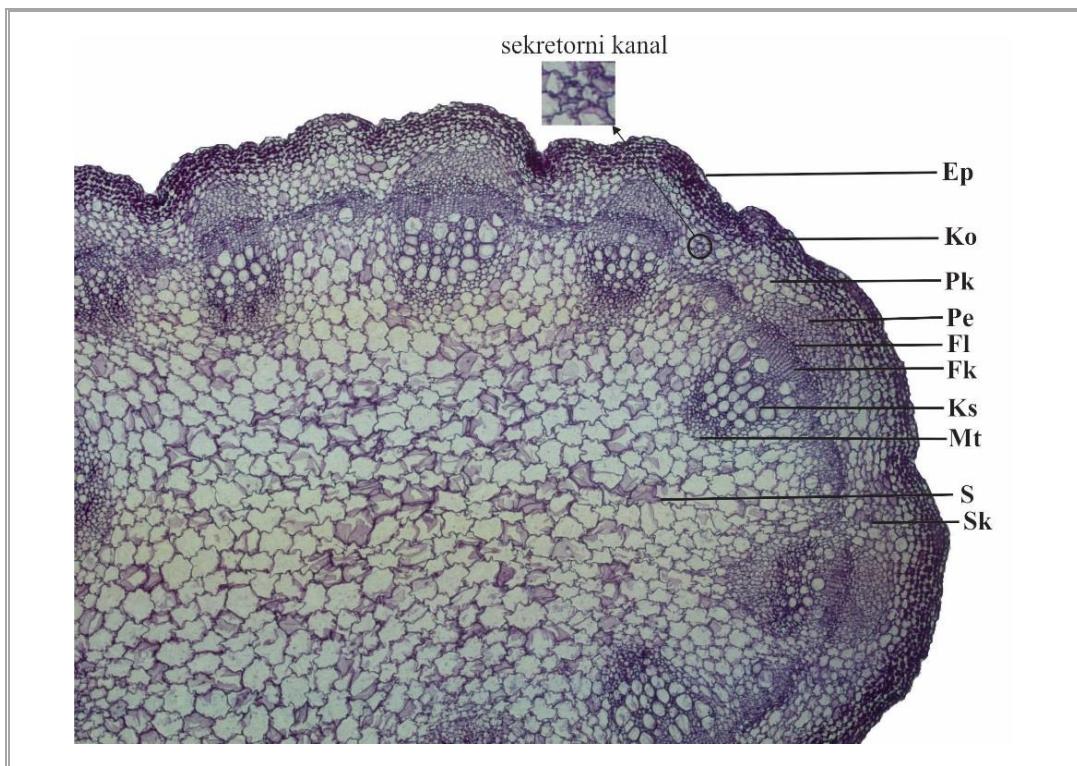
Korijen. Na poprečnom presjeku korijena *X. spinosum* primjetno je takođe sekundarno debljanje, tako da se jasno mogu vidjeti: peridermis, floem, kambijum, sekundarni ksilem i parenhim srži (Slika 32). U anatomskoj građi korijena nisu konstatovani sekretorni kanali u primarnoj kori, i to je jedina konstatovana razlika u odnosu na građu korijena *X. orientale*.



Slika 34. Anatomska građa korijena *X. spinosum*: Pe – peridermis, Fl – floem, Ka – kambijum, Sk – sekundarni ksilem, Ps – parenhim srži ($40\times$)

Srednje vrijednosti analiziranih parametara anatomske građe korijena *X. spinosum* nalaze se u tabeli 7. Površina sekundarnog drveta iznosila je $3,03\text{ }\mu\text{m}$, površina kambijuma $0,56\text{ }\mu\text{m}$, površina primarne kore $3,16\text{ }\mu\text{m}$, površina kožnog tkiva $0,56\text{ }\mu\text{m}$, a površina poprečnog presjeka korijena $7,40\text{ }\mu\text{m}$. Udio sekundarnog drveta iznosio je 40,92%, udio kambijuma 7,59%, udio primarnne kore 42,72% a udio kožnog tkiva 8,77% (Tabela 8).

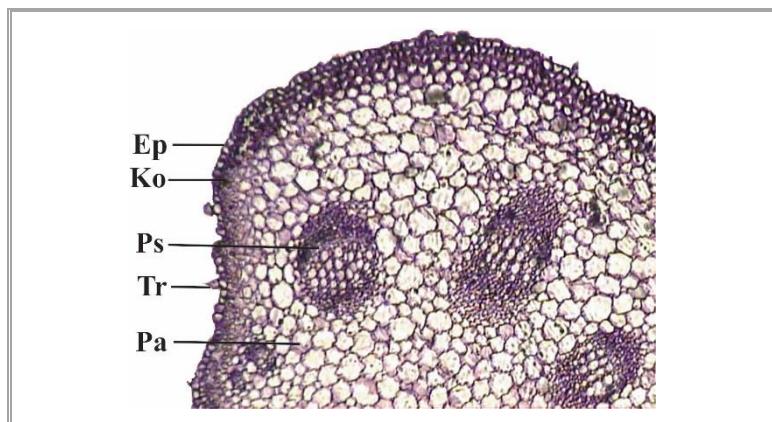
Stablo. Na poprečnom presjeku stabla *X. spinosum* jasno se mogu uočiti: epidermis, kolenhim, parenhim primarne kore, pericikl, floem, fascikularni kambijum, ksilem, mehaničko tkivo ksilema, srž i sekretorni kanal (Slika 33). Epidermis je jednoslojan i na njegovoj površini se nalaze trihome, ali za razliku od *X. orientale* na stablu *X. spinosum* nisu primjećene žljezdane dlake. Ispod jednoslojnog epidermisa nalazi se primarna kora. Kolenhimski sloj ćelija je dobro razvijen, dok je parenhim primarne kore znatno slabije razvijen u odnosu na stablo *X. orientale*. U primarnoj kori su primjetni sekretorni kanali, s tim da je njihov broj znatno manji u odnosu na *X. orientale*. Sekretorni kanali su nepravilno raspoređeni i nalaze se između provodnih snopića. Centralni cilindar započinje periciklom koji je izgrađen od sklerenhimskih i parenhimskih ćelija. Sklerenhimske ćelije se nalaze iznad provodnih snopića, a parenhimske iznad primarnih sržnih zrakova. Provodni snopovi su kolateralno otvorenog tipa.



Slika 35. Anatomska građa stabla *X. spinosum*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Pk – parenhim primarne kore, Pe – pericikl, Fl – floem, Fk – fascikularni kambijum, Ks – ksilem, Mt – mehaničko tkivo ksilema, S – srž, Sk – sekretorni kanal (40×)

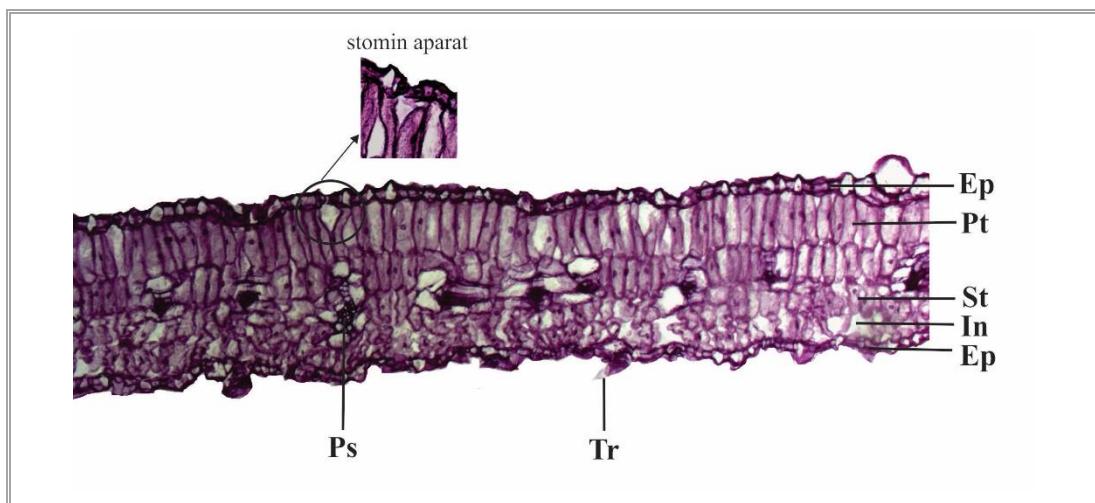
Srednje vrijednosti analiziranih parametara anatomske građe stabla *X. spinosum* date su u tabeli 9. Površina parenhima centralnog cilindra iznosila je 15,30 μm , površina sklerenhima sa provodnim snopićima 10,91 μm , površina parenhima kore 4,72 μm , površina kolenhima 5,59 μm , a površina poprečnog presjeka stabla 36,52 μm . Udio parenhima centralnog cilindra iznosio je 41,91%, udio sklerenhima sa provodnim snopićima 29,87%, udio parenhima primarne kore 12,92%, a udio kolenhima 15,30% (Tabela 10).

List. Lisna drška se sastoji od: epidermisa, mehaničkog tkiva (kolenhima) i krupnih parenhimskih ćelija u kojima su prisutni kolateralno zatvoreni provodni snopići (Slika 34). U parenhimu nije uočeno prisustvo sekretornih kanala, niti prisustvo žljezdanih dlaka, dok se na epidermisu mogu uočiti trihome.



Slika 36. Anatomska građa lisne drške *X. spinosum*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Ps – provodni snopić, Tr – trihoma, Pa – parenhim lisne drške (40×)

List je takođe bifacialne građe. Epidermis lica i naličja je jednoslojan i na njemu su višećelijske trihome, koje su prisutne i na epidermisu naličja. Na epidermisu lista nisu konstatovane žljezdane dlake. U nivou epidermisa, lica i naličja, nalaze se anomocitni stomini aparati, *Amaryllis* tipa. Ispod epidermisa lica nalaze se 2 sloja palisadnih ćelija, od kojih se gornji sloj ćelija sastoji od krupnijih i dužih ćelija, u odnosu na donji sloj palisadnih ćelija. Sundjeraste ćelije su ovalne i između njih se nalaze intercelulari, s tim da su intercelulari manji u odnosu na sundjerasto tkivo *X. orientale* (Slika 35). U centralnom lisnom nervu nalaze se 3 kolateralno zatvorena provodna snopića, a u parenhimskom sloju ćelija koji ih okružuju nisu konstatovani sekretorni kanali.



Slika 37. Anatomska građa lista *X. spinosum*: Ep – epidermis, Pt – palisadno tkivo, St – sundjerasto tkivo, In – intercelular, Tr – trihoma, Ps – provodni snopić (100×)

Srednje vrijednosti analiziranih parametara anatomske građe lista *X. spinosum* se nalaze u tabeli 11. Debljina epidermisa lica lista iznosila je 20,31 μm , debljina epidermisa naličja lista 13,12 μm , debljina palisadnog tkiva 133,02 μm , debljina sunđerastog tkiva 108,86 μm , ukupna debljina lista 282,44 μm , a broj palisadnih ćelija/ $100 \mu\text{m}^2$ iznosio je 8,80.

Na površini epidermisa, prisutne su višećeljske žive dlake ili trihome. Trihome su građene 4-10 ćelija, pri čemu je vršna ćelija oštra i zašiljena. Trihome su prisutne na svim nadzemnim organima biljke.

Broj i raspored stoma. Kao i kod drugih vrsta roda *Xanthium* stome se nalaze u nivou epidermisa, sa lica i naličja lista. Stome su anomocitne, *Amaryllis* tipa. Kod *X. spinosum* najmanji broj stoma je izmjeren na sredini naličja lista ($87,63 \text{ stoma/mm}^2$), a najveći na sredini lica lista ($144,01 \text{ stoma/mm}^2$). Srednje vrijednosti broja stoma na pojednim djelovima lista date su u tabeli 12. Veći broj stoma je zabilježen na licu lista, u odnosu na naličje (Tabela 13). Kod *X. spinosum* prosječan broj stoma lica lista iznosio je $133,21 \text{ stoma/mm}^2$, a naličja $93,86 \text{ stoma/mm}^2$.

4.6. Klijanje sjemena, cvjetanje i plodonošenja vrsta roda *Xanthium*

4.6.1. Zavisnost klijanja od temperature i vremena

Klijavost sjemena zavisi od osobina sjemena i faktora spoljašnje sredine. Od ekoloških faktora najveći uticaj na klijanje ima temperatura. Klijavost sjemena roda *Xanthium* ispitivana je na šest temperatura ($15, 20, 25, 30, 35$ i 40°C) u jednakim vremenskim intervalima i to od: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 i 20 dana, što je omogućilo primjenu višestruke korelacijske između procenta klijavosti, kao zavisno promjenjive, i temperature (T) i vremena (V), kao nezavisno promjenjive. U tabeli 14 dat je pregled ukupnog procenta klijavosti vrste *X. orientale*, u zavisnosti od temperature i vremena, za sve ispitivane lokalitete, odnosno populacije.

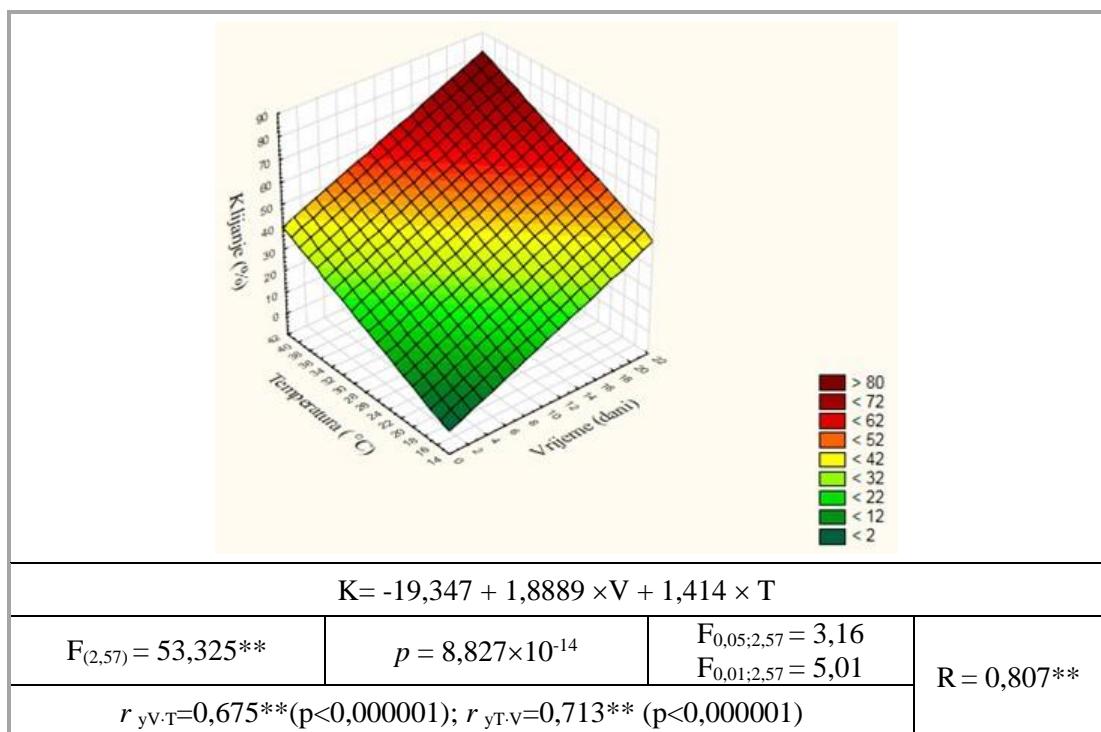
Tabela 14. Višestruka linearna korelaciona zavisnost klijavosti sjemena populacija vrste X. *orientale* od temperature i vremena

Lokalitet (populacija)	Klijavost (%)		Koeficijent djelimične linearne korelacije	Koeficijent višestruke linearne korelacije
<i>X. orientale</i> subsp. <i>italicum</i>				
Agrofin	$K=-17,3944+2,0328 \times V+0,98 \times T$	$F_{(2,57)}=23,895^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,597^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,471^{**}$	$R=0,675^{**}$
Aleksandrovac 1	$K=-38,9659+2,2146 \times V+1,8371 \times T$	$F_{(2,57)}=24,961^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,430^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,531^{**}$	$R=0,683^{**}$
Aleksandrovac 2	$K=-33,5984+1,9899 \times V+1,6743 \times T$	$F_{(2,57)}=19,055^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,455^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,494^{**}$	$R=0,633^{**}$
Balatun	$K=-22,6206+2,1616 \times V+1,9943 \times T$	$F_{(2,57)}=64,164^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,6632^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,771^{**}$	$R=0,832^{**}$
Bardača	$K=-9,304+1,9874 \times V+0,9343 \times T$	$F_{(2,57)}=13,267^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,488^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,364^{**}$	$R=0,563^{**}$
Berek	$K=-65,2516+1,995 \times V+3,0657 \times T$	$F_{(2,57)}=121,029^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,464^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,894^{**}$	$R=0,899^{**}$
Cerovljani	$K=-16,3722+1,0884 \times V+1,06 \times T$	$F_{(2,57)}=26,329^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,479^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,620^{**}$	$R=0,693^{**}$
Dolgodi 2	$K=-5,2746+1,7172 \times +0,8686 \times T$	$F_{(2,57)}=26,752^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,612^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,503^{**}$	$R=0,696^{**}$
Domanovići	$K=0,6111+2,3283 \times V+1 \times T$	$F_{(2,57)}=15,850^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,532^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,372^{**}$	$R=0,598^{**}$
Gorica	$K=5,2183+1,649 \times V+0,6143 \times T$	$F_{(2,57)}=16,452^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,554^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,345^{**}$	$R=0,605^{**}$
Lončari	$K=-13,4968+1,5101 \times V+1,8686 \times T$	$F_{(2,57)}=28,140^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,429^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,657^{**}$	$R=0,704^{**}$
Lukavac	$K=-23,3825+2,1465 \times V+1,9371 \times T$	$F_{(2,57)}=34,537^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,549^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,662^{**}$	$R=0,740^{**}$
Mašići	$K=-24,6524+1,7727 \times V+1,9086 \times T$	$F_{(2,57)}=37,226^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,518^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,696^{**}$	$R=0,753^{**}$
Popovo polje	$K=-19,2571+2,1061 \times V+1,2457 \times T$	$F_{(2,57)}=29,241^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,605^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,556^{**}$	$R=0,712^{**}$
Seferovci	$K=-7,2246+2,8157 \times V+0,4486 \times T$	$F_{(2,57)}=45,750^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,777^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,280^{*}$	$R=0,785^{**}$
Velino Selo	$K=-11,9405+1,5379 \times V+1,1857 \times T$	$F_{(2,57)}=9,606^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,357^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,401^{**}$	$R=0,502^{**}$
Vilusi	$K=-37,6016+1,904 \times V+2,2057 \times T$	$F_{(2,57)}=23,770^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,417^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,619^{**}$	$R=0,674^{**}$
Volujac	$K=-6,5175+1,8384 \times V+0,6229 \times T$	$F_{(2,57)}=17,427^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,573^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,332^{*}$	$R=0,616^{**}$
<i>X. orientale</i> subsp. <i>riparium</i>				
Dolgodi 1	$K=-9,5659+2,2904 \times V+1,0771 \times T$	$F_{(2,57)}=21,916^{**}$	$r_{yV \cdot T}=0,584^{**}$ $r_{yT \cdot V}=0,449^{**}$	$R=0,659^{**}$

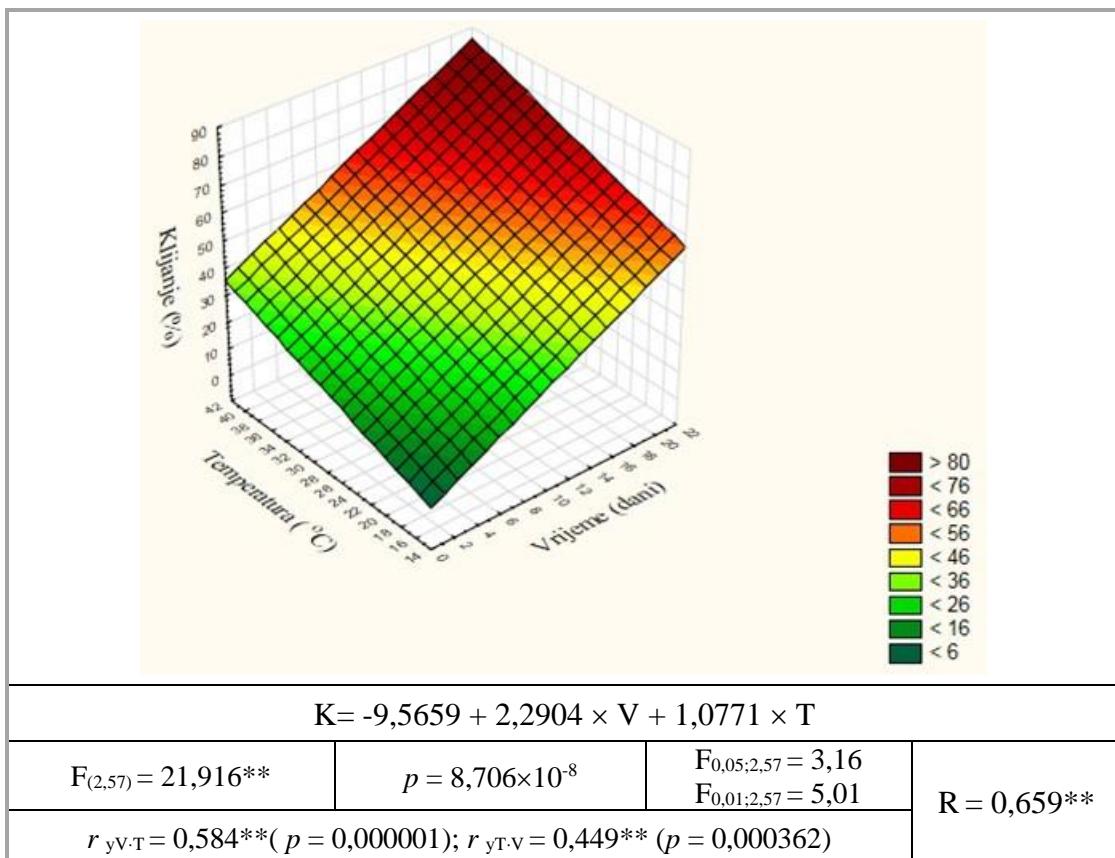
Tablične vrijednosti: $F_{0,05;2,57}=3,16$; $F_{0,01;2,57}=5,01$
K - klijavost (%), T – temperatura, $15^{\circ}\text{C} \leq T \leq 40$ ($^{\circ}\text{C}$), V – vrijeme, $2 \leq V \leq 20$ (dani)

Uticaj temperature i vremena na klijavost sjemena *X. orientale* za sve ispitivane lokalitete je statistički visoko značajan ($F > F_{0,05;2,57}$; $F_{0,01;2,57}$) (Tabela 14). Koeficijent višestruke linearne korelacijske (R) koji pokazuje stepen linearnog slaganja varijacija između procenta klijavosti, kao zavisno promjenjive, i temperature i vremena, kao nezavisno promjenjive, za sve ispitivane populacije je statistički visoko značajan. Vrijednost koeficijenta linearne korelacijske za podvrstu *X. orientale* subsp. *italicum* je iznosila 0,807 (Grafik 6), a za podvrstu *X. orientale* subsp. *riparium* 0,659 (Grafik 7).

Kada se sagledaju parcijalni koeficijenti korelacijske može se reći da vrijeme (u posmatranom periodu, od drugog do dvadesetog dana ocjene klijavosti) pozitivno utiče na procenat klijavosti sjemena. Za sve ispitivane populacije uticaj vremena na procenat klijavosti je bio statistički visoko značajan. Za podvrstu *X. orientale* subsp. *italicum* vrijednost parcijalnog koeficijenta je iznosila 0,675, a za *X. orientale* subsp. *riparium* 0,584. Kada je u pitanju uticaj temperature, u ispitivanom rasponu (15-40°C), takođe se može konstatovati da ima pozitivan uticaj na klijavost sjemena. Za sve ispitivane populacije uticaj temperature na procenat klijavosti sjemena je bio statistički visoko značajan, izuzev za populacije na lokalitetima Seferovci i Volujac, gdje je bio statistički značajan (Tabela 14). Vrijednost parcijalnog koeficijenta korelacijske uticaja temperature na klijavost sjemena podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* iznosi 0,713, a podvrste *X. orientale* subsp. *riparium* 0,449.



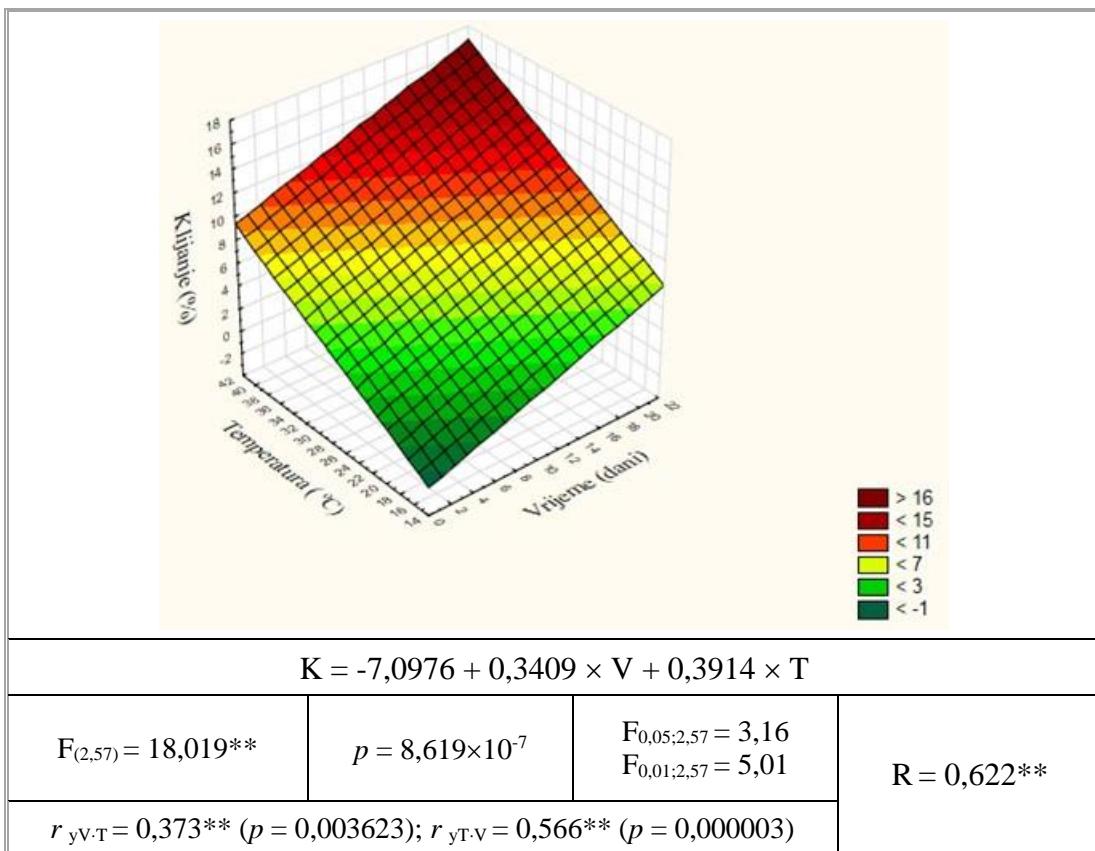
Grafik 6. Višestruka korelaciona zavisnost klijavosti sjemena od temperature i vremena populacija *X. orientale* subsp. *italicum*



Grafik 7. Višestruka korelaciona zavisnost klijavosti sjemena od temperature i vremena populacije *X. orientale* subsp. *riparium*

Uticaj temperature i vremena na klijavost sjemena *X. spinosum* je takođe statistički visoko značajan ($F > F_{0,05;2,57}$; $F_{0,01;2,57}$) i može se predstaviti formulom: $K = -7,0976 + 0,3409 \times V + 0,3914 \times T$. Izračunata $F_{(2,57)} = 18,019^{**}$. Vrijednost parcijalnog koeficijenta korelacije uticaja vremena na klijavost sjemena iznosio je $r_{yV \cdot T} = 0,373^{**}$, a uticaja temperature $r_{yT \cdot V} = 0,566^{**}$. Koeficijent višestruke linearne korelace (R) zavisnosti klijavosti sjemena od temperature i vremena je iznosio 0,622 (62,2%).

Kada se posmatra parcijalni koeficijent korelacije dvije nezavisno promjenjive, temperatura i vrijeme, može se konstatovati da obe imaju statistički visoko značajnu vrijednost. Temperatura i vrijeme imaju pozitivan uticaj na klijavost sjemena, odnosno sa porastom temperature (15°C-40°C) i vremena (2-20 dana) raste i % kljalih sjemena (Grafik 8).



Grafik 8. Višestruka korelaciona zavisnost procenta klijavosti sjemena *X. spinosum* od temperature i vremena

Ukupna klijavost sjemena populacija vrste *X. orientale* bila je visoka (Tabela 15). Klijavost sjemena sa osam lokaliteta (Aleksandrovac 1, Aleksandrovac 2, Balatun, Berek, Domanovići, Velino Selo, Vilusi i Mašići) bila je $\geq 90,00\%$. Najniža klijavost je konstatovana kod populacije sa lokaliteta Cerovljani i iznosila je 55,00%, a najviša sa lokaliteta Domanovići 95,00%. Ukupna klijavost sjemena *X. spinosum* je bila znatno niža u odnosu na *X. orientale* i iznosila je 15,00%.

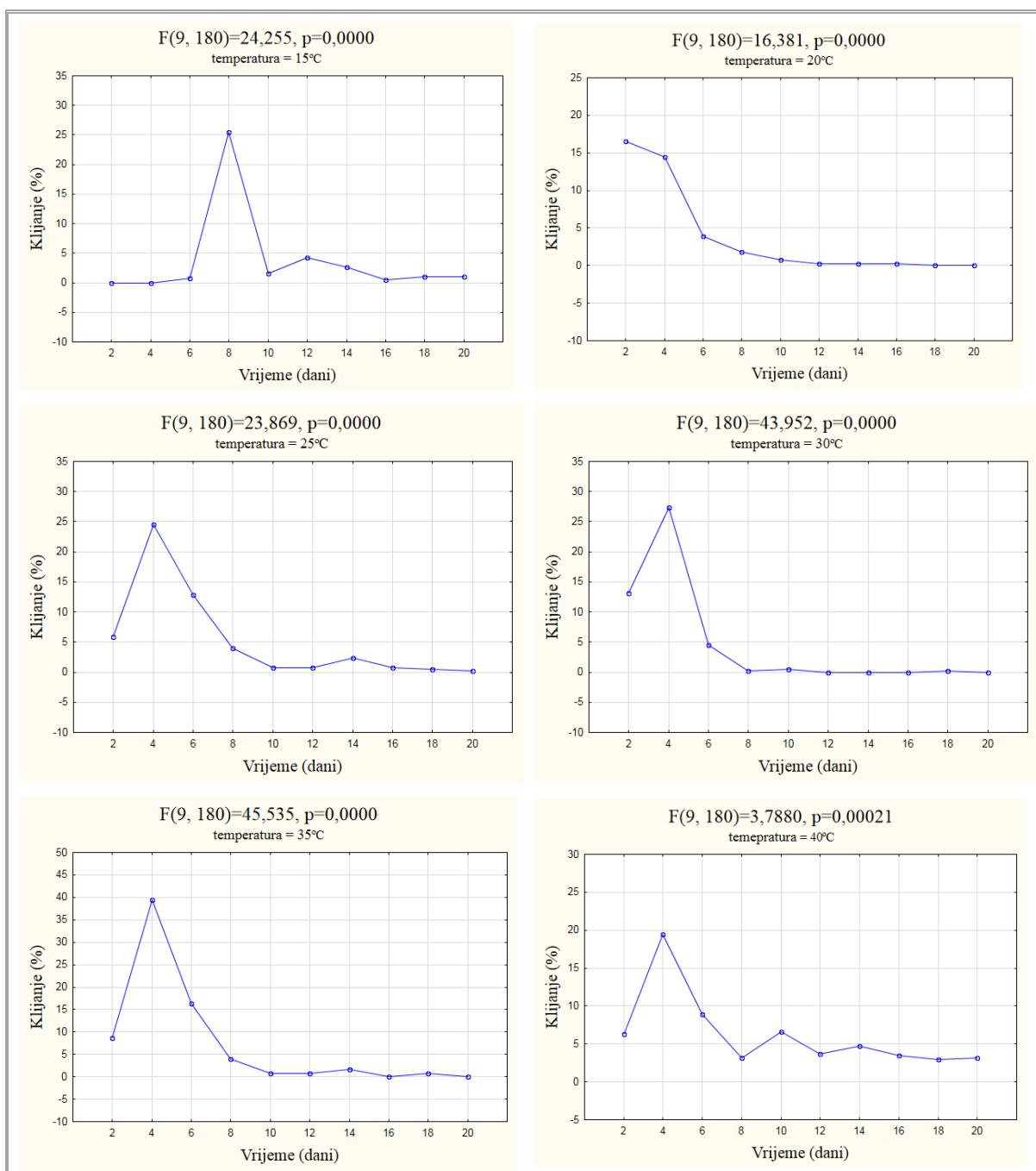
Tabela 15. Ukupna klijavost (%) sjemena populacija vrste *X. orientale* i *X. spinosum*

Lokalitet (populacija)	UK $\pm S_{\bar{x}}(\%)$
<i>X. orientale</i> subsp. <i>orientale</i>	
Agrofin	70,00 \pm 2,77
Aleksandrovac 1	90,00 \pm 3,85
Aleksandrovac 2	90,00 \pm 3,77
Balatun	90,00 \pm 3,30
Bardača	70,00 \pm 3,22
Berek	90,00 \pm 3,92
Cerovljani	55,00 \pm 2,07
Dolgodi 2	70,00 \pm 2,31
Domanovići	95,00 \pm 3,46
Gorica	60,00 \pm 2,33
Lončari	85,00 \pm 3,35
Lukavac	85,00 \pm 3,63
Mašići	90,00 \pm 3,32
Petrovo polje	75,00 \pm 2,95
Seferovci	65,00 \pm 2,76
Velino Selo	90,00 \pm 3,48
Vilusi	90,00 \pm 4,20
Volujac	75,00 \pm 2,50
<i>X. orientale</i> subsp. <i>riparium</i>	
Dolgodi 1	80,00 \pm 3,17
<i>X. spinosum</i>	
Trebinje	15,00 \pm 0,81

4.6.2. Stopa klijanja sjemena

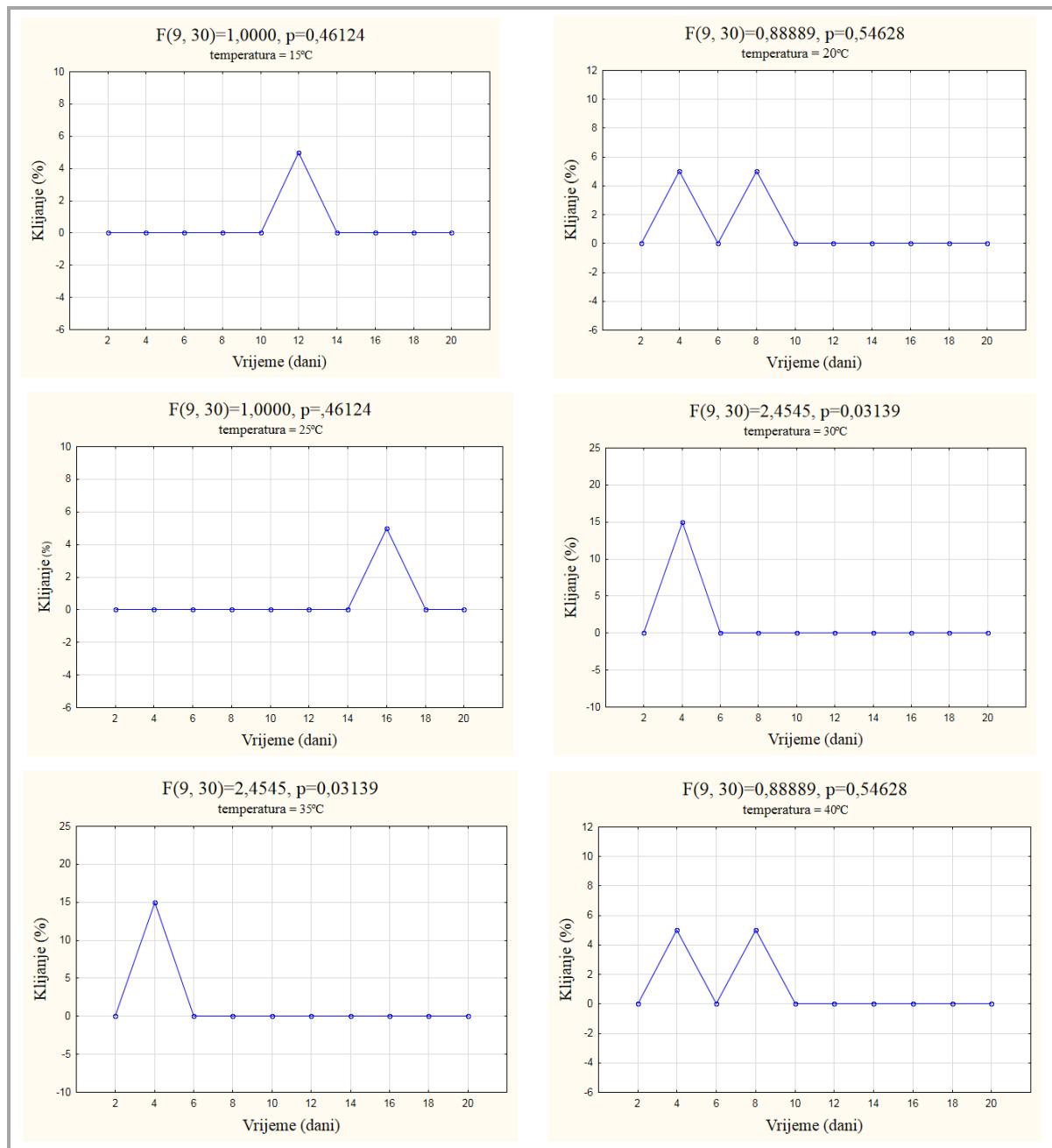
Sjeme ispitivanih vrsta ima različitu stopu klijanja pri različitim temperaturama (Grafik 9). Kada je u pitanju klijanje sjemena *X. orientale* najveća stopa klijavosti na najnižoj ispitivanoj temperaturi od 15°C je postignuta osmi dan i iznosila je 25,52%. Sam proces klijanja je bio dosta razvučen i sjeme je klijalo do kraja ispitivanog perioda. Najbrža maksimalana klijavost u toku cijelog klijanja je postignuta na temperaturi od 20°C i već pri prvom pregledu (drugi dan) iznosila je 16,58%, a sam proces klijanja je trajao do 16. dana ispitivanja klijavosti. Na temperaturi od 25°C najveća klijavost je postignuta četvrti dan, pri čemu je srednja vrijednost klijavosti iznosila 25,00%. Sam proces klijanja je trajao do 18. dana. Na temperaturi od 30°C kao i od 25°C, najveća klijavost je postignuta četvrtog dana ispitivanja i srednja vrijednost na nivou vrste *X. orientale* iznosila je 27,37%. Najveći procenat sjemena je klijao do osmog dana ispitivanja klijavosti, ali je klijanje zabilježeno i 18. dana ispitivanja. Na 35°C, kao i na temperaturama od 25 i 30°C, najveća klijavost je postignuta četvrtog dana ispitivanja klijavosti i je iznosila je 39,37%. Na ovoj temperaturi

je zabilježen i najveći procenat ukupnog klijanja, 72,4%. Najveći dio sjemena je klijao do 10 dana ispitivanja klijavosti, a sam proces klijanja je bio dosta razvučen, tako da su novo klijala sjemena konstatovana i 18. dana ispitivanja. Na temperaturi od 40°C najveća klijavost je zabilježena četvrtog dana ispitivanja i iznosila je 19,47%. Na ovoj temperaturi klijanje je dosta razvučeno i iako je nakon šestog dana klijavost opala, novo klijala sjemena su zabilježena i 20. dana ispitivanja. Proces klijanja je najkraći na temperaturi od 15°C i trajao je ukupno 14 dana. Klijanje je najduže trajalo na temperaturama od 25 i 40°C i bilo je prisutno u toku cijelog ispitivanog perioda, 2 - 20 dana.



