

Dinamika klijanja različitih populacija ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Višić, Dasen

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:939046>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**DINAMIKA KLIJANJA RAZLIČITIH POPULACIJA
AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.)**

DIPLOMSKI RAD

Dasen Višić

Zagreb, rujan, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Fitomedicina

**DINAMIKA KLIJANJA RAZLIČITIH POPULACIJA
AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.)**

DIPLOMSKI RAD

Dasen Višić

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Maja Šćepanović

Zagreb, rujan, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Dasen Višić, JMBAG 0125158919, rođen/a 16.01.1997. u Zadru, izjavljujem da sam samostalno izradio/izradila diplomski rad pod naslovom:

DINAMIKA KLIJANJA RAZLIČITIH POPULACIJA AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Dasen Višić**, JMBAG 0125158919 naslova

Dinamika klijanja različitih populacija ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv. prof. dr. sc. Maja Šćepanović | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc Klara Barić | član | _____ |
| 3. | prof. dr. sc. Sandro Bogdanović | član | _____ |

Zahvala

Ovim putem želim se zahvaliti svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Maji Šćepanović koja je kroz čitav period studiranja bila velika podrška i mentor u pravom smislu riječi te me stručno usmjeravala i tjerala na rad.

Veliku zahvalnost dugujem i dr. sc. Valentini Šoštarčić na dragocjenim savjetima i strpljenju svih ovih godina studiranja, kao i na utrošenom vremenu pri pomoći u izradi završnog i diplomskog rada.

Veliko hvala i mentorici stručne prakse Renati Dejanović uz koju sam puno toga naučio i još dodatno zavolio struku.

Zahvaljujem se članovima komisije prof. dr. sc Klari Barić i prof. dr. sc Sandru Bogdanoviću na vremenu utrošenom na čitanje i ispravljanje ovog rada.

Konačno, hvala obitelji bez čije pomoći i podrške ove silne godine studiranja ne bi bile moguće.

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Cilj istraživanja.....	2
2.	Pregled literature	3
2.1.	Sistematika, štetnost i rasprostranjenost ambrozije	3
2.2.	Morfološke značajke ambrozije	5
2.3.	Dormantnost sjemena ambrozije.....	7
2.4.	Prilagodbe ambrozije na različite uvjete okoliša.....	9
3.	Materijali i metode.....	15
3.1.	Istraživane lokacije	15
3.2.	Provođenje pokusa i način rada	16
3.3.	Statistička obrada podataka	20
4.	Rezultati istraživanja i rasprava.....	21
4.1.	Duljina radikule i hipokotila, masa sjemenki i klijanca ambrozije.....	21
4.2.	Klijavost i viabilnost.....	23
4.3.	Procijenjena brzina klijanja (t10 i t50).....	24
5.	Zaključci	28
6.	Literatura.....	29
	Životopis	34

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice Dasen Višić , naslova

DINAMIKA KLIJANJA RAZLIČITIH POPULACIJA AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Varijabilna dinamika klijanja između različitih populacija ambrozije utječe na neujednačenu klijavost sjemenki kako u polju, tako i u laboratorijskim istraživanjima. Ta pojava također otežava razvoj prognoznih modela nicanja za čiju izradu je potrebno poznavanje različitih bioloških parametara vrste, koji se izračunavaju iz vrijednosti srednje klijavosti (t_{50}). Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postojanje morfoloških razlika (masa 1 000 sjemenki, duljina radikule i hipokotila, mase klijanca) i fizioloških razlika (dinamika klijanja) između 11 istraživanih populacija sjemenki ambrozije: Sinjsko polje, Čazma, Garešnica, Badljevina, Nova Bukovica, Beničanci, Šljivoševci, Markušica, Gaboš, Bošnjaci i Novi Sad. Masa 1 000 sjemenki po populacijama kretala se u rasponu od 5,42 g do 7,83g. Duljina radikule kretala se u rasponu od 2,01 mm do 6,71 mm, a duljina hipokotila u rasponu od 1,22 mm do 3,21 mm. Masa klijanaca među populacijama kretala se u rasponu od 0,0097 g do 0,01879 g. Unutar 15 dana praćenja dinamike klijanja, klijavost se kretala od 63,1 do 80,4 %, a viabilnost u rasponu od 86,7 do 97,8 %. Utvrđena je statistički značajna razlika između populacija u dinamici klijanja sjemenki, odnosno vremenu da proklije 10 % i 50 % sjemenki iz pojedine populacije. Početno klijanje izraženo u danima (t_{10}) kretalo se u rasponu od 3,45 do 6,58 dana. Vrijeme potrebno za sredinu klijanja (t_{50}) kretalo se u rasponu od 6,04 do 8,73 dana. Sjemenkama iz populacije Novi Sad trebalo je najmanje vremena za ostvarivanje početne i srednje klijavosti, dok je sjemenkama iz populacije Nova Bukovica trebalo najviše vremena za ostvarivanje početne i srednje klijavosti.