Grafik 9. Stopa klijanja sjemena *X. orientale* na 15, 20, 25, 30, 35 i 40°C

Stopa klijanja sjemena *X. spinosum* prikazana je na grafikonu 10. Na temperaturi od 15°C klijanje je konstatovano 12. dana ispitivanja, a iznosila je 5%. Na temperaturi od 20°C klijanje je trajalo pet dana (od četvrtog do osmog dana) i iznosila je 5%. Na temperaturi od 25°C najveća klijavost je zabilježena 16. dana ispitivanja klijavosti (5%). Na temperaturi od 30 i 35°C najveća klijavost je zabilježena četvrtog dana ispitivanja i bila je viša u odnosu na 15, 20 i 25°C, iznosila je 15%. Na temperaturi od 40°C najveća klijavost je zabilježena od 4. do 10. dana i iznosila je 5%. Proces klijanja na temperaturama od: 15, 25, 30 i 35°C, je trajao dva dana, a najveća klijavost (15%) je postignuta na temperaturi od 30 i 35°C. Na temperaturi od 20 i 40°C klijanje je duže trajalo (pet dana), a klijavost nije prelazila 5%.



Grafik 10. Dinamika klijanja sjemena *X. spinosum* na 15, 20, 25, 30, 35 i 40°C

4.7. Cvjetanje i plodonošenje vrsta roda *Xanthium*

Nicanje vrste *X. orientale* za područje Sjeverne i centralne Bosne se odvija početkom maja mjeseca, dok na području Hercegovine nicanje počinje nešto ranije (krajem aprila). Cvjetanje biljaka koje vode porijeklo iz regije Semberija, Sjeverna i centralna Bosna je počelo krajem maja i početkom juna mjeseca, a oplodnja i formiranje plodova je trajala od sredine jula i u toku avgusta mjeseca. Biljke koje vode porijeklo sa područja Hercegovine počele su sa cvjetanjem kasnije u odnosu na biljke sa "sjevera" BiH i ono je počelo krajem avgusta i početkom septembra mjeseca, a plodonošenje je počelo polovinom oktobra mjeseca. Iako su biljke koje vode porijeklo iz Hercegovine kasnije cvjetale i plodonosile, uspjele su da formiraju plodove do pojave prvi jesenjih mrazeva. U toku istraživanja (tokom tri godine) uočena je ista tendencija u nastupanju fenofaze cvjetanja i plodonošenja biljaka.

Optimalna temperatura klijanja *X. spinosum* je 30-35°C, tako da klijanje ove vrste na mjestu konstatovanom (Hercegovina) počinje u prvoj polovini mjeseca maja. Cvjetanje ove vrste počinje sredinom juna na području Hercegovina, dok na području Sjeverne Bosne počinje nešto kasnije, sredinom jula. Oplodnja i formiranje plodova odvijala se u prvoj polovini septembra.

4.8. Efikasnost herbicida u suzbijanju *X. orientale*

4.8.1. Efikasnost imazamoksa

Imazamoks inhibira aktivnost enzima acetolaktat sintetazu tako da su prvi simptomi primjećeni na najmlađim dijelovima biljke. Treći dan nakon tretmana došlo je do pojave blagog žućenja osnove lista, a zatim i nekroze koja se širi duž nerava (Slika 38). Šesti dan nakon tretmana javila se hloroza, a deseti nekroza najmlađih dijelova biljke.



Slika 38. Simptomi fitotoksičnosti a. s. imazamoks tri dana nakon tretmana

Primjena imazamoksa nije dovela do značajnijeg oštećenja tretiranih biljaka, u sve tri posmatrane faze razvoja. Najveće smanjenje mase je postignuto u fazi F1, a najmanje u fazi F3. U F1 i F2 fazi konstatovano je veće smanjenje mase izdanka u odnosu na masu korijena, dok je kod biljaka tretiranih u F3 fazi konstatovano veće smanjenje mase korijena u odnosu na masu izdanaka (Tabela 16).

Tabela 16. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene imazamoksa u zavisnosti od faze razvoja biljaka

Faza razvoja	BP	Količina primjene imazamoksa					
		Kontrola	3 g/ha	6 g/ha	12 g/ha	24 g/ha	48 g/ha
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$					
F1	SvjMI	10,23±0,14	7,10±0,18	6,67±0,54	4,38±0,78	3,06±0,61	2,57±0,31
	SuvMI	1,31±0,07	0,94±0,08	0,87±0,09	0,66±0,08	0,53±0,07	0,52±0,03
	SvjMK	3,28±0,32	2,14±0,08	1,85±0,16	1,48±0,25	1,07±0,09	0,62±0,16
	SuvMK	0,42±0,03	0,29±0,02	0,26±0,04	0,19±0,04	0,13±0,01	0,06±0,03
F2	SvjMI	13,81±0,75	10,25±0,62	8,43±0,39	7,20±0,15	5,13±0,61	3,89±0,36
	SuvMI	2,02±0,09	1,79±0,09	1,37±0,11	0,99±0,10	0,63±0,18	0,58±0,06
	SvjMK	4,81±0,31	3,98±0,48	3,31±0,34	2,99±0,44	2,32±0,59	1,68±0,71
	SuvMK	0,78±0,04	0,67±0,04	0,49±0,06	0,31±0,05	0,24±0,04	0,10±0,06
F3	SvjMI	10,43±0,16	9,10±1,03	8,22±0,24	7,57±0,42	6,77±0,39	5,47±0,21
	SuvMI	1,92±0,04	1,60±0,11	1,41±0,06	1,33±0,09	1,29±0,09	1,17±0,09
	SvjMK	5,48±0,61	5,27±1,25	5,01±0,22	3,90±0,48	3,33±0,66	3,28±0,79
	SuvMK	0,76±0,05	0,59±0,10	0,58±0,04	0,46±0,05	0,41±0,04	0,32±0,24

SvjMI- svježa masa izdanka, SuvMI- suva masa izdanka, SvjMK- svježa masa korijena, SuvMK- suva masa izdanka; BP= Biometrički pokazatelj

Regresiona zavisnost efikasnosti imazamoksa od količine primjene i faze razvoja biljke

Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja razvoja tretiranih biljaka, kao zavisno promjenjive, u odnosu na količinu primjene imazamoksa, kao nezavisne veličine su date u tabeli 17.

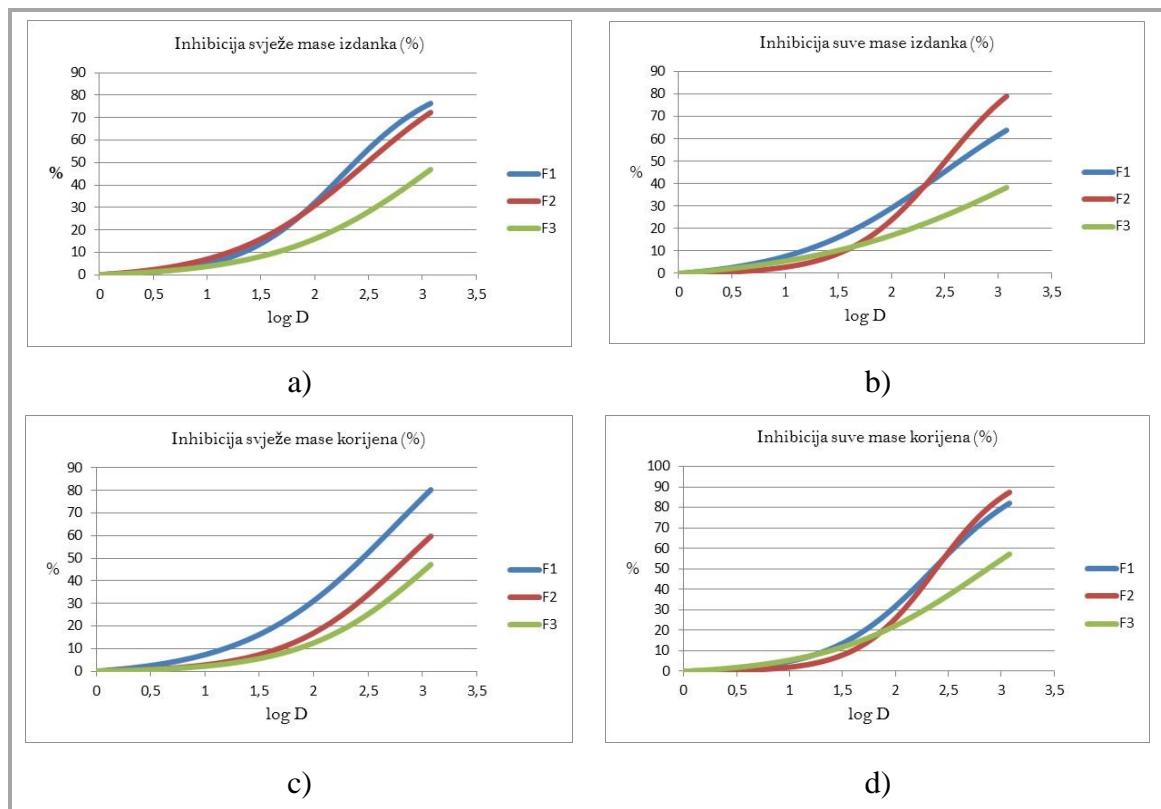
Tabela 17. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene imazamoksa u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 10)

Faza razvoja	Parametri regresije	Mjereni parametri			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
F1	ED_{50} (g/ha)	7,16	12,92	23,32	9,04
	b	0,947	0,512	0,629	0,911
	R^2	0,962	0,964	0,995	0,989
	χ^2/DF	0,318	0,003	0,003	0,005
F2	ED_{50} (g/ha)	11,64	12,44	25,20	9,68
	b	0,697	0,531	0,689	1,195
	R^2	0,996	0,847	0,991	0,871
	χ^2/DF	0,048	0,038	0,01	0,006
F3	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	27,96
	b	0,598	0,401	0,726	0,597
	R^2	0,993	0,949	0,833	0,969
	χ^2/DF	0,021	0,003	0,165	0,002

NPK- najveća primjenjena količina

Koeficijent determinacije višestruke regresije zavisnosti procenta efikasnosti imazamoksa, kao zavisno promjenjive, od doze i faze razvoja biljke kao nezavisno promjenjive se za fazu F1 kretala se 0,962-0,995, a količina koja smanjuje masu biljaka za 50% tj. ED_{50} iznosi 7,16-23,32 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F2 je iznosio 0,847-0,996, a ED_{50} je bila najmanja za suvu mase korijena i iznosila je 9,68 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F3 je iznosio 0,833-0,993. ED_{50} za suvu masu korijena iznosi 27,96 g/ha, dok je za ostale pokazatelje ED_{50} je bila veća od najveće primjenjene doze, te se nije mogla izračunati.

Regresiona zavisnost se može posmatrati i kada se absolutni biometrički pokazatelji izraženi u gramima transformišu u procente, pri čemu se vrijednost inhibicije kontrolnih biljaka izražava kao 0%. Veća inhibicija mase je postignuta na korijenu u odnosu na nadzemni dio biljke. Takođe, veća inhibicija mase je zabilježena kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi, dok je kod biljaka tretiranih u F3 fazi procenat inhibicije mase biljaka bio znatno niži i iznosio je 38-57 % (Grafik 11).

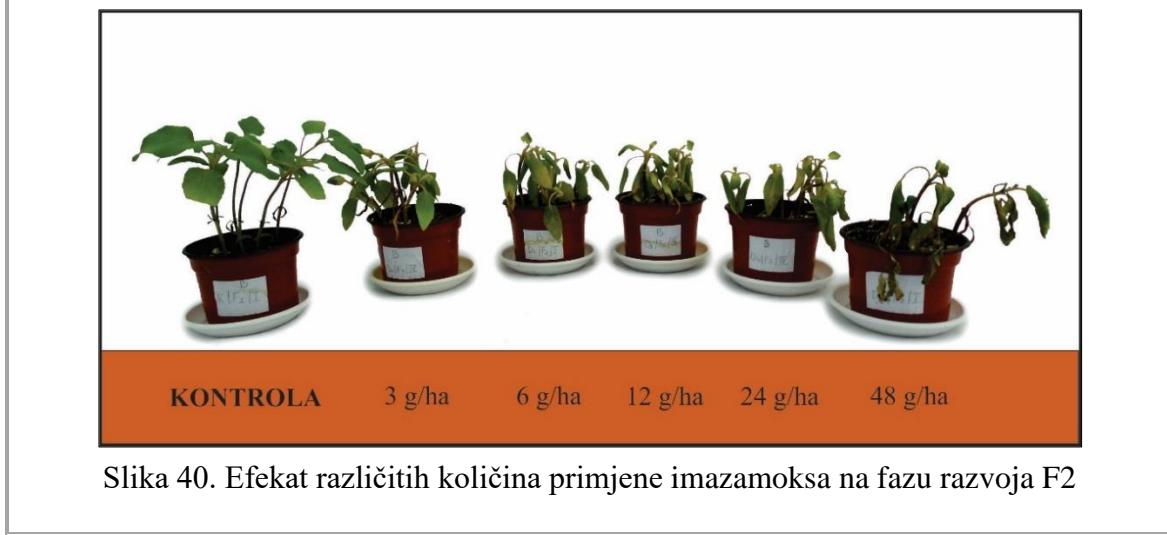


Grafik 11. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelia od količine primjene imazamoksa: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena

Biljke tretirane u F1 fazi su pokazale najveću osjetljivost. Na biljkama tretiranim manjim količinama primjene imazamoksa simptomi fitotoksičnosti su ispoljeni u vidu žućenja, nekroze lista i stabla i zaustavljanja porasta tretiranih biljaka (Slika 39). Biljke tretirane u F2 fazi su pokazale nešto manju osjetljivost u odnosu na F1 fazu. Na tretiranim biljkama primjetni su simptomi žućenja, nekroze, zaustavljanja porasta, ali ne i potpunog propadanja (Slika 40). Biljke tretirane u F3 fazi su pokazale najmanju osjetljivost. Primjetni su simptomi nekroze listova i blagog savijanja stabla, na svim tretmanima, ali nije došlo do značajnijeg smanjenja mase tretiranih biljaka (Slika 41).



Slika 39. Efekat različitih količina primjene imazamoksa na fazu razvoja F1



Slika 40. Efekat različitih količina primjene imazamoksa na fazu razvoja F2



Slika 41. Efekat različitih količina primjene imazamoksa na fazu razvoja F3

4.8.2. Efikasnost fluroksipir-meptila

Simptomi fitotoksičnosti karakteristični za ovu grupu jedinjenja primjećeni su već prvi dan nakon tretmana, u vidu savijanja biljaka (Slika 42). Četvrti dan nakon tretmana primjetna je deformacija stabla te kovrdžanje listova i pojava žućenja.



Slika 42. Simptomi fitotoksičnosti a. s. fluroksipir-meptil četiri dana nakon tretmana

Najveće smanjenje mase je postignuto u fazi F1, a najmanje u fazi F3. Na biljkama tretiranim u F1 i F2 fazi veći efekat je postignut u smanjenju mase izdanka u odnosu na

masu korijena, dok je u F3 fazi podjednak efekat postignut i na izdanku i na korijenu (Tabela 18).

Tabela 18. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene fluroksipir-meptila u zavisnosti od faze razvoja biljaka

Faza razvoja	BP	Količina primjene fluroksipir-meptila					
		Kontrola	45 g/ha	90 g/ha	180 g/ha	360 g/ha	720 g/ha
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$
F1	SvjMI	6,45±0,37	5,71±0,34	3,98±0,42	2,61±0,50	1,68±0,26	1,62±0,43
	SuvMI	1,47±0,03	0,87±0,06	0,72±0,06	0,57±0,02	0,53±0,08	0,51±0,04
	SvjMK	4,19±0,63	2,28±0,48	1,46±0,36	1,31±0,12	0,82±0,16	0,69±0,26
	SuvMK	0,49±0,03	0,22±0,06	0,13±0,02	0,08±0,02	0,11±0,02	0,07±0,02
F2	SvjMI	7,24±0,46	6,61±0,30	6,42±0,25	5,78±0,22	5,59±0,74	5,43±0,74
	SuvMI	1,93±0,05	1,51±0,11	1,34±0,08	1,20±0,07	1,18±0,11	1,03±0,17
	SvjMK	6,72±0,77	6,02±0,56	4,49±0,29	4,15±0,58	3,95±0,38	3,18±0,35
	SuvMK	0,79±0,04	0,73±0,08	0,52±0,07	0,44±0,10	0,37±0,03	0,31±0,04
F3	SvjMI	33,05±3,84	27,08±2,64	23,63±2,61	21,97±1,33	21,83±2,36	18,20±0,94
	SuvMI	8,81±1,07	5,66±0,38	5,31±0,56	5,12±0,37	5,01±0,42	4,85±0,33
	SvjMK	11,25±1,49	11,14±1,76	10,61±2,82	9,98±1,39	7,56±2,41	5,98±1,04
	SuvMK	2,21±0,34	1,72±0,12	1,50±0,08	1,37±0,11	1,14±0,18	1,12±0,08

SvjMI- svježa masa izdanka, SuvMI- suva masa izdanka, SvjMK- svježa masa korijena, SuvMK- suva masa izdanka; BP= Biometrički pokazatelj

Regresiona zavisnost efikasnosti fluroksipir-meptila od količine primjene i faze razvoja biljke

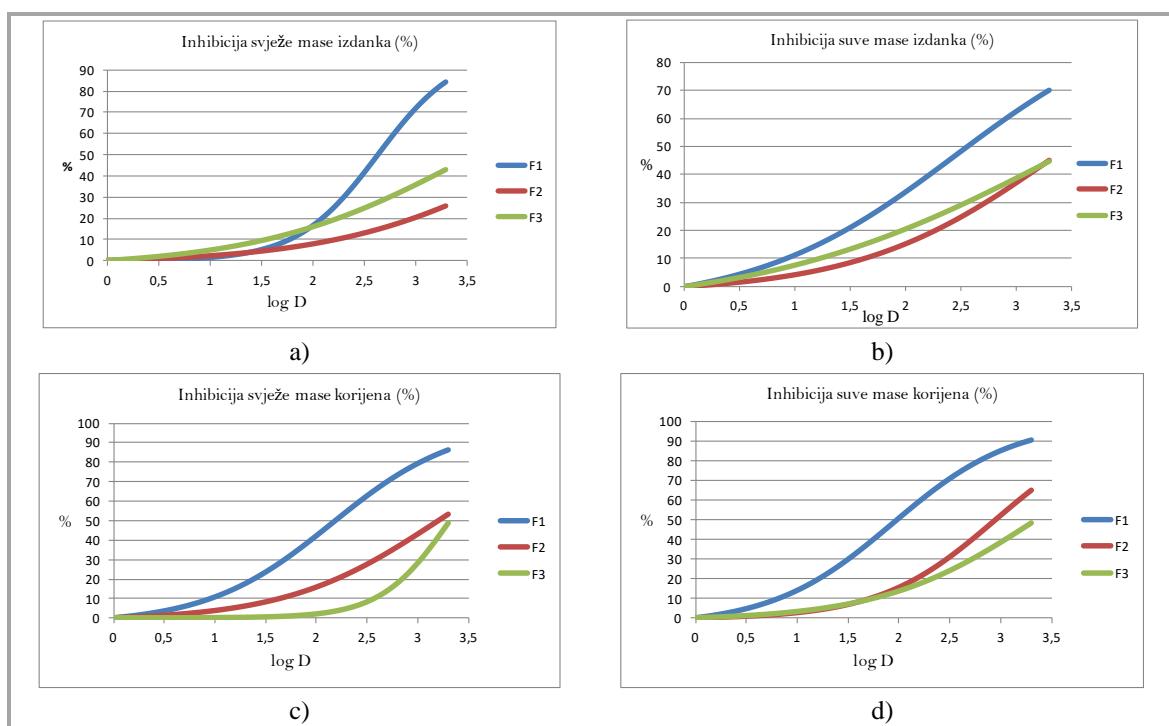
Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja razvoja tretiranih biljaka, kao zavisno promjenjive, u odnosu na količinu primjene fluroksipir-meptila, kao nezavisne veličine su date u tabeli 19.

Tabela 19. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene fluroksipir-meptila u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 11)

Faza razvoja	Parametri regresije	Mjereni parametri			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
F1	ED_{50} (g/ha)	156,6	101,5	51,12	30,96
	b	1,107	0,478	0,703	0,726
	R^2	0,948	0,958	0,986	0,983
	χ^2/DF	0,220	0,006	0,024	0,004
F2	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	547,2	316,1
	b	0,437	0,490	0,583	0,762
	R^2	0,936	0,979	0,906	0,916
	χ^2/DF	0,031	0,002	0,170	0,003
F3	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	b	0,426	0,326	1,280	0,573
	R^2	0,954	0,824	0,976	0,886
	χ^2/DF	1,225	0,399	0,113	0,019

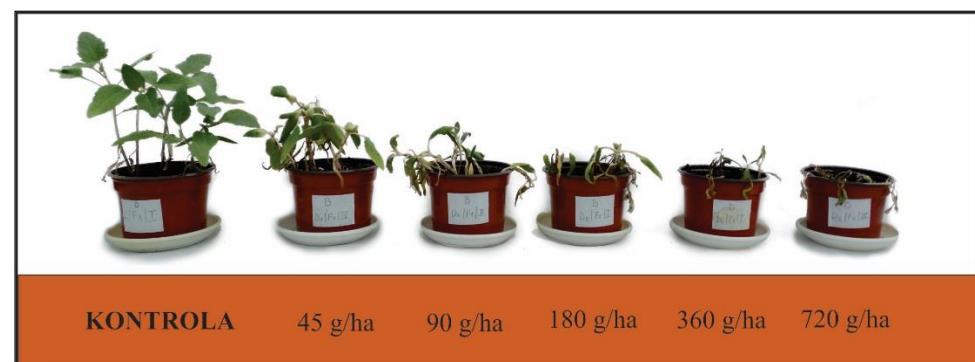
NPK- najveća primjenjena količina

Koeficijent determinacije višestruke regresije zavisnosti procenta efikasnosti fluroksipir-meptila, kao zavisno promjenjive, od doze i faze razvoja biljke kao nezavisno promjenjive se za fazu F1 kretala se 0,948-0,986, a količina koja smanjuje masu biljaka za 50% tj. ED₅₀ iznosi 30,96-156,6 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F2 je iznosio 0,906-0,979, a ED₅₀ za masu izdanka je bila veća od najveće primjenjene doze, dok je za korijen iznosila 316,1-547,2 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F3 je iznosio 0,824-0,976, a ED₅₀ za sve mjerene biometričke pokazatelje je bila veća od najveće primjenjene doze. Regresiona zavisnost posmatrana kroz apsolutni biometrički pokazatelj izražen u gramima transformisana u procente, pri čemu je vrijednost inhibicije kontrolnih biljaka izražena kao 0% predstavljena je na grafikonu 12. Najveća inhibicija mase zabilježena je kod biljaka tretiranih u F1 fazi pri čemu je inhibicija svih posmatranih parametara bila veća od 50%. Najveća inhibicija je konstatovana za suvu masu korijena (90%). Najmanja primjenjena količina od 45 g/ha, izazvala je smanjenje mase korijena za 50%, dok je smanjenje mase izdanka od 50% konstatovano pri količini od 90 g/ha. Na biljkama tretiranim u fazi F2 i F3 zabilježen je nizak procenat inhibicije, pri čemu je inhibicija izdanka bila manja od 50%, a inhibicija korijena 45–65%. Kada se posmatra odnos inhibicije izdanka i korijena može se reći da je primjenjeni herbicid imao veći efekat na korijen nego na izdanak.

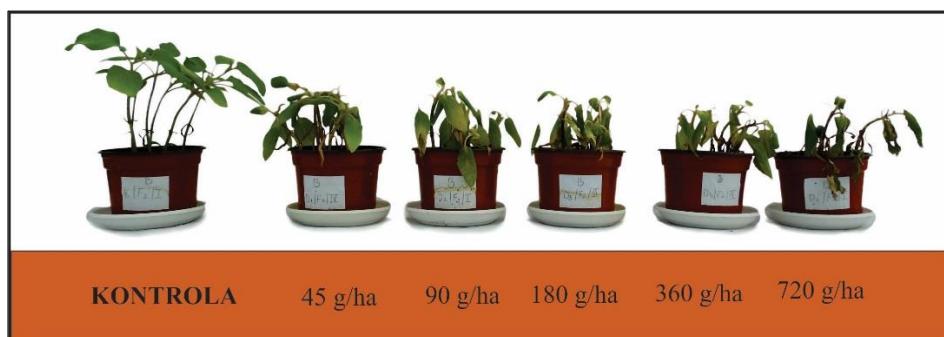


Grafik 12. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene fluroksipir-meptila: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena

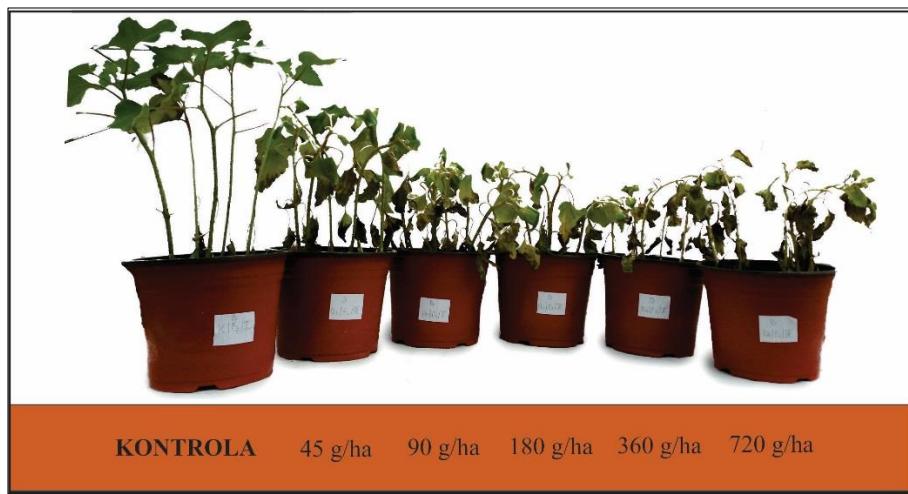
Najveći efekat se može vidjeti na biljkama tretiranim u fazi F1 (Slika 43). Biljke tretirane u ovoj fazi, na svim tremanima, su nekrotične i primjetno je zaustavljen rast, a pri količini primjene od 180, 360 i 720 g/ha dolazi do potpunog propadanja biljaka. Biljke tretirane u F2 fazi su zaustavile porast, dolazi do savijanja stabla i listova i nekroze listova, ali nema značajnijeg smanjenja mase i visine u odnosu na kontrolne biljke (Slika 44). Biljke tretirane u F3 fazi su smanjile porast, dolazi do nekroze listova, deformacije stabla, ali i ne do potpunog propadanja biljaka (Slika 45).



Slika 43. Efekat različitih količina primjene fluroksipir-meptila na fazu razvoja F1



Slika 44. Efekat različitih količina primjene fluroksipir-meptila na fazu razvoja F2



Slika 45. Efekat različitih količina primjene fluroksipir-meptila na fazu razvoja F3

4.8.3. Efikasnost mezotriona

Prvi simptomi fitotoksičnosti mezotriona su se pojavili četvrti dan nakon tretmana, u vidu bijeljenja bavnog dijela mlađih listova. Šesti dan nakon tretmana došlo je do pojave blagog žućenja etioliranih listova, a nakon toga i do pojave nepravilnih nekrotičnih površina koje su ograničene većim nervima (Slika 46).



Slika 46. Simptomi fitotoksičnosti preparata a.s. mezotrión 14 dana nakon tretmana

Najveći procenat inhibicije je postignut u fazi F1, a najmanji u fazi F3 (Tabela 20). Na biljkama tretiranim u fazi F1 i F3 veći efekat je postignut u smanjenju mase korijena u odnosu na masu izdanka. Dok je u fazi F2 veći efekat postignut u smanjenju mase izdanka u odnosu na masu korijena.

Tabela 20. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene mezotriona u zavisnosti od faze razvoja biljaka

Faza razvoja	BP	Količina primjene mezotriona					
		Kontrola $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	7,5 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	15,0 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	30,0 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	60 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	120 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$
F1	SvjMI	17,29±2,75	12,65±1,05	12,19±0,98	11,36±1,60	7,66±1,37	7,01±0,87
	SuvMI	4,20±0,73	2,71±0,54	2,28±0,42	2,02±0,50	1,30±0,27	1,09±0,13
	SvjMK	7,12±0,91	4,95±0,72	4,91±0,77	4,88±0,60	3,61±0,54	3,57±0,25
	SuvMK	1,21±0,08	0,66±0,14	0,57±0,15	0,47±0,13	0,32±0,08	0,21±0,02
F2	SvjMI	16,31±1,14	13,93±1,35	12,01±0,82	11,87±0,86	11,79±0,83	9,33±1,82
	SuvMI	4,74±0,28	2,78±0,15	2,50±0,22	2,24±0,10	2,17±0,10	1,79±0,25
	SvjMK	12,92±0,38	9,58±1,61	8,12±0,83	7,88±0,64	7,09±1,07	4,65±0,83
	SuvMK	1,27±0,04	0,75±0,07	0,73±0,05	0,67±0,04	0,64±0,04	0,58±0,08
F3	SvjMI	20,41±2,41	18,41±1,04	17,71±0,80	17,41±1,02	16,28±1,32	15,39±0,64
	SuvMI	5,68±0,68	4,04±0,45	3,59±0,27	3,49±0,19	3,47±0,37	3,32±0,23
	SvjMK	12,19±1,52	11,82±0,41	8,80±0,27	8,05±1,38	7,66±1,07	6,72±0,40
	SuvMK	1,76±0,06	1,04±0,16	0,99±0,10	0,96±0,06	0,95±0,09	0,89±0,12

SvjMI- svježa masa izdanka, SuvMI- suva masa izdanka, SvjMK- svježa masa korijena, SuvMK- suva masa izdanka; BP= Biometrički pokazatelj

Regresiona zavisnost efikasnosti mezotriona od količine primjene i faze razvoja biljke

Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja razvoja tretiranih biljaka, kao zavisno promjenjive, u odnosu na količinu primjene mezotriona, kao nezavisne veličine su date u tabeli 21.

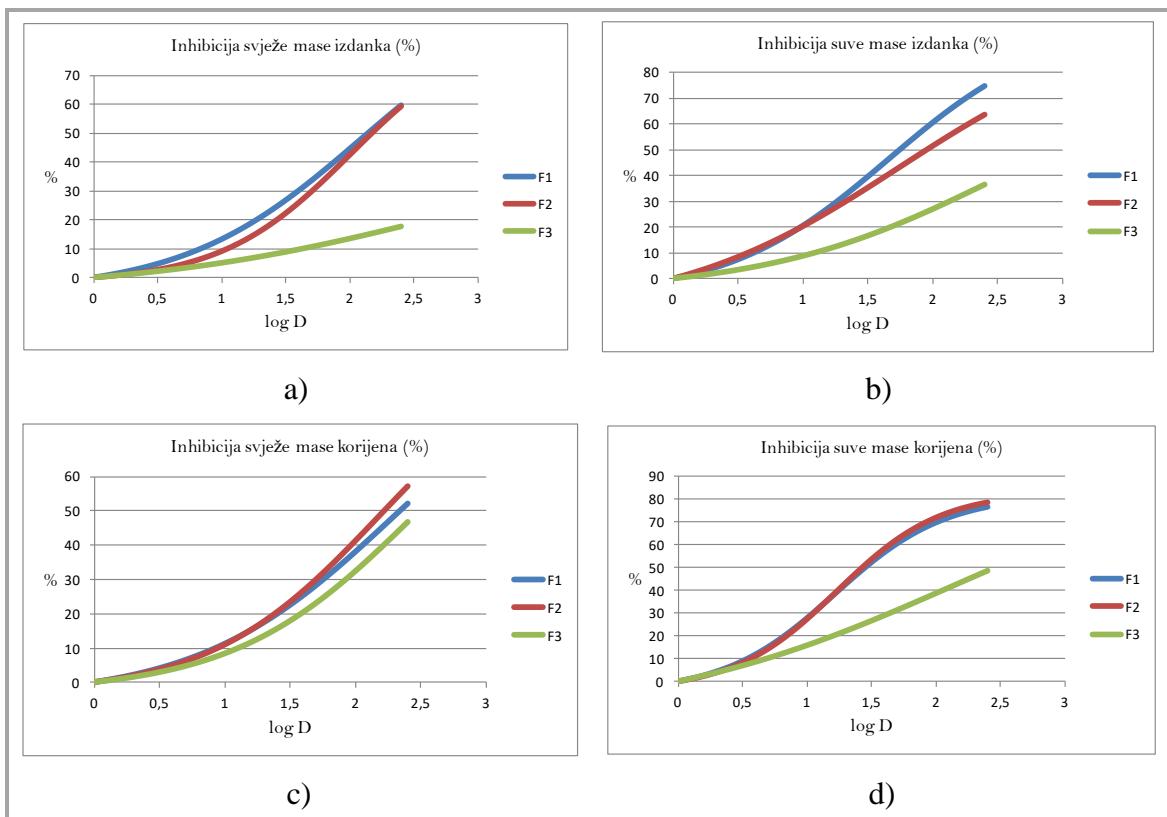
Tabela 21. Parametri regresije (ED_{50} , b , R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene mezotriona u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 12)

Faza razvoja	Parametri regresije	Mjereni parametri			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
F1	ED_{50} (g/ha)	57,6	21,6	90,24	7,68
	b	0,628	0,695	0,587	1,012
	R^2	0,949	0,971	0,928	0,972
	χ^2/DF	0,648	0,037	0,135	0,003
F2	ED_{50} (g/ha)	48,96	26,4	71,52	8,16
	b	0,851	0,499	0,672	1,083
	R^2	0,967	0,875	0,899	0,984
	χ^2/DF	0,419	0,144	0,768	0,002
F3	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	63,84
	b	0,362	0,492	0,629	0,372
	R^2	0,455	0,637	0,831	0,711
	χ^2/DF	1,657	0,287	0,868	0,031

NPK- najveća primjenjena količina

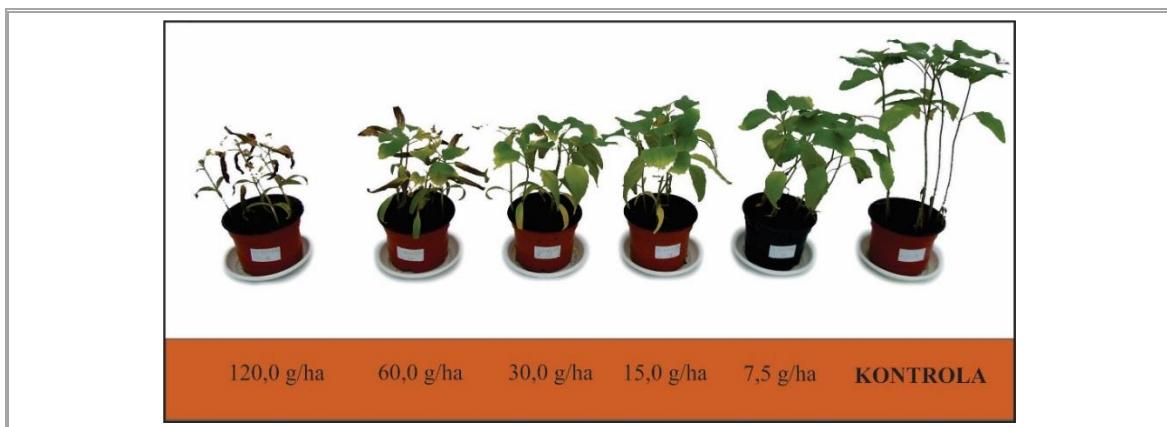
Koeficijent determinacije višestruke regresije zavisnosti procenta efikasnosti mezotriona, kao zavisno promjenjive, od količine primjene i faze razvoja biljke kao nezavisno promjenjive, za fazu F1 kretala se 0,949-0,972, a količina koja smanjuje masu biljaka za 50% tj. ED_{50} iznosi 7,68-90,24 g/ha (u zavisnosti od mjerenoj parametra). Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F2 je iznosio 0,875-0,984. ED_{50} , u zavisnosti od mjerenoj parametra, je iznosila 8,16-71,52 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F3 je iznosio 0,455-0,831. ED_{50} za suvu masu korijena je iznosila 63,84 g/ha, dok je za ostale mjerene parametre ED_{50} bila veća od najveće primjenjene doze.

Regresiona zavisnost, posmatrana kao absolutni biometrički pokazatelj izražen u gramima transformisana je u procente, pri čemu je vrijednost inhibicije kontrolnih biljaka izražena kao 0% te je predstavljeno grafikonom 13. Inhibicija mase biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi, za sve posmatrane parametre, bila je jednaka. Kod biljaka tretiranih u fazi F3, za sve posmatrane parametre, ni najveća primjenjena količina nije izazvala smanjenje veće od 50%.

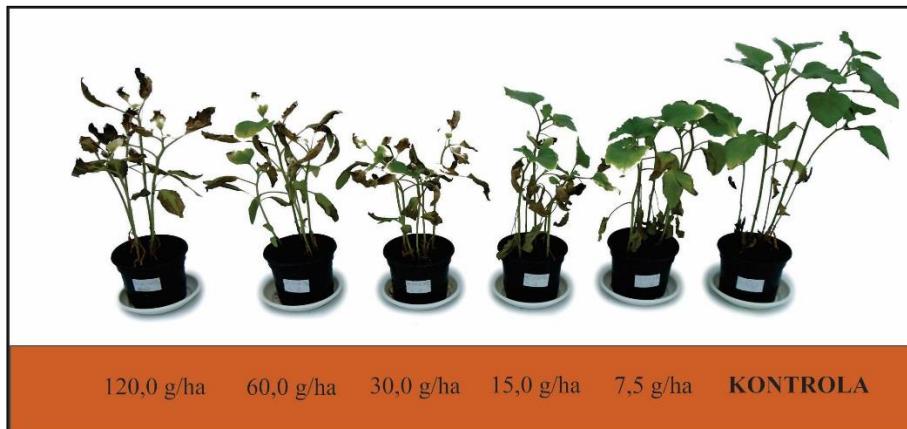


Grafik 13. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene mezotripona: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena

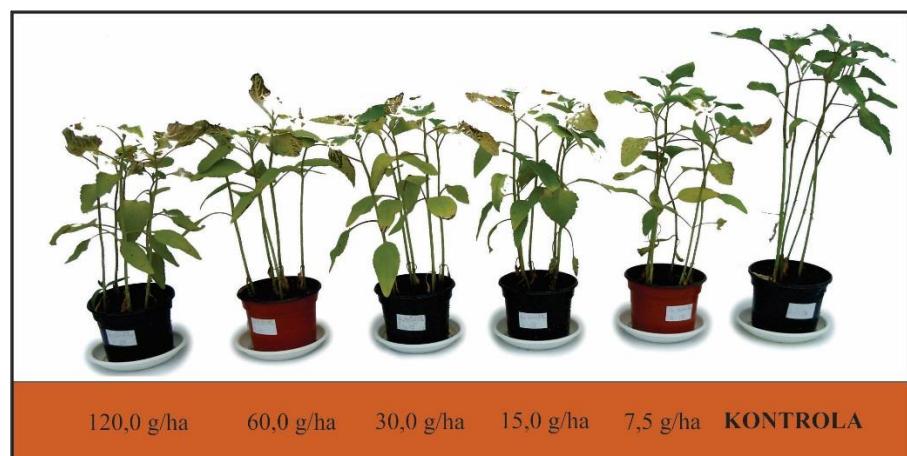
Najveći efekat se može vidjeti na biljkama tretiranim u fazi F1 pri najvećoj primjenjenoj količini od 120 g/ha, u vidu nekroze listova i zaustavljanja porasta. Količina od 7,5, 15,0 i 30,0 g/ha nije izvala vidljive simptome, ali je vidno smanjen porast biljaka (Slika 47). Simptomi fitotoksičnosti na biljkama tretiranim u F2 fazi ispoljeni su u vidu nekroze listova. Rast nadzemnog dijela nije značajnije smanjen u odnosu na kontrolne biljke (Slika 48). Najslabiji efekat je postigut na biljkama tretiranim u F3 fazi, simptomi fitotoksičnosti su ispoljeni u vidu bjelila, žućenja i nekroze vršnih listova. Rast je neznatno usporen u odnosu na kontrolne biljke (Slika 49).



Slika 47. Efekat različitih količina primjene mezotriona na fazu razvoja F1



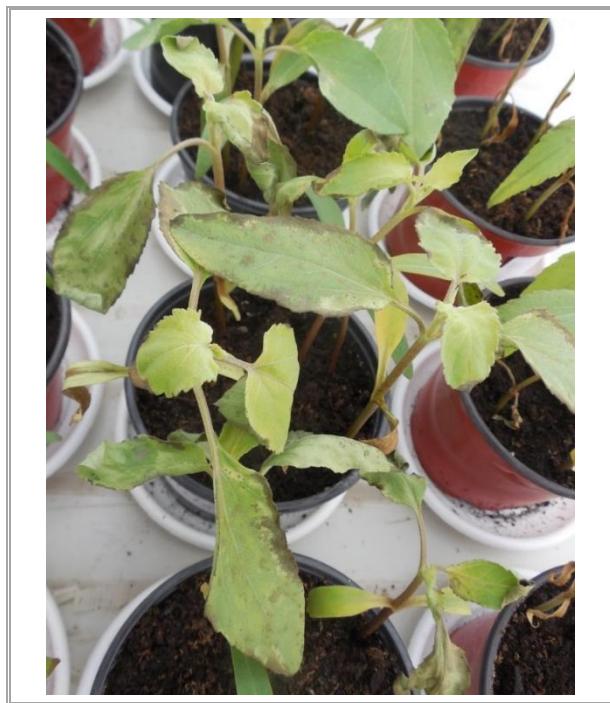
Slika 48. Efekat različitih količina primjene mezotriona na fazu razvoja F2



Slika 49. Efekat različitih količina primjene mezotriona na fazu razvoja F3

4.8.4. Efikasnost glifosata

Prvi simptomi fitotoksičnosti su primjećeni peti dana nakon tretmana u vidu gubitka turgora i venjenja biljaka. Sedam dana nakon tretmana došlo je do pojave nekrotičnih površina po obodu lista (Slika 50), a nakon desetog dana dolazi do nekroze cijelih biljaka.



Slika 50. Simptomi fitotoksičnosti a.s. glifosat sedam dana nakon tretmana

Kada je u pitanju djelovanje preparata na bazi glifosata može se reći da je *X. orientale* pokazao veliku osjetljivost. Pri svim primjenjenim dozama, u svim primjenjenim fazama rasta, na kraju ispitivanja došlo je do propadanja tretiranih biljaka. Iako je došlo do propadanja biljaka u cjelini, najveći procenat inhibicije je postignut u fazi F3 (na masu korijena), a najmanji na biljke tretirane u fazi F2 (Tabela 22). Na svim tretiranim biljkama veći efekat je postignut u smanjenju mase izdanka u odnosu na masu korijena.

Tabela 22. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene glifosata u zavisnosti od faze razvoja biljaka

Faza razvoja	BP	Količina primjene glifosata					
		Kontrola $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	180 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	360 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	720 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	1440 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	2880 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$
F1	SvjMI	14,10±0,39	13,92±0,58	13,32±1,08	8,40±0,55	7,16±0,54	4,51±0,97
	SuvMI	3,30±0,12	3,11±0,14	2,94±0,08	1,89±0,19	1,22±0,11	0,83±0,22
	SvjMK	9,01±1,47	7,88±1,05	6,37±1,01	3,44±0,34	3,24±0,39	1,46±0,44
	SuvMK	1,08±0,09	1,05±0,07	0,77±0,08	0,54±0,08	0,44±0,02	0,19±0,07
F2	SvjMI	21,93±2,03	18,76±0,51	18,52±0,61	13,06±1,09	11,00±1,90	8,10±0,67
	SuvMI	5,59±0,50	4,72±0,25	4,39±0,21	3,53±0,36	2,67±0,56	2,12±0,06
	SvjMK	13,35±2,21	8,87±0,89	8,08±0,77	6,61±0,74	5,41±2,09	3,07±0,69
	SuvMK	1,65±0,15	1,11±0,04	0,96±0,08	0,84±0,05	0,56±0,22	0,34±0,08
F3	SvjMI	75,77±5,02	62,63±9,74	53,07±3,20	46,60±6,54	28,91±3,53	22,71±5,32
	SuvMI	24,45±0,95	19,73±2,49	17,09±1,35	13,78±1,71	8,14±0,87	7,77±1,56
	SvjMK	33,12±4,03	22,19±4,40	20,71±4,97	16,09±2,47	11,41±2,56	6,84±2,50
	SuvMK	5,71±0,40	4,39±0,63	3,23±0,29	2,90±0,52	1,44±0,30	0,97±0,32

SvjMI- svježa masa izdanka, SuvMI- suva masa izdanka, SvjMK- svježa masa korijena, SuvMK- suva masa izdanka; BP= Biometrički pokazatelj

Regresiona zavisnost efikasnosti glifosata od količine primjene i faze razvoja biljke

Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja razvoja tretiranih biljaka, kao zavisno promjenjive, u odnosu na količinu primjene glifosata, kao nezavisne veličine su date u tabeli 23.

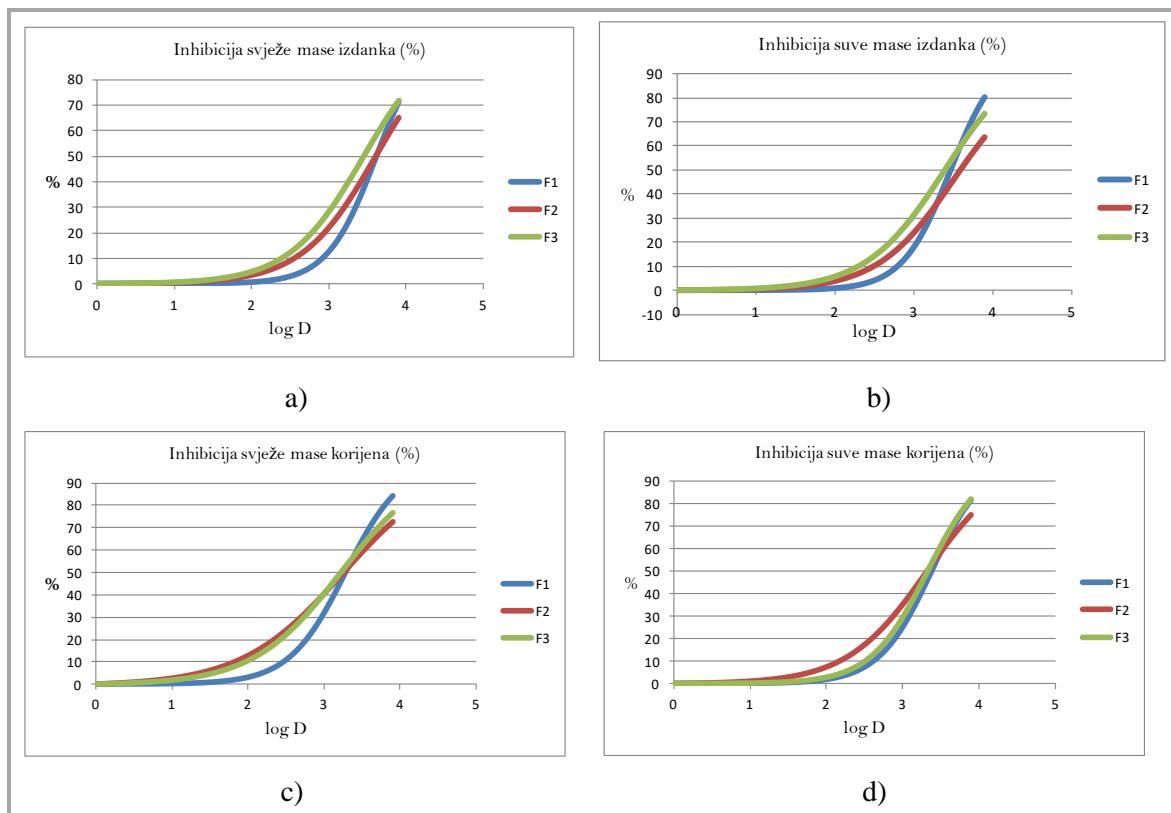
Tabela 23. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene glifosata u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 13)

Faza razvoja	Parametri regresije	Mjereni parametri			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
F1	ED_{50} (g/ha)	1480,68	1060,92	686,16	870,12
	b	1,367	1,419	1,171	1,250
	R^2	0,895	0,969	0,939	0,959
	χ^2/DF	1,760	0,034	0,553	0,005
F2	ED_{50} (g/ha)	1621,08	1141,2	637,92	760,32
	b	0,904	0,903	0,649	0,825
	R^2	0,966	0,994	0,984	0,961
	χ^2/DF	0,979	0,009	0,198	0,008
F3	ED_{50} (g/ha)	1014,84	903,6	597,6	773,64
	b	0,896	0,867	0,751	1,159
	R^2	0,987	0,974	0,987	0,939
	χ^2/DF	5,369	1,099	1,079	0,189

NPK- najveća primjenjena količina

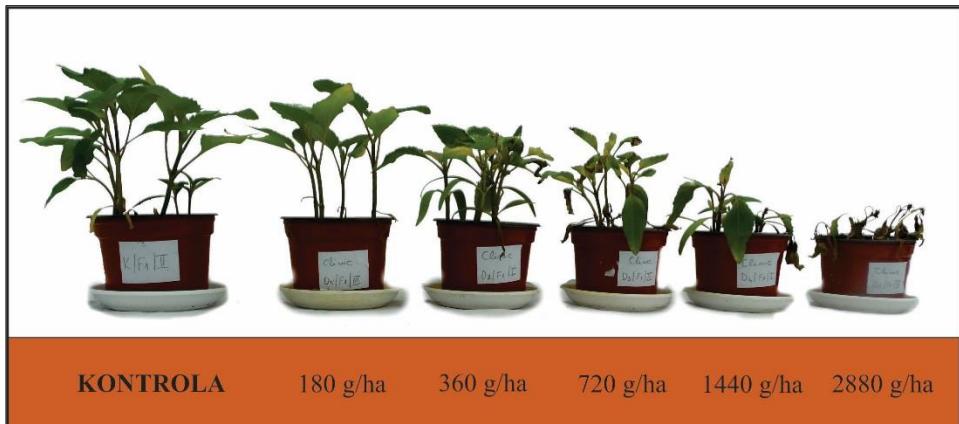
Koeficijent determinacije višestruke regresije zavisnosti procenta efikasnosti glifosata, kao zavisno promjenjive, od doze i faze razvoja biljke kao nezavisno promjenjive, na fazu F1 kretala se 0,895-0,969, a količina koja smanjuje masu biljaka za 50% tj. ED_{50} iznosi 686,16-1480,68 g/ha (u zavisnosti od mjerenoj parametra). Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F2 je iznosio 0,961-0,994. ED_{50} , u zavisnosti od mjerenoj parametra, je iznosio 637,92-1621,08 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F3 je iznosio 0,939-0,987. ED_{50} , u zavisnosti od mjerenoj parametra, je iznosio 597,6-1014,84 g/ha. ED_{50} na svim tretiranim fazama je postignut pri količini primjene većoj od 1 l/ha.

Regresiona zavisnost, posmatrana kao absolutni biometrički pokazatelj izražen u gramima, transformisana je u procente, pri čemu je vrijednost inhibicije kontrolnih biljaka izražena kao 0%, što je i predstavljeno grafikonima (Grafik 14). Na svim tretiranim biljkama, bez obzira na vrijeme tretiranja % inhibicije se kretao 60-85%, pri čemu je isti efekat postignut i na korijenu i na izdanku tretiranih biljaka.



Grafik 14. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene glifosata: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena

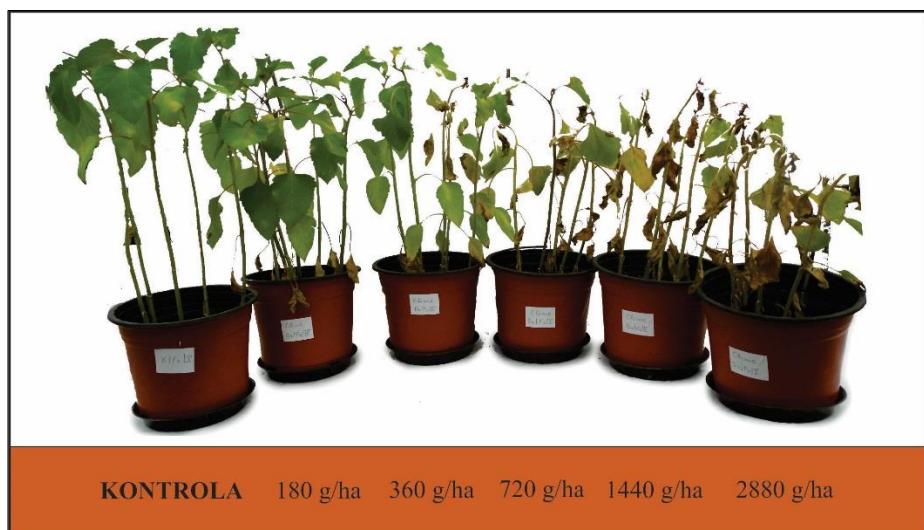
Simptomi fitotoksičnosti uslijed djelovanja glifosatana biljkama tretiranim u fazi F1, u vidu žućenja i nekroze listova, kao i sušenja čitavih biljaka pri najvećoj primjenjnoj dozi predstavljeni su na Slici 51. Biljke tretirane u F2 fazi su pokazale najveću otpornost. Pri količini primjene od 720, 1440 i 2880 g/ha došlo je do žućenja i nekroze listova, dok je pri manjim količinama (180 i 360 g/ha) došlo do neznatnog žućenja listova, a tretirane biljke nisu zaostajale u porastu u odnosu na kontrolne biljke (Slika 52). Biljke tretirane u F3 fazi su ispoljile veliku osjetljivost prema primjenjenom jedinjenju, tako da je pri dozi od 1440 i 2880 g/ha došlo do žućenja, nekroze i propadanja cijelih biljaka, a i na manjim primjenjenim količinama primjetni su simptomi fitotoksičnosti (Slika 53).



Slika 51. Efekat različitih količina primjene glifosata na fazu razvoja F1



Slika 52. Efekat različitih količina primjene glifosata na fazu razvoja F2



Slika 53. Efekat različitih količina primjene glifosata na fazu razvoja F3

4.8.5. Efikasnost dikambe

Prvi simptomi fitotoksičnog djelovanja primjećeni su 24 sata nakon tretmana u vidu uvrтанja lista. Treći dan nakon tretmana došlo je do deformacije stabla i izraženijeg savijanja listova, prema licu lista. Osmi dan nakon tretmana primjetna je pojava žućenja vršnog lista, biljke su deformisane, došlo je do nekroze kožnog tkiva i pucanja stabla (Slika 54).



Slika 54. Simptomi fitotoksičnosti a. s. dikamba osmi dana nakon tretmana

Najveći procenat inhibicije je postignut u fazi F1, a najmanji u fazi F3 (Tabela 24). Na biljkama tretiranim u F1 i F3 fazi veći efekat je postignut u smanjenju mase korijena, dok kod biljaka tretiranih u fazi F2 približno isti efekat je postignut i na korijenu i na nadzemnom dijelu biljke.

Tabela 24. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene dikambe u zavisnosti od faze razvoja biljaka

Faza razvoja	BP	Količina primjene dikambe					
		Kontrola $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$	24 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$	48 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$	96 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$	192 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$	384 g/ha $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(\text{g})$
F1	SvjMI	18,30±0,73	17,31±1,47	16,34±1,13	16,00±1,37	13,62±0,52	5,92±1,43
	SuvMI	3,89±0,38	3,44±0,38	3,04±0,27	2,59±0,46	2,05±0,18	1,56±0,28
	SvjMK	13,83±1,16	12,39±1,21	11,98±2,81	11,91±0,39	8,25±1,38	2,34±0,99
	SuvMK	1,60±0,12	1,41±0,14	1,26±0,37	1,28±0,11	0,90±0,15	0,24±0,08
F2	SvjMI	8,26±0,58	7,98±0,48	7,74±0,59	5,81±0,84	4,31±0,64	3,67±0,40
	SuvMI	2,22±0,12	1,69±0,143	1,45±0,08	1,30±0,22	1,06±0,12	0,96±0,19
	SvjMK	11,75±1,48	8,21±1,27	6,80±0,32	6,51±0,54	6,48±0,80	5,90±0,70
	SuvMK	1,33±0,13	0,99±0,09	0,83±0,02	0,72±0,05	0,52±0,08	0,36±0,06
F3	SvjMI	21,52±5,57	20,93±2,32	17,95±0,18	15,85±0,87	15,75±1,89	15,23±1,05
	SuvMI	5,44±0,58	4,87±0,16	4,62±1,19	3,60±0,20	3,39±0,20	3,30±0,34
	SvjMK	21,99±1,49	21,68±2,49	19,87±3,32	18,26±1,24	16,27±1,12	15,75±4,38
	SuvMK	2,89±0,18	2,63±0,34	2,31±0,40	2,14±0,20	1,71±0,48	1,59±0,12

SvjMI- svježa masa izdanka, SuvMI- suva masa izdanka, SvjMK- svježa masa korijena, SuvMK- suva masa izdanka; BP= Biometrički pokazatelj

Regresiona zavisnost efikasnosti dikambe od količine primjene i faze razvoja biljke

Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja razvoja tretiranih biljaka, kao zavisno promjenjive, u odnosu na količinu primjene dikambe, kao nezavisne veličine su date u tabeli 25.

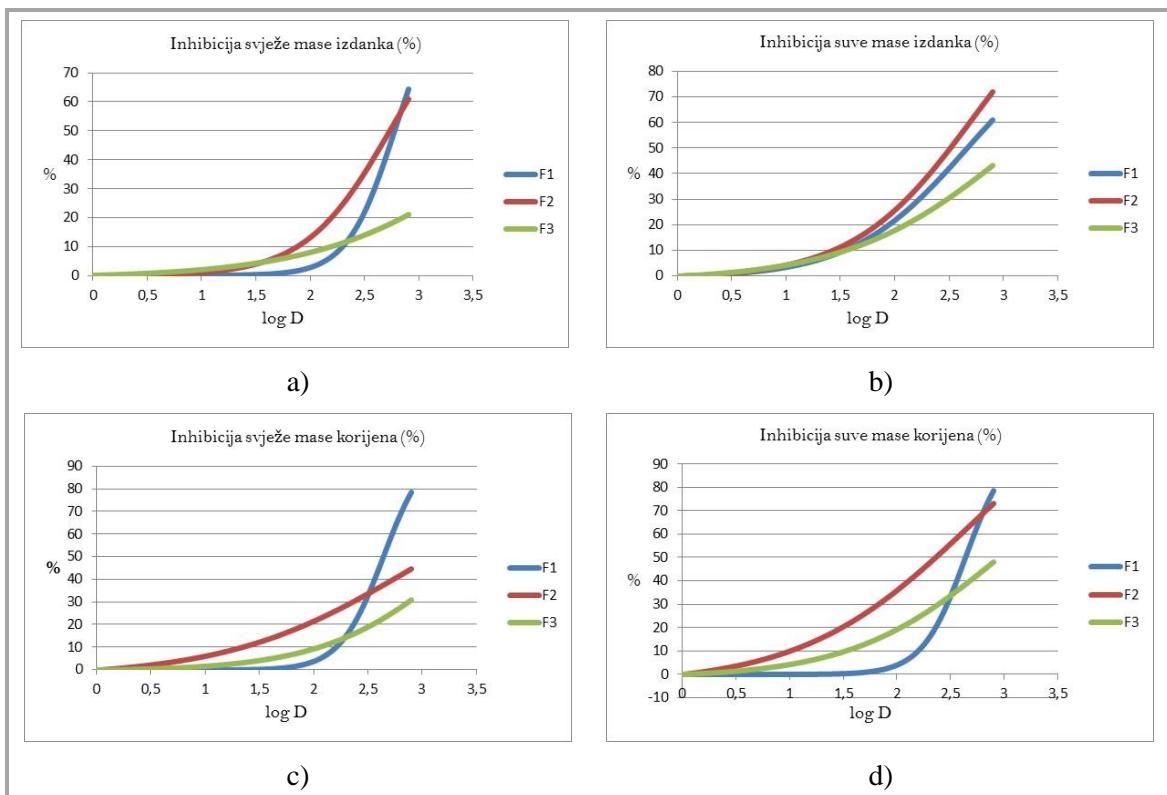
Tabela 25. Parametri regresije (ED_{50} , b , R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene dikambe u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 14)

Faza razvoja	Parametri regresije	Mjereni parametri			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
F1	ED_{50} (g/ha)	285,12	220,32	211,68	209,28
	b	1,997	0,821	1,173	2,155
	R^2	0,946	0,996	0,939	0,937
	χ^2/DF	1,105	0,002	1,078	0,015
F2	ED_{50} (g/ha)	256,8	252,48	349,92	225,12
	b	1,120	0,789	0,518	0,554
	R^2	0,936	0,989	0,716	0,995
	χ^2/DF	0,255	0,004	1,339	0,001
F3	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	b	0,508	0,577	0,691	0,635
	R^2	0,939	0,888	0,910	0,958
	χ^2/DF	0,119	0,089	0,635	0,010

NPK- najveća primjenjena količina

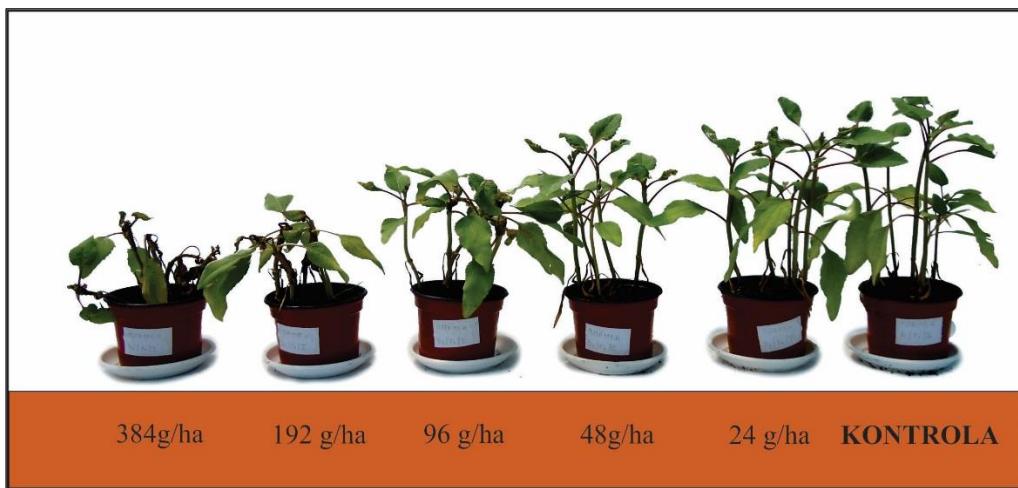
Koeficijent determinacije višestruke regresije zavisnosti procenta efikasnosti dikambe, kao zavisno promjenjive, od doze i faze razvoja biljke kao nezavisno promjenjive, za fazu F1 kretala se 0,937-0,996, a količina koja smanjuje masu biljaka za 50% tj. ED_{50} iznosi 209,28-285,12 g/ha (u zavisnosti od mjerenoj parametra). Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F2 je iznosio 0,716-0,995. Najmanja ED_{50} je bila za suvu masu korijena i iznosila je 225,12 g/ha. Koeficijent determinacije višestruke regresije za fazu F3 je iznosio 0,888-0,958, a ED_{50} za sve mjerene parametre je bila veća od najveće primjenjene doze, te se nije mogla izračunati.

Regresiona zavisnost, posmatrana kao absolutni biometrički pokazatelj izražen u gramima transformisana je u procente, pri čemu je vrijednost inhibicije kontrolnih biljaka izražena kao 0% te je predstavljena grafikonom 15. Najveći % inhibicije zabilježen je na biljkama tretiranim u F1 fazi, pri čemu je veći procenat inhibicije zabilježen na korijenu (78%) u odnosu na izdanak (64%). Inhibicija mase biljaka tretiranih u F3 fazi, za sve posmatrane parametre, bila je znatno manja nego kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi.

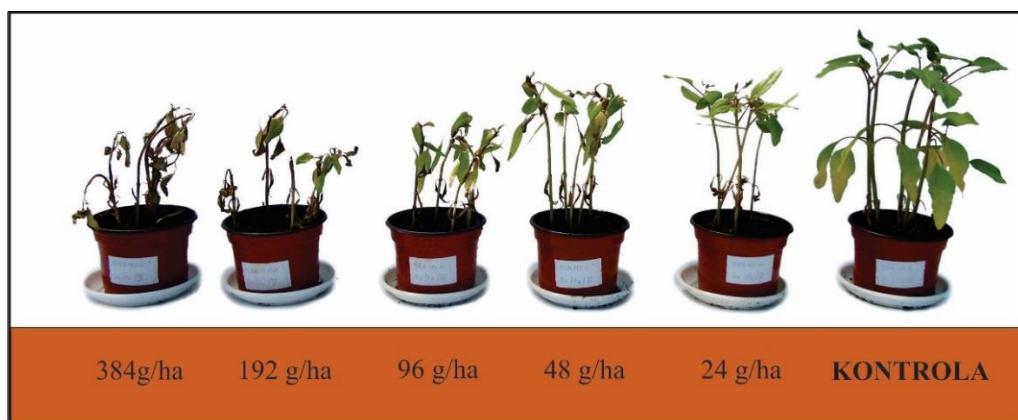


Grafik 15. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene dikambe: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena

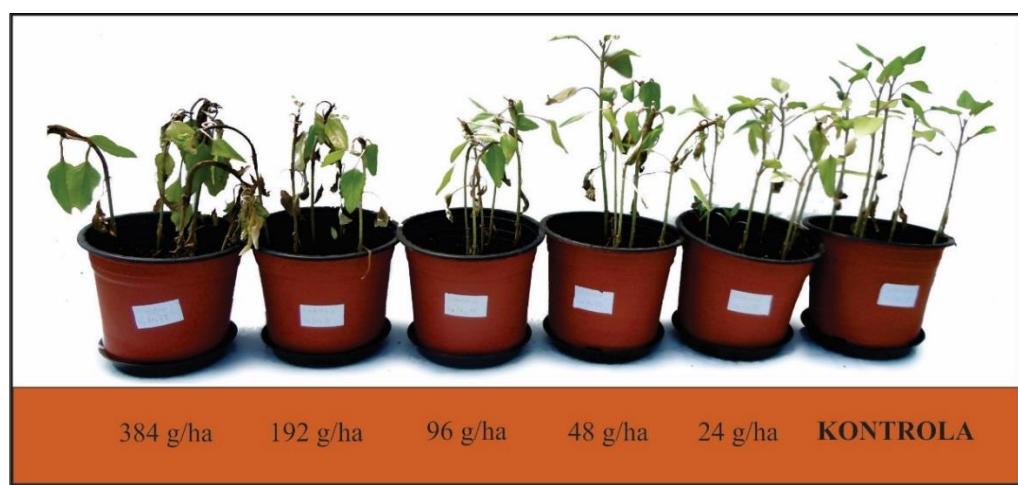
Simptomi fitotoksičnosti uslijed djelovanja dikambe u vidu deformacije i pucanja stabla mogu se vidjeti u svim tretiranim biljkama. Biljke tretirane u F1 fazi, na najvećim količinama primjene (192 i 384 g/ha) su prestale sa rastom i došlo je do propadanja vršnog meristemskog tkiva, dok je slabiji efekat postignut pri manjim količinama primjene (Slika 55). Biljke tretirane u F2 fazi su smanjenog porasta, pri većim količinama primjene došlo je do nekroze i sušenja cijelih biljaka, a pri slabijim do žućenja listova i smanjenog porasta u odnosu na kontrolne biljke (Slika 56). Simptomi fitotoksičnosti su primjetni na svim biljkama tretiranim u F3 fazi, s tim da je do neznatnog smanjenja porasta došlo pri količini od 96, 192 i 384 g/ha (Slika 57).



Slika 55. Efekat različitih količina primjene dikambe na fazu razvoja F1



Slika 56. Efekat različitih količina primjene dikambe na fazu razvoja F2



Slika 57. Efekat različitih količina primjene dikambe na fazu razvoja F3

4.8.6. Efikasnost tifensulfuron-metila

Tifensulfuron-metil inhibira biosintezu aminokiselina valin i izoleucin te zaustavlja diobu ćelija i rastenje biljaka. Prvi simptomi fitotoksičnosti primjećeni su treći dan nakon tretmana u vidu blagog žućenja mlađih listova i to pri najvećoj količini primjene. Osmi dan nakon tretmana primjetno je žućenje starijih listova, deformacija i uvijanje mlađih listova (Slika 58). Na kraju tretmana primjećeno je zaustavljanje porasta tretiranih biljaka samo pri najvećim količinama primjene u fazi F1, te žućenje i nekroza strajih listova pri manjim količinama primjene u fazama F2 i F3, s tim da rast biljaka nije bio zaustavljen.



Slika 58. Simptomi fitotoksičnosti a. s. tifensulfuron-metil
osmi dana nakon tretmana

Najveći procenat inhibicije je postignut u fazi F1, a najmanji u fazi F3 (Tabela 26). Na biljkama tretiranim u fazi F1 postignuta je veća inhibicija izdanka nego korijena, dok na biljkama tretiranim u F3 fazi zabilježeno je veće smanjenje mase korijena u odnosu na masu izdanaka. Na biljkama tretiranim u fazi F2 smanjenje mase je bilo podjednako i na izdanku i na korijenu.

Tabela 26. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene tifensulfuron-metila u zavisnosti od faze razvoja biljaka

Faza razvoja	BP	Količina primjene tifensulfuron-metila					
		Kontrola	0,94 g/ha	1,87 g/ha	3,75 g/ha	7,50 g/ha	15,00g/ha
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}(g)$
F1	SvjMI	15,43±0,54	14,74±1,04	16,40±0,57	12,77±0,86	10,57±1,20	8,96±1,83
	SuvMI	6,12±0,23	5,01±0,40	5,85±0,18	4,12±0,17	4,08±0,49	3,76±0,58
	SvjMK	6,43±0,38	7,44±0,66	8,50±0,87	6,91±0,87	5,09±0,68	5,21±1,79
	SuvMK	1,79±0,07	1,74±0,12	2,12±0,18	1,61±0,15	1,62±0,44	1,55±0,24
F2	SvjMI	15,96±1,09	16,20±0,72	14,75±1,73	16,27±0,53	14,68±0,85	13,89±0,32
	SuvMI	6,63±0,37	5,97±0,27	5,17±0,54	5,60±0,35	4,85±0,25	4,95±0,17
	SvjMK	9,91±0,45	9,34±0,92	8,99±0,72	8,03±1,28	6,48±0,35	6,43±0,52
	SuvMK	2,21±0,20	2,09±0,08	1,95±0,05	1,88±0,07	1,80±0,10	1,77±0,13
F3	SvjMI	60,19±4,44	57,62±3,90	62,16±1,96	55,50±0,56	56,32±1,33	54,61±5,21
	SuvMI	27,42±1,97	25,98±1,71	28,55±0,94	25,21±0,97	25,10±0,77	24,43±1,38
	SvjMK	23,27±3,54	20,35±0,83	19,56±1,73	18,39±2,67	18,25±1,01	15,99±1,12
	SuvMK	7,01±0,42	6,52±0,32	6,50±0,20	5,99±0,68	5,05±0,68	5,04±0,29

SvjMI- svježa masa izdanka, SuvMI- suva masa izdanka, SvjMK- svježa masa korijena, SuvMK- suva masa izdanka, BP= Biometrički pokazatelj

Regresiona zavisnost efikasnosti tifensulfuron-metila od količine primjene i faze razvoja biljke

Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja razvoja tretiranih biljaka, kao zavisno promjenjive, u odnosu na količinu primjene tifensulfuron-metila, kao nezavisne veličine su date u tabeli 27.