Ključne riječi: ambrozija, dinamika klijanja, morfologija sjemenki, interpopulacijska varijabilnost

Summary

Of the master's thesis – student Dasen Višić , entitled

GERMINATION DYNAMICS OF DIFFERENT COMMON RAGWEED POPULATIONS (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

The different germination dynamics between different populations of common ragweed affects the uneven germination of seeds both in the field and in all laboratory studies. This phenomenon also complicates the development of weed predictive models, which require knowledge of various biological parameters of the species, calculated from the value of the mean germination time (t_{50}). The aim of this study was to determine the presence of morphological differences (weight of 1000 seeds, length of radicle and hypocotyl, weight of seedlings) and physiological differences (germination dynamics) between 11 studied ragweed populations: Sinjsko polje, Čazma, Garešnica, Badljevina, Nova Bukovica, Beničanci, Šljivoševci, Markušica, Gaboš, Bošnjaci and Novi Sad. The weight of 1000 seeds per population ranged from 5.42 g to 7.83 g. The length of the radicle ranged from 2.01 mm to 6.71 mm and the length of the hypocotyl ranged from 1.22 mm to 3.21 mm. The mass of seedlings between populations ranged from 0.0097 g to 0.01879 g. Within 15 days of observing germination dynamics, the percent germination ranged from 63.1 to 80.4% and viability ranged from 86.7 to 97.8%. A statistically significant difference between populations was found in seed germination dynamics, i.e. the time it takes for 10% and 50% of the seeds in a single population to germinate. Initial germination expressed in days (t_{10}) ranged from 3.45 to 6.58 days. The time for mean germination (t_{50}) ranged from 6.04 to 8.73 days. Seeds from the Novi Sad population reached initial and mean germination the fastest, while seeds from the Nova Bukovica population needed the most time for initial and mean germination.

Key words: common ragweed, germination dynamics, seed morphology, interpopulation variation

1. Uvod

Ambrosia artemisiifolia L. (pelinolisni limundžik) jedna je od najštetnijih i najinvazivnijih korovnih vrsta u Europi koja značajno otežava poljoprivrednu proizvodnju, negativno utječe na ljudsko zdravlje i smanjuje biološku raznolikost europske flore (Smith i sur. 2013.). Autohtona je za područje Sjeverne Amerike odakle je pristigla u Europu kontaminiranim sjemenskim materijalom (Essl i sur. 2015.). U Hrvatskoj, osim ove vrste roda *Ambrosia* prisutne su još *Ambrosia maritima* L. i *Ambrosia coronopifolia* Torr. et A. Gray¹, ali zasad ne uzrokuju značajne štete u poljoprivredi i zdravstvu.

Iako je ambrozija ekonomski značajan korov u poljoprivrednoj proizvodnji, u današnje vrijeme, ova biljka je još poznatija po svom negativnom učinku na ljudsko zdravlje. Razlog tome je sve veći broj ljudi alergičnih na polen ambrozije, a znanstvenici predviđaju da će se taj broj udvostručiti do 2060. godine zbog klimatskih promjena koje će omogućiti širenje ambrozije na dosad neadekvatna područja za njen rast i razvoj (Liu i sur. 2022.). Osim širenja na nova staništa, ambrozija zadnjih godina ulazi u fazu cvatnje već u srpnju i alergena sezona peludi traje duže nego inače (Magyar i sur. 2022.). Za vrijeme povoljnih uvjeta, jedna biljka može proizvesti i do osam milijuna zrnaca polena koji nošeni vjetrom mogu preći značajne udaljenosti (Mezei i sur. 1995.). Upravo Hrvatska, uz Mađarsku i Italiju pripada zemljama u kojima je utvrđena najveća proizvodnja polena i sjemena ambrozije (Lommen i sur. 2018.).