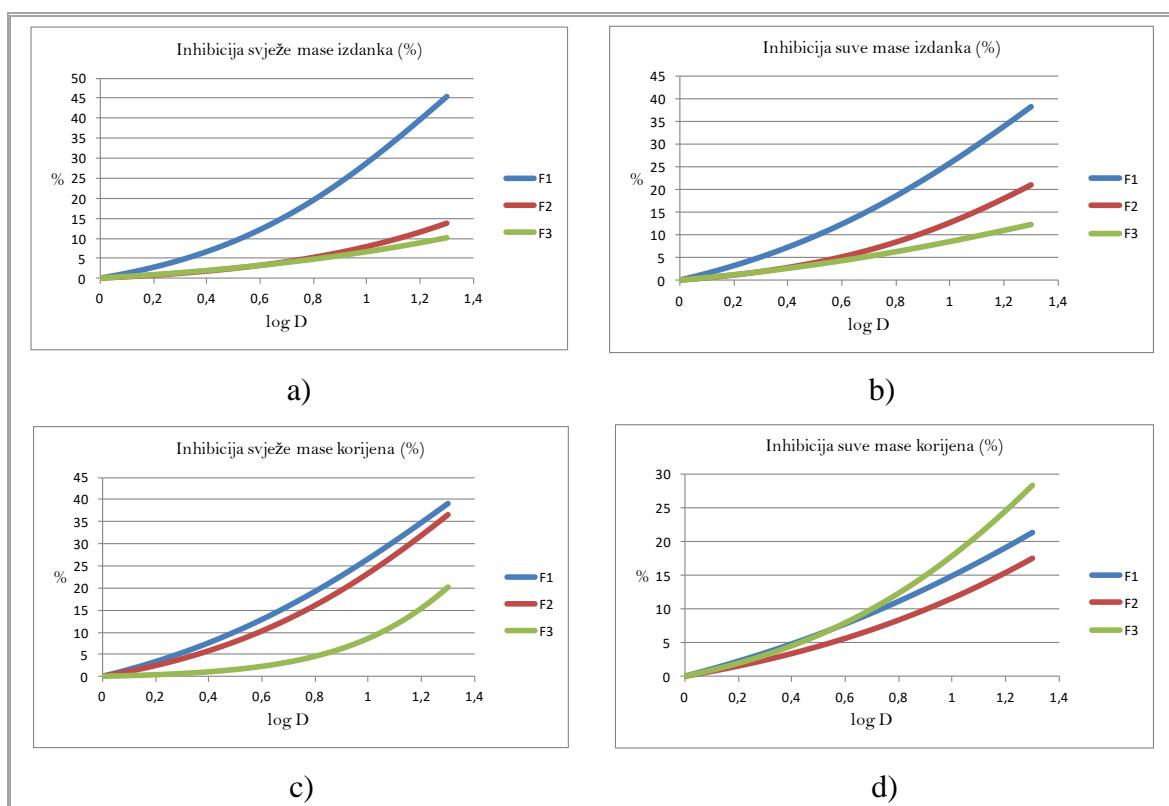
Tabela 27. Parametri regresije (ED_{50} , b , R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene tifensulfuron-metila u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 15)

Faza razvoja	Parametri regresije	Mjereni parametri			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
F1	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	b	0,957	0,702	0,694	0,425
	R^2	0,960	0,773	0,848	0,571
	χ^2/DF	0,336	0,223	0,262	0,018
F2	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	b	0,784	0,940	0,816	0,520
	R^2	0,854	0,585	0,877	0,760
	χ^2/DF	0,142	0,194	0,269	0,006
F3	ED_{50} (g/ha)	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	b	0,482	0,599	1,398	0,740
	R^2	0,738	0,735	0,486	0,854
	χ^2/DF	2,216	0,650	3,060	0,097

NPK- najveća primjenjena količina

Koeficijent determinacije višestruke regresije zavisnosti procenta efikasnosti tifensulfuron-metila, kao zavisno promjenjive, od doze i faze razvoja biljke kao nezavisno promjenjive, za fazu F1 kretala se 0,571-0,960, za fazu F2 o 0,585-0,854, a za fazu F3 je iznosio 0,486-0,854. ED₅₀, odnosno količina koja smanjuje masu biljaka za 50%, u svim tretmanima je bila veća od najveće primjenjene količine primjene, tako da se nije mogla odrediti.

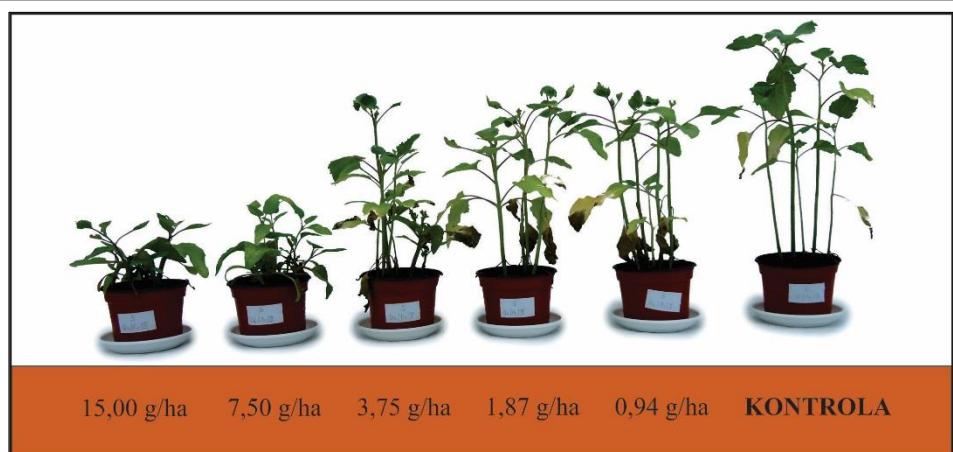
Regresiona zavisnost, posmatrana kao absolutni biometrički pokazatelj izražen u gramima transformisana je u procente, pri čemu je vrijednost inhibicije kontrolnih biljaka izražena kao 0% i predstavljen grafikonom 16. Najveći % inhibicije postignut je na biljkama tretiranim u F1 fazi, pri čemu je veći procenat inhibicije zabilježen na izdanku nego na korijenu. Namanji % inhibicije postignut je na biljkama tretiranim u F3 fazi. Iako inhibicija mase ni u jednom tretmanu nije prešla 50%, na osnovu vizuelnog pregleda, može se reći da je najveći efekat postignut na biljkama tretiranim u F1 fazi.



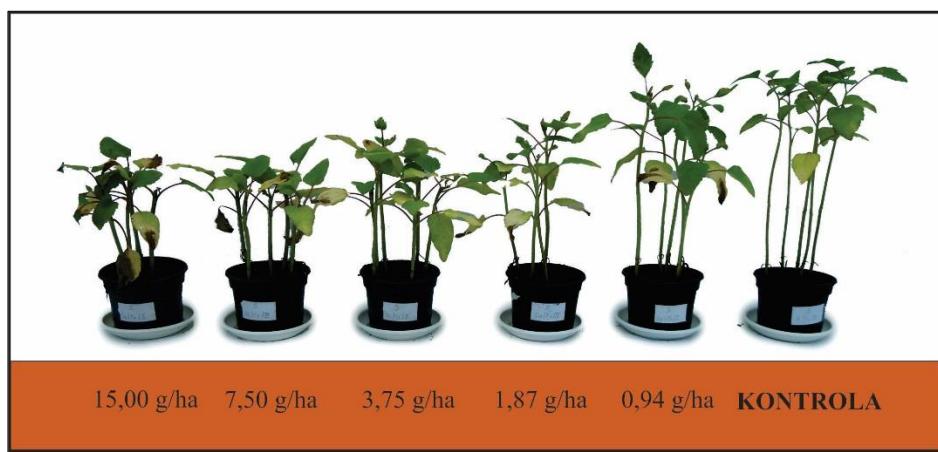
Grafik 16. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene tifensulfuron-metila: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena

Simptomi fitotoksičnosti uslijed djelovanja tifensulfuron-metila, u različitim fazama mogu se vidjeti na slikama 59-61. Simptomi su ispoljeni u vidu žućenja i nekroze starijih listova, dok su tačke rasta kao i mlađi listovi zeleni i na njima nisu primjetni simptomi

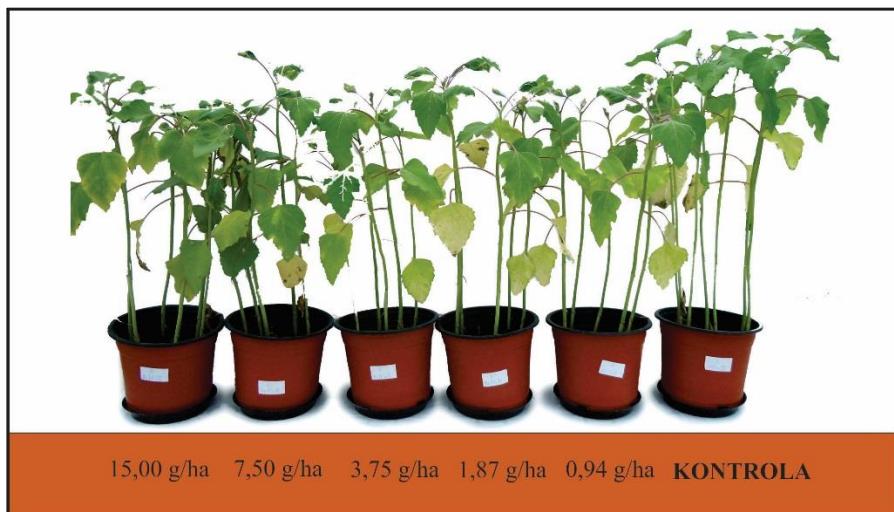
fitotoksičnosti. Najveći efekat (u vidu smanjenog porasta) je vidljiv kod biljaka tretiranih u F1 fazi, pri količinama primjene od 7,50 i 15,00 g/ha, a najslabiji kod biljaka tretiranih u F3 fazi.



Slika 59. Efekat različitih količina primjene tifensulfuron-metila na fazu razvoja F1



Slika 60. Efekat različitih količina primjene tifensulfuron-metila na fazu razvoja F2



Slika 61. Efekat različitih količina primjene tifensulfuron-metila na fazu razvoja F3

5. DISKUSIJA

5.1. Morfološka karakterizacija i taksonomska pripadnost vrsta roda *Xanthium* konstatovanih na području BiH

Na osnovu analiziranih rezultata možemo reći da je taksonomska pripadnost, odnosno sistematizacija vrsta roda *Xanthium* vrlo složena te otuda i raznolika. Još u prvim pisanim radovima opisana je 21 vrsta ovog roda (Millspaugh and Sherff, 1919), s tim da je i tada postojala nesigurnost u vezi determinanti pojedinih vrsta. Pitanje determinacije vrsta roda *Xanthium* je takođe vrlo kompleksno i često praćeno suprotnim mišljenjima, a kao rezultat toga postoje vrlo različiti navodi o broju opisanih vrsta. Kada je u pitanju sekcija *Acanthoxanthium* DC. može se konstatovati da nema nedoumica, jer je u okviru nje opisana samo jedna vrsta i to *X. spinosum* sa jasno izraženim morfološkim determinantama (Gajić, 1975). Mada je u prvim pisanim radovima (Löve, 1975) bilo opisano veći broj vrsta ove sekcije, danas je jasno da se radi o jednoj vrsti sa 20 sinonima (The Plant List, 2019). Kada su u pitanju vrste sekcije *Xanthium* postoje vrlo različiti navodi u sistematizaciji tj. taksonomiji (Tabela 29).

Tabela 28. Vrste roda *Xanthium* opisane u zemljama okruženja

Izvor	Opisane vrste
New Hungarian herbal; The vascular plants of Hungary; Identification key (Király (ed.), 2009)	<i>X. strumarium</i> L., <i>X. albinum</i> subsp. <i>riparium</i> (Čelak.) Widder & Wagenitz, <i>X. italicum</i> Moretti, <i>X. saccharatum</i> Wallr. & Widder, <i>X. spinosum</i> L.
An updated checklist of the vascular flora native to Italy (Bartolucci et al., 2018)	<i>X. ambrosioides</i> Hook. & Arn., <i>X. italicum</i> Moretti, <i>X. orientale</i> L., <i>X. strumarium</i> L. subsp. <i>brasiliicum</i> (Vell.) O. Bolòs & Vigoand i <i>X. strumarium</i> L. subsp. <i>strumarium</i> , <i>X. spinosum</i> L.
Flora SR Srbije (Josifović (ed.), 1970-1977)	<i>X. strumarium</i> L., <i>X. italicum</i> Moretti, <i>X. spinosum</i> L.
Flora Hrvatske (Domac, 1994)	<i>X. strumarium</i> L., <i>X. italicum</i> Moretti, <i>X. spinosum</i> L., <i>X. brasiliicum</i> Vellozo.
Mala flora Slovenije (Martinčič et al., 2007)	<i>X. strumarium</i> L., <i>X. italicum</i> Moretti, <i>X. spinosum</i> L.
Flora Bosne i Hercegovine (Beck et al., 1983)	<i>X. strumarium</i> L., <i>X. italicum</i> Moretti, <i>X. spinosum</i> L.
Flora Europaea (Love, 1976)	<i>X. strumarium</i> L. subsp. <i>strumarium</i> , <i>X. strumarium</i> L. subsp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve, <i>X. spinosum</i> L.

Prema podacima The Plant List (2019) prihvaćeno je jedanaest vrsta roda *Xanthium* sa većim brojem podvrsta i brojnim opisanim, taksonomski nepotvrđenim imenima ili imenima koja označavaju sinonime. Prihvaćeni nazivi vrsta su:

- *X. albinum* (Widd.) Scholz & Sukopp,
- *X. argenteum* Widder,
- *X. catharticum* Kunth,
- *X. cavanillesii* Schouw ex Dindr.,
- *X. inaequilaterum* DC.,
- *X. natalense* Widder,
- *X. orientale* L.,
- *X. pungens* Wallr.,
- *X. saccharatum* Wallr. & Widder,
- *X. spinosum* L. i
- *X. strumarium* L.

Iako je na teritoriji BiH Beck et al. (1983) opisao tri vrste roda *Xanthium*, u ovom istraživanju, a na osnovu morfoloških, anatomskih i genetičkih rezultata kao i korišćenjem savremenih principa sistematike konstatovane su dvije vrste ovog roda *X. orientale* L. i *X. spinosum* L. U okviru vrste *X. orientale* L. identifikovane su dvije podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter i *X. orientale* subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter. Podvrsta *X. orientale* subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter do sada nije opisana na teritoriji BiH.

5.2. Rasprostranjenost vrsta roda *Xanthium* na teritoriji BiH

Predviđanja Kaul-a (1970) da se vrste ovog roda neće širiti na područje sjeverne hemisfere se nažalost nisu obistinila. Na teritoriji BiH vrste roda *Xanthium* su konstatovane na ukupno 110 lokaliteta. Od tog broja *X. orientale* je konstatovan na 101 lokalitetu (Slika 36), a *X. spinosum* 12 lokaliteta (Slika 37). U okviru vrste *X. orientale* podvrsta *X. orientale* subsp. *italicum* je konstatovana na 100 lokaliteta, a podvrsta *X. orientale* subsp. *riparium* na samo jednom lokalitetu (Dolgodi 1) na području Sarajevskog polja. Prema dosadašnjim pisanim podacima (Beck et al., 1983; Šumatić i Janjić, 2006; Kovačević i sar., 2008; Topalić-Trivunović i Pavlović-Muratspahić, 2008; Maslo, 2016) *X. orientale* subsp. *italicum* (sinonimi: *X. italicum* Moretti, *X. strumarium* subsp. *italicum* (Moretti) D.Löve) je konstatovan na širem području BiH (Doboj - dolina Bosne, Šamac, Bardača, Buća potok,

Dolgodi - Sarajevsko polje, Banjalučki region). Na svim ranije konstatovanim lokalitetima, potvrđeno je prisustvo ove vrsta, kao i prisustvo na većem broju novih lokaliteta (Slika 36) tako da je ta činjenica potvrda širenja ove vrste, osvajanja novih staništa i poprimanja "epiteta" invazivnog korova. Širenju ove vrste je zasigurno doprinjela čovjekova aktivnost, kako u smislu raznošenja plodova tako i u pogledu stvaranjem antropogenih (otvorenih) staništa, koja pogoduju njihovom razvoju. Drugi faktor širenja je putem životinja, što je posljedica još uvjek raširenog nomadženja na prostoru BiH, jer se plodovi lako zakače za krvno životinja (posebno ovaca) i time se šire na nova područja. *X. orientale* subsp. *riparium*, do sada nije opisan na teritoriji BiH. S obzirom da je jedna od najbitnijih determinanti ove podvrste, po kojoj se razlikuje od *X. orientale* subsp. *italicum*, zakriviljenost vršnog izraštaja ploda moguće da je došlo do različite interpretacije u definisanju vrste, odnosno podvrste. Prema opisu (Gajić, 1975), omotač ploda *X. strumarium* L. je sa dva prava kljuna ili su ovi nagnuti jedan prema drugom. Plod *X. orientale* subsp. *riparium* ima prave kljunove, dok je plod *X. orientale* subsp. *italicum* sa dva savijena kljuna. *X. orientale* subsp. *riparium* je konstatovan na lokalitetu na kojem je ranije konstatovan *X. strumarium* L. (Dolgodi – Sarajevsko polje), dok na ostalim lokalitetima, na kojim je ranije opisan *X. strumarium* (iako su oni u toku istraživanja posjećeni), a to su: Dobojski, Tuzla, Ilički i Gradiška, nije primjećeno njegovo prisustvo. Razlozi njihove manje brojnosti je: smanjenje poljoprivrednih površina (posebno na području Sarajevskog polja) koja su najvećim dijelom pretvoreno u urbane površine, kao i postojanje stranooplodnje na nivou podvrsta i vrsta, što je moglo prouzrokovati smanjenje brojnosti nekih populacija. Opisane vrste su konstatovane kako na obradivim tako i na neobradivim (ruderalnim) površinama. Kada su u pitanju obradive površine ove vrste su konstatovane u sljedećim usjevima i zasadima: kukuruz, krompir, duvan, soja, voćnjak i vinograd. Na prostoru centralne i sjeverne BiH *X. orientale* je uglavnom prisutan u širokoredim ratarskim usjevima, dok se na jugu javlja kao korov vinograda i voćnjaka. Od širokoredih ratarskih vrsta najveća brojnost je zabilježena u usjevu kukuruza, pri čemu brojnost ima oznaku 3 ili 4, dok je najmanja brojnost zabilježena na ruderalnim staništima i ima oznaku 1 ili 2 (Slika 36). Kada su u pitanju voćnjaci i vinograđi, *X. orientale* je prisutan u dijelu zemljišta koji se redovno obrađuje, odnosno prostor reda ili cjela površina ukoliko se obrađuje. Na osnovu toga može se zaključiti da na rasprostranjenost ove vrste, najveći uticaj ima intenzitet agrotehnike. *X. spinosum* je konstatovan na području sjeverne (Tuzla, Šamac, Barača, Gradiška, Dobojski), centralne (Sarajevsko polje, Trebević, Vrelo Bosne) i južne BiH (Beck et al., 1983; Kovačević i sar., 2008; Maslo, 2016). Ovim

istraživanjem je potvrđeno prisustvo *X. spinosum* na području južne BiH (Hercegovina) (Slika 37), dok na ostalim lokalitetima nije konstatovan. *X. spinosum* je konstatovan u voćnjacima i vinogradima (ocjena brojnosti 2) i na ruderalnim staništima (ocjena brojnosti 1) i njegova pojava je takođe vezana za agrofitoceneze. Pojava ove vrste na području koje pripada mediteranskom klimatu se može objasniti malim zahtjevima u pogledu vlažnosti (kserofitska vrsta) i velikim zahtjevima u pogledu temperature (termofilna-mediteranska vrsta).

Na osnovu rezultata rasprostranjenosti i brojnosti konstatovanih vrsta može se reći da *X. orientale* subsp. *italicum* ima invazivni karakter, dok *X. spinosum* spada u štetne korovske vrste, ali se ne može reći da je u ekspanziji. U istraživanju potencijalno invazivnih vrsta na području BiH, Šarić i sar. (2011) i Maslo (2016) navode *X. orientale* subsp. *italicum* (sin. *X. strumarium* L. ssp. *italicum* (Moretti) D.Löve) kao potencijalno invazivnu vrstu, što je u saglasnosti sa rezultatima ovih istraživanja. Međutim, prema podacima istih autora i *X. spinosum* takođe ima invazivni karakter. Rezultati ovih istraživanja ukazuju na to da je ovo štetna krovска vrsta, međutim kada se uzme u obzir činjenica da je ekspanzija (širenje) alohtonog taksona bitan karakter invazivnih vrsta, a širenje *X. spinosum* je konstatovano samo na području Hercegovine, dok na prostoru Sjeverne Bosne, Semberije i Posavine te centralne Bosne nije uopšte konstatovan, možemo zaključiti da je ovaj korov regionalnog značaja jer njegovo širenje ograničavaju, prije svega, ekološki faktori. Sličan status ove vrste imaju i u zemljama okruženja. Za područje Srbije *X. strumarium* (Tomanović, 2004; Vrbničanin i sar., 2004; Malidža i Vrbničanin, 2007) ima status alohtone neofite u invaziji, koja je prisutna na obradivim površinama cijele teritorije (Vrbničanin i sar., 2009), dok se *X. spinosum* smatra kosmopolitom prisutanim na manjem broju lokaliteta Banat, Bačka i jug Srbije (Malidža i Vrbničanin, 2007). U Hrvatskoj (Boršić et al., 2008) i Sloveniji (Lešnik, 2017) vrste sekcije *Xanthium* (*X. orientale* subsp. *italicum* (sin. *X. strumarium* L. ssp. *italicum* (Moretti) D.Löve; *X. italicum* L.) i *X. strumarium* L.), su okarakterisane kao invazivne vrste, s tim da u Hrvatskoj isti status ima i *X. spinosum*. Razlog tome je vjerovatno činjenica da se veći dio teritorije nalazi u mediteranskom klimatu, što pogoduje širenju *X. spinosum*. Pored navedenih zemalja, *X. orientale* subsp. *italicum* ima status invazivne vrste u Mađarskoj, Italiji, Grčkoj, Rumuniji i Bugarskoj, tako da je potvrda ovog statusa i na području BiH posljedica invazivnog karaktera ove vrste.

U predviđanju invazivnosti moraju se uzeti u obzir biološke, ekološke i fizioške osobine vrste, kao i rasprostranjenost u nativnoj sredini (Rejmánek, 2000). Jedna od specifičnosti ove vrste (*X. orientale*) koja joj olakšava razmožavanje i održavanje je građa

ploda. Plod se sastoji od dva sjemena, od kojih jedno dugo zadržava dormantnost (Shitaka and Hirose, 1993), što omogućava dugo zadržavanje ove vrste na infestiranim površinama. Druga važna osobina je i specifična građa omotača ploda (Tranel et al., 2003) te plod može tolerisati potapanje i više mjeseci bez negativnog uticaja na klijavost (Wang et al., 2014), što mu omogućava opstanak u promjenjivim klimatskim uslovima koji su, kao posljedica klimatskih promjena, sve češće prisutni na teritoriji BiH (Radusin et al., 2016). S obzirom na ekološke zahtjeve vrsta ovog rada, a u svjetlu sve izraženijih klimatskih promjena, možemo reći da će problem rasprostranjenja ovih vrsta tek dostignuti svoj maksimum u narednim godinama *X. orientale* se javlja u narušenim ekosistemima, floristički siromašnim (poljoprivredne i ruderalne površine) u kojima manji broj vrsta može da stupi u kompetativne odnose, time se stiču uslovi za njihovo lakše širenje. Na ovim, narušenim staništima invazivne vrste uspostavljaju stabilne zajednice koje dalje potiskuju autohtonu floru. Uticaj klimatskih karakteristika staništa na širenje invazivnih vrsta iz familije Astreraceae potvrdili su Follak i sar. (2013), gdje su najveći uticaj imali temperatura i padavine. Kao i većinu zemalja u okruženju, BiH je suočena sa posljedicama klimatskih promjena, koje se ogledaju u pojavi poplava, suše, jakih kiša, ekstremno visokih temperatura (Čustović and Marković, 2014) Prema globalnom prognostičkom modelu EH50M utvrđeno je da će temperatura rasti za 0,7-1,6°C za svaki °C globalnog nivoa povećanja u periodu od 2030-2060 godine. Kao posljedica toga očekuje se pojava dugog sušnog perioda, pojava poplava, oluja i drugih prirodnih nepogoda, što će značajno uticati na biološki diverzitet. Brzina tih promjena, kao i specifičnosti urbanih i poljoprivrednih zona takođe mogu uticati na širenje pojedinih biljnih vrsta izvan zona u kojima su do sada bile konstatovane (Vukmir et al., 2009). Prema podacima Trećeg nacionalnog saopštenja i drugog dopunjjenog izvještaja o efektu stakleničke bašte u Bosni i Hercegovini (Third national communication and second biennial update report on greenhouse gas emissions of Bosnia and Herzegovina) (2016), analizom višegodišnjeg prosjeka (1961-2014) utvrđen je pozitivan linearan trend srednje godišnje temperature, koji je posebno izražen od 1982 godine. Na prostoru BiH povećanje srednje godišnje temperature se kretalo 0,4-1,0°C, a povećanje temperature u vegetacionom periodu (april do septembar) doseže 1°C. S tim, da je povećanje temperature posebno izraženo od 1990 godine. Kao heliofilnoj vrsti, koja dobro podnosi sušu i visoke temperature, kao i činjenica da ova vrsta ima status invazivne vrste u zemljama okruženja, navedena predviđanja pogoduju daljem širenju ove vrste na nove površine.

Konstatacija Griffith i Watson (2005) da populacije koje rastu na većim nadmorskim visinama cvjetaju prije populacija u odnosu na populacije koje rastu na nižim nadmorskim visinama je potvrđena i ovim istraživanjem. Cvjetanje biljaka *X. orientale* čije je sjeme prikupljeno sa područja Semberije, Sjeverne i centralne Bosne je počelo 3-4 mjeseca ranije u odnosu na biljke čije je sjeme prikupljeno sa područja Hercegovine. U istraživanju Sugiyama i Hirose (1991) kod vrste *X. canadense* takođe je konstatovan pojava kasnijeg cvjetanja na biljkama koje rastu na nižim nadmorskim visinama, što je dovelo do povećanog rasta biljaka, razvijanja većeg broja grana i proizvodnje veće količine sjemena. U istraživanim uslovima i pored kasnijeg cvjetanja biljaka sa juga BiH one su formirale plodove, s tim da je razvijanja plodova kraće trajalo (formiranje plodova je počelo 2-3 mjeseca kasnije u odnosu na biljke koje su sa sjevernog djela BiH) tako da su sve biljke dale fiziološki zrele plodove do pojave prvih jesenjih mrazeva. Pojava razvučenog cvjetanja, odnosno prilagođavanje specifičnim klimatskim uslovima je takođe jedna od specifičnosti invazivnih korovskih vrsta (Vrbničanin (ed.) 2015).

5.3. Korišćenje genetičkih analiza i morfološke determinacije u cilju definisanja taksona roda *Xanthium*

Genetička analiza vrsta roda *Xanthium* na teritoriji BiH, zasnovana na ITS2 regionu potvrđuje dvije jasno izdvojene vrste koje pripadaju rodu *Xanthium*, a što je u saglasnosti sa morfološkom karakterizacijom i determinacijom biljaka koje su herbarizovane. Na oba filogenetska stabla dendrogram maksimalne štedljivosti (MP, eng. *maximum parsimony*) i dendogram najveće vjerovatnoće (ML, eng. *maximum likelihood*) rod *Xanthium* je prikazan kao monofiletski (Grafik 1 i 2). Stabla se sastoje od dva glavna klastera, jedan koji uključuje vrstu *X. spinosum* i pripada sekciji *Acanthoxanthium* i drugi, sa vrstama koje pripadaju sekciji *Xanthium* (*X. orientale* i *X. sibiricum*). Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Tomasello i Heubl (2017), gdje je *X. sibiricum* aglomerizovan zajedno sa vrstom *X. orientale*, ali se pri tome jasno izdvaja kao posebna evolutivna grana, odnosno posebna vrsta. Za razliku od ove konstatacije, u filogeniji koju su objavili Zhao i Hu (2014) zasnovanoj na ITS2 sekvenci koja uključuje sedam vrsta roda *Xanthium*, *X. spinosum* je evolutivno bio bliži vrstama koje pripadaju sekciji *Xanthium*, nego što su *X. sibiricum*, *X. pensylvanicum*, *X. brasiliicum* i *X. occidentale*.

Dobijeni filogenetski odnosi unutar klade koja pripada vrsti *X. orientale* su manje jasni, te ukazuju da ITS2 region (Grafik 1 i 2) nije dovoljno informativan i da se moraju koristiti dodatni genomske regioni za razdvajanje blisko srodnih nižih taksonomski jedinki,

npr. podvrsta. Ipak, sve jedinke roda *Xanthium* sa teritorije BiH, koje su na osnovu morfoloških karakteristika determinisane kao *X. orientale* su grupisane zajedno sa sekvencama vrste *X. orientale* dobijene iz genetičke baze podataka (eng. *GenBank*), čime su potvrdile pripadnost ovoj vrsti. Naši rezultati značajno doprinose taksonomskom rasvjetljavanju kompleksa *Xanthium* na teritoriji BiH i u saglasnosti su sa konceptom postojanja dvije vrste i smanjivanja ukupnog broja vrsta koje pripadaju rodu *Xanthium*, što je i u saglasnosti sa rezultatima Löve i Dansereau (1959), Sell i Murrell (2006), Strother (2006) i Tomasello i Heubl (2017).

X. orientale je jednogodišnja vrsta, uspravnog razgranatog stabla. Stablo je visine 89-210 cm, zeleno ili sa crvenim, crveno-ljubičastim ili smeđim, sitnjim ili krupnijim mrljama (Slika 10). List se sastoji iz lisne drške i liske, liska je srasto trouglasta, sa 3 režnja, sa odrezanom ili klinastom osnovom (Slika 11). Cvjetovi su jednopolni, skupljeni u cvast glavicu, koje su pojedinačne ili u grupama, nalaze se u pazuhu lista (Slika 12). Plod je ahenija koja sadrži dva sjemena. Omotač ploda je pokriven umjereno gustim bodljama koje su na vrhu kukasto savijene, aromatičan usljud prisustva žljezdanih dlaka (Slika 15). Trihome i žljezdane dlake su prisutne na cijeloj biljci. Morfološke razlike između vrsta koje pripadaju sekciji *Xanthium* i *Acanthoxanthium* su jasne, dok je determinacija vrsta u okviru sekcije *Xanthium* diskutabilna. Između podvrsta konstatovanih u okviru sekcije *Xanthium* nisu uočene razlike u morfološkoj građi (visina stabla, oblik i boja lista, boja stabla, građa cvasti), osim u izgledu ploda (slika 17 i 18). Na teritoriji BiH do sada opisana vrsta *X. italicum* Moretti (sin.) (prihvaćeno ime - *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter (The Plant List, 2019)) ima zeleno stablo sa crvenim ili smeđim mrljama, što je i potvrđeno u ovim istraživanjima. Međutim, pored tih biljaka, u okviru opisane podvrste *X. orientale* subsp. *italicum*, konstatovane su i jedinke koje imaju zelenu boju stabla bez mrlja (Slika 10). Nakon višegodišnjeg gajenja biljaka zaključeno je da boja stabla, odnosno prisustvo ili odsustvo crvenih ili smeđih mrlja na stablu nije determinanta (stabilna taksonomska kategorija) po kojoj se mogu jasno definisati podvrste, kao i da se u okviru vrste *X. orientale* mogu naći biljke i sa čisto zelenim stablom kao i biljke sa crvenim ili smeđim mrljama na stablu (Slika 10). Visina stabla takođe je vrlo varijabilna tako da se ne može uzimati kao determinanta za definisanje podvrsta. Prema Gajiću (1975) visina stabla *X. orientale* iznosi 30-100 cm, prema Moran i sar. (1981) prosječna visina iznosi 73,2 cm, dok je ovim istraživanjima konstatovana nešto veća visina, 89-210 cm. Boja izraštaja omotača ploda u zelenom stanju može biti zelena ili crveno-ljubičasta (Slika 16), što takođe nije determinanta koja se može koristiti za jasno definisanje podvrsta. Tako da se može reći da postoji čitav

niz varijabilnih karaktera koji su doveli do toga da je opisan veliki broj vrsta, međutim ti karakteri se ne ispoljavaju u narednim generacijama.

Bitna morfološka razlika između konstatovanih podvrsta uočena je u izgledu omotača ploda, odnosno izraštaja na plodu. Na plodu *X. orientale* subsp. *italicum* bočni izraštaji su gušći, dok su vršni lučno savijeni jedan prema drugom. Bočni izraštaji ploda *X. orientale* subsp. *riparium* su rjeđi, a vršni izraštaji su ravni, pri vrhu kukasto savijeni. Međutim, kako nema dokaza o postojanju prepreke u pogledu međusobnog opršivanja između vrsta, kao i da je dokazano postojanje povremene stranooplodnje i stvaranje hibrida (Löve and Dansereau, 1959), izgled ploda, odnosno raspored i oblik izraštaja na plodu je varijabilna osobina, koja se može koristiti kao determinanta za definisanje podvrsta. Gajenjem biljaka u neposrednoj blizini došlo je do mješanja morfoloških osobina ploda tako da su svi plodovi, nakon tri godine istraživanja, bili slični i nije konstatovana razlika u rasporedu i obliku izraštaja na plodu između konstatovanih podvrsta (Slike 17, 18, 19 i 20). Ovaj rezultat potvrđuje činjenicu postojanja velikog broja varijacija koje često rezultiraju malim, lokalnim ali nestabilnim taksonima (Löve and Dansereau, 1959). Dužina ploda kao morfološka karakteristika je prilično ujednačena na nivou podvrsta. Tako da je srednja vrijednost dužine ploda *X. orientale* subsp. *italicum* iznosila 2,33 cm, a za *X. orientale* subsp. *riparium* 2,59 cm (Tabela 6), dok je kod *X. italicum* iznosila 2,02 cm (Moran et al., 1981). Dužina ploda drugih vrste u okviru ove sekcije se kreće od 1,87 cm za *X. chinense*, 2,11 cm za *X. pennsylvanicum* do 2,25 cm za *X. cavanillesii*. Srednja vrijednost mase ploda je iznosila je 0,45 g za *X. orientale* subsp. *italicum*, a za *X. orientale* subsp. *riparium* 0,67 g (Tabela 6). U istraživanju Moran i sar. (1981) masa ploda za *X. italicum* je bila nešto manja i iznosila je 0,19 g, a za ostale vrste ove sekcije masa ploda se kretala od 0,16 g za *X. chinense*, 0,29 g za *X. pennsylvanicum* pa do 0,42 g kod *X. cavanillesii*. Kako je masa ploda u velikoj mjeri određena faktorima spoljašnje sredine (Baskin and Baskin, 1998) kao i kompeticijskim odnosima između biljaka (Senseman and Oliver, 1993) iz toga proističe da broj formiranih plodova po biljci (Lutman, 2002) kao osobina je vrlo varijabilna i nije pogodna za definisanje vrste ili kao determinanta nižih taksona (podvrsta, varijateta). Srednja vrijednost dužine ploda *X. spinosum* je iznosila 1,07 cm, a prosječna masa ploda 0,06 g.

Prema Gajiću (1975) žljezdane dlake su kao determinanta opisane na plodu *X. strumarium* L., dok se ne spominju na plodu vrste *X. italicum* Moretti (sin.) (prihvaćeno ime - *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter). Za razliku od toga, u ovom istraživanju žljezdane dlake su konstatovane na plodovima vrste *X. orientale* L. (obe konstatovane

podvrste), što potvrđuje činjenicu da sve analizirane jedinke pripadaju vrsti *X. orientale* L. (sin. *X. italicum* subsp. *italicum* (Moretti) D. Löve) što je u saglasnosti sa Flora Europaea (Love, 1976). Osim toga, žljezdane dlake su takođe konstatovane i na plodu vrste *X. spinosum*.

Građa, oblik, veličina i struktura trihoma je specifična za svaku biljnu vrstu, tako da one često doprinose determinaciji (Metcalfe and Chalk, 1950). Trihome stabla i lista obe konstatovane vrste, kao i kod *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013) su višećelijske različitog oblika i veličine: sa oštom vršnom ćelijom, ili sa zaobljenom ili blago zaobljenom vršnom ćelijom. Žljezdane dlake su konstatovane na vrsti *X. orientale* kao i na *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013) i *X. strumarium* (Ghorbanil et al., 2010; Ullah Khan et al., 2013; Wolski et al., 2016; Wolski et al., 2016). Žljezdane dlake i trihome su konstatovane na površini lista obe konstatovane podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* i *X. orientale* subsp. *riparium*, tako da u pogledu ovih karakteristika nema razlika na nivou podvrsta.