Ambrozija kao monokarpna vrsta može se razmnožavati jedino sjemenom te ju karakterizira velika produkcija istog (do 40 000 sjemenki po biljci) (Basset i Crompton 1975.) i dugovječnost sjemenki u tlu od čak 40 godina (Hulina 1998.). Sjeme ambrozije ostaje živo u banci sjemena zbog dormantnosti koja je uvelike izražena kod većine jednogodišnjih biljaka, pogotovo korovnih vrsta. Posebice je izražena kod jedinki sakupljenih s poljoprivrednih površina, gdje sjemenke imaju značajno izraženiju dormantnost nego sjemenke sa ruderalnih staništa (Kazinczi i sur. 2008.). Invazivne alohtone biljke prilagođavaju se novim pedo-klimatskim uvjetima na različite načine, a jedan od njih upravo je dormantnost sjemena, koja predstavlja odgovor vrste na selekcijski pritisak i nove, različite uvjete okoliša, s ciljem održavanja populacije i daljnje kolonizacije (Clements i DiTommaso 2011.). Dormantnost kao takva utječe na dinamiku klijanja i čini ju neujednačenom što predstavlja značajan problem kod svih istraživanja koji zahtijevaju ujednačeno i konzistentno nicanje. Uzevši u obzir i polimorfizam sjemena ambrozije unutar i između populacija koji također značajno utječe na varijabilnost dinamike klijanja, evidentna je potreba za poboljšanjem postojećih metoda prekidanja dormantnosti i poticanja klijavosti, kako bi se postiglo ujednačeno klijanje pri provođenju istraživanja (Milberg i sur. 1996.).

Precizno i pravovremeno suzbijanje korova u modernoj poljoprivredi provodi se korištenjem prognoznih modela nicanja. Da bi ti modeli bili što precizniji i uspješniji, potrebno je u njih implementirati što više bioloških i fizioloških karakteristika vrste koju se želi suzbiti, uz odgovarajuće uvjete okoliša. Jedan od ključnih temelja za izradu modela nicanja jest

¹ [FCD \(botanic.hr\)](https://www.fcd-botanic.hr/), pristupljeno 01. kolovoz, 2023.

utvrđivanje perioda u kojem polovica posijanih sjemenka proklije (t_{50}) te usporedba sa ostalim populacijama, kako bi se utvrdio intenzitet varijabilnosti i sukladno istom prilagodili parametri za stvaranje novih modela. Nadalje, dobivene vrijednosti t_{50} koriste se za dobivanje bioloških minimuma i bioloških vodnih potencijala koji se mogu razlikovati između istraživanih lokaliteta (Šoštarčić i sur. 2020.). Visoka morfološka i fiziološka varijabilnost jedinki ambrozije unutar i između populacija uvelike otežava primjenu takvih modela, stoga je od signifikantne važnosti istraživanjima utvrditi razlike u vremenu klijanja između različitih populacija.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada bio je utvrditi morfološke (duljina radikule i hipokotila, masa 1 000 sjemenki i masa klijanaca) varijabilnosti između istraživanih populacija ambrozije, s glavnim ciljem utvrđivanja dinamike klijanja (t_{10} – početno vrijeme klijanja, t_{50} – srednje vrijeme klijanja i završetak klijanja) sjemenca različitih populacija ambrozije.

2. Pregled literature

2.1. Sistematika, štetnost i rasprostranjenost ambrozije

Carl Linnaeus prvi je opisao ovu vrstu u svojoj knjizi *Species plantarum* (1753.) promatranjem autohtonih jedinki iz Sjeverne Amerike te ju je prvotno svrstao u rod *Artemisia*. Danas rod *Ambrosia* sadrži više od 40 vrsta od kojih se u Europi najčešće pojavljuju *A. artemisiifolia* L., *A. trifida* L., *A. psilostachya* DC., *A. tenuifolia* Spreng. i *A. maritima* L. (Hansen 1976.). Jedina autohtona vrsta za područje Mediterana i Sjeverne Afrike jest *A. maritima* L., dok su sve ostale vrste pridošlice iz Amerike (Hrabovsky i Mičičeta 2013.).

Trenutna sistematika vrste prema CABI² izgleda ovako:

Carstvo: Plantae

Podcarstvo: Viridaeplantae

Razred: Tracheophyta

Podrazred: Euphyllophytina

Klasa: Dicotyledonae

Red: Asterales

Porodica: Asteraceae

Rod: *Ambrosia*

Vrsta: *Ambrosia artemisiifolia* L.

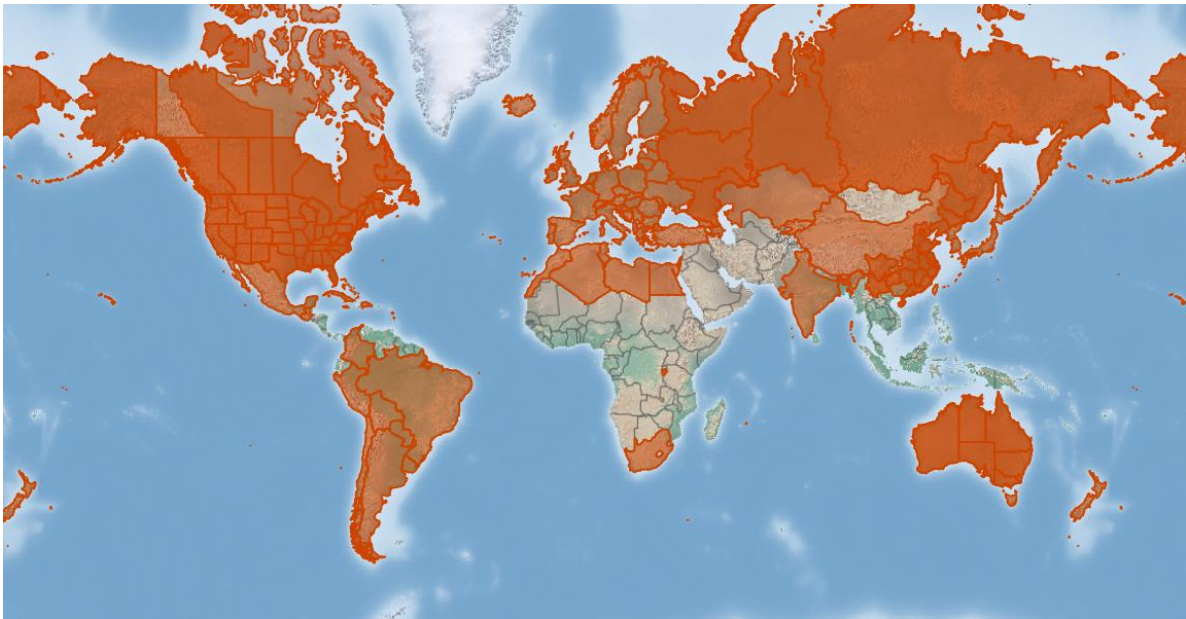
Ambrozija je kroz povijest bila uzgajana kao ukrasna i ljekovita biljka te su je ondašnji pristanovnici Sjeverne Amerike sadili u svojim vrtovima (Shemluck 1982.). Postoje dokazi da su američki kolonizatori donijeli sa sobom sjeme ambrozije i sijali ju u pojedinim dijelovima Europe, no to nije razlog zašto se u takvim razmjerima proširila Europom (Montagnani i sur., 2017.). Jedno od glavnih objašnjenja za takvu razinu rasprostranjenosti ipak leži u trgovini kontaminiranim sjemenskim materijalom te ju se i danas može pronaći u velikoj gustoći populacije uz najvažnije transportne prometnice (Joly i sur. 2011.). Upravo intenzitet i učestalost prometa jedni su od važnijih čimbenika koji utječu na frekvenciju pojave ambrozije uz ceste i željezničke pruge (Lemke i sur. 2021.). Unatoč činjenici da je značajan broj sjemenki slučajno dospio u Europu transportom, uspješnost u širenju ambrozije uvelike ovisi o njejoj mogućnosti prilagodbe na nove uvjete okoliša, praćenu značajnom razinom morfološke i fiziološke varijabilnosti unutar i između populacija (Montagnani i sur. 2017.). Od ostalih karakteristika ambrozije važnih za uspješno širenje, treba istaknuti: veliku produktivnost sjemena i polena, dugovječnost sjemenki u tlu (dormantnost), mogućnost autonomnog osipanja sjemenki, izrazitu kompetitivnost i razvijanja rezistentnosti na herbicide (Basset i Crompton 1975.; Heap i Duke 2018.). Sa agronomskog aspekta, primarna štetnost ambrozije očituje se u direktnom smanjenju prinosa i povećanju troškova proizvodnje, posebice kod kultura koje se siju na veći razmak između i unutar redova (suncokret, kukuruz, soja, šećerna

² <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.4691>, pristupljeno 05. kolovoz, 2023.

repa) (Gerber i sur. 2011.). Posebno je štetna u usjevima kultura niskog habitusa i manjih kompetitivnih sposobnosti, kao što je primjerice cikla kojoj može smanjiti prinos i do 70 % (Buttenschon i sur. 2009.). Autori također navode kako je ambrozija na jugu Mađarske i istoku Hrvatske ekonomski najznačajniji korov u usjevima suncokreta i soje. Suncokret je posebno osjetljiv na ambroziju zbog botaničke sličnosti (porodica Asteraceae) i manjka selektivnih herbicida (Kazinczi i sur. 2008.). Pet biljaka ambrozije po četvornom metru može reducirati prinos suncokreta za 25 %, uz dokazano ispuštanje alelokemikalija koje u tlu inhibiraju rast suncokreta (Vidotto i sur. 2013.). U kukuruзу su zabilježeni gubitci između 5 % i 48 %, ovisno o vremenu nicanja ambrozije u polju i preklapanja sa kritičnim razdobljem zakorovljenosti kukuruza (Zimdahl 2004.).