X. spinosum je jednogodišnja vrsta, uspravnog, razgranatog stabla. Stablo je zeleno, a cijela biljka je pokrivena dugim bijelim dlakama (Slika 21). Listovi su sjedeći ili sa kratkom lisnom drškom ispod koga se nalazi 3-djelni oštar trn (Slika 21). Lisna ploča je izdjeljena na 3 ili 5 režnjeva, na njoj nisu konstatovane žljezdane dlake. Cvjetovi su jednopolni, skupljeni u cvasti, koje se nalaze u pazuhu lista (Slika 22). Plod je ahenija, sa dva sjemena. Omotač ploda je umjereno gusto pokriven kukastim, smeđežutim bodljama, na vrhu sa dva prava kljuna (Slika 23). Cijeli plod je obrastao zlatnožutim, sitnim, žljezdanim diskovima koji su sitniji u odnosu na diskove ploda *X. orientale*. Visina stabla *X. spinosum* iznosi 59-130 cm, dok se prema Gajiću (1975) visina kreće 15-80 cm.

5.4. Uporedna analiza anatomske građe determinisanih vrsta roda *Xanthium*

Korijen. Kada je u pitanju korijen *X. orientale*, najmanji prečnik korijena iznosi je 8,32 µm (lokalitet Mašići), a najveći je ustanovljen na biljkama sa lokaliteta Lukavac i iznosi 147,40 µm (Tabela 7). Poprečni presjek korijena sa lokaliteta Lukavac je statistički značajno veći u odnosu na presjek korijena biljaka sa drugih lokacija, što se može objasniti uticajem heterogenosti staništa na materinsku biljku sa koje su uzeti plodovi (Metcalfe and Chalk, 1950). Na poprečnom presjeku korijena *X. orientale* jasno se uočava sekundarni rast. Sekretorni kanali su slabo vidljivi i mogu se uočiti između endodermisa i parenhima kore (Slika 25), kao što je konstatovano i kod *X. strumarium* (Ghorbanil et al., 2010; Wolski et al., 2016) i *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013). Iako postoje statistički značajne

razlike anatomskih parametara korijena između analiziranih populacija vrste *X. orientale*, na nivou podvrsta nisu konstatovane razlike (Grafik 3), tako da se ovi parmetri ne mogu koristiti za bližu determinaciju.

X. spinosum. Analizom anatomske građe korijena konstatovana je takođe sekundarna građa korijena sa istim histološkim elementima kao i kod vrste *X. orientale*. *X. spinosum* je imao niže vrijednosti za površinu sekundarnog drveta, primarne kore, kožnog tkiva i površinu poprečnog presjeka korijena u odnosu na *X. orientale*, ali nije konstatovana statistički značajna razlika između na nivou vrsta (Tabela 7). Ako se sagleda udio pojedinih tkiva na poprečnom presjeku korijena, takođe nije konstatovana statistički značajna razlika između *X. spinosum* i *X. orientale* (Tabela 8). Zaključno se može reći da, analizom svih mjerjenih parametara korijena nisu konstatovane razlike u anatomskoj građi između vrsta koje pripadaju sekciji *Acanthoxanthium* DC. i *Xanthium* DC., kao ni razlike na nivou podvrsta.

Stablo. Na poprečnom presjeku stabla *X. orientale* utvrđena je tipična primarna anatomska građa (Slika 26). Na površini epidermisa nalaze se kako trihome tako i žljezdane dlake. Sekretorni kanali se nalaze u primarnoj kori i sastoje se 6-10 sekretornih ćelija, što je specifično i za *X. strumarium* (Wolski et al., 2016) kao i za *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013). Sekretorni kanali, osim u stablu, konstatovani su u lisnoj dršci i u centralnom lisnom nervu. Između mjerjenih parametara stabla postoje statistički značajne razlike, ali te razlike, kao što je slučaj i sa korijenom, nisu konstatovane na nivou podvrsta. *X. orientale* ima istu anatomsku građu stabla kao i *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013) i *X. strumarium* (Ghorbanil et al., 2010; Wolski et al., 2016).

X. spinosum takođe ima primarnu građu stabla. Za razliku od *X. orientale* na stablu *X. spinosum* nisu primjećene žljezdane dlake. U primarnoj kori su konstatovani sekretorni kanali, ali je njihov broj manji u odnosu na *X. orientale* (Slika 33). *X. spinosum* je imao najniže vrijednosti za sve mjerene parametre stabla i statistički su značajno manje u odnosu na *X. orientale* (Tabela 9). Međutim, kada se pogleda udio pojedinih tkiva na poprečnom presjeku stabla, između analiziranih vrsta statistički značajna razlika konstatovana je samo u udjelu parenhima i kolenhima kore (Tabela 10). Parenhim primarne kore *X. orientale* je bolje razvijen u odnosu na parenhim stabla *X. spinosum* te je i udio parenhima statistički manji kod *X. spinosum* u odnosu na *X. orientale*. Samim tim, udio kolenhima u primarnoj kori je veći kod *X. spinosum* u odnosu na *X. orientale*.

Analizom anatomske građe stabla dobijeni su rezultati koji su u saglasnosti sa rezultatima drugih autora i time potvrđuju konstataciju da nema razlike u anatomskoj građi

između vrste *X. orientale* i *X. strumarium* (Ullah Khan et al., 2013; Wolski et al., 2016), kao i *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013). Anatomskom analizom nije konstatovano postojanje razlika na nivou podvrsta.

List. List *X. orientale* je bifacialne građe. U lisnoj dršci se nalaze sekretorni kanali (Slika 28). Na epidermisu lica i naličja lista, kao i na lisnoj dršci prisutne su dugačke, višećelijske, epidermske dlake (trihome) i žljezdane dlake. List je amfistomatalan. Anomocitni stomini aparati, *Amaryllis* tipa se nalaze u nivou epidermisa. Palisadno tkivo se sastoji od 3 sloja izduženih ćelija, a sunđerasto je bogato intercelularima (Slika 29). Na osnovu analiziranih parametara lista može se zaključiti da nema statistički značajnih razlika između populacija vrste *X. orientale* (Tabela 11). Anatomska građa lista *X. orientale* je u saglasnosti sa građom lista vrste *X. strumarium* (Bhogaonkar and Ahmad, 2012; Wolski et al., 2016) kao i *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013). S tim, da su kod *X. orientale* konstatovana tri sloja ćelija palisadnog tkiva, kao i kod *X. italicum* (Sârbu and Smarandache, 2013) čime je potvrđena činjenica da se radi o istim vrstama, dok su kod *X. strumarium* konstatovana jedan do dva sloja palisadnih ćelija (Reeta et al., 2010).

List *X. spinosum* je takođe bifacialne građe. Na epidermisu lista nisu konstatovane žljezdane dlake, a trihome su u vidu dugačkih, bjeličastih dlaka. Kao i kod *X. orientale*, konstatovan je *Amaryllis* tip, anomocitnog stominog aparata. Na poprečnom presjeku lista *X. spinosum* konstatovana su dva sloja palisadnih ćelija. Jedina razlika u anatomskoj građi lista između konstatovanih vrsta je u broju slojeva palisadnih ćelija, kod *X. orientale* je konstavano tri (Slika 29) a kod *X. spinosum* dva sloja palisadnih ćelija (Slika 35), dok između ostalih mjerjenih parametara lista nije konstatovana razlika na nivou vrsta (Tabela 11).

Žljezdano tkivo se sastoji od sekretornih kanala i spoljašnjih kožnih žljezda u vidu žljezadnih dlaka (Slika 30). Sekretorni kanali se sastoje od 6-10 sekretornih ćelija i prisutni su kod obe konstatovane vrste, kao i na podvrstama. Žljezdane dlake su prisutne na svim nadzemnim organima *X. orientale* što cijeloj biljci daje aromatičan miris, dok su kod *X. spinosum* konstatovane samo na plodu. Trihome su građene 4-10 ćelija (Tabela 31), pri čemu je vršna ćelija oštra i zašiljena i prisutne su na svim nadzemnim organima biljaka, obe konstatovane vrste *X. orientale* i *X. spinosum*.

Stome vrsta roda *Xanthium* su anomocitne, nalaze se u nivou epidermisa, *Amaryllis* tipa. List je amfistomatalan, što znači da su stome prisutne i na licu i na naličju lista. Kod većine biljaka stome su najbrojnije u epidermisu lista, dok su manje zastupljene u ostalim djelovima biljke (Raven et al., 2005), što je i razlog njihovog određivanja samo na listu. Broj

stoma je specifičnost vrste, ali zavisi i od ekoloških faktora u kojima se biljka razvija (Metcalfe and Chalk, 1950). Kod *X. orientale* stome su ravnomjerno raspoređene po cijelom listu. U pogledu rasporeda i broja stoma nije konstatovana razlika na nivou podvrsta. Kod *X. orientale* subsp. *italicum* prosječan broj stoma na licu lista je iznosio od 122,21 stoma/mm², a na naličju od 136,21 stoma/mm². Kod *X. orientale* subsp. *riparium* prosječan broj stoma je iznosio 117,42 stoma/mm² na licu lista i 130,90 na naličju lista (Tabela 13), dok su Sârbu i Smarandache (2013) konstatovali da je kod *X. italicum* prosječan broj stoma na epidermisu lista iznosio oko 210 stoma/mm². Prema navodima Reeta i sar. (2010) broj stoma kod *X. strumarium* na licu lista kretao se 108-120 stoma/mm², dok je broj stoma na naličju lista bio veći i iznosio je 192-216 stoma/mm². Kod svih vrsta sekcije *Xanthium* veći broj stoma je konstatovan na naličju u odnosu na lice lista.

Kod *X. spinosum* zabilježen je nešto veći broj stoma na licu lista u odnosu na *X. orientale* 133,21 stoma/mm², dok je prosječan broj stoma na naličju lista bio manji i iznosio je 93,86 stoma/mm² (Tabela 13). Kod *X. spinosum* je konstatovan manji prosječan broj stoma na naličju lista u odnosu na *X. orientale*, dok u pogledu broja stoma na licu lista nije bilo razlike.

5.5. Uticaj temperature i vremena na klijanje sjemena vrsta roda *Xanthium*

Preliminarnim ispitivanjem klijavosti koja su rađena uporedno na pijesku i filter papiru konstatovana je manja klijavost obe ispitivane vrste, *X. orientale* i *X. spinosum* na filter papiru. Smanjena klijavost je posljedica nedovoljnog kontakta između ploda i filter papira, zbog prisustva izraštaja na samom plodu (Norsworthy and Oliveira, 2007), što je i potvrđeno preliminarnim istraživanjem. Tako da se za naklijavanje krupnog sjemena sa izraženom ornamentikom ploda, kao što je slučaj sa plodovima roda *Xanthium*, a u cilju dobijanja preciznih podataka vezanih za klijavost preporučuje korišćenje pijeska kao podloge, radi uspostavljanja boljeg kontakta između ploda i podloge.

Klijavost sjemena zavisi od više faktora, prije svega temperature, vlažnosti, tipa zemljišta, veličine sjemena, dormantnosti itd. (Benvenuti, 2007). Uticaj temperature i vremena na klijavost sjemena *X. orientale*, obe podvrste, je statistički visoko značajana. Vrijednost koeficijenta linearne korelacije za podvrstu *X. orientale* subsp. *italicum* je iznosila 0,807, a za podvrstu *X. orientale* subsp. *riparium* 0,659 (Grafik 6). Uticaj dvije nezavisno promjenjive (temperatura i vrijeme) na procenat klijavosti sjemena je značajan, međutim zbog niske R vrijednosti može se reći da klijavost sjemena u velikoj mjeri zavisi i

od drugih faktora, prije svega endogenih procesa u samom sjemenu. Klijanje *X. orientale* je najkasnije počelo pri najnižoj ispitivanoj temperaturi od 15°C (osmog dana), što je u saglasnosti sa Sarić i sar. (2012) koji su ispitivali uticaj temperature na klijavost sjemena *X. strumarium*. Na temperaturi >20°C klijanje je počelo veoma brzo, jedan dan nakon postavljanja eksperimenta. Za razliku od Sarić i sar. (2012), a u saglastnosti sa rezultatima Norsworthy i Oliveira (2007), najveći procenat klijavosti *X. orientale* zabilježen je na temperaturi od 35°C (72,4%). U ovom istraživanju, kao i drugim (Gummerson, 1986; Sarić et al., 2012), dokazano je da klijavost sjemena u najvećoj mjeri zavisi od temperature. Optimalna temepratura za klijanje *X. orientale* iznosi 30-35°C (Grafikon 6), tako da ovi relativno visoki temperaturni zahtjevi za klijanje mogu biti jedan od razloga kasnog klijanja ove vrste. Klijavost mnogosjemenih biotipova *X. strumarium* je visoka, iz jednog ploda koji sadrži do 25 sjemenki obično se razvije 9 biljaka (Abbas et al., 1999). Klijavost jednog sjemena u plodu *X. orientale* je visoka (90,0%) jer sjeme koje se nalazi niže u plodu, krupnije sjeme, nije dormantno i ima veoma visok procent klijavosti (Barton, 1962). Za razliku od sjemena koje se nalazi u gornjem djelu ploda (sitnije), koje ne klijira čak ni pri optimalnim temperaturama i odlaže klijanje na duži vremenski period (Shitaka and Hirose, 1993) tako da je i procenat klijavosti drugog sjemena u plodu bio zanemariv, na svim ispitivanim temperaturama. Ukupna klijavost (koja se odnosi samo na jedno sjeme u plodu) za obe proučavane podvrste je vrlo visoka, tako da je za *X. orientale* subsp. *orientale* iznosila 90,0%, a za *X. orientale* subsp. *riparium* 80,0% (Tabela 15).

Mali procenat sjemena *X. spinosum* klijira brzo, dok najveći dio ostaje dormantan. Prema Auld-u (1993) uzrok slabe klijavosti sjemena je omotač ploda, a pojava veće klijavosti u polju se objašnjava postepenim razlaganjem omotača u zemljишnim uslovima. Tako da je i ovim istraživanjem dobijena manja klijavost sjemena *X. spinosum* u odnosu na *X. orientale*. Najveća klijavost je konstatovana na temperaturi od 35°C i iznosila je 15%, za razliku od istraživanja Auld-a (1993), gdje je kao supstrat korišćeno zemljишte, i najveća klijavost zabilježena na temperaturi od 25°C i iznosila je 62-95%. Klijanje je najkasnije počelo na temperaturi od 25°C (16. dan ispitivanja). Na temperaturi od 15°C klijanje je počelo 12. dan od početka eksperimenta, dok je na ostalim ispitivanim temperaturama klijanje započelo četvrtog dana. Optimalna temepratura za klijanje vrste *X. spinosum* je 30-35°C. Klijanje sjemena obe ispitivane vrste, iako u malom procentu (19,47% za *X. orientale* - Grafik 8, i 5% za *X. spinosum* - Grafik 9) zabilježena je i na temperaturi od 40°C što dovoljno govori o širokoj ekološkoj valenci za temperaturu kod istraživanih vrsta. Kako veliki broj korovskih vrsta širokog rasprostranjenja spada u euriterme vrste (imaju široku

ekološku valencu u odnosu na temperaturu) (Janjić i sar., 2003) klijavost je prisutna u širokom temperaturnom rasponu, kao što je slučaj i kod ovih vrsta. Pojava klijavosti na visokim temperaturama zabilježena je kod velikog broja korovskih vrsta koje ne pripadaju biljkama tropskih uslova, kao što su: *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus albus* i *Portulaca oleracea* kod kojih je klijanje prisutno i pri temperaturi od 42°C (Dahlquist et al., 2007). Prema rezultatima više autora (Medina and Cardemil, 1993; Coca et al., 1994) uzrok pojave klijavosti i na visokim temperaturama su posljedica prisutva posebne grupe proteina koji štite klicu od vrućine, tako da vrste koje imaju visoke temperaturne zahtjeve imaju i veći sadržaj ove grupe proteina, čime se objašnjava pojava klijavosti i na visokim temperaturama ($\geq 40^{\circ}\text{C}$).

Koeficijent linearne korelacijske funkcije pokazuje da je klijavost sjemena *X. orientale* veća u odnosu na *X. spinosum*. Sa rastom temperature za 1°C klijavost se povećava za 1,41% (*X. orientale* subsp. *orientale*) odnosno 1,08% (*X. orientale* subsp. *riparium*), dok se kod *X. spinosum* klijavost poveća za samo 0,39%. U funkciji vremena (dan) klijavost kod *X. orientale* se povećava za 1,89% (*X. orientale* subsp. *orientale*), odnosno 2,29% (*X. orientale* subsp. *riparium*), dok se kod *X. spinosum* klijavost povećala za samo 0,34%.

Kako su rezultati ovih istraživanja pokazali da je optimalna temperatura za klijanje sjemena *X. orientale* 30-35°C, time se može objasniti njegovo kasno klijanje i nicanje na području Sjeverne i centralne Bosne. Na ovom području klijanje počinje početkom mjeseca maja, gdje srednja godišnja temperatura za Banja Luku iznosi 12,12°C, Sarajevo 10,62°C, Bijeljina 12,39°C (višegodišnji prosjek 2001-2014) (Radusin et al., 2016). Dok na području Hercegovine, gdje je srednja godišnja temperatura za Trebinje iznosi 14,95°C (višegodišnji prosjek 2001-2014) (Radusin et al., 2016) klijanje počinje nešto ranije (krajem aprila). Slične temepraturne zahtjeve ima i *X. spinosum* (najveća klijavost je zabilježena na 35°C), tako da klijanje i nicanje na području Hercegovine kao i kod *X. orientale* počinje krajem aprila. Na biljkama *X. orientale* gajenim na Poljoprivrednom fakultetu u Banjoj Luci, primjećeno je da pojava pojedinih feonfaza (prije svega cvjetanja) različita na biljkama koje vode porijeklo sa područja Semberija, Sjeverna i centralna Bosna u odnosu na one koje vode porijeklo iz Hercegovine. Cvjetanje "sjevernih" formi je počelo krajem maja i početkom juna, a cvjetanje "južnih" formi u avgustu i početkom septembra mjeseca. Pojava većeg broja formi koje su adaptirane na različite svjetlosne i temperaturne uslove utvrđena je i kod *X. strumarium* (Kaul, 1971; Weaver and Lechowicz, 1983). Tako da se može zaključiti da je pojava više formi koje su prilagođene određenim uslovima sredine specifičnost većeg broja

vrsta sekcije *Xanthium*, koja im omogućava opstanak i širenje u različitim klimatskim uslovima.

5.6. Efikasnost folijarnih herbicida u suzbijanju *X. orientale*

Zbog male efikasnosti zemljишnih herbicida (veoma kratkog i kasnog perioda klijanja) u suzbijanju vrsta roda *Xanthium* (Dorado et al., 2009), za ispitivanje efikasnosti su korišćeni samo folijarni herbicidi. Rezultati ispitivanja efikasnosti su pokazali da se i sa redukovanim dozom pojedinih ispitivanih herbicida (osim za tifensulfuron-metil), kod pravovremene primjene, može postići dobra efikasnost i da se mogu preporučiti za suzbijanje *X. orientale*. Rezultati su takođe pokazali da korišćenjem sigmoidne krive po logističkom modelu na osnovu odnosa “doza-odgovor biljke” mogu se koristiti kao biološki parametri u izražavanju efekta herbicida u odnosu na biološki ekvivalentne doze (ED vrijednosti) (Kudsk and Mathiassen, 2007).

5.6.1. Efikasnost aktivne supstance: imazamoks

Na tretiranim biljkama vrlo brzo su uočeni prvi simptomi fitotoksičnosti (treći dan nakon tretmana) koji su u krajnjem ishodu doveli do propadanja biljaka (F1 faza) (Slika 39-40). U pogledu % inhibicije mase korijena i stabla sličan efekat je postignut kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi, u F1 fazi % inhibicije je iznosio do 82%, a u F2 fazi do 87%, dok kod biljaka tretiranih u F3 fazi % inhibicije je bio znatno manji i najviša vrijednost je iznosila 57% (Grafik 10). U F1 fazi svi primjenjeni tretmani su doveli do značajnog smanjenja porasta korova, a kod najveće primjenjene doze došlo je do potpunog propadanja biljaka. Kod biljaka tretiranih u F2 fazi svi primjenjeni tretmani (količina primjene: 3-48 g/ha) imali su vrlo sličan efekat u pogledu smanjenja mase korijena i izdanka. Kod biljaka tretiranih u F3 fazi efekat svih, pa i najveće primjenjene doze je bio slab, tako da se ED₅₀ mogao izračunati samo za suvu masu korijena, dok za ostale pokazatelje ED₅₀ je bila veća od najveće primjenjene doze. Aktivnu supstancu imazamoks možemo preporučiti za suzbijanje *X. orientale*, ali do faze 3-4 prava lista, dok primjena u kasnijim fazama razvoja korova je dala slabije rezultate. U skladu sa ovim rezultatima su i istraživanja Lešnika (2017) gdje je efikasnost herbicida na bazi aktivne materije imazamoks primjenjenog u fazi 4-8 listova, pri dozi od 1,2 l/ha je iznosila 70-84%, dok je efikasnost u fazi klijanaca - 3 lista bila visoka i iznosila je 85-95%. Kombinacijom imazamoksa sa imazetapirom (35+35 g/ha) postignuta je visoka efikasnost u suzbijanju korova (uključujući i *X. strumarium*) u usjevu soje (Singh

et al., 2016), tako da bi se kombinacijom ovih jedinjenja značajno povećala efikasnost herbicidnog tretmana. Pri primjeni preparata na bazi imazamoksa mora se voditi računa i o mehaničkom sastavu zemljišta kao i gajenim biljkama. Vrste koje su pokazale najveću osjetljivost su: šećerna repa, špinat, uljana repica, komorač, karfiol i salata, dok su pšenica, suncokret, gajeni sirak i kukuruz pokazale malu osjetljivost na ostatke ovog herbicida u zemljištu. Pored toga imazakos je veoma mobilan u pjeskovitom zemljištu, a najmanje mobilan u zemljištima sa visokim sadržajem gline ili humusa. U pjeskovitim zemljištima ostaci su smanjeni na 50% za manje od tri dana, dok je u glinovitom i humusnom zemljištu za smanjenje ostataka za više od 50% bilo je potrebno 15-33 dana (Pannacci et al., 2006). Tako da bi se pri primjeni ovog jedinjenja, za suzbijanje *X. orientale* moralo voditi računa moralo voditi računa o mehaničkom sastavu, kao i o narednim kulturama.

Kod primjene preparata na bazi imazamoksa treba biti oprezan zbog moguće pojave rezistentnosti. Iako do sada nisu registrovani slučajevi rezistentnosti vrsta roda *Xanthium* na imazamoks, registovane su rezistentne forme u odnosu na imazakvin, imazetapir, primsulfuron-metil, imazapir i hlorimuron-etil (Heap, I. 2019), aktivnim supstancama koje pripadaju istoj grupi jedinjenja - inhibitori ALS.

5.6.2. Efikasnost aktivne supstance: fluroksipir-meptil

Iako se u upustvu za upotrebu preparata Bonaca EC (a.s. fluroksipir-meptil) ne navodi da je efikasan za suzbijanje vrsta roda *Xanthium*, na osnovu ovih rezultata, možemo reći da je ovo jedinjenje pokazalo vrlo dobru efikasnost u suzbijanju *X. orientale*. Razlog korišćenja ovog jedinjenja u cilju ispitivanju efikasnosti je što se fluroksipir-meptil korisiti kao folijarni herbicid u usjevu kukuruza, strnih žita te u zasadima voća i vinove loze, u kojima *X. orientale* predstavlja vrlo značajnu i čestu korovsku vrstu, čime se proširuje spektar izbora herbicida. Mnogo bolja efikasnost postignuta je pri tretiranju u ranijim fazama rasta (F1) u odnosu na starije biljke. Količina primjene koja je smanjila masu korijena i izdanka za 50% (ED_{50}) iznosi 30,96-156,6 g/ha. Slične rezultate dobili su i LeClere i sar. (2018), GR_{50} (količina primjene koja je smanjila svježu masu biljaka za 50%) za vrstu *Kochia scoparia* L. Schrad iznosi 83 g/ha. Međutim, kod iste vrste, konstatovana je pojava rezistentnih formi tako da je bila potrebna i oko 12 puta veća količina da bi se postigao isti efekat, GR_{50} kod rezistentnih formi iznosio je 1057 g/ha. % inhibicije mase biljaka pri najvećoj primjenjenoj količini (720 g/ha) u zavisnosti od mjerenog pokazatelja, iznosila je 70-90%, pri čemu je najveći efekat uočen u smanjenju mase korijena. % inhibicije kod

biljaka tretiranih u F2 i F3 fazi (3-4 i 5-7 pravih listova) iznosila je 45-65%. ED₅₀ se mogao izračunati samo za masu korijena u F2 fazi i iznosio je 316,1-547,2 g/ha, dok je za masu izdanka kao i za fazu F3 bio veći od najveće primjenjene količine. Slične rezultate dobio je i Lešnik (2017) u suzbijanju *X. strumarium* i *X. italicum*. U kombinaciji sa drugim jedinjenjima efikasnost se znatno povećava, tako je efikasnost fluroksipira i triklopira (125+420 g/ha) u suzbijanju *X. strumarium* bila visoka i iznosila je 90-94% (Green et al., 2019).

5.6.3. Efikasnost aktivne supstance: mezotriion

Prvi simptomi fitotoksičnosti u vidu bjeljenja listova primjećeni su četvrti dan nakon tretiranja. Dobra efikasnost je postignuta kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi, dok kod biljaka tretiranih u F3 fazi, ED₅₀ se mogao utvrditi samo za suvu masu korijena, dok za ostale mjerene parametre ni najveća primjenjena doza nije smanjila porast za više od 50%, te se ED₅₀ nije mogao ni utvrditi. ED₅₀, u F1 i F2 fazi, za suvu masu korijena iznosi 7,68-8,16 g/ha, a za suvu masu izdanka 21,6-26,4 g/ha (Tabela 21). ED₅₀, u F3 fazi se mogla izračunati samo za suvu masu i iznosi 63,84 g/ha. U istraživanju Pannacci i Covarelli (2009) mezotriion je pokazao vrlo dobru efikasnost u suzbijanju *X. strumarium*, ED₉₀ je iznosila 19,4 g/ha, te je preporučeno da bi se dobra efikasnost mogla postići i sa 1/6 od preporučene maksimalne doze (150 g/ha). Druge korovske vrste pokazale su pokazale veću osjetljivost prema mezotriionu, tako je GR₅₀ (količina primjene koja je smanjila masu biljaka za 50%) za *Amaranthus tuberculatus* iznosila 3,6 g/ha (Kaundun et al., 2017), za *Amaranthus palmeri* GR₅₀= 8,5–14,9 g/ha (Nakka et al., 2017), a za *Amaranthus retroflexus* GR₅₀ iznosi 15,9 g/ha (Hugie et al., 2008). Razlike u efikasnosti se mogu objasniti uticajem ekoloških faktora jer efikasnost mezotriiona zavisi od temperature i relativne vlažnosti vazduha. Povećanjem temperature (18-32°C) i vlažnosti vazduha (30-85%) efikasnost u suzbijanju *X. strumarium* se povećava za tri puta (Johnson and Young, 2002). U istraživanju Soltani et al. (2010) efikasnost mezotriiona se znatno povećala u kombinaciji sa atrazinom, pri čemu je efikasnost bila visoka i iznosila je 88-100%. Prema podacima Lešnika (2017) efikasnost mezotriiona u dozi od 150 g/ha, primjenjenog prije nicanja bila zadovoljavajuća i iznosila je 60-80%, a kod primjene u toku vegetacije (klijanac do 3 lista) efikasnost je iznosila 85-95%. Isti rezultati su dobijeni i za *X. strumarium* i za *X. italicum*. Pojava rezistentnosti na ovu grupu jedinjenja do sada je zabilježena samo na vrstama roda *Amaranthus*, tako bi se primjena ovog jedinjenja mogla preporučiti za suzbijanje *X. orientale*.

5.6.4. Efikasnost aktivne supstance: glifosat

Za razliku od ostalih aktivnih supstanci, kada je u pitanju glifosat najveći efekat u smanjenju mase biljaka je postignut u F3 fazi, što je bilo i očekivano s obzirom na njegov mehanizam djelovanja. Pošto se radi o jednogodišnjoj širokolisnoj vrsti efikasnost ovog herbicida se može ocijeniti kao odlična. ED₅₀ za suvu masu korijena je iznosila 870,12 g/ha, a za suvu masu izdanka 1060,92 g/ha - faza F1, odnosno 760,32 g/ha za suvu masu korijena i 1621,08 g/ha, a za suvu masu izdanka - faza F2, dok je u fazi F3 ED₅₀ bila najmanja i za suvu masu korijena iznosila 773,64 i za suvu masu izdanka 1014,84 (Tabela 23). Za razliku od *X. orientale* vrsta *Conyza canadensis* je pokazala znatno veću osjetljivost prema glifosatu i GR₅₀ (količina primjene koja je smanjila svježu masu biljaka za 50%) iznosi 170 g/ha (De Oliveira Latore, 2017). Veću osjetljivost prema glifosatu pokazale su i vrste roda *Lolium* (*L. rigidum* i *L. multiflorum*), ED₅₀= 186 g/ha (Collavo and Sattin, 2013), kao i *Kochia scoparia* ED₅₀=187 g/ha (Ou et al., 2016). U ovom istraživanju je primjećeno na biljkama tretiranim u fazi F1 sporiji efekat, što se može objasniti manjom masom izdanka u trenutku tretmana tako da su biljke apsorbovale i manju količinu primjenjenog preparata, te je samim tim i efekat bio sporiji. Primjena glifosata u količini od 2880 g/ha smanjila je suvu masu biljaka za 80-82% u odnosu na kontrolne biljke, slični rezultati su dobijeni i u istraživanjima drugih autora gdje se efikasnost kretala između 80% (Sikkema et al., 2008) i 90% (Ferrell a Witt, 2002). Efikasnost glifosata (u količino od 2880 g/ha) u odnosu na druge vrste familije Asteraceae je bila visoka i iznosi 72-100% u zavisnosti od faze razvoja. Suzbijanje *X. orientale* preparatom na bazi glifosata je dalo dobre rezultate, i do danas nije zabilježena pojava rezistentnosti ove vrste na glifosat. Međutim, kako su rezistentne forme konstatovane kod velikog broja korovskih vrsta, među kojima su i biljke familije Asteraceae: *Kochia scoparia*, *Amaranthus tuberculatus* (=*A. rudis*), *Ambrosia artemisiifolia*, *Lolium perenne* ssp. *multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Lolium perenne* *Poa annua*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Amaranthus palmeri*, *Eleusine indica*, *Erigeron canadensis* (Heap, 2019), glifosat treba koristiti oprezno (u rotaciji sa drugim jedinjenjima), kao i u kombinaciji sa nehemijskim mjerama suzbijanja, u cilju odlaganja pojave rezistentnosti.

5.6.5. Efikasnost aktivne supstance: dikamba

Kao i kod svih primjenjenih selektivnih herbicida najveći efekat je postignut kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi. Preparat na bazi dikambe izaziva deformaciju stabla, pojavu nekrotičnih pukotina na stablu i nekrozu listova, ali tretirane biljke nisu izgubile turgor, a time ni na masu biljaka. Iz tog razloga na tretiranim biljkama u F3 fazi nije došlo do značajnijeg smanjenja mase stabla, ali zbog nastalih deformacija stabla one nisu bile u mogućnosti da nastave dalji rast i razvoj. Iako bi se efekat ovog herbicida, ako se posmatra masa biljaka (korijen i stablo) kao biometrički pokazatelj efikasnosti, mogao ocjeniti kao slab, u suštini ona ne odražava pravi efekat ovog herbicida na tretirane biljke. Tretirane biljke nisu bile u mogućnosti da nastave dalje razviće, jer je došlo do deformacije stabla i pojave nekrotičnih pukotina te takve biljke nisu bile sposobne da cvjetaju i plodonose, već u krajnjem slučaju nekrotiraju i suše se. Za izražavanje efikasnosti kada je u pitanju ova aktivna supstanca, masa biljaka nije najbolji biometrički pokazatelj efikasnosti nego bi se trebali uzeti u obzir drugi biometrički pokazatelji npr. fenološka faza razvoja, pojava fitotoksičnih efekata i sl. % inhibicije mase za biljke tretirane u F1 fazi, u zavisnosti od dijela biljke, pri najvećoj primjenenoj količini (384 g/ha) iznosila je 56-79%. Slične rezultate su dobili Soltani i saradnici (2010) gdje je pri dozi od 600 g/ha postignuta efikasnost >92%. U istraživanju Lešnika (2017) efikasnost dikambe, u dozi od 350 g/ha, primjenjenog u fazi do 3 lista iznosila 85-95%, a u fazi 4-8 listova 80-95%. ED₅₀ za svežu masu biljaka (faza F1) iznosio je 211,68-285,12 g/ha (Tabela 25), što je u skladu sa rezultatima LeClare i sar. (2018), gdje je GR₅₀ (količina primjene koja je smanjila svježu masu biljaka za 50%) kod *Kochia scoparia* L. Schrad iznosila 179 g/ha. Isti rezultati su postignuti i za *X. strumarium* i *X. italicum*. Efikasnost dikambe, je veća u kombinaciji sa drugim jedinjenjima. Tako je efikasnost za biljke iz familije Asteraceae (*Artemisia annua*, *Carduus acanthoides*, *Conyza bonariensis*, *Cirsium vulgare*, *Sonchus oleraceus*, *Senecio grisebachii*, *Taraxacum officinale*) u kombinaciji sa metsulfuron metilom pri dozi već od 96 g/ha efikasnost je iznosila 88,3-100%. Ovde je bitno istaći činjenicu da je efikasnost bila znatno manja (46,7-81,7%) u reproduktivnoj fazi što često ima za posljedicu povećanje količine primjene da bi se postigla visoka efikasnost (Faccini and Puricelli, 2007). Pri čemu treba imati u vidu da primjena većih količina primjene može ubrzati pojavu rezistentnosti. Prvi zabilježeni slučajevi rezistentnosti na dikambu datiraju još od ranih 90 godina prošlog vijeka na vrsti *Kochia scoparia* L. Schrad, na kojoj je kasnije utvrđena pojava i ukrštene rezistentnosti, i na 2,4-D i fluroksipir (LeClere et al., 2018). Za rezistentne forme, da bi se postigao isti efekat

(smanjenje mase biljaka za 50%) neophodno je primjeniti čak i do 38 puta veću količinu dikambe u odnosu na osjetljive forme ($GR_{50} = 6784$ g/ha).

5.6.6. Efikasnost aktivne supstance: tifensulfuron-metil

Preparat Symphony, na bazi aktivne supstance tifensulfuron-metil, je dao najslabije rezultate u pogledu suzbijanja vrste *X. orientale* u odnosu na sve primjenjene preparate. Kao i kod većine primjenjenih jedinjenja veći efekat je postignut kod mlađih u odnosu na starije biljke, međutim, % inhibicije pri najvećoj primjenenoj dozi u F1 fazi razvoja iznosio je 45% (Grafik 15). Količina koja smanjuje masu biljaka za 50% je bila veća od najveće primjenjene količine (15,0 g/ha), za sve faze razvoja i sve mjerene biometričke pokazatelje, te da se ED_{50} nije mogao izračunati. Preparati na bazi tifensulfuron-metila se koriste za suzbijanje većeg broja širokolistnih korovskih vrsta, ali problem može predstavljati eventualna pojava rezistentnosti. Pojava rezistentnosti na tifensulfuron-metil je registrovana kod: *Kochia scoparia* (Saari et al., 1990), *Amaranthus retroflexus* L. (Wang et al., 2017) i *Galium spurium* L. (Van Eerd et al., 2005). GR_{50} (količina primjene koja je smanjila masu biljaka za 50%) kod osjetljivih formi *Amaranthus retroflexus* L. je iznosila 2,05 g/ha, a za rezistentne forme iznosila je i do 52,45 g/ha, tako da bi eventualno povećanje količine primjene u cilju povećanja efikasnosti mogla samo dovesti do pojave rezistentnosti. Problem pojave rezistentnosti na tifensulfuron-metil se uvećava iz razloga što biljke kada razviju rezistentnost prema jednom jedinjenju dolazi do pojave ukrštene rezistentnosti na veći broj jedinjenja istog mehanizma djelovanja. Kao što je primjer kod *Amaranthus retroflexus* L. gdje se pored rezistentnosti na tifensulfuron-metil razvila rezistentnost i na piroksasulfon, imazetapir i piritiobak natrijum (Wang et al., 2017). Za razliku od rezultata ovog istraživanja Lešnik (2017) je dobio dobre rezultate u suzbijanju *X. strumarium* i *X. italicum* sa preparatima na bazi aktivne supstance tifensulfuron-metil. Efikasnost, kod biljaka primjenjenih u fazi do 3 lista iznosila je 80-100%, a kod biljaka primjenjenih u fazi 4-8 listova 70-90%.

5.7. Uporedne efektivne doze primjenjenih preparata

Uporedne efektivne doze preparata u odnosu na fazu tretiranih biljaka date su u tabeli 28. Za sve primjenjene selektivne herbicide ED_{50} je bila veća za biljke tretirane u F2 fazi u odnosu na tretirane u F1 fazi. Za razliku od selektivnih herbicida, ED_{50} totalnog herbicida

(a.s. glifosat) je veća u F1 u odnosu na F3 fazu, što se može objasniti specifičnim mehanizmom djelovanja ovog jedinjenja. ED₅₀ selektivnih herbicida za biljke tretirane u F3 fazi mogla se izračunati samo za suvu masu korijena u tretmanu sa aktivnim supstancama imazamoks i fluroksipir-meptil, dok je kod ostalih preparata ED₅₀ veća od najveće primjenjene doze, što potvrđuje značaj pravovremene primjene herbicida. Najslabiju efikasnost je ispoljila aktivna supstanca tifensulfuron-metil, tako da se ED₅₀, za sve mjerene biometričke pokazatelje nije mogla izračunati ni pri najvećoj primjenjenoj količini.

Tabela 29. Uporedne vrijednosti ED₅₀ za mjerene biometričke pokazatelje primjenjenih aktivnih supstanci u različitim fazama razvoja *X. orientale*

Aktivna supstanca	Faza razvoja	ED ₅₀ (g a.s./ha) za mjerene parametre			
		SvjMI	SuvMI	SvjMK	SuvMK
Imazamoks	F1	7,16	12,92	23,32	9,04
	F2	11,64	12,44	25,20	9,68
	F3	> NPK	> NPK	> NPK	27,96
Fluroksipir-meptil	F1	156,6	101,5	51,12	30,96
	F2	> NPK	> NPK	547,2	316,1
	F3	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
Mezotriion	F1	57,6	21,6	90,24	7,68
	F2	48,96	26,4	71,52	8,16
	F3	> NPK	> NPK	> NPK	63,84
Glifosat	F1	1480,68	1060,92	686,16	870,12
	F2	1621,08	1141,2	637,92	760,32
	F3	1014,84	903,6	597,6	773,64
Dikamba	F1	285,12	220,32	211,68	209,28
	F2	256,8	252,48	349,92	225,12
	F3	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
Tifensulfuron-metil	F1	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	F2	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK
	F3	> NPK	> NPK	> NPK	> NPK

NPK - najveća primjenjena količina

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata istraživanja koji su prikazani u disertaciji mogu se izvesti sljedeći zaključci:

Taksonomija i determinacija vrsta roda *Xanthium* je vrlo problematična i raznolika, prije svega zbog pojave stranooplodnje i mogućnosti ukrštanja između različitih podvrsta pa čak i vrsta, što ima za posljedicu opis većeg broja taksona sa velikim brojem sinonima. Na osnovu savremenih sistematskih principa, a u skladu sa opisom u regionalnim florama, što je i potvrđeno anatomskim i genetičkim istraživanjima, na istraživanoj teritoriji konstatovano je prisustvo dvije vrste ovog roda, a to su *X. spinosum* (sekcija *Acanthoxanthium*) i *X. orientale* (sekcija *Xanthium*). U okviru vrste *X. orientale* morfološkom determinacijom utvrđene su dvije podvrste *X. orientale* L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter i *X. orientale* L. subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter., koja je prvi put opisana na teritoriji BiH.

Na teritoriji BiH vrste roda *Xanthium* su konstatovane na ukupno 110 lokaliteta. *X. orientale* je konstatovan na 101 lokalitetu, a *X. spinosum* 12 lokaliteta. U okviru vrste *X. orientale* podvrsta *X. orientale* subsp. *italicum* je konstatovana na 100 lokaliteta, a podvrsta *X. orientale* subsp. *riparium* na samo jednom lokalitetu (Dolgodi 1). Zastupljenost *X. orientale* se kretala od 1-4, pri čemu je na najvećem broju lokaliteta zastupljenost iznosila bila preko 50%. Zastupljenost *X. spinosum* je bila manja u odnosu na *X. orientale* i imala je ocjenu 1 - 2 (zastupljenost <5 - 25%). *X. orientale* je konstatovan na cijeloj teritori BiH, pri čemu je veća zastupljenost konstatovana u ratarskim usjevima (kukuruz, soja, krompir, strna žita, duvan i uljana repica) i strništima, dok se na području Hercegovine javlja kao korov vinograda i voćnjaka. *X. spinosum* je konstatovan u višegodišnjim zasadima, prije svega vinogradima, a pojedinačni primjerici su konstatovani i na ruderalkim površinama.

Na osnovu rasprostranjenosti i brojnosti *X. orientale* može se konstatovati da ova vrsta ima invazivni karakter. *X. spinosum*, s obzirom da je prisutan samo u južnim krajevima BiH, može se okarakterisati kao štetna korovska vrsta.

Genetička analiza vrsta roda *Xanthium*, zasnovana na korišćenju ITS2 regiona potvrđuje dvije jasno izdvojene vrste koje pripadaju rodu *Xanthium*. Na oba filogenetska stabla, dendrogram maksimalne štedljivosti (MP, eng. *maximum parsimony*) i dendogram najveće vjerovatnoće (ML, eng. *maximum likelihood*), istraživani rod je prikazan kao

monofiletski. Stabla se sastoje od dva glavna klastera, jedan koji uključuje vrstu *X. spinosum* i pripada sekciji *Acanthoxanthium* i drugi, sa vrstama koje pripadaju sekciji *Xanthium* (*X. orientale* i *X. sibiricum*). Rezultati genetičkih istraživanja su pokazali da je ITS2 marker koristan za procjenu taksonomske razdvojenosti vrsta u okviru roda *Xanthium*, pri čemu su jasno razdvojene klade koje pripadaju *X. orientale* i *X. spinosum*. ITS2 marker nije dovoljno informativan za razdvajanje populacija na nivou podvrsta, tako da bi bila neophodna upotreba dodatnih molekularnih markera kao i primjena integrativnog pristupa za povećanje taksonomske i filogenetske rezolucije nižih taksona u okviru roda *Xanthium*.

Vrste roda *Xanthium* su jednogodišnje dikotiledone, jednodome vrste, sa naizmjeničnim i nedjeljenim listovima. Cvasti su jednopolne, pojedinačne ili u grupama, u pazuhu listova. Trihome su prisutne na cijeloj biljci. Plod je ahenija sa čvrsto sraslim involukrumom. U plodu se nalaze dva sjemena. Žljezdano tkivo predstavljeno je sekretornim kanalima i spoljašnjim kožnim žlijezdama. Žljezdane dlake su prisutne na svim nadzemnim organima biljaka sekcije *Xanthium*, dok su kod *X. spinosum* konstatovane samo na plodu. Morfološke razlike između vrsta koje pripadaju sekciji *Xanthium* i *Acanthoxanthium* su jasne, međutim između konstatovanih podvrsta (sekcije *Xanthium*) morfološka razlika uočena je jedino u izgledu omotača ploda, odnosno izraštaja na plodu. Ovim istraživanjem potvrđeno je postojanje povremene stranooplodnje i stvaranje malih, lokalnih ali nestabilnih taksona, čime se potvrđuje teorija smanjivanja broja opisanih vrsta.

Analizom anatomske građe svih analiziranih organa utvrđene su razlike na nivou vrsta, međutim na nivou podvrsta razlike u anatomskoj građi nisu konstatovane. Korijen ovih vrsta ima sposobnost sekundarnog debljanja. Razlika u anatomskoj građi stabla na nivou vrsta ogleda se u boljoj razvijenosti parenhima primarne kore kod *X. orientale* u odnosu na *X. spinosum*. Razlika u anatomskoj građi lista između konstatovanih vrsta je u broju slojeva palisadnog tkiva. Kod *X. orientale* ispod epidermisa lica nalaze se tri sloja palisadnih ćelija, a kod *X. spinosum* dva sloja. Na nivou podvrsta nije konstatovana razlika u anatomskoj građi lista. Stomin aparat vrsta roda *Xanthium* je u nivou epidermisa, prisutan na licu i naličju lista. Kako se susjedne ćelije stominog aparata ne razlikuju od ostalih ćelija epidermisa radi se o anomocitnom *Amaryllis* tipu stoma. Kod *X. orientale* veći broj stoma je konstatovan na naličju u odnosu na lice lista, dok je kod *X. spinosum* obrnut slučaj. Prosječan broj stoma na nivou podvrste *X. orientale* subsp. *italicum* iznosi 122,21 stoma/mm² na licu lista, a na naličju 136,21 stoma/mm². Prosječan broj stoma lica lista na nivou podvrste *X. orientale* subsp. *riparium* iznosi 117,42 stoma/mm², a na naličju 130,9

stoma/mm². Kod *X. spinosum* prosječan broj stoma na licu lista iznosio je 133,21 stoma/mm², a na naličju 93,86 stoma/mm².

Uticaj temperature i vremena na klijavost sjemena je statistički visoko značajan. Koeficijent višestruke linearne korelacije, koji pokazuje stepen linearног slaganja varijacija između procenta klijavosti, temperature i vremena, na nivou vrste *X. orientale* iznosila je 0,659-0,807, a za vrstu *X. spinosum* 0,622. Uticaj dvije nezavisno promjenjive (temperatura i vrijeme) na procenat klijavosti sjemena je značajan, međutim zbog niskog koeficijenta višestruke linearne korelacije može se zaključiti da na klijavost sjemena u velikoj mjeri utiču i drugi faktori, prije svega endogeni procesi u samom sjemenu. Ispitivanje ukupne klijavosti ploda je pokazala izrazito visoku klijavost jednog sjemena u plodu *X. orientale* (90,0%), dok je procenat plodova sa dvije klijale sjemenke bio zanemarljiv. Ukupna klijavost sjemena populacije vrste *X. orientale* iznosila je 65-90%, a *X. spinosum* je bila znatno manja i iznosila je 15%. Optimalna temperatura klijanja za *X. orientale* iznosi 25-35°C, a za *X. spinosum* 30-35°C.

Nicanje *X. orientale* se odvija početkom maja mjeseca kod biljaka na području sjevernog i centralnog dijela BiH, dok na području Hercegovine nicanje počinje nešto ranije (krajem aprila). Cvjetanje je dosta razvučeno i u zavisnosti od geografskog porijekla biljaka traje od kraja maja (za biljke iz sjevernog i centralnog dijela BiH) do kraja avgusta (za biljke sa područja Hercegovine). Iako su biljke koje vode porijeklo iz Hercegovine kasnije cvjetale, formirale su fiziološki zrele plodove do pojave prvog mraza. Klijanja *X. spinosum* počinje u prvoj polovini mjeseca maja. Cvjetanje počinje sredinom juna na području Hercegovina, dok na području sjeverne Bosne počinje sredinom jula.

Rezultati ispitivanja efikasnosti su pokazali da se i sa redukovanim količinom primjene ispitivanih herbicida (osim za tifensulfuron-metil), kod pravovremene primjene, može postići visoka efikasnost i da se mogu preporučiti za suzbijanje *X. orientale*. Kod svih ispitivanih aktivnih supstanci (imazamoks, fluoksipir-meptil, mezotrión, dikamba, tifensulfuron-metil), osim za glifosat, veća efikasnost je postignuta kod mlađih biljaka (faza F1) u odnosu na starije biljke (faza F3).

Aktivna supstanca imazamoks se preporučuje za suzbijanje *X. orientale* do faze 5-7 razvijenih listova, s tim da je efikasnost slabija sa porastom biljaka. Pri primjeni ovog jedinjenja mora se voditi računa o mehaničkom sastavu zemljišta, zbog njegove mobilnosti u pjeskovitom zemljištu. Zbog pojave rezistentnih formi na druga jedinjenja istog mehanizma djelovanja (inhibitori ALS), preporučuje se kombinacija sa drugim jedinjenjima, u cilju odlaganja ove pojave. ED₅₀ u zavisnosti od mjerenoг biometričkog parametra iznosi

7,16-23,32 g/ha za fazu F1, 9,68-25,20 g/ha za fazu F2, dok se za biljke tretirane u F3 fazi ED₅₀ mogla izračunati samo za suvu masu korijena i iznosila je 27,96 g/ha. Procenat inhibicije mase korijena i stabla u zavisnosti od faze rasta tretiranih biljaka, iznosio je 57-87%. Nešto veća inhibicija mase je postignuta na korijenu u odnosu na nadzemni dio biljke.

Aktivna supstanca fluroksipir-meptil se preporučuje za suzbijanje *X. orientale* ali do razvijenih 3-4 prava lista. Fluroksipir-meptil je pokazao visoku efikasnost za biljke tretirane u fazi 2 prava lista (faza F1), dok se sa porastom korova efikasnost znatno smanjila. ED₅₀ u zavisnosti od mjerenog biometričkog parametra iznosi 30,96-156,6 g/ha za fazu F1, 316,1-547,2 g/ha za korijen faze F2, dok se za izdanak nije mogla izračunati. ED₅₀ se nije mogla izračunati za biljke tretirane u fazi F3. Procenat inhibicije mase korijena i stabla, u zavisnosti od faze rasta tretiranih biljaka iznosio je 45-90%. Ako se posmatra odnos inhibicije izdanka i korijena može se zaključiti da je primjenjeni herbicid imao veći efekat na korijen nego na izdanak. Aktivna supstanca fluroksipir-meptil, iako kod nas nije preporučena za suzbijanje *X. orientale*, pokazala je visoku efikasnost te se može preporučiti za suzbijanje *X. orientale* u nominovanim dozama, kao i za ostale korovske vrste.

Aktivna supstanca mezotriion se preporučuje za suzbijanje *X. orientale* do faze 5-7 razvijenih listova, s tim da efikasnost značajno opada sa porastom biljaka. ED₅₀ u zavisnosti od mjerenog biometričkog parametra iznosi 7,68-90,24g/ha za fazu F1, 8,16-71,52 g/ha za fazu F2, dok se za biljke tretirane u F3 fazi ED₅₀ mogla izračunati samo za suvu masu korijena i iznosila je 63,84 g/ha. Približno isti efekat je postignut kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi, % inhibicije mase korijena i stabla, iznosio je 53-80%, dok je kod biljaka tretiranih u fazi F3 % inhibicije bio znatno manji, i u zavisnosti od posmatranog parametra, iznosio 19-50%. Veća inhibicija mase je postignuta na korijenu u odnosu na izdanak.

Kada se posmatra djelovanje preparata na bazi glifosata *X. orientale* je pokazao veliku osjetljivost. Pri svim primjenjenim količinama, u svim fazama rasta, na kraju ispitivanja došlo je do propadanja. Za razliku od ostalih aktivnih supstanci, kada je u pitanju glifosat najveći efekat u smanjenju mase biljaka je postignut kod najvećih biljaka (faza F3). ED₅₀ za biljke tretirane u fazi F1 iznosila je 686,16-1480,68 g/ha, za biljke tretirane u fazi F2, ED₅₀ 637,92-1621,08 g/ha, dok za biljke tretirane u fazi F3 597,6-1014,84 g/ha. Na svim tretiranim biljkama, bez obzira na fazu rasta % inhibicije se kretao od 60-85%, pri čemu je inhibicija mase bila jednaka na korijenu i izdanku tretiranih biljaka. Iako do sada nisu registrovane rezistentne forme *X. orientale* prema glifosatu, zbog razvoja rezistentnosti na drugim vrstama familije Asteraceae, glifosat treba koristiti u kombinaciji sa drugim jedinjenjima, kao i uz primjenu nehemijskih mjera suzbijanja.

Aktivna supstanca dikamba se preporučuje za suzbijanje *X. orientale* do faze 4 razvijena lista, dok efikasnost značajno opada sa daljim porastom biljaka. ED₅₀ u zavisnosti od mjerene biometričke parametra iznosi 209,28-285,12g/ha za fazu F1, 225,12-349,92 g/ha za fazu F2, dok za biljke tretirane u fazi F3, ED₅₀ se nije mogla izračunati ni za jedan mjereni pokazatelj. Najveći % inhibicije zabilježen je na biljkama tretiranim u F1 fazi (2 prava lista), pri čemu je veći procenat inhibicije zabilježen na korijenu (79%) u odnosu na izdanak (64%). Procenat inhibicije suve mase korijena i izdanka za biljke tretirane u F2 fazi (2-4 prava lista) iznosio je oko 70%. Inhibicija mase biljaka tretiranih u F3 fazi, za sve posmatrane parametre, bila je znatno manja nego kod biljaka tretiranih u F1 i F2 fazi i iznosila je 20-49%. Preparat na bazi dikambe izaziva deformaciju stabla, pojavu nekrotičnih pukotina i nekrozu listova, s tim da tretirane biljke nisu izgubile turgor, a time nije došlo ni do značajnijeg smanjenja mase biljaka. Iako bi se efekat ovog jedinjenja, ako se posmatra masa kao biometrički pokazatelj efikasnosti, mogao ocjeniti kao slab, u suštini ona ne odražava pravi efekat ovog herbicida na tretirane biljke. Tretirane biljke nisu bile u mogućnosti da nastave razviće, cvjetaju i formiraju plod, jer je došlo do deformacije stabla i pojave nekrotičnih pukotina, već u krajnjem slučaju dolazi do sušenja cijelih biljaka. Za izražavanje efikasnosti dikambe trebali bi se uzeti u obzir drugi biometrički pokazatelji npr. fenofaza razvoja, pojava fitotoksičnih efekata i sl.

Aktivna supstanca tifensulfuron-metil je dala najslabije rezultate u pogledu suzbijanja vrste *X. orientale* u odnosu na sva primjenjena jedinjenja. ED₅₀, odnosno količina koja smanjuje masu biljaka za 50%, u svim tretmanima je bila veća od najveće primjenjene količine i nije se mogla odrediti ni za jednu fazu razvoja. Najveći % inhibicije postignut je na biljkama tretiranim u F1 fazi, i u zavisnosti od mjerene biometričke pokazatelje iznosio je 38-45% (za nadzemnu masu), odnosno 22-39% (za korijen). Namanji % inhibicije postignut je na biljkama tretiranim u F3 fazi i iznosio je 10-29%.

7. LITERATURA

1. Abbas, H.K., Johnson, B.J., Pantone, D.J., Wax, L.M., Hine, R., Shier, W. T. (2005) Response of multiple seeded cocklebur and other cocklebur types to herbicide treatment. Pest Manag Sci, 61, 643-648.
2. Abbas, H.K., Pantone, D.J., Paul, R. N. (1999) Characteristics of multiple-seeded cocklebur: a biotype of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.). Weed Technology, 13, 257-263.
3. Alvarez, I., Wendel, J.F. (2003) Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. Molecular Phylogenetics and Evolution, 29, 471-434.
4. Anastasiu, P., Negrean, G., Basnou, C., Sîrbu, C., Oprea, A. (2007) A preliminary study on the neophytes of wetlands in Romania. NEOBIOTA, 7, 181-192.
5. Anderson, D., Lee, D. J., Martin, A.R., Roeth, F.W. (1997) DNA sequence comparasions of the acetolactate synthasegene from ALS-resitant and susceptible shattercane. Proc. North Cent. Weed Sci. Soc., 52, 42.
6. Assani, S., Bracco, F., Sartori, F. (2009) Plant inavision in riparian habitats in northern Italy. In: Celesti-Grapow, L., Pretto, F., Brundu, G., Carli, E., Blasi, C. (ed), Plant inavision in Italy, 15-16.
7. Auld, B. (1993) Emergence and flowering in *Xanthium spinosum*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 47, 215-222.
8. Baldoni, G., Viggiani, P., Bonetti, A., Dinelli, G., Catizone, P. (2000): Classification of Italian *Xanthium strumarium* complex based on biological traits, electrophoretic analysis and response to maize interference. Weed Reseaech, 40, 191-204.
9. Baldwin, F. L., Frans, R. E. (1972) Soyebean and weed response to dinoseb and chloraxuron applied topically. Weed Science, 20, 511-514.
10. Balogh, L., Dancza, I., Király, G. (2004) Actual list of neophytes in Hungary and their classification according to their success. In: Mihály, B., Botta-Dukát, Z. (ed), Biological invasions in Hungary-Invasive plants, 61-92.
11. Barrentine, W.L., Oliver, L.R. (1977) Competition, threshold levels and control of common cocklebur in soybeans. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station and Arkansas Agricultural Experiment Station Technical Bulletin, 83.
12. Bartolucci, F., Peruzzi, L., Galasso, G., Albano, A., Alessandrini, A., Ardenghi, N. M. G., Astuti, G., Bacchetta, G., Ballelli, S., Banfi, E., Barberis, G., Bernardo, L., Bouvet, D., Bovio, M., Cecchi, L., Di Pietro, R., Domina, G., Fascetti, S., Fenu, G., Festi, F., Foggi, B., Gallo, L., Gottschlich G., Gubellini, L., Iamonico, D., Iberite, M., Jiménez-Mejías, P., Lattanzi, E., Marchetti, D., Martinetto, E., Masin, R. R., Medagli, P., Passalacqua, N. G., Peccenini, S., Pennesi, R., Pierini, B., Poldini, L., Prosser, F., Raimondo, F. M., Roma-Marzio, F., Rosati, L., Santangelo, A., Scoppola, A., Scortegagna, S., Selvaggi, A., Selvi, F., Soldano, A., Stinca, A., Wagensommer, R. P., Wilhalm, T. & Conti, F. (2018) An updated checklist of the vascular flora native to Italy. Plant Byosystems, 152, 179-303.
13. Barton, L. V. (1962) The germination of weed seeds. Weeds, 10, 174-182.

14. Baskin C.C., Baskin J.M. (1998): Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic, San Diego.
15. Beck, G., Maly, K., Bjelčić, Ž. (1983): Flora Bosnae et Herzegovinae. IV Sympetalae, Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine u Sarajevu, Prirodno-zaštitno odjeljenje, Posebno izdanje 4: 1-188.
16. Benvenuti, S. (2007) Natural weed seed burial: effect of soil texture, rain and seed characteristics. *Seed Science Research*, 17, 211-219.
17. Bernasconi, P., Woodworth, A.R, Rosen, B.A., Subramanian, M.V., Siehl, D.L. (1995) A naturally occurring point mutation confers broad range tolerance to herbicides that target acetolactate synthase. *J. Biol. Chem.* 270, 17381-17385.
18. Bertović, S. (1999) Reljef i njegova prostorna raščlamba. Š.L. 11-12, 543.
19. Bhogaonkar, P.Y., Ahmad, S.A. (2012) Pharmacognostic studies on *Xanthium strumarium* L. – a folk unani medicinal herb. *Bioscience Discovery*, 3, 101-106.
20. Blais, P. A., Lechowicz, M. J. (1989) Variation among populations of *Xanthium strumarium* (Compositae) from natural and ruderal habitats. *Amer. J. Bot.* 76, 901-908.
21. Blaženčić, J. (1988) Praktikum iz anatomije biljaka: sa osnovama mikroskopske tehnike. Naučna knjiga, Beograd.
22. Bloomberg, J. R., Kirkpatrick, B. L., Wax, L. M. (1982) Competition of common cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) with soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 30, 507-513.
23. Boršić, I., Milović, M., Dujmović, I., Bogdanović, S., Cigić, P., Rešetnik, I., Nikolić, T., Mitić, B. (2008): Preliminary check-list of invasive alien plant species (IAS) in Croatia. *Nat. Croat.* 17, 55-71.
24. Bozic, D., Barac, M., Saric-Krsmanovic, M., Pavlovic, D., Ritz, C., Vrbanicanin, S. (2015): Common Cocklebur (*Xanthium strumarium*) Response to Nicosulfuron. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1): 186-191. DOI:10.15835/nbha4319705.
25. Braukmann, T.W.A., Kuzmina, M.L., Sills, J., Zakharov, E.V., Hebert, P.D.N. (2017) Testing the Efficacy of DNA Barcodes for Identifying the Vascular Plants of Canada. *PLoS one*, DOI:10.1371/journal.pone.0169515, 1-19.
26. Braun-Blanquet, J. (1965) Plant sociology. The study of plant communities. Hefner Publishing Company, New York.
27. Cesur, C., Eryilmaz, T., Uskutoglu, T., Dogan, H., Coşge Şenkal, B. (2018) Cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) seed oil and its properties as an alternative biodiesel source. *Turk J Agric For*, 42, 29-37.
28. Chen, F., Hao, F., Li, C., Gou, J., Lu, D., Gong, F., Tang, H., Zhang, Y. (2013) Identifying three ecological chemotypes of *Xanthium strumarium* glandular trichomes using a combined NMR and LC-MS method.
29. Chen, S., Yao, H., Han, J., Liu, C., Song, J., Shi, L., Zhu, Y., Ma, X., Gao, T., Pang, X., Luo, K., Li, X., Jia, X., Lin, Y., Leon, C. (2010) Validation of the ITS2 Region as a Novel DNA Barcode for Identifying Medicinal Plant Species. *PLoS one*, 5, 1-8.

30. Chikuruwo, C., Masocha, M., Murwire, A., Ndaimani, H. (2016) Predicting the suitable habitat of the invasive *Xanthium strumarium* L. in southeastern Zimbabwe. Applied ecology and environmental research, 15, 17-32.
31. Coca, A., Almoguera, C., Jordano, J. (1994) Expression of sunflower low-molecular-weight heat-shock proteins during embryogenesis and persistence after germination: localization and possible function implications. Plant Mol. Biol. 25, 479-492.
32. Cole, J., Stuart, P., Lansden, A., Cox, H. (1980): Isolation and redefinition of the toxic agent from cocklebur (*Xanthium strumarium*). L. Agric. Food Chem. 28, 1330-1332.
33. Coleman, A.W. (2007) Pan-eukaryote ITS2 homologies revealed by RNA secondary structure. Nucleic Acids Res, 35, 3322-3329.
34. Collavo, A., Sattin, M. (2013) *Lolium multiflorum* and *L. rigidum*: a sensitivity analysis to glyphosate. 16th European Weed Research Society Symposium, Ondokuz Mays University Samsun, Turkey, 24-27 June.
35. Čustović, H., Marković, M. (2014) Action programme to combat land degradation and mitigate the effects of drought in Bosnia and Herzegovina. United Nations Environment Programme.
36. De Candolle, A. P. (1864) *Xanthium* L. Prodromus Syst. Nat. Reg. Veg. 5, 522-524.
37. De Oliveira Latorre, D. (2017) Susceptibility of *Conyza canadensis* and cross-resistance of *Amaranthus tuberculatus* survey in Nebraska, United States of America. Doktorska disertacija, Universidade Estadual Paulista "Julio De Mesquita Filho".
38. Dinelli, G., Bonetti, A., Viggiani, P. (2003) Genetic structure and mating system of Italian *Xanthium strumarium* complex. Weed Science, 51, 69-77.
39. Dogan, G., Kiran, Y. (2017) Karyotype analysis of Common Cocklebur (*Xanthium strumarium* L.). Natural Science and Discovery, 3, 39-43.
40. Domac, R. (1994): Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
41. Dorado, J., Sousa, E., Calha, I.M., Gonzalez-Andujar, J.L., Fernandez-Quintanilla, C. (2009) Predicting weed emergence in maize crops under two contrasting climatic conditions. Weed Research 49, 251-260.
42. Economou, G., Bilalias, D., Avgoulas, C. (2005) Weed flora distribution in Greek cotton fields and its possible influence by herbicides. Phytoparasitica, 33, 406-419.
43. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (2011) Guidelines on Pest Risk Analysis. Decision-support scheme for quarantine pests. http://www.eppo.int/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRA_intro.htm (last access, 4th March 2013).
44. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (2014) PP 1/135 (4) Phytotoxicity assessment. Bulletin OEPP/EPPO, 44, 265-273.
45. Faccini, D., Puricelli, E. (2007) Efficacy of herbicide dose and plant growth stage on weeds present in fallow ground. Agriscientia, 24, 29-35.
46. Ferrell, J.A., Watt, W. W. (2002) Comparasion of glyphosate with other herbicides for weed control in corn (*Zea mays*): Efficacy and economics. Weed Technol. 5, 894-897.
47. Fetvadjieva, N. Milanova, S. (1998) Cocklebur advancing on our fields. Plant protection, 5, 20-22.

48. Fiori, A. (1969) *Nouva Flora Analitica d'Italia*. Edagricole, Bologna, Italy.
49. Follak, S., Dullinger, S., Kleinbauer, I., Moser, D., Essl, F. (2013) Invasion dynamics of three allergenic invasive *Asteraceae* (*Ambrosia trifida*, *Artemisia annua*, *Iva xanthiiifolia*) in central and eastern Europe. *Preslia*, 85, 41-61.
50. Fourreau, P. J. (1869) Catalogue des plantes qui croissent spontanément le long du cours de Rhône. *Ann. Soc. Linn. Lyon*, Ser. 2, 17, 89-200.
51. Fourreau, P. J. (1869) Catalogue des plantes qui croissent spontanément le long du cours de Rhône. *Ann. Soc. Linn. Lyon*, Ser. 2, 17, 89-200.
52. Fratianne, D.G. (1974) Effects of *Xanthium* leaf extracts on lettuce seed germination. *Ohio J. Sci.*, 74, 291-295.
53. Galanos, C. (2015) The alien flora of terrestrial and marine ecosystems of Rodos island (SE Aegean), Greece. *Willdenowia*, 45, 261-278.
54. Gao, T., Yao, H., Song, J., Zhu, Y., Liu, C., Chen, S. (2010) Evaluating the feasibility of using candidate DNA barcodes in discriminating species of the large Asteraceae family. *BMC Evolutionary Biology*, 10, 324.
55. Goloboff, P. A. (1999) Analyzing large data sets in reasonable times solutions for composite optima. *Cladistics* 15, 415-428.
56. Green, J. D., Lago, E., Bowman, K. (2019) Comparasion of saflufenacil to synthetic auxins for common cocklebur and common ragweed control in cool-season grass pastures. "Unofficial" Proceedings of the 2019 NCWSS – Columbus, Ohio.
57. Griffin, J. L., Reynolds, D. B., Virdrine, P. R., Saxton, A. M. (1992) Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control with reduced rates of soil and foliar applied imazaquin. *Weed Technol.* 6, 847-851.
58. Griffith, T. T., Watson, M. A. (2005) Stress avoidance in a common annual: Reproductive timing is importabt for local adaptation and geographic distribution. *J. Evo. Biol.* 18, 1601-1612.
59. Gummerson, J.L. (1986) The effect of constant temperature and osmotic potentials on the germination of sugar beet. *Journal of Experimental Botany*. 37, 729-741.
60. Gunsolus, J. L. (1990) Mechanical and cultural weed control in corn and soybeans. *American Journal of Alternative Agriculture*, 5, 114-119.
61. Hall, T.A. (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Syposium Series*, 41, 95-98.
62. Han, J., Zhu, Y., Chen, X., Liao, B., Yao, H., Song, J., Chen, S., Meng, F. (2013) The Short ITS2 sequence serves as an efficient taxonomic sequence tag in comparaison with the full-length ITS. *BioMed Research International*, 2013, ID 741476, 1-7.
63. Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Thursday, June 20, 2019 . Available at: www.weedscience.org
64. Hocking, P. J., Liddle, M. J. (1986) The biology of Australian Weeds: 15. *Xanthium occidentale* Bertol. complex and *Xanthium spinosum* L. *J. Aust. Inst. Agri. Sci.*, 52, 191-221.
65. Holm, G., Plunknett, L., Pancho, V. Herberger, P. (1977): The world's worst weeds. East-West Center Book. Univ. Press of Hawaii.

66. Holzner, W., Numata, N. (eds.) (1982) Biology and ecology of weeds. Dr W. Junk Publisher, The Hague.
67. Hugie, J., Bollero, G., Tranell, P., Riechers, D. (2008) Defining the rate requirements for synergism between mesotrione and atrazine in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Science*, 56, 256-270.
68. Hussain, Z., Marwat, K.B., Cardina, J., Khan, I.A. (2014): *Xanthium strumarium* L. impact on corn yield and yield components. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 39-46.
69. Ilić, O., Nikolić, Lj. (2011) Ecological characteristics of ass. Panico-Galinsogetum Tx. et Beck. 1942 in potato crop. *Herbologia*, 12, 77-88.
70. Janjić, V. (2005) Fitofarmacija. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.
71. Janjić, V., Elezović, I. (2008) Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Šesnaestoto, izmenjeno i dopunjeno izdanje. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.
72. Janjić, V., Kojić, M. (2000) Atlas korova. Institut za istraživanja u poljoprivredi SRBIJA, Beograd.
73. Johnson, B., Young, B. (2002) Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione. *Weed Science*, 50, 157-161.
74. Josifović, M. (ed) (1970-1977): Flora SR Srbije. I-IX, SANU, Beograd.
75. Karadas, E., Yaman, I., Ozdemir, N. (1997) Pathological and biochemical studies on experimental poisoning of sheep with cocklebur (*Xanthium strumarium* L. subsp. *cavanillesii*). *Turk Veterinerlik ve Hayvanclk Dergisi* 21, 167-178.
76. Karimmojeni, H., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H.M., Cousens, R.D., Beheshtian Mesgaran, M. (2009) Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. *Weed Research*, 50'253-261.
77. Kastori, R. (1984): Fiziologija semena. Matica Srpska, Novi Sad.
78. Kaul, V. (1961): Water relations of *Xanthium strumarium* L. *Sci. Cult.* 27. 495-497.
79. Kaul, V. (1965a): Physiological-ecology of *Xanthium strumarium* L. I. Seasonal morphological variants and distribution. *Trop. Ecol.*, 6, 72-87.
80. Kaul, V. (1971): Physiological-ecology of *Xanthium strumarium* Linn. *New. Phytol.* 70, 799-812.
81. Kaundun, S., Hutchings, S. J., Dale, R., Howell, A., Morris, J., Kramer, V., Shivrain, V., Mcindoe, E. (2017) Mechanism of resistance to mesotrione in an *Amaranthus tuberculatus* population from Nebraska, USA. *PlosOne*, doi.org/10.1371/journal.pone.0180095, 1-22.
82. Khuroo, A.A., Rashid, I., Reshi, Z., Dar, G.H., Wafai, B.A. (2007) The alien flora of Kashmir Himalaya. *BioI Invasions*, 9, 269-292.
83. King, J. (1966): Weeds of the world. Biology and control. Interscience Publ., New York.
84. Király, G. editor (2009) New hungarian herbal. The vascular plants of Hungary. Identification key. Jósvafő: Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság.

85. Kojić, M., Popović, Ranka, Karadžić, B. (1994): Fitoindikatori i njihov značaj u procjeni ekoloških uslova staništa. IP "NAUKA" Beograd, "BIROGRAFIKA" Subotica, 1-441.
86. Kovačević, Z., Mitrić, S. (2013) Invazivni i ekonomski štetni korovi na sjevernom dijelu teritorije Republike Srpske sa prijedlogom mjera kontrole. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka.
87. Kovačević, Z., Šumatić, N., Kojić, M., Petrović, D., Herceg, N. (2008) Adventivna korovska flora Bosne i Hercegovine. *Acta herbologica*, 17, 89-93.
88. Kudsk, P., Matheassen, S.K. (2007) Analysis of adjuvant effects and their interactions with variable application parameters. *Crop Prot.*, 26, 328-334.
89. Kuzmina, M. L., Braukmann, T., Fazekas, A., Graham, S., Deward, S., Rodrigues, A., Bennett, B., Dickinson, T., Saarela, L., Catling, P., Newmaster, S., Percy, D., Fenneman, E., Lauron-Moreau, A., Ford, B., Gillespie, L., Subramanyam, R., Whitton, J., Jennings, L., Metsger, D., Warne, C., Brown, A., Sears, E., Deward, J., Zakharov, E., Hebert, P. (2017) Using herbarium – derived DNA to assemble a large-scale DNA barcode library for the vascular plants of Canada. *Applications in Plant Science*, 12, 1-11.
90. Lavalut, M., Landreau, A., Larcher, G., Bouchara, J.P., Pagniez, F., Le Pape, P., Richomme, P. (2005) Antileishmanial and antifungal activities of xanthanolides isolated from *Xanthium macrocarpum*. *Fitoterapia*, 76, 363-366.
91. LeClare, S., Wu, C., Westra, P., Douglas Sammons, R. (2018) Cross-resistance to dicamba, 2,4-D and fluroxypyr in *Kochia scoparia* is endowed by a mutation in an AUX/IAA gene. *Agricultural Science, PNAS*, 1-10.
92. Lee, J., Owen, M. (2000) Comparison of acetolactate synthase enzyme inhibition among resistant and susceptible *Xanthium strumarium* biotypes. *Weed Science*, 48, 286-290.
93. Lešnik, M. (2017) Obvladovanje pojave invazivnih rastilin (neofitov) in ohranjanja biodiverzitete na vodovarstvenih območjih. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vode, Slovenija.
94. Lohmeyer, W., Sukopp, H. (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schr.Reihe Vegetationskde. 25:1-185.
95. Löve D. (1975) The genus *Acanthoxanthium* (DC.) Fourr. revived. *Lagascalia* 5, 1, 55-71.
96. Löve D. (1976) *Xanthium*. In: *Flora Europaea*, Vol. IV (eds. TG Tutin, VH Heywood, NA Berges *et al.*), 143. Cambridge University Press, London, UK.
97. Love, D., Dansereau, P. (1959) Biosystematic studies on *Xanthium*: Taxonomic appraisal and ecological status. *Can. J. Bot.* 37, 173-208.
98. Lutman, P.J. (2002): Estimation of seed production by *Stellaria media*, *Sinapis arvensis* and *Tripleurospermum inodorum* in arable crops. *Weed Research*, 42, 5, 359-369.
99. Macdonald, I., Reaser, J., Bright, C., Neville, L., Howard, G., Murphy, S., Preston, G. (ed) (2003) *Invasive Alien Species in Southern Africa: national reports & directory of resources*. Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa.