S obzirom na štete koje pričinjava u poljoprivredi i zdravstvu, cilj je suzbiti ambroziju prije nego što stvori sjeme koje će dospjeti u banku sjemena. Na nepoljoprivrednim zemljištima suzbijanje ambrozije najčešće se provodi korištenjem totalnih herbicida, što je dovelo do razvijanja rezistentnih biotipova na aktivnu tvar glifosat (Heap i Duke 2018.). Izostanak zadovoljavajućeg djelovanja herbicida i činjenica da je mehaničko suzbijanje ove vrste ekonomski isplativo samo na mikrolokacijama i to kratkoročno, naveli su stručnjake da istražuju alternativne načine suzbijanja, s glavnim ciljem sprečavanja daljnjeg širenja (Gauvrit i Chauvel 2010. ; Gerber i sur. 2011.). Jedno od takvih načina suzbijanja je klasično biološko suzbijanje koje podrazumijeva korištenje prirodnog neprijatelja za regulaciju brojnosti populacije štetne vrste. Prema Sheppard i sur. (2006.) ambrozija je uvrštena među 20 biljaka pridošlica u Europi s najvećim potencijalom za uspješno biološko suzbijanje kukcima biljojedima i fitopatogenim gljivama. Zasad se najuspješnijom pokazala kombinacija fitopatogenih gljiva iz roda *Phoma* i ambrozijine zlatice (*Ophraella communis* LeSage, 1986 (Coleoptera: Chrysomelidae)) (Gerber i sur. 2011.). U Hrvatskoj, otkad je prvotno pronađena ova zlatica se vrlo brzo udomaćila na svim lokalitetima gdje raste ambrozija te su zabilježene značajne štete (do 80%) na listovima kod sedam od ukupno 32 promatrana lokaliteta, što ju čini ozbiljnim budućim kandidatom za biološko suzbijanje ambrozije (Lemić i sur. 2023.).

Ambrozija je danas prisutna na svim kontinentima, izuzev Antartika (slika 2.1). U Europi je prisutna u gotovo svim zemljama, ali se pojavljuje pri različitim gustoćama populacija. Područja s najvećom gustoćom populacije ove invazivne vrste nalaze se u centralnom dijelu Europe (Mađarska, Slovačka i Austrija) te jugoistočnom dijelu Europe (Rumunjska, Hrvatska i Srbija) (Gerber i sur. 2011.; Kazinczi i sur. 2008.). S druge strane, istraživanja provedena u sjeverno-europskim državama poput Norveške i Švedske pokazuju da se ambrozija još uvijek rijetko može pronaći u velikom broju na hladnijim područjima (Hyvonen i sur. 2011.). Znanstvenici predviđaju da će u budućnosti sukladno klimatskim promjenama ambrozija širiti svoj areal rasprostranjenosti i na hladnija, sjevernija područja te na lokalitete sa visokom nadmorskom visinom (Liu i sur. 2022.).



Slika 2.1. Rasprostranjenost ambrozije

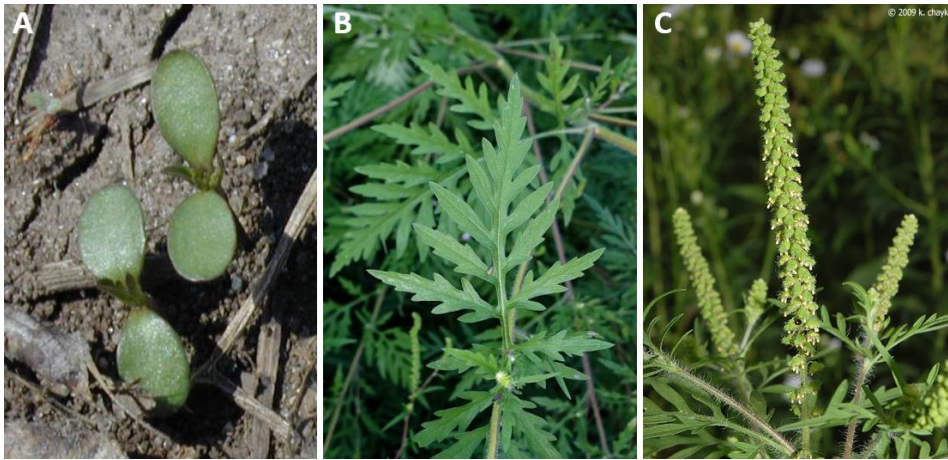
Izvor: [Ambrosia artemisiifolia \(common ragweed\) | CABI Compendium \(cabidigitallibrary.org\)](#)

U Hrvatskoj je ambrozija otkrivena davne 1941. godine u Podravini te je u narodu dobila nekoliko naziva. Ovisno o lokalitetu otkud dolaze, neki od njih su: limundžik, partizanka, fazanuša. Danas je proširena diljem kontinentalne Hrvatske te ju je moguće pronaći na poljoprivrednim zemljištima, ali i u urbanim sredinama gdje se često pojavljuje kao dominantna vrsta pripadajuće korovne flore (Galzina i sur. 2010.; Hulina 1998.).

2.2. Morfološke značajke ambrozije

Ambrozija razvija vretenasti, relativno plitki korijen iz kojeg se granaju gusti bočni korjenčići što joj omogućuje ukorjenjivanje na plitkim zemljištima zbijene strukture. Supke ove biljke okruglastog su oblika nalik na žlicu, bez izražene nervature te ih je u ovoj fazi rasta moguće zamijeniti s poljskim jarmenom (Brandes i Nitzche 2006.). Stabljika je zeljasta, zelene ili crvenkaste boje, dlakava te može doseći čak i do 200 cm. Ovisno o karakteristikama vegetacijskog prostora, može stvarati više razgranatih izdanaka iz zemlje i činiti grm. Jedinke koje rastu pojedinačno često su niže od onih koje rastu u skupinama i razgranatije jer nema izražene međusobne kompeticije za svjetlo, vodu i nadzemni prostor (Brandes i Nitzche 2006.). Volumen nadzemnog dijela ambrozije značajno varira ovisno o pedološkim i ekološkim uvjetima lokaliteta, pa tako Lommen i sur. (2018.) navode da na lokacijama gdje su veće temperature i veće količine oborina rastu i biljke ambrozije značajno većeg volumena. Time autori objašnjavaju sposobnost plastične morfološke prilagodbe ambrozije na promjenjive uvjete. Listovi su duljine do 10 cm, nasuprotnoga su rasporeda te su plojke perasto razdijeljene pa se ovu vrstu može zamijeniti s raznim pelinima iz roda *Artemisia* (Buttenschon i sur. 2009.). Naličje listova dlakavije je od lica listova pa je stoga i svijetlije boje. Ambrozija je jednodomna biljka te ženski cvjetovi mogu biti pojedinačno ili u manjim grupama kao glavice smješteni u

pazušcu gornjih listova. Muški cvjetovi formiraju cvat oblika glavice koja je raspoređena na vršnim dijelovima stabljike i izdanaka, unutar koje prašnici proizvode značajne količine polena (slika 2.2.1.) (Buttenschon i sur. 2009. ; Sabo 2014.).



Slika 2.2.1. Prikaz supki (A), listova (B) i cvata (C) ambrozije
Izvor: <https://www.euphresco.net/>

Plod ambrozije je roška, koju se često u literaturi naziva sjemenkom zbog praktičnosti, iako se sjemenka nalazi unutar roške te je obavijena čvrstom sjemenom lupinom (Basset i Crompton 1975.). S obzirom da je sjemenka dio promatrane roške te se u prirodi gotovo nikad ne nalaze odvojeno, i u ovom radu će se ti termini zamijeniti zbog jednostavnosti.

Sjemenke su obrnuto jajolike, sivkasto-smeđe boje sa zupcima na vrhu od kojih je najduži središnji koji se zbog oblika još naziva i kljun (Basset i Crompton 1975.) (slika 2.2.2.). Broj sjemenki koje pojedinačna biljka može proizvesti varira od 6 000 (Fumanal i sur. 2007.) pa sve do 40 000, što najviše ovisi o uvjetima okoliša, veličini same biljke, kompeticiji s okolnim biljkama i kalendarskom periodu njenog nicanja (Baskin i Baskin 1998;; Basset i Crompton 1975.) Sjemenke su ovojnicom dobro zaštićene od predatora te se lako prenose pticama, a zbog male gustoće i karakteristične morfologije mogu se prenositi i hidrohorijskim putem diljem vodenih tokova (Fumanal i sur. 2007.).



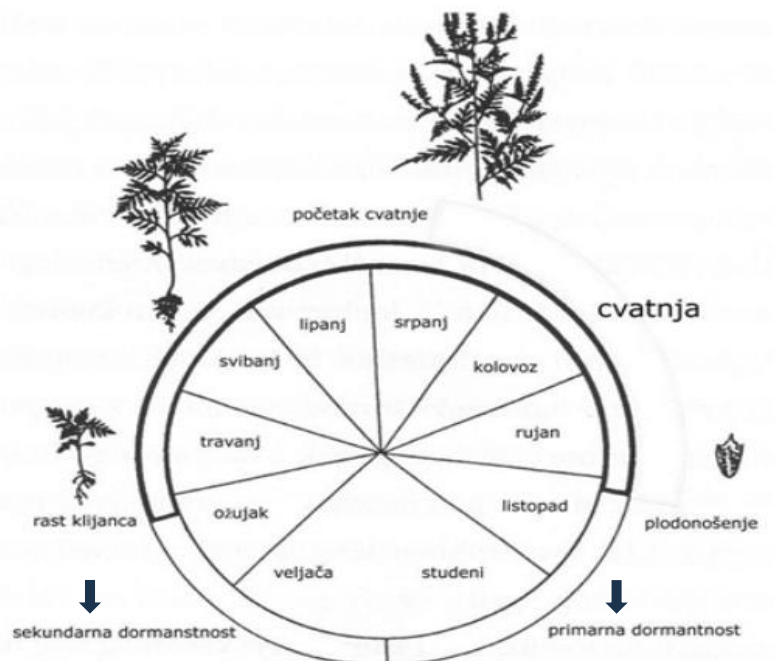
Slika 2.2.2. Roška ambrozije slikana digitalnim mikroskopom Snimio: Višić D. (2020.)