100. Malidža, G., Vrbničanin, S. (2007) Ekonomski značajne i invazivne korovske vrste: problemi i specifičnosti sa aspekta zaštite bilja. Zbornik rezimea, XIII simpozijum sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor, 15-16, 2007.
101. Manilov, T., Zhalnov, I. (2018) Weed control in ExpressSun® sunflower (*Helianthus annuus* L.). Zbornik radova, 53. Hrvatski i 13. Međunarodni Simpozij Agronomije, Vodice, Hrvatska.
102. Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., Ravnik, V., Frajman, B., Strgulc Krajšek, S., Trčak, B., Bačić, T., Fischer, M., Eler, K., Surina, B. (2007) Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semen. Četrta, dopojnjena in spremenjena izdaja. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
103. Medina, C., Cardemil, L. (1993) *Prosopis chilensis* is a plant tolerant to heat shock. Plant Cell Environ, 16, 305-310.
104. Mićić, N. (1993) Organogeneza šljive. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
105. Milanova, S., Baeva, G., Nakova, R., Maneva, S., Chavdarov, L., Stoimenova, G., Velichkova, T. (2007) Some changes and trends in the weed communities in the last years in Sofia region. Proceeding of the 9th Symposium on Flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, Niš, September 01-03, 2007, Serbia, 55-61.
106. Milberg, P., Anderson, L. (1998) Does cold stratification level out differences in seed germinability between population? Plant Ecology, 134, 225-234.
107. Mito, T., Uesugi, T. (2004) Invasive Alien species in Japan: The Status Quo and the New Regulation for Prevention of their Adverse Effects. Global Environmental Research 8, 171-191.
108. Moran, G. F., Marshall, D. R., Müller, W. J. (1981) Phenotypic Variation and Plasticity in the Colonizing Species *Xanthium strumarium* L. (Noogoora Burr). Aust. J. Biol. Sci. 34, 639-648.
109. Mosyakin, S., Yavorska, O. (2002) The Nonnative Flora of the Kiev Urban Area, Ukraine. Urban habitats, 1, 45-65.
110. Munz, P.A., Keck, D.D. (1973) A California flora and supplement. Univ. California Press, Berkeley, CA.
111. Nakka, S., Godar, A., Wani, P., Thompson, C., Peterson, D., Roelofs, J., Jugulam, M. (2017) Physiological and molecular characterization of hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD)-inhibitor resistance in palmeri amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) Plant Science, 8, 1-12.
112. Nixon, K. C. (2002) WinClada, ver. 1.00.08 Ithaca, Published by the author, available online at <http://www.cladistics.com/aboutWinc.htm>.
113. Norsworthy, K. J., Oliveira, J. M. (2007a) Light and temperature requirements for common cocklebur (*Xanthium strumarium*) germination during afterripening under field conditions. Weed Science, 55, 227-234.
114. Norsworthy, K. J., Oliveira, J. M. (2007b) Tillage and soybean canopy effects on common cocklebur (*Xanthium strumarium*) emergence. Weed Science, 55, 474-480.
115. Novák, R., Dancza, I., Szentey, L., Karamán, J. (2009) Arable weeds of Hungary. Fifth National Weed Survey (2007-2008). Ministry of Agriculture and Rural Development, Budapest, Hungary.

116. Obermeier, M. R., Kapusta, G. (1996) Postemergence broadleaf weed control in corn (*Zea mays*) with CGA-152005. *Weed Technol* 10, 689-698.
117. Oliver, L. R. (1975) Today's weed-common cocklebur. *Weeds Today*, 6, 22.
118. Ou, L., Stahlman, P., Jugulam, M. (2016) Reduced absorption of glyphosate and decreased translocation of dicamba contribute to poor control of kochia (*Kochia scoparia*) at high temperature. *Pest Manag Sci*, 1-9.
119. Padmalatha, K., Prasad, M.N.V. (2006) Optimization of DNA isolation and PCR protocol for RAPD analysis of selected medicinal and aromatic plants of conservation concern from Peninsular India. *African Journal of Biotechnology*, 5, 230-234.
120. Pang, S. S., Duggleby, R. G., Schowen, R. L., Guddat, L. G. (2004) The crystal structure of *Klebsiella pneumoniae* acetolactate synthase with enzyme - bound cofactor and with an unusual intermediate. *The Journal of Biological Chemistry*. 279:2242-2253.
121. Pannacci, E., Covarelli, G. (2009) Efficacy of mesotrione used at reduced doses for post-emergence weed control in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection*, 28, 57-61.
122. Pannacci, E., Onofri, A., Covarelli, G. (2006) Biological activity, availability and duration of phytotoxicity for imazamox in four different soils of central Italy. *Weed Research*, 46, 243-250.
123. Pinke, G.Y., Karácsony, P. (2010) WeeRd survey of sunflower fields in Hungary. *Növényvédelem*, 46, 425-429.
124. Radusin, S. Medić, V., Cero, M., Abdurahmanovic, I., Avdić, S. (2016) Third national communication and second biennial update report on greenhouse gas emissions of Bosnia and Herzegovina, under the United Nations Framework Convention On Climate Change July 2016.
125. Ramirez-Erosa, I., Huang, Y., Hickie, R.A., Sutherland, R.G., Barl, B. (2007) Xanthsttin and xanthinosin from the burs of *Xanthium strumarium* L. as potential anticancer agents. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 85, 1160-1172.
126. Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2005) Biology of plants, seventh edition. W.H. Freeman and Company Publisher.
127. Reddi, S., Reddi, U., Bai, J., Raju, R., Reddi, S. (1980): The ecology of anther dehiscence, pollen liberation and dispersal in *Xanthium strumarium* L. *Indian J. Ecol.* 7, 171-181.
128. Reeta, S., Kavita, G., Arjun, P., Rimpal, J. (2010) Pharmacognostical Standardization of Leaves of *Xanthium strumarium* Linn. *Phcog J*, 2, 492-497.
129. Richardson, D. M., Allsopp, N., D'Antonio, C. M., Milton, S. J., Rejmanek, M. (2000) Plant invasions – the role of mutualism. *Biological Reviews*, 75, 65-93.
130. Ritz, C., Streibig, J.C. (2005) Bioassay Analysis using R. *Journal of Statistical Software*, 12,5.
131. Saari, L., Cotterman, J., Primiani, M. (1990) Mechanism of Sulfonylurea Herbicide Resistance in the Broadleaf Weed, *Kochia scoparia*. *Plant Physiol.* 93, 55-61.

132. Saha, D., Kumar, R., Ghosh, S., Kumari, M., Saha, A. (2012) Control of foliar diseases of tea with *Xanthium strumarium* leaf extract. Industrial Crop and Products, 32, 376-382.
133. Sârbu, A. and Smarandache, D. (2013) *Xanthium italicum* – anatomy and histology data. Acta Horti Bot. Bucurest, 40, 5-18.
134. Saric, M., Bozic, D., Pavlovic, D., Elezovic, I., Vrbničanin, S. (2012) Temperature effects on common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) Seed germination. Romanian Agriculture Research, 29,389-393.
135. Schmidt, A., Talbert, R., McClelland, M. (2004) Management of acetolactate synthase (ALS)- resistant common cocklebur (*Xanthium strumarium*) in soybean. Weed Technology, 18, 665-674.
136. Schmitzer, P.R., Eilers, R.J., Cseke, C. (1993) Lack of cross-resistance of imazaquin-resistant *Xanthium strumarium* acetolactate synthase to flumetsulam and chlorimuron. Plant Physiol., 103, 281-283.
137. Seifu, A.,Seboka, N., Misganaw, M., Bekele, T., Merawi, E., Ayenew, A., Faris, G. (2017) Impact of invasive alien plant, *Xanthium strumarium*, on species diversity and composition of invaded plant communities in Borena Zone, Etiopia. Biodiversity International Journal, 1, 1-8.
138. Senseman, S. A. and Oliver, L. R. (1993): Flowering patterns, seed production, and somatic polymorphism of three weed species. Weed Science, 41, 418–425.
139. Shao, H., Huang, X., Wei, X., Zhang, C. (2012) Phytotoxic effects and a phytotoxin from the invasive plant *Xanthium italicum* Moretti. Molecules, 17, 4037-4046.
140. Shitaka, Y., Hirose, T (1993) Timing of seed germination and the reproductive effort in *Xanthium canadense* – Oecologia, 95, 334-339.
141. Shull, C. A. (1915) Physiological isolation of types in the genus *Xanthium*. Botanical Gazette, 59, 474-483.
142. Sikkema, P. H., Kramer, C., Vyn, J. D., Soltani, N. (2008): Control of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) with pre- and postemergence herbicides in soybean. Can. J. Plant Sci. 88, 1127-1131.
143. Singh, K.P., Shukla, A.N., Singh, J.S. (2010) State-level inventroy of invasive alien plants, treir source regions and use potential. Current Science, 99, 107-114.
144. Singh, M., Tomar, I. S., Morya, J., Verma, A. K., Tripathi, R. K. (2016) Bio-efficacy of tank mixed herbicides for control of complex weed flora in soybean (*Glicine max* L. Merril). Journal of Applied and Natural Science, 8, 2231-2234.
145. Skora Neto, F., Coble, H. D., Corbin, F. T. (2000) Absorption, translocation and metabolism of 14C-glufosinate in *Xanthium strumarium*, *Commelina difusa* and *Ipomoea purpurea*. Weed Science, 48, 171-175.
146. Sobrino, E., Sanz-Elorza, M., Dana, E. & Gonzalez-Moreno, A. (2002) Invasibility of a coastal strip in NE Spain by alien plants. Journal of Vegetation Science, 13, 585-594.
147. Soltani, N., Shropshire, C., Sikkema, P. H. (2010) Control of common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) in corn. Can. J. Plant Sci. 90, 933-938.

148. Spague, C.L., Stoller, E.W., Wax, L.M. (1997) Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) resistance to selected ALS-inhibiting herbicides. *Weed Technol.* 11, 241-247.
149. Stefanović, L. (1987) Zakorovljenost useva kukuruza severoistočne Srbije. Izd. Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd.
150. Stefanović, L., Vrbničanin, S., Malidža, G., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Marisavljević, D., Jovanović-Radovanov, K. (2006) Kartiranje karantinskih, invazivnih i ekonomski štetnih korova na području Srbije sa predlogom mera suzbijanja. *Biljni lekar/Plant doctor*, XXXIV, 195-201.
151. Stevanović, J., Stavretović, N., Obratov-Petković, D., Mijović, A. (2009) Invazivne biljne vrste na nekim sportsko-rekreativnim popršinama Beograda. *Acta herbologica*, 18, 115-125.
152. Streibig, J.C., Rudemo, M., Jensen, J.E. (1993) Dose-Response Curves and Statistical Models. In: Kudsk, P, Streibig, J.C. (eds.) . *Herbicide Bioassays*, 29-55, CRC Press, Boca Raton.
153. Sudhakar Reddy, C., Bagyanarayana, G., Reddy, K.N., Vatsavaya, S. (2003-2007) Invasive alien flora in India. National Biological Information Infrastructure, USGS, USA.
154. Sugiyama, H., Hirose, T. (1991) Growth schedule of *Xanthium canadense*, does it optimize the timing of reproduction? *Oecologia*, 88, 55-60.
155. 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, 4-29.
156. Šumatić, N., Janjić, N. (2006) Adventivne biljke u Bosni i Hercegovini. *Acta herbologica*, 15, 9-14.
157. Tabacchi, E. & Planty-Tabacchi, A. (2005) Exotic and native plant community distributions within complex riparian landscapes: A positive correlation. *Ecoscience*, 12, 412-423.
158. Thompson, K., Grime, J. P. (1983) A comparative study of germination in response to diurnally fluctuating temperatures. *J. Appl. Ecol.* 20, 141-156.
159. Thompson, J.D., Higgins, D.G., Gibson, T.J. (1994) CLUSTALW: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res.*, 22, 4673–4680.
160. Tomanović, S. (2004) Alohtona adventivna flora na području Beograda: hronološko-geografska i ekološka analiza. Magistarski rad. Univerzitet u Beogradu, Biloški fakultet, Beograd.
161. Tomasello, S., Heubl, G. (2017) Phylogenetic analysis and molecular characterization of *Xanthium sibiricum* using DNA barcoding, PCR-RFLP and specific primers. *Planta Med*, 83, 946-953.
162. Topalić-Trivunović, Lj., Pavlović-Muratspahić, D. (2008) Adventive flora of the Banja Luka region. *Acta herbologica*, 17, 109-117.
163. Tournefort, J. P. (1700) *Institutiones Rei Herbariae*. Paris.

164. Tranel, P. J., Jeschke, M. R., Wassom, J. J., Maxwell, D. J., Wax, L. M. (2003) Variation in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) interference among common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) accessions. *Crop Prot.* 22, 375-380.
165. Van Eerd, L., Stephenson, G., Kwiatkowski, J., Grossmann, K., Hall, J. (2005) Physiological and biochemical characterization of quinclorac resistance in a false cleavers (*Galium spurium* L.) biotype. *J Agric Food Chem.* 53, 1144-51.
166. Vrbničanin, S. (eds.) (2015) Invazivni korovi. Herbološko društvo Srbije, Beograd.
167. Vrbničanin, S., Karadžić, B., Dajić-Stevanović, Z. (2004) Adventivne i invazivne korovske vrste na području Srbije. *Acta herbologica*, 13, 1-12.
168. Vrbničanin, S., Malidža, G., Stefanović, L., Elezović, I., Stanković-Kalezić, R., Marisavljević, D., Radovanov-Jovanović, K., Pavlović, D., Gavrić, M. (2009) Distribucija nekih ekonomski štetnih, invazivnih i karantinskih korovskih vrsta na području Srbije. *Biljni lekar/Plant doctor*, XXXVII, 21-29.
169. Vukmir, G., Stanišljević, Lj., Cero, M., Cacan, M., Marković, M., Rudež, M., Laganin, O., Kostić, R., Opršić, S., Ćatović, S., Lukić, T. (2009) Initial national communication (INC) of Bosnia and Herzegovina under The United Nations framework convention on climate change (UNFCCC), Banja Luka.
170. Wang, H., Guo, W., Zhang, L., Zhao, K., Ge, L., Lv, X., Liu, W., Wang, J. (2017) Multiple resistance to thifensulfuron-methyl and fomesafen in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) from China. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77, 311-317.
171. Wang, Q., Yuan, X., Liu, H. (2014) Influence of the Three Gorges Reservoir on the vegetation of its drawdown area: effects of water submersion and temperature on seed germination of *Xanthium sibiricum* (Compositae). *Pol. J. Ecol.*, 62, 25-36.
172. Wassom, J., Tranel, P., Wax, L. (2002) Variation among U.S. accessions of common cocklebur (*Xanthium strumarium*). *Weed Technology*, 16, 171-179.
173. Weaver, S. E., Lechowicz, M. J. (1983) The biology of Canadian Weeds. 56. *Xanthium strumarium* L. *Can. J. Plant Sci.* 63, 211-225.
174. Wesley, R., Shaw, D.R., Barrentine W. L. (1989) Incorporation depths of imazaquin, metribuzin and chlorimuron for common cocklebur (*Xanthium strumarium*) control in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, 37, 596-599.
175. Widder, F. J. (1935) Vergleichende Morphologie einiger *Xanthium*-Sippen. *Beih. Bot. Centralbl.* 54, A, 321-368.
176. Widder, F. J. (1964) Die Veränderlichen *Xanthium spinosum*. *Phyton* 11, 69-82.
177. Wills, G. D. (1984) Toxicity and translocation of sethoxydim in bermuda-grass (*Cynodon dactylon*) as affected by environment. *Weed Science*, 32, 20-24.
178. Witte, S., Osweiler, G., Stahr, H., Mobley, G. (1990) Cocklebur toxicosis in cattle associated with the consumption of mature *Xanthium strumarium*. *J Vet Diagn Invest* 2, 263-267.
179. Wodenhouse, R. P. (1928) Pollen grains in the identification and classification of plants. I. The Ambrosiaceae. *Bull. Torrey Bot. Club* 55, 181-198.

180. Woodworth, A., Bernasconi, P., Subramanian, M., Rosen, B. (1996) A second naturally occurring point mutation confers broad-based tolerance to acetolactate synthase inhibitors. *Plant Physiol.* 111, 105.
181. Xue, L.-M., Zhang, Q.-Y., Han, P., Jing, Y.-P., Yan, R.-D., Wang, Y., Rahman, K., Jia, M., Han, T., Qin, L.-P. (2014) Hepatotoxic constituents and toxicological mechanism of *Xanthium strumarium* L. fruits. *Journal of Ethnopharmacology*, 152, 272-282.
182. Yao, H., Song, J., Liu, C., Luo, K., Han, J., Li, Y., Pang, X., Xu, H., Zhu, Y., Xiao, P., Chen, S. (2010) Use of ITS2 region as the universal DNA barcode for plants and animals. *PLoS ONE*, 5, e13102.
183. Yoou, J.H., Lim, H.J., Lee, H.j., Kim, H.-D., Jeon, R., Ryu, J.-H. (2008) Inhibition of lipopolysaccharide-induced inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase-2 expression by xanthanolides isolated from *Xanthium strumarium*. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 18, 2179-2182.
184. Zandstra, B., Patricka, M., Masabni, J. (2004) Guide to Tolerance of Crops and Susceptibility of Weeds to Herbicides. Michigan State University.
185. Zhao, X., Hu, W. (2014) Application of ITS2 Sequence as DNA Barcode in *Xanthium*. *Agricultural Biotechnology*, 3, 19-21.
186. Zima, D., Štefanić, E. (2018) Analiza medonosnosti invazivnih biljnih vrsta Požeške kotline. *Zbornik radova, 53. Hrvatski i 13. Međunarodni Simpozij Agronomije, Vodice, Hrvatska*.

INDEKS TABELA

- Tabela 1. Skala ocjene zastupljenosti kartiranih vrsta.
- Tabela 2. Pregled lokacija sa kojih su sakupljani uzorci plodova.
- Tabela 3. Analizirani parametri anatomske građe biljaka.
- Tabela 4. Korišćeni preparati i količine primjenjenih aktivnih supstanci.
- Tabela 5. Vaučer brojevi pregledanog i deponovanog biljnog materijala u *Voucher collection Herbariumu BUNS*.
- Tabela 6. Srednje vrijednosti ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$) analiziranih morfoloških parametara ploda kod populacija *X. orientale*.
- Tabela 7. Vrijednosti mjerениh parametara anatomske građe korijena.
- Tabela 8. Vrijednosti udjela pojedinih parametara u anatomskoj građi korijena (%).
- Tabela 9. Vrijednosti mjereni parametara anatomske građe stabla.
- Tabela 10. Vrijednosti udjela pojedinih parametara u anatomskoj građi stabla (%).
- Tabela 11. Vrijednosti mjereni parametara anatomske lista.
- Tabela 12. Srednje vrijednosti broja stoma na listu.
- Tabela 13. Prosječan broj stoma lica i naličja lista.
- Tabela 14. Višestruka linearna korelaciona zavisnost klijavosti sjemena populacija vrste *X. orientale* od temperature i vremena.
- Tabela 15. Ukupna klijavost (%) sjemena populacija vrste *X. orientale* i *X. spinosum*.
- Tabela 16. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene imazamoksa u zavisnosti od faze razvoja biljaka.
- Tabela 17. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene imazamoksa u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 10).
- Tabela 18. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene fluroksipir-meptila u zavisnosti od faze razvoja biljaka.
- Tabela 19. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene fluroksipir-meptila u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 11).
- Tabela 20. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene mezotriona u zavisnosti od faze razvoja biljaka.
- Tabela 21. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene mezotriona u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 12).
- Tabela 22. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene glifosata u zavisnosti od faze razvoja biljaka.

Tabela 23. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene glifosata u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 13).

Tabela 24. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene dikambe u zavisnosti od faze razvoja biljaka.

Tabela 25. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene dikambe u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 14).

Tabela 26. Reakcije *X. orientale* na različite količine primjene tifensulfuron-metila u zavisnosti od faze razvoja biljaka.

Tabela 27. Parametri regresije (ED_{50} , b, R^2 , χ^2/DF) za sve mjerene pokazatelje nakon primjene tifensulfuron-metila u fazama F1, F2 i F3 *X. oreintale* (korespondira sa Grafikonom 15).

Tabela 28. Vrste roda *Xanthium* opisane u zemljama okruženja.

Tabela 29. Uporedne vrijednosti ED_{50} za mjerene biometričke pokazatelje primjenjenih aktivnih supstanci u različitim fazama razvoja *X. orientale*.

INDEKS GRAFIKONA

- Grafik 1. Stablo potpune saglasnosti sekvenci ITS2 regiona dobijeno metodom najveće štedljivosti (MP). Dužina=39 koraka, indeks konzistentnosti (CI)=0,71, indeks retencije (RI)=0,81. Podržanost filogenetske grupe ($\geq 50\%$) je naznačena na nodijama stabla.
- Grafik 2. Stablo potpune saglasnosti sekvenci ITS2 regiona dobijeno metodom najveće vjerovatnoće (ML). Podržanost filogenetske grupe ($\geq 50\%$) je naznačena na nodijama stabla.
- Grafik 3. Srednje vrijednosti parametara anatomske građe korijena populacija vrste *X. oreintale* i vrste *X. spinosum*.
- Grafik 4. Srednje vrijednosti parametara anatomske građe stabla populacija vrste *X. oreintale* i vrste *X. spinosum*.
- Grafik 5. Srednje vrijednosti mjerjenih parametara anatomske građe lista populacija vrste *X. oreintale* i vrste *X. spinosum*.
- Grafik 6. Višestruka korelaciona zavisnost klijavosti sjemena od temperature i vremena populacija *X. orientale* subsp. *italicum*.
- Grafik 7. Višestruka korelaciona zavisnost klijavosti sjemena od temperature i vremena populacija *X. orientale* subsp. *riparium*.
- Grafik 8. Višestruka korelaciona zavisnost procenta klijavosti sjemena *X. spinosum* od temperature i vremena.
- Grafik 9. Stopa klijanja sjemena *X. orientale* na 15, 20, 25, 30, 35 i 40°C.
- Grafik 10. Dinamika klijanja sjemena *X. spinosum* na 15, 20, 25, 30, 35 i 40°C.
- Grafik 11. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene imazamoksa:
a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena.
- Grafik 12. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene fluroksipirmeptila: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena.
- Grafik 13. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene mezotriona:
a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena.
- Grafik 14. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene glifosata: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena.
- Grafik 15. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene dikambe: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena.
- Grafik 16. Regresiona zavisnost biometričkih pokazatelja od količine primjene tifensulfuron-metila: a) svježa masa izdanka, b) suva masa izdanka, c) svježa masa korijena, d) suva masa korijena.

INDEKS SLIKA

- Slika 1. Izgled trihoma (a1-c), žljezdanog diska (d) i žljezdane ljuspe (e) vrste *X. strumarium* L. (Bhogaonkar and Ahmad, 2012).
- Slika 2. Poprečni presjek stabla *X. italicum* (šematski prikaz): col - kolenhim, cs – sekretorni kanali, cv – vaskularni kambijum, ep - epidermis, fl - floem, pc – parenhim kore, pm – parenhim centralnog cilindra, rms – sržni zrak, sclpf – sklerenhim, x – ksilem. (Daniela Smarandache, 2013).
- Slika 3. Poprečni presjek lisne drške *X. italicum* (šematski prikaz): col - kolenhim, cs – sekretorni kanali, ep – eridermis, fab – naličje lisne drške, fad – lice lisne drške, fl - floem, pf – kožno tkivo, pt – trihome, scl - sklerenhim, x – ksilem (Daniela Smarandache, 2013).
- Slika 4. Poprečni presjek lista *X. italicum* (grafički prikaz): co – kristalne druze, epi – epidermis naličja lista, eps – epidermis lica lista, fc – provodni snopić, ps – sekretorne dlake, pt – trihome, tl – međućelijski prostor, tp – palisadno tkivo, tpf – ljevkaste ćelije (Daniela Smarandache, 2013).
- Slika 5. Postavka eksperimenta u toku fenoloških istraživanja.
- Slika 6. Izgled plodova vrsta roda *Xanthium*.
- Slika 7. Priprema biljnaog materijala i potvrda dobijanja PCR produkata.
- Slika 8. Ispitivanje efikasnosti herbicida.
- Slika 9. Distribucija i zastupljenost *X. orientale* subsp. *italicum* i *X. orientale* subsp. *riparium* prikazana na digitalnom modelu visina (Digital Elevation Model) (DEM) BiH rezolucije 20x20m, u mreži 10x10km.
- Slika 10. Distribucija i zastupljenost *X. spinosum* prikazana na digitalnom modelu visina (Digital Elevation Model) (DEM) BiH rezolucije 20x20m, u mreži 10x10km.
- Slika 11. Korijen *X. orientale*.
- Slika 12. Izgled stabla *X. orientale* sa i bez mrlja.
- Slika 13. Izgled lista *X. orientale*.
- Slika 14. Izgled ženske i muške cvasti *X. orientale*.
- Slika 15. Izgled muške cvasti *X. orientale*.
- Slika 16. Tučak i prašnici *X. orientale*.
- Slika 17. Presjek ploda i izgled sjemena *X. orientale*.
- Slika 18. Izgled nezrelih plodova *X. orientale*.
- Slika 19. Plod *X. orientale* subsp. *italicum* (lokalitet Dolgodi 2).
- Slika 20. Plod *X. orientale* subsp. *riparium* (lokalitet Dolgodi 1).
- Slika 21. Plod *X. orientale* subsp. *italicum* (treće godine istraživanja, lokalitet Dolgodi 2).
- Slika 22. Plod *X. orientale* subsp. *riparium* (treće godine istraživanja, lokalitet Dolgodi 1).
- Slika 23. Izgled *X. spinosum* i 3-djelnog trna.

Slika 24. Izgled muške i ženske cvasti *X. spinosum*.

Slika 25. Izgled ploda *X. spinosum*.

Slika 26. Primarna građa korijena *X. orientale*: Ri – rizodermis, Pk – primarna kora, Cc – centralni cilindar (uvećanje 100×).

Slika 27. Sekundarna građa korijena *X. orientale*: Pk – primarna kora, Pe – peridermis, Fl – floem, Kz – kambijalna zona, Sk – sekundarni ksilem, Ps – parenhim srži (uvećanje 40×) i sekretorni kanali (uvećanje 100×).

Slika 28. Anatomska građa stabla *X. orientale*: Ep – epidermis, Pk – primarna kora, Cc – centralni cilindar (uvećanje 40×).

Slika 29. Primarna građa stabla *X. orientale*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Pk – parenhim primarne kore, Sk – sekretorni kanal, Ss – skrobova sara, Pe – pericikl, Fl – floem, Fk – fascikularni kambijum, Ks – ksilem, Mt – mehaničko tkivo ksilema (uvećanje 100×).

Slika 30. Anatomska građa lisne drške *X. orientale*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Pa – parenhim lisne drške, Fl – floem, Ks – ksilem (40×).

Slika 31. Anatomska građa lista *X. orientale*: Pt – palisadno tkivo, Ep – epidermis, St – sunđerasto tkivo, In – intercelulari, Tr – trihoma, Ps – provodni snopić, Pa – parenhimske ćelije, Sk – sekretorni kanal, Ko – kolenhim (40×).

Slika 32. Izgled žlezdanih diskova naličja lista (40×) i uzdužni presjek (100×).

Slika 33. Izgled trihome (40×) i uzdužni presjek (100×).

Slika 34. Anatomska građa korijena *X. spinosum*: Pe – peridermis, Fl – floem, Ka – kambijum, Sk – sekundarni ksilem, Ps – parenhim srži (40×).

Slika 35. Anatomska građa stabla *X. spinosum*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Pk – parenhim primarne kore, Pe – pericikl, Fl – floem, Fk – fascikularni kambijum, Ks – ksilem, Mt – mehaničko tkivo ksilema, S – srž, Sk – sekretorni kanal (40×).

Slika 36. Anatomska građa lisne drške *X. spinosum*: Ep – epidermis, Ko – kolenhim, Ps – provodni snopić, Tr – trihoma, Pa – parenhim lisne drške (40×).

Slika 37. Anatomska građa lista *X. spinosum*: Ep – epidermis, Pt – palisadno tkivo, St – sunđerasto tkivo, In – intercelulari, Tr – trihoma, Ps – provodni snopić (100×).

Slika 38. Simptomi fitotoksičnosti a. s. imazamoks tri dana nakon tretmana.

Slika 39. Efekat različitih količina primjene imazamoksa na fazu razvoja F1.

Slika 40. Efekat različitih količina primjene imazamoksa na fazu razvoja F2.

Slika 41. Efekat različitih količina primjene imazamoksa na fazu razvoja F3.

Slika 42. Simptomi fitotoksičnosti a. s. fluroksipir-meptil četiri dana nakon tretmana.

Slika 43. Efekat različitih količina primjene fluroksipir-meptila na fazu razvoja F1.

Slika 44. Efekat različitih količina primjene fluroksipir-meptila na fazu razvoja F2.

Slika 45. Efekat različitih količina primjene fluroksipir-meptila na fazu razvoja F3.

Slika 46. Simptomi fitotoksičnosti preparata a.s. mezotripon 14 dana nakon tretmana.

Slika 47. Efekat različitih količina primjene mezotriona na fazu razvoja F1.

Slika 48. Efekat različitih količina primjene mezotriona na fazu razvoja F2.

Slika 49 Efekat različitih količina primjene mezotriona na fazu razvoja F3.

Slika 50. Simptomi fitotoksičnosti a.s. glifosat sedam dana nakon tretmana.

Slika 51. Efekat različitih količina primjene glifosata na fazu razvoja F1.

Slika 52. Efekat različitih količina primjene glifosata na fazu razvoja F2.

Slika 53. Efekat različitih količina primjene glifosata na fazu razvoja F3.

Slika 54. Simptomi fitotoksičnosti a. s. dikamba osmi dana nakon tretmana.

Slika 55. Efekat različitih količina primjene dikambe na fazu razvoja F1.

Slika 56. Efekat različitih količina primjene dikambe na fazu razvoja F2.

Slika 57. Efekat različitih količina primjene dikambe na fazu razvoja F3.

Slika 58. Simptomi fitotoksičnosti a. s. tifensulfuron-metil osmi dana nakon tretmana.

Slika 59. Efekat različitih količina primjene tifensulfuron-metila na fazu razvoja F1.

Slika 60. Efekat različitih količina primjene tifensulfuron-metila na fazu razvoja F2.

Slika 61. Efekat različitih količina primjene tifensulfuron-metila na fazu razvoja F3.

INDEKS SHEME

Shema 1. Prikaz barijera koje sprečavaju širenje introdukovanih alohtonih biljaka. [Barijere su: A) velike geografske barijere (interkontinentalne i/ili infrakontinentalne, >100 km); B) barijere životne sredine (prirodnog okruženja) (biotičke ili abiotičke) na samom mjestu introdukcije; C) reproduktivne barijere (prevencija stalnog i dugoročnog vegetativnog i/ili generativnog razmnožavanja); D) lokalne/regionalne barijere rasijavanja; E) barijere životne sredine (prirodnog okruženja) u sredinama pod uticajem čovjeka ili gdje dominira vegetacija već unijetih stranih vrsta; F) barijere životne sredine (prirodnog okruženja) u prirodnim ili polu-prirodnim sredinama. Strelice od *a* do *f* označavaju puteve introdukovanih vrsta do vrsta koje se definišu kao invazivne u novonastanjenoj sredini] (Richardson i sar., 2000).

LISTA SKRAĆENICA KORIŠĆENIH U TEKSTU

PVP – polivinil-pirolidon

CTAB – heksadecil-trimetil-amonium-bromid

dNTPs – deoksinukleotid trifosfati ili smješa slobodnih dinukleotida: dATP, dGTP, dCTP i d TTP

PCR – lančana reakcija polimeraze

MgCl₂ – magnezijum-hlorid

Tris – Trizma baze

NaCl – natrijum-hlorid

EDTA – etilen-diamin-tetra-sirćetna kiselina

ITS – engl. internal transcribed spacer

ALS - acetolaktat sintetaze

GPS - engl. Global Positioning System

GIS - geografski informacioni sistem

DEM – engl. Digital Elevation Model

PreEM – herbicidi koji se primjenjuju prije nicanja gajenih biljaka

PostEM – herbicidi koji se primjenjuju poslije nicanja gajenih biljaka, odnosno u toku vegetacije

Biografija autora

Biljana Kelečević rođena je 17. 02. 1979. godine u Banjoj Luci. Srednju Poljoprivrednu školu u Banjoj Luci, smjer poljoprivredni tehničar, završila je sa odličnim uspjehom. Na Poljoprivredni fakultet, opšti smjer, u Banjoj Luci upisala se 1998. godine, a diplomirala je 2004. godine.

Poljoprivredni fakultet u Banjoj Luci, Opšti smjer, upisuje 1998 god. gdje je i diplomirala 2004. god. odličnom ocjenom, sa temom "Određivanje sadržaja trifluralina u zemljištu biotest metodom" pod mentorstvom Akademika prof. dr Vaskrsije Janjića U toku školovanja postigla je prosječnu ocjenu 8.4.

Od 2007. godine izvodi vježbe na predmetima Osnove herbologije i Kontrola korova, a od 2011. godine i na predmetima Agrobotanika, Sistematika poljoprivrednih i korovskih biljaka, Invazivni, ruderalni i akvatični korovi i Metodika herboloških istraživanja.

Postdiplomski studij je pohađala i završila sa prosječnom ocjenom 9,25, na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, gdje je 2011. godine odbranila magistarsku tezu pod nazivom "Određivanje sjemena korova u zemljištu kao osnova za izbor herbicida" i stekla zvanje magistar poljoprivrednih nauka. U zvanje višeg asistenta na nastavni predmet Osnove herbologije i Kontrola korova na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci izabrana je 2011. godine.

Učestvovala je u realizaciji više naučno-istraživačkih projekata. Član je Društva za zaštitu bilja Srbije. Učestvovala je na obuci, u organizaciji European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), pod nazivom: The EPPO Training course on the Prioritization process for invasive alien plants.

Do sada je objavila 7 originalnih naučnih radova i koautor je 1 udžbenika.

Od stranih jezika veoma dobro vlasti engleskim jezikom. Živi u Banjoj Luci. Majka je jednog djeteta.

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ

ФАКУЛТЕТ:



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ

ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ

Број 10/3.427/20.

Датум 17.02.20. године

ИЗВЈЕШТАЈ

о оијени урађене докторске дисертације

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Одлуком Наставно-научног вијећа Пољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци бр. 10/3.4127-3-11/19 од 19.11.2019. године именована је Комисија за преглед, оцјену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата мр Биљане Келечевић под називом „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине”, у саставу:

1. Др Сава Врбничанин, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду, ужа научна област: Хербологија- предсједник;
2. Др Златан Ковачевић, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област: Заштита здравља биљака и агроекологија - ментор;
3. Др Синиша Митрић, ванредни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област: Заштита здравља биљака и агроекологија- члан;
4. Др Ново Пржуљ, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци, ужа научна област: Генетика и оплемењивање биљака- члан;
5. Др Данијела Петровић, ванредни професор, Агрономски и прехранбено технолошки факултет Свеучилишта у Mostaru, у же научне области: Ботаника и Екологија- члан.

1) Навести датум и орган који је именовао комисију;

2) Навести састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, научно-наставног звања, назива у же научне области за коју је изабран у звање и назива универзитета/факултета/института на којем је члан комисије запослен.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

- 1) Биљана (Момчило) Келечевић;
- 2) 17.02.1979. године, Бања Лука, Босна и Херцеговина;
- 3) Универзитет у Бањој Луци, Пољопривредни факултет, Биљне науке – Заштита здравља биљака и агроекологија, магистар пољопривредних наука;

- 4) Пољопривредни факултет, "Одређивање сјемена корова у земљишту као основа за избор земљишних хербицида", Пољопривредне науке, 20. 07. 2011. године;
- 5) Пољопривредне науке;
- 6) Одлуком број: 10/3.1418-5-17/16 од 31.05.2016. године Наставно-научно вијеће Пољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци именовало је Комисију за оцјену подобности кандидата и теме докторске дисертације и одобрило израду докторске дисертације под насловом: „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине".
- 1) Име, име једног родитеља, презиме;
- 2) Датум рођења, општина, држава;
- 3) Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно послиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање;
- 4) Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада;
- 5) Научна област из које је стечено научно звање магистра наука/академско звање мастерса;
- 6) Година уписа на докторске студије и назив студијског програма.

III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

- 1) Наслов докторске дисертације је „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине";
- 2) Наставно-научно вијеће Пољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци је Одлуком бр. 10/3.1418-5-17/16 од 31.05.2016. године именовало Комисију за оцјену подобности кандидата mr Биљане Келечевић и приједлога теме докторске дисертације под насловом „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине".

Наставно-научно вијеће Пољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци је Одлуком бр. 10/3.1907-6-10/16 од 12.07.2016. године прихватило тему и одобрило израду докторске дисертације кандидата mr Биљане Келечевић под насловом „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине".