Sjemenke ambrozije mogu se međusobno razlikovati po boji, duljini, širini i masi. Primjerice, masa 1 000 sjemenki ambrozije u Francuskoj varira od 1,72 do 3,6g (Nitzsche, 2010.). S druge strane, u istraživanju provedenom na 10 različitih populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske, masa 1 000 sjemenki ove vrste kretala se u rasponu od 3,49 do 5,06 g (Šoštarčić i sur. 2021.). Autori su osim razlika u masi utvrdili i značajnu razliku u dimenziji sjemenki, pa se tako duljina sjemenke, ovisno o populaciji, kretala u rasponu od 3,79 do 4,16 mm, dok je širina sjemenki iznosila od 1,87 do 2,15 mm. Na masu sjemenki utjecaja ima i stanište gdje raste ambrozija. Tako je u istraživanju Halla i sur. (2021.) u Austriji, masa sjemenki sakupljenih sa ruderalnog staništa bila značajno veća od mase sjemenki sakupljenih sa poljoprivrednih i cestovnih staništa, što je naknadno rezultiralo i različitom dinamikom klijanja između populacija. Morfološke varijabilnosti sjemenki ambrozije zasigurno idu u prilog invazivnom karakteru ove vrste. Naime, ambrozija se jedino može razmnožavati sjemenom te joj produkcija varijabilnog sjemena između ostalog omogućuje prednost u prilagodbi na nepredvidive uvjete okoliša i svojevrsnu garanciju da će barem neke jedinice preživjeti i nastaviti reprodukciju (Baskin i Baskin 1998. ; Willis i Hulme 2004.). Poznato je da se ambrozija na kratke udaljenosti širi osipanjem sjemenki s majčinske biljke (autohorija) pod utjecajem sile gravitacije na površinu tla. U tom slučaju većina potomstva raste u blizini majčinske biljke, što u povoljnim uvjetima u kojima nema značajnije kompeticije za resurse predstavlja pozitivan ishod i očuvanje genetske sličnosti između potomstva i majčinske biljke (Baskin i Baskin 1998.). Veličina sjemena direktno utječe na sposobnost klijanja iz dubljih dijelova tla, dinamiku klijanja te uspješnost preživljavanja i bujnost budućeg klijanca (Baskin i Baskin 1998.). Uzevši u obzir činjenicu da su sjemenke zbog ljudske aktivnosti i prirodnih pojava neravnomjerno raspoređene kroz profil tla u banci sjemena (horizontalno i vertikalno), evidentna je važnost sjemenske varijabilnosti ambrozije za njeno preživljavanje i širenje na nova područja (Guillemain i Chauvel 2011. ; Washitani i Nishiyama 1992.).

2.3. Dormantnost sjemena ambrozije

U literaturi se mogu pronaći različiti razlozi zašto sjemenke ne kliju u tlu: visoka koncentracija ugljikova dioksida, niska temperatura, nepovoljni vodo-zračni odnosi u tlu, manjak sunčeve svjetlosti, i slično (Bewley 1997.). Pravi razlog zašto sjemenke ne kliju neposredno nakon osipanja s majčinske biljke u tlo, leži u biologiji i ekologiji same vrste. Sjemenke ambrozije prvotno postaju dormantne još u fazi sazrijevanja na majčinskoj biljci te je dormantnost uzrokovana visokom koncentracijom hormona koji priječe preuranjeno klijanje (Willemsen i Rice 1972.) Naime, sjemenke ambrozije potpunu fiziološku zrelost postižu tek u listopadu pa ukoliko bi proklijale čim dospiju na tlo, mlade biljke kroz zimu zasigurno ne bi preživjele niske temperature i mraz (Kazinczi i sur. 2008.). Unatoč činjenici da su temperature u listopadu relativno slične onima u rano proljeće, sjemenke ambrozije ne kliju ujesen. Upravo zbog primarne dormantnosti, sjemenke u polju moraju tijekom zimskog razdoblja proći kroz fazu jarovizacije pri uvjetima niskih temperatura i visoke vlažnosti, kako