- 3) Докторска теза кандидата mr Биљане Келечевић под насловом „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине" написана је латиничним писмом, фонтом *Times New Roman*, величина 12 и проред 1,5. Дисертација је написана на 152 странице текста А4 формата и садржи следећа поглавља:

1. Увод (стр. 1-2),
 2. Преглед литературе (стр. 3-27)
 3. Материјал и методе рада (стр. 28-41)
 4. Резултати (стр. 42-107)
 5. Дискусија (стр. 108-128)
 6. Закључци (стр. 129-133)
 7. Литература (стр. 134-145)
- Индекс табела (стр. 146-147)
 Индекс графика (стр. 148)
 Индекс слика (стр. 149-151)
 Индекс схеме (стр. 151)
 Листа скраћеница коришћених у тексту (стр. 152)

Поглавља Преглед литературе, Материјал и методе рада, Резултати и Дискусија садрже више потпоглавља. На крају дисертације се налази Биографија аутора, као и Изјаве дефинисане Правилником о садржају, изгледу и дигиталном репозиторијуму докторских дисертација на Универзитету у Бањој Луци. Дисертација садржи 29 табела, 16 графика, 61 слику и 1 схему. У дисертацији је кориштен 186 литературни извор.

- 1) Наслов докторске дисертације;
- 2) Вријеме и орган који је прихватио тему докторске дисертације
- 3) Садржјај докторске дисертације са страничењем;
- 4) Истачи основне податке о докторској дисертацији: обим, број табела, слика, шема, графика, број цитиране литературе и навести поглавља.

IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

1) У Уводу дисертације наводи се значај врста рода *Xanthium* као коровских врста широког распрострањења, како у цијелом Свијету, тако и на простору Босне и Херцеговине (БиХ). У многим државама ове врсте имају карактер веома значајних коровских врста, а у појединим су сврстане и у инвазивне врсте. Као корови *Xanthium strumarium* и *Xanthium italicum* су присутни у усјеву кукуруза, пшенице, сунцокрета, кромпира, парадајза, памука, соје, воћњака, винограда као и на рудералним стаништима. Поред широког распрострањења, ове врсте спадају и у отровне биљке. Такође, екстракт сјемена врсте *X. strumarium* има антиканцерогено дјеловање и инхибира развој ћелија карцинома плућа, јајника, меланома, централног нервног система и дебелог цријева. Користи се и за лијечење инфламаторних болести, као што је ринитис, емпијема и реуматоидни артритис. Врсте рода *Xanthium* су познате као извор ксантанолид сесквитерпена (екстракт листа) који имају антибактеријско, антималаријско и фунгицидно дјеловање.

Због тежње ка самооплодњи, са повременом странооплодњом (која износи мање од 12%) долази до појаве великог броја варијација које често резултирају малим, локалним, али нестабилним таксонима. Због тога детерминација врста овог рода је веома сложена и дискутабилна, што у крајњем случају резултира постојању већег броја таксона са великим бројем синонима. Због свега наведеног, а у циљу детерминације и таксономије врста рода *Xanthium* присутних на територији БиХ, коришћене су различите методе. Поред морфолошке карактеризације, у циљу дефинисања таксона вршена је и анализа генома. Као једна од најчешће коришћених метода за филогенетичке анализе на нивоу рода и врсте је коришћење ITS2 (internal transcribed spacer) региона те је коришћен и у овој дисертацији. Због велике распрострањености и бројности на обрадивим и рудералним површинама, константно се јавља потреба за сузбијањем врста овог рода. За њихово сузбијање користе се механичке и хемијске мјере борбе.

У Уводу је наведено да нова сазнања која проистичу из ове дисертације и њихов теоријски и практични допринос наведеној проблематици постигнута су кроз реализацију неколико циљева: утврђивање биолошких карактеристика врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине, извршити класификацију врста на основу: морфолошких, анатомских и генетичких резултата, уз коришћење савремених принципа систематике; на основу распрострањености и заступљености утврдити потенцијални инвазивни капацитет детерминисаних врста; испитивање ефикасности хербицида у сузбијању *X. orientale* кроз утврђивање законитости између дозе хербицида и фенофазе, као независних величина и ефикасности примјењених хербицида, као зависне величине, чиме ће се дефинисати ефективна доза хербицида у односу на фазу развоја биљака.

Познавањем односа између ефикасности за поједине фазе развоја, с једне стране и дозе, с друге стране, кандидат препоручује најефикасније хербициде, у складу са системом интегралног сузбијања корова.

- 2) Поглавље **Преглед литературе** се састоји од неколико потпоглавља у којима је кандидат приказао досадашња сазнања из истраживање области, и представља веома добру основу за тумачење и дискусију резултата који су у току истраживања добијени. У првом потпоглављу хронолошки се наводи проблематика таксономије у оквиру испитиваног рода. Врсте овог рода изворно воде поријекло из Америке, иако је констатовано да је дошло до појаве реинтродукције између Старог и Новог Свијета. Врсте рода *Xanthium* имају широко распрострањење на свим континентима (Löve and Danseureau, 1959; Fiori, 1969; Weaver and Lechowicz, 1983; Hocking and Liddle, 1986; Mosyakin and Yavorska, 2002; Macdonald et al., (eds.), 2003; Mito and Uesugi, 2004; Sârbu and Smarandache, 2013). У многим земљама ове врсте су се рашириле и на обрадиве површине, где представљају значајне, економски штетне коровске врсте, а у многим земљама имају статус инвазивних врста.

Само мали број од укупног броја случајно или намјерно унесених таксона се шири и размножава на ширем подручју. Већина таксона не успије да испуни све фазе у процесу инвазије и тиме не стичу карактер инвазивне врсте (Richardson et al., 2000). Врло је тешко објаснити зашто поједине врсте попримају карактер инвазивних, шта им даје предност у одређеним условима. *X. strumarium* има инвазивни карактер захваљујући способности да избегне стресне услове, што се у практичним условима огледа у раној репродукцији (ранијем цвјетању), лаком прилагођавању на хладнију климу и скраћивању вегетационог периода на већим надморским висинама (Griffith and Watson, 2005).

У Флори Босне и Херцеговине (Beck et al., 1983) описане су три врсте рода *Xanthium*: *X. strumarium* L., *X. italicum* Moretti и *X. spinosum* L., а што је и потврдило више аутора (Šumatić i Janjić, 2006; Kovačević i sar., 2008) проучавајући адVENTивну флору Босне и Херцеговине. Топалић-Тривуновић и Павловић-Муратспахић (2008) проучавајући адVENTивну флору подручја Бања Луке констатовали су двије врсте рода *Xanthium* и то *X. strumarium* i *X. strumarium* subsp. *italicum*. У овом дијелу кандидат наводи морфолошки опис до сада описаних врста на територији BiX.

Врсте секције *Xanthium* DC. спадају у отровне биљке. Разлог њихове отровности је присуство атрактилосида у биљкма. Сјеме и млади клијанци ових врста садрже карбоксиатрактилосиде, који се налазе у котиледонима, и могу да изазову тројање домаћих животиња (Holm et al., 1977). Отровност се брзо смањује послиje клијања и губитак карбоксиатрактилосида је везан за метаболичку активност котиледона (Cole et al., 1980). Као и друге врсте подфамилије Asteroidae *X. strumarium* производи велике количине полена који је јак алерген (Reddi et al., 1980). Длаке, на листу и стаблу садрже супстанце које изазивају контактни дерматитис (King, 1966).

Због широке распрострањености, компетитивних способности и могућности да се развија у условима који су за друге биљне врсте веома неповољни, изведена су бројна истраживања хемијског састава ових биљака с циљем њиховог искоришћавања. Због веома високог садржаја сировог уља (35%) *X. strumarium*, плод се може користити као веома значајан извор енергије за добијање биодизела. Иако се у земљама Балканског полуострва, врсте рода *Xanthium* сматрају коровским са потенцијалним инвазивним карактером, може се рећи да је у многим земљама вршено истраживање љековитог дјеловања ових биљака.

Ксантин, изолован из листова биљке *X. strumarium*, дјелује на ћелије које изазивају хроничну лимфоцитну леукемију и ћелије које изазивају карцином бронхија. У Индији се од давнина *X. strumarium* користи као народни лијек за прочишћавање крви и лијечење шуге (Bhogaonkar and Ahmad, 2012). Сесквiterпени, изоловани из листова одраслих биљака *X. strumarium* L., имају фунгицидно дјеловање у односу на широк спектар фитопатогених гљива. Биљке рода *Xanthium* су познате као извор ксантанолид сесквiterпена који имају антибактеријско, антималарично и фунгицидно дјеловање, као и цитотоксичну активност на малигне ћелије (Yoo et al., 2008).

Појава странооплодње и утицај еколошких фактора довела је до појаве великог броја форми што отежава детерминацију врста овог рода, тако да се користе различите методе у циљу њихове детерминације и систематизације. У посљедње вријеме као један од најчешће коришћених региона за филогенетичке анализе на нивоу рода и врсте је ITS2 (internal transcribed spacer) регион (Alvarez and Wendel, 2003; Cloman, 2007; Chen et al., 2010; Yao et al., 2010). Мада постоје одређени недостаци, на основу резултата истраживања већег броја аутора (Zhao and Hu, 2014; Wang et al., 2014; Tomasello and Heubl, 2017) може се закључити да се ITS регион препоручује за идентификацију врста рода *Xanthium*.

Врсте рода *Xanthium* су једногодишње биљке и имају анатомску грађу стабла типичну за дикотиледоне врсте. У овом дијелу Прегледа литературе кандидат детаљно наводи анатомску грађу врста *X. strumarium*, *X. italicum* и *X. spinosum*.

Плод врста рода *Xanthium* је ахенија, која је подијељена на горњи и доњи дио и у сваком дијелу се налази по једно сјеме. Сјеме које се налази ниже у плоду (крупније) није dormантно и има веома висок процент клијавости, за разлику од ситнијег сјемена које се налази у горњем дјелу плода, које не клија чак ни при оптималним температурама и одлаже клијање на дужи временски период (Barton, 1962; Shitaka and Hirose, 1993). Влажност, као један од еколошких фактора има велики утицај на процес клијања. У истраживањима утицај воде на клијавост сјемена *X. sibiricum* констатовано је да сјеме може толерисати потапање у трајању од десет мјесеци, без негативног утицаја на клијавост (Wang et al., 2014). Један од битних фактора који утичу на клијавост сјемена је и температура. Према истраживањима Norsworthy и Oliveira (2007a) највећа клијавост сјемена врсте *X. strumarium* у природним условима постигнута је при температури од 35-40°C и износила је 77%, док је у лабораторијским условима највећа клијавост постигнута при температури од 25-30°C, а минимална температура на којој долази до клијања износи 10°C (Sarić et al., 2012).

С обзиром на велику распрострањеност и бројност врста рода *Xanthium* на обрадивим површинама, у истраживањима и практичним рјешењима сузбијања ових врста посвећена је значајна пажња. Сузбијање ове групе корова се може вршити, како агротехничким, тако и хемијским мјерама. Када су у питању хемијске мјере сузбијања могућа је примјена, како земљишних, тако и фолијарних хербицида. Због специфичног клијања и особина поника, слабија ефикасност се постиже примјеном земљишних хербицида (Baldwin and Frans, 1972) и механичким мјерама сузбијања (Gunsolus, 1990). У овом дијелу кандидат наводи ефикасност појединих активних супстанци хербицида који су коришћени у сузбијању врста рода *Xanthium*.

Проблем сузбијања ових коровских врста може постати израженији због развоја резистентности на већи број хербицидних једињења, о чему свједоче и бројни литературу наводи. Резистентност је појава повећане отпорности појединих врста штетних организама који су раније биле осјетљиве (Janjić, 2005). Појава

резистентних форми *X. strumarium* на хербициде инхибиторе ацетолактат синтетазе (ALS) је забиљежена у већем броју случајева (Schmitzer et al., 1993; Bernasconi et al., 1995; Spague et al., 1997). Код биотипова резистентних на ALS инхибиторе утврђена је укруштена резистентност на имидазолиноне, сулфонилуре и триазолпиримидине везано за супституције триптофана и леуцина на позицији 574 на аминокиселинском остатку, затим аланина и валина на позицији 205 и аланина и тирозина на позицији 122 на ALS гену (Woodworth et al., 1996; Lee and Owen, 2000).

- 3) Овим истраживањем, на основу морфолошких, анатомских и генетичких резултата, као и коришћењем савремених принципа систематике констатоване су двије врсте истраживаног рода *X. orientale* L. и *X. spinosum* L. У оквиру врсте *X. orientale* L. идентификоване су двије подврсте *X. orientale* subsp. *italicum* (Moretti) Greuter и *X. orientale* subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter. Подврста *X. orientale* subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter до сада није описана на територији БиХ. На основу распрострањености и бројности констатовано је да *X. orientale* има инвазивни карактер, док се *X. spinosum* може окарактерисати као штетна коровска врста. Резултати испитивања ефикасности су показали да се и са редукованом количином примјене испитиваних хербицида (осим за тифенсулфурон-метил), код правовремене примјене, може постићи висока ефикасност и да се испитivanе активне супстанце: имазамокс, флуроксиpir-метил, мезотрион, глифосат и дикамба могу препоручити за сузбијање *X. orientale*.
 - 4) Научни и прагматични допринос ове дисертације се огеда у дефинисању распрострањености утврђених коровских врста рода *Xanthium*, потенцијала њихове инвазивности, те мјера које се могу предузети у ограничавању ареала ових врста. Наиме, на основу добијених резултата, прије свега резултата у вези са распрострањености, фенологијом, екологијом клијања сјемена, генетском варијабилношћу врста и сузбијања могу се дати приједлози стратешких и оперативних мјера сузбијања, зависно од врсте површина на којим се јавља (пољопривредне или рудералне површине).
- 1) Укратко истаћи разлог због којих су истраживања предузета и представити проблем, предмет, циљеве и хипотезе;
 - 2) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан (водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету);
 - 3) Навести допринос тезе у рјешавању изучаваног предмета истраживања;
 - 4) Навести очекиване научне и прагматичне доприносе дисертације.

V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

- 1) У поглављу Материјал и методе рада, које је подијељено на већи број потпоглавља, кандидат даје детаљан опис коришћених материјала и примјењених метода рада. Цијела територија је условно подијељена на четири регије: сјеверна Босна, Семберија и Посавина, централна Босна и Херцеговина. У оквиру наведених регија је изабрано 20 пољопривредно значајнијих локација на којима су детаљно анализиране врсте истраживаног рода.
- 2) У циљу утврђивања распрострањености врста рода *Xanthium* теренска истраживања су изведена на територији БиХ. Распрострањеност поједињих таксона је представљена тачкастом методом на УТМ картама (Универзална Трансферзна Меркатор-ова пројекција земљиног елипсоида, енгл, *Universal*

Transverse Mercator). Распрострањеност је констатована на 110 локација док је са 20 локација прикупљен биљни материјал за даља истраживања. Истраживања су укључила: проучавање анатомске грађе биљака, испитивање клијавости сјемена (плода), праћење фенолошких фаза развоја биљака, морфолошке карактеристике плода, молекуларну карактеризацију и сузбијање. Помоћу GPS уређаја (енгл. *Global Positioning System*) (координатни систем WGS84) утврђене су координате локација на којима су констатоване врсте истраживаног рода, а затим су меморисани подаци пребачени у базу података, која је дизајнирана по принципу Географског информационог система (GIS). Заступљеност посматраних врста приказана је на дигиталном моделу висина (Digital Elevation Model) (DEM) БиХ резолуције 20×20m и мрежи 10×10km. Просторном анализом помоћу GIS DEM-а БиХ је класификована према надморским висинама у рељефна подручја по Бертовићу (1999).

Номенклатура и детерминација биљног материјала је урађена коришћењем савремених систематских принципа према Kiraly (2009) и The Plant List (2019). Детерминација је урађена на основу морфолошких карактеристика прикупљеног биљног материјала, као и изгледа плода (распоред и облик бочних и вршних израштаја на плоду). Детерминација и депоновање хербаризованог материјала је извршено у хербаријуму Департмана за биологију и екологију, Природно-математичког факултета, Универзитета у Новом Саду. Сваком хербаризованом примјерку додјељен је ваучер. Праћење појединачних фаза развоја је праћено на седмичном нивоу до фенофазе физиолошке зрелости плодова. Морфолошке карактеристике плода су праћене кроз сљедеће параметре: маса плода (g), дужина плода – без вршног израштаја (cm), дужина вршног израштаја (cm), ширина плода са и без израштаја (cm).

Испитивање клијавости је вршено на константној температури и то од: 15, 20, 25, 30, 35 и 40°C. Наклијавање сјемена је вршено у термостабилном инкубатору (ET618-4 Fisher Scientific, запремине 135 l, са могућношћу контролисања температуре $2-40^{\circ}\pm0,5^{\circ}$), без освјетљења. Сјеме се сматра да је клијало када се могла уочити радикула на површини плода. Сви третмани су изведени у четири понављања. Испитивање клијавости је трајало 20 дана. Стопа клијања по Maguier-u (1962).

За молекуларну карактеризацију врста рода *Xanthium* коришћени су плодови са 20 изабраних локација који су наклијани и узгајани у стакленику Повољопривредног факултета Универзитета у Бањој Луци, до фазе 2-4 права листа и тад је урађена изолација DNK. Изолација и обрада добијених података је вршена у Лабораторији за генетику, Департман за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Укупна геномска DNK је изолована из свежег биљног материјала (први прави лист) употребом модификоване СТАВ методе (Padmalatha and Prasad, 2006).

Анатомска евалуација вегетативних органа извршена је у фази ВВСН 14-16. Попречни пресјеци су узети на: коријену, стаблу, лисној дршци и лисној плочи (средишњи дио лисне плоче). Хистолошке анализе испитиваних биљака извршене су израдом трајних хистолошких препарата модификованом парафинском техником (Blaženčić, 1988; Mićić, 1993). Нативни препарати су прављени техником лак селотејп, у циљу утврђивања броја и распореда стома.

Испитивање ефикасности хербицида вршено је у пет количина примјене, од којих је највећа, количина која је препоручена од стране производача хербицида, а свака сљедећа упона мања од претходне. Ефикасност се одређивала у три фазе развоја биљака и то: I фаза (ВВСН 11-12) - фаза када су развијена 2 права листа (просјечна висина биљака је износила око 15 cm), II фаза (ВВСН 13-14) - фаза

када су потпуно развијена 3-4 права листа (просјечна висина биљака је износила око 20 cm) и III фаза (BBCN 15-19) - када су биљке имале развијене 5-7 правих листова (просјечна висина биљака је износила око 30 cm). Ефикасност хербицида је исказана кроз биометричке показатеље третираних биљака, мјерењем: свјеже масе изданка (СвјМИ), суве масе изданка (СувМИ), свјеже масе коријена (СвјМК), суве масе коријена (СувМК) третираних биљака и визуелном оцјеном симптома фитотоксичности (промјена боје, појава некротичних флека, дегенеративних промјена надземног дијела биљке). Биометрички показатељи су мјерени 14 дана након третирања биљака, осим за глифосат, где је вагање вршено 20 дана након третирања. Регресиона зависност између биометричких, као зависне величине, и дозе хербицида, као независне величине, је представљена сигмоидном кривуљом по логистичком моделу на основу односа "доза-одговор" ("dose-response"). У испитивању ефикасности коришћене су следеће активне супстанце: имазамокс, флуороксипир-метил, мезотрион, глифосат, дикамба и тифенсулфурон-метил. Због разлика у осјетљивости биљака у различitim фазама развоја реакција третираних биљака је изражена кроз ефективну дозу (ED) која смањује растење за 50% у односу на контролу, тј. ED₅₀. Ефикасност хербицида се исказивала кроз биометричке показатеље третираних биљака, мјерењем свјеже и суве надземне масе и коријена третираних биљака и визуелном оцјеном симптома фитотоксичности (промјена боје, појава некротичних флека, дегенеративних промјена надземног дијела биљке).

С обзиром на презентоване методе истраживања може се констатовати да су примјењене методе адекватне, тачне и савремене.

Приликом провођења истраживања није дошло до промјене у односу на план истраживања који је представљен у пријави докторске дисертације.

Статистичка обрада добијених резултата везаних за антомију и морфологију биљака, испитивање клијавости обављена је примјеном статистичког програма Statistica 10.0. За све податке израчунате су средња вриједност са припадајућом стандардном грешком и коефицијентом релативне варијације. Утврђивање статистички значајних разлика између посматраних обиљежја урађено је методом анализе варијансе - ANOVA. Значајност испољених разлика посматраних обиљежја тестирана је Tukey тестом. Функционална зависност између масе биљака, као зависне величине, и дозе хербицида, као независне величине је урађена коришћењем статистичког програма OriginPro 8. Статистичким програмом је поред 4 основна параметра ове функционалне зависности утврђен и интервал повјерења за све параметре у којима се они могу наћи. Ефективна доза представљена је као ED₅₀.

- 1) Објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;
- 2) Дати кратак увид у примјењени метод истраживања при чemu је важно оцјенити следеће:
 1. Да ли су примјењене методе истраживања адекватне, довољно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
 2. Да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
 3. Да ли испитивани параметри дају довољно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
 4. Да ли је статистичка обрада података адекватна.

VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

У поглављу Резултати су приказана истраживања истим редом који је примјењен у Прегледу литературе, при чemu је кандидат све резултате приказао јасно, а у Дискусији успјешно користио проучене литературне изворе.

Таксономска припадност врсте рода *Xanthium*. На основу морфолошких карактеристика, у складу са описом у регионалним флорама и на основу савремених систематских принципа на истраживаној територији констатоване су дviјe врсте рода *Xanthium*: *X. spinosum* L. и *X. orientale* L. У оквиру врсте *X. orientale* L. констатоване су дviјe подврсте *X. orientale* L. subsp. *italicum* (Moretti) Greuter и *X. orientale* L. subsp. *riparium* (Čelak.) Greuter., која до сада није описана у БиХ.

Распрострањеност врста рода *Xanthium* на територији БиХ. Распрострањеност и заступљеност истраживаних врста констатована је на цјелој територији БиХ. На основу теренских истраживања распострањености можемо рећи да су врсте рода *Xanthium* распострањене на цјелој територији БиХ. *X. orientale* је констатован у све 4 истраживане регије, с тим да је подврста *X. orientale* subsp. *italicum* констатован на цјелој територији БиХ, док је *X. orientale* subsp. *riparium* констатован само на подручју централне Босне. *X. spinosum* је констатован само на подручју Херцеговине. Заступљеност *X. orientale* се кретала од 1-4, при чemu је на највећем броју локалитета заступљеност била 25 до >50%. Заступљеност *X. spinosum* је била знатно мања у односу на *X. orientale* и имала је оцјену 1 - 2 (заступљеност <5 до 25%). На основу распострањености и бројности *X. orientale* може се констатовати да ова врста има инвазивни карактер. *X. spinosum*, с обзиром да је присутан само у јужним крајевима БиХ, може се окарактерисати као штетна коровска врста.

Генетичка варијабилност врста рода *Xanthium*. Амплификација анализираног ITS2 региона, која је рађена из свежег биљног материјала је била успјешна за све анализиране биљке (100%). Добијена матрица ITS2 региона је поравнана и садржавала је 234 нуклеотидна карактера за укупно 111 узорака (100 узорака *Xanthium* врста са територије БиХ + 7 узорака преузетих из генетичке базе података (eng. GenBank) + 4 аутгрупе). У укупној матрици било је 34 парасимони-информативних карактера. Филогенетско стабло максималне штедљивости (MP, eng. *maximum parsimony*) је показало да је род *Xanthium* монофилетски. Пет анализираних узорака, врсте *X. spinosum* су јасно издвојени и формирају један издвојен кластер који се јасно разликује у односу на остale анализиране јединке, а такође је и у сагласности са секвенцама *X. spinosum* преузетим из генетске базе података. На основу молекуларних података нису издвојене констатоване подврсте *X. orientale*. Методом највеће вјероватноће (ML, eng. *maximum likelihood*) добијено је стабло сличне топологије као и методом највеће штедљивости (MP, eng. *maximum parsimony*), подржавајући раздавање узорака рода *Xanthium* на дviјe врсте (*X. orientale* и *X. spinosum*) и не откривајући интраспецијску структуру у оквиру кладе *X. orientale*.

Морфологија врста рода *Xanthium*. Врсте рода *Xanthium* су једногодишње дикотиледоне, са наизмјеничним и недјељеним листовима. Цвасти су једнополне, појединачне или у групама, у пазуху листова. Трихоме су присутне на цјелој биљци. Плод је ахенија са чврсто сраслим инволукрумом. У плоду се налазе два сјемена. Жљездано ткиво представљено је секреторним каналима и спољашњим кожним жлијездама. Жљездане длаке су присутне на свим надземним органима биљака секције *Xanthium*, док су код *X. spinosum* констатоване само на плоду. Морфолошке разлике између врста које припадају секцији *Xanthium* и *Acanthoxanthium* су јасне, међутим између констатованих подврста (секције *Xanthium*) морфолошка разлика уочена је једино у изгледу омотача плода. Овим истраживањем потврђено је постојање повремене странооплодње и стварање малих, локалних или нестабилних таксона, чиме се потврђује теорија смањивања броја описаних врста.

Анатомска грађа врста рода *Xanthium*. Анализом анатомске грађе свих анализираних органа утврђене су разлике на нивоу врста, међутим на нивоу подврста разлике у анатомској грађи нису констатоване. Коријен ових врста има способност секундарног дебљања. Разлика у анатомској грађи стабла на нивоу врста огледа се у бољој развијености паренхима примарне коре код *X. orientale* у односу на *X. spinosum*. Разлика у анатомској грађи листа између констатованих врста је у броју слојева палисадног ткива. Код *X. orientale* испод епидермиса лица налазе се три слоја палисадних ћелија, а код *X. spinosum* два слоја. На нивоу подврста није констатована разлика у анатомској грађи листа. Стомин апарат врста рода *Xanthium* је у нивоу епидермиса, присутан на лицу и наличју листа. Како се сусједне ћелије стоминог апарата не разликују од осталих ћелија епидермиса ради се о аномоцитном *Amaryllis* типу стома. Код *X. orientale* већи број стома је констатован на наличју у односу на лице листа, док је код *X. spinosum* обрнут случај. Просјечан број стома на нивоу подврсте *X. orientale* subsp. *italicum* износи 122,21 стома/mm² на лицу листа, а на наличју 136,21 стома/mm². Просјечан број стома лица листа на нивоу подврсте *X. orientale* subsp. *riparium* износи 117,42 стома/mm², а на наличју 130,9 стома/mm². Код *X. spinosum* просјечан број стома на лицу листа износио је 133,21 стома/mm², а на наличју 93,86 стома/mm².

Клијање сјемена, цвјетање и плодоношења врста рода *Xanthium*. Утицај температуре и времена на клијавост сјемена је статистички високо значајан. Коефицијент вишеструке линеарне корелације, који показује степен линеарног слагања варијација између процента клијавости, температуре и времена, на нивоу врсте *X. orientale* износила је 0,659-0,807, а за врсту *X. spinosum* 0,622. Утицај двије независно промјењиве (температура и вријеме) на проценат клијавости сјемена је значајан, међутим због ниског коефицијента вишеструке линеарне корелације може се закључити да на клијавост сјемена у великој мјери утичу и други фактори, прије свега ендогени процеси у самом сјемену. Испитивање укупне клијавости плода је показала изразито високу клијавост једног сјемена у плоду *X. orientale* (90,0%), док је проценат плодова са двије клијале сјеменке био занемарљив. Укупна клијавост сјемена популација врсте *X. orientale* износила је 65-90%, а *X. spinosum* је била знатно мања и износила је 15%. Оптимална температура клијања за *X. orientale* износи 25-35°C, а за *X. spinosum* 30-35°C. Ницање *X. orientale* се одвија почетком маја мјесеца код биљака на подручју сјеверног и централног дијела БиХ, док на подручју Херцеговине ницање почиње нешто раније (крајем априла). Цвјетање је доста развучено и у зависности од географског поријекла биљака траје од краја маја (за биљке из сјеверног и централног дијела БиХ) до краја августа (за биљке са подручја Херцеговине). Иако су биљке које воде поријекло из Херцеговине касније цвјетале, формирале су физиолошки зреле плодове до појаве првог мраза. Клијање *X. spinosum* почиње у првој половини мјесеца маја. Цвјетање почиње средином јуна на подручју Херцеговине, док на подручју сјеверне Босне почиње средином јула.

Ефикасност хербицида у сузбијању *X. orientale*. Резултати испитивања ефикасности су показали да се и са редукованом количином примјене испитиваних хербицида (осим за тифенсулфурон-метил), код правовремене примјене, може постићи висока ефикасност и да се могу препоручити за сузбијање *X. orientale*. Код свих испитиваних активних супстанци (имазамокс, флуороксипир-метил, мезотрион, дикамба, тифенсулфурон-метил), осим за глифосат, већа ефикасност је постигнута код млађих биљака (фаза F1) у односу на старије биљке (фаза F3).

Активна супстанца имазамокс се препоручује за сузбијање *X. orientale* до фазе 5-7 развијених листова, с тим да је ефикасност слабија са порастом биљака. Због појаве резистентних форми на друга једињења истог механизма дјеловања (инхибитори ALS), препоручује се комбинација са другим једињењима, у циљу одлагања ове појаве. ED₅₀ у зависности од мјереног биометричког параметра износи 7,16-23,32 g/ha за фазу F1, за фазу F2 9,68-25,20 g/ha, док се за биљке третиране у F3 фази ED₅₀ могла израчунати само за суву масу коријена и износила је 27,96 g/ha. Проценат инхибиције масе коријена и стабла у зависности од фазе раста третираних биљака, износио је 57-87%. Нешто већа инхибиција масе је постигнута на коријену у односу на надземни дио биљке.

Активна супстанца флуоксипир-мептил се препоручује за сузбијање *X. orientale* или до развијених 3-4 права листа. Флуоксипир-мептил је показао високу ефикасност за биљке третиране у фази 2 права листа (фаза F1), док се са порастом корова ефикасност знатно смањила. ED₅₀ у зависности од мјереног биометричког параметра износи 30,96-156,6 g/ha за фазу F1, 316,1-547,2 g/ha за коријен фазе F2, док се за изданак није могла израчунати. ED₅₀ се није могла израчунати за биљке третиране у фази F3. Проценат инхибиције масе коријена и стабла, у зависности од фазе раста третираних биљака износио је 45-90%. Ако се посматра однос инхибиције изданка и коријена може се закључити да је примјењени хербицид имао већи ефекат на коријен него на изданак. Активна супстанца флуоксипир-мептил, иако код нас није препоручена за сузбијање *X. orientale*, показала је високу ефикасност те се може препоручити за сузбијање *X. orientale* у номинованим дозама, као и за остале коровске врсте.

Активна супстанца мезотрион се препоручује за сузбијање *X. orientale* до фазе 5-7 развијених листова, с тим да ефикасност значајно опада са порастом биљака. ED₅₀ у зависности од мјереног биометричког параметра износи 7,68-90,24 g/ha за фазу F1, 8,16-71,52 g/ha за фазу F2, док се за биљке третиране у F3 фази ED₅₀ могла израчунати само за суву масу коријена и износила је 63,84 g/ha. Приближно исти ефекат је постигнут код биљака третираних у F1 и F2 фази, % инхибиције масе коријена и стабла, износио је 53-80%, док је код биљака третираних у фази F3 % инхибиције био знатно мањи, и у зависности од посматраног параметра, износио 19-50%. Већа инхибиција масе је постигнута на коријену у односу на изданак.

Када се посматра дјеловање препарата на бази глифосата *X. orientale* је показао велику осјетљивост. При свим примјењеним количинама, у свим фазама раста, на крају испитивања дошло је до пропадања. За разлику од осталих активних супстанци, када је у питању глифосат највећи ефекат у смањењу масе биљака је постигнут код највећих биљака (фаза F3). ED₅₀ за биљке третиране у фази F1 износила је 686,16-1480,68 g/ha, за биљке третиране у фази F2, ED₅₀ 637,92-1621,08 g/ha, док за биљке третиране у фази F3 597,6-1014,84 g/ha. На свим третираним биљкама, без обзира на фазу раста проценат инхибиције се кретао од 60-85%, при чему је инхибиција масе била једнака на коријену и изданку третираних биљака. Иако до сада нису регистроване резистентне форме *X. orientale* према глифосату, због развоја резистентности на другим врстама фамилије Asteraceae, глифосат треба користити у комбинацији са другим једињењима, као и уз примјену нехемијских мјера сузбијања.

Активна супстанца дикамба се препоручује за сузбијање *X. orientale* до фазе 4 развијена листа, док ефикасност значајно опада са даљим порастом биљака. ED₅₀ у зависности од мјереног биометричког параметра износи 209,28-285,12 g/ha за фазу F1, за фазу F2 225,12-349,92 g/ha, док за биљке третиране у фази F3, ED₅₀ се није могла израчунати ни за један мјерени показатељ. Највећи проценат

инхибиције забиљежен је на биљкама третираним у F1 фази (2 права листа), при чему је већи проценат инхибиције забиљежен на коријену (79%) у односу на изданак (64%). Препарат на бази дикамбе изазива деформацију стабла, појаву некротичних пукотина и некрозу листова, с тим да третирање биљке нису изгубиле тургор, а тиме није дошло ни до значајнијег смањења масе биљака. Иако би се ефекат овог једињења, ако се посматра маса као биометрички показатељ ефикасности, могао оцјенити као слаб, у суштини она не одражава прави ефекат овог хербицида на третирање биљке. Третирање биљке нису биле у могућности да наставе развиће, цвјетају и формирају плод, јер је дошло до деформације стабла и појаве некротичних пукотина, већ у крајњем случају долази до сушења цијелих биљака. За изражавање ефикасности дикамбе требали би се узети у обзир други биометрички показатељи нпр. фенофаза развоја, појава фитотоксичних ефеката и сл.

Активна супстанца тифенсулфурон-метил је показала најслабије резултате у погледу сузбијања врсте *X. orientale* у односу на сва примјењена једињења. ED₅₀, односно количина која смањује масу биљака за 50%, у свим третманима је била већа од највеће примјењене количине и није се могла одредити ни за једну фазу развоја. Највећи проценат инхибиције постигнут је на биљкама третираним у F1 фази, и у зависности од мјереног биометричког показатеља износио је 38-45% (за надземну масу), односно 22-39% (за коријен). Најмањи проценат инхибиције постигнут је на биљкама третираним у F3 фази и износио је 10-29%.

- 1) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- 2) Оцијенити да ли су добијени резултати јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испољавао довољно критичности;
- 3) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Након прегледа докторске дисертације, Комисија оцењује да је кандидат mr Биљана Келечевић успјешно дефинисала предмет истраживања, примјенила адекватне научне методе, користила одговарајућу литературу, те да су сви дијелови дисертације урађени тако да задовољавају и поштују научне критеријуме.

Сагледавши резултате истраживања, Комисија сматра да дисертација mr Биљане Келечевић, под насловом „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине“ представља оригиналан и самосталан научни рад. Ова докторска дисертација даје значајан научни допринос систематици, детерминацији, морфологији, анатомији, генетици и рас прострањености врста рода *Xanthium*, као и њиховом сузбијању. Посебан значај докторске дисертације је у томе да разматра веома штетне коровске врсте, које имају тенденцију инвазивности на територији Босне и Херцеговине. Управо ова докторска дисертација представља прави примјер како се, са научног нивоа приступа разматрању једног практичног проблема, а што је посебно значајно јер инвазивне коровске врсте све више добијају на значају. Ова докторска дисертација, са становишта истраживачког приступа, обраде и представљања добијених резултата, може представљати примјер за будућа истраживања у овој области.

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију, кандидата mr Биљане Келечевић, под насловом „Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине” и са задовољством предлаже Наставно-научном вијећу Пољопривредног факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвати позитивну оцјену докторске дисертације кандидата mr Биљана Келечевић и одобри јавну одбрану.

- 1) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје дати позитивну вриједност самој тези;
- 2) На основу укупне оцјене дисертације комисија предлаже:
 - да се докторска дисертација прихвati, а кандидату одобри одбрана,
 - да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни или измијени) или
 - да се докторска дисертација одбија.

Мјесто и датум: Бања Лука-Београд-Мостар, 07. 02. 2020. год.

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Др Сава Врбничанин, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду- предсједник

2. Др Златан Ковачевић, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци- ментор

3. Др Синиша Митрин, ванредни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци- члан

4. Др Ново Пржуљ, редовни професор, Пољопривредни факултет Универзитета у Бањој Луци- члан

5. Др Данијела Петровић, ванредни професор, Агрономски и прехранбено технолошки факултет Свеучилишта у Мостару- члан

ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ: Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине члanova комисије, дужан је да унесе у извјештај образложење, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

**Изјављујем
да је докторска дисертација**

Наслов рада Биошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине

Наслов рада на енглеском језику Biological characteristics and control species of *Xanthium* genus on the territory of Bosnia and Herzegovina

резултат сопственог истраживачког рада,

да докторска дисертација, у целини или у дијеловима, није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,

да су резултати коректно наведени и

да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Бањој Луци, 21. април 2020. године

Потпис докторанта



Изјава2

Изјава којом се овлашћује Универзитету Бањој Луци да докторску дисертацију учини јавно доступном

Овлашћујем Универзитет у Бањој Луци да моју докторску дисертацију под насловом

Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији Босне и Херцеговине

која је моје ауторско дјело, учини јавно доступном.

Докторску дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (*Creative Commons*) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – дијелити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – дијелити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Бањој Луци, 21. април 2020. године

Потпис докторанта

Stjepanec

Изјава3

Изјавао идентичности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора Биљана Келечевић

Наслов рада Биолошке карактеристике и сузбијање врста рода *Xanthium* на територији
Босне и Херцеговине

Ментор Проф. др Златан Ковачевић

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације идентична електронској
верзији коју сам предао/ла за дигитални репозиторијум Универзитета у Бањој Луци.

У Бањој Луци, 21. април 2020. године

Потпис докторанта