bi mogle proklijati u proljeće (Baskin i Baskin 1980. ; Dinelli i sur. 2013.). Podaci iz literature ukazuju da je sjemenke ambrozije u laboratorijskim uvjetima potrebno skladištiti minimalno šest mjeseci pri niskoj temperaturi (4°C) kako bi se potaknula klijavost (Willemsem i Rice 1972. ; Willemsem 1975.). One sjemenke koje ne prokliju u proljeće ulaze u sekundarnu dormantnost i zahtijevaju ponovni period niskih temperatura u tlu (stratifikacija) kako bi postale klijave sljedeće godine (slika 2.3.). Ti ciklusi dormantnosti mogu se ponavljati iz sezone u sezonu pa tako sjemenke ambrozije mogu ostati viabilne u tlu čak i do 40 godina (Basset i Crompton 1975. ; Hulina 1998.). Upravo zbog cikličnog i promjenjivog statusa dormantnosti sjemenke ambrozije neujednačeno kliju kroz dugi period što utječe na varijabilnost dinamike klijanja ove vrste (Baskin i Baskin 1980.). Na sposobnost dugovječnog zadržavanja klijavosti sjemenki ambrozije, osim nepovoljnih uvjeta za klijanje u tlu, značajno utječe međusobni odnos biljnih hormona rasta unutar sjemenki (Willemsem i Rice 1972.). Pojednostavljeno rečeno, na takvu endogenu dormantnost sjemena utječu razlike u koncentraciji hormona unutar sjemenki koji potiču klijanje (giberelinska kiselina i etilen) i hormona koji inhibitorno djeluju na klijanje (apscizinska kiselina). Sjemenke su spremne za klijanje tek onda kada je količina hormona koji potiču klijanje veća od količine hormona koji priječe klijanje i kada uvjeti za klijanje u tlu postanu optimalni (Willemsem i Rice 1972.). Iz tog razloga, jedna od metoda prekidanja dormantnosti ambrozije u laboratorijskim uvjetima je tretiranje sjemenki giberelinskom kiselinom, kao i metoda stratifikacije i suhog skladištenja (Šćepanović i sur. 2022. ; Baskin i Baskin 1980.). Prekidanje dormantnosti u laboratorijskim pokusima od iznimne je važnosti kako bi se postigla ujednačena klijavost koja je nužni preduvjet za provođenje svih istraživanja vezanih za ambroziju poput utvrđivanja rezistentnosti, praćenja dinamike klijanja, efikasnosti aktivnih tvari na suzbijanje i slično.



Slika 2.3. Prikaz životnog ciklusa ambrozije duž vegetacijske sezone
Izvor: (Kovačević i Groman 1964.)

2.4. Prilagodbe ambrozije na različite uvjete okoliša

Uspješnost u širenju svake invazivne vrste na nove prostore prvenstveno ovisi o njejoj prilagodbi na nove, nepredvidive uvjete okoliša, koji podrazumijevaju sve biotičke i abiotičke čimbenike različite od onih izvornih otkud vrsta originalno dolazi (Cunze i sur. 2013.). U prethodnom poglavlju opisana je sposobnost ambrozije da u stadiju mirovanja sjemenke dočeka povoljne uvjete za klijanje (dormantnost), no važno je naglasiti i opisati sve ostale mogućnosti prilagodbe koje rezultiraju određenim morfološkim i biološkim razlikama između populacija. Uzevši u obzir i aktualne klimatske promjene koje pogoduju širenju ambrozije, od ključne važnosti je istražiti sve evolucijske odgovore ambrozije na promjenjive ekološke čimbenike i implementirati ih u daljnju borbu protiv širenja ove vrste (Cunze i sur. 2013. ; Richardson i Pyšek 2012.). Na ishod rasta i razvoja ambrozije utječe mnoštvo čimbenika poput temperature, količine vlage, svjetlosti, omjer plinova u tlu, saliniteta i kiselosti tla te sama dormantnost sjemenki (Basset i Crompton 1975.).

Hodgins i Rieseberg (2011.) uspoređivali su autohtone američke populacije sa invazivnim (alohtonim) europskim i utvrdili su veću genetsku varijabilnost između europskih populacija, koje su se uspješnije prilagodile stresnim uvjetima na različitim lokacijama te imale veći reproduksijski potencijal. Populacije su se međusobno razlikovale i po intenzitetu rasta i razvoja te fenologiji cvatnje. Autori navode kako upravo te izraženije genetske varijabilnosti idu u korist alohtonim populacijama te su razlog bržeg nicanja, intenzivnijeg vegetativnog porasta i bržeg stvaranja generativnih organa, nego što je to kod autohtonih populacija. U prilog navedenom ide i činjenica da jedinke alohtonih populacija imaju znatno veći sadržaj makro i mikro nutrijenata, jaču asimilaciju i veću lisnu masu od autohtonih (Leishman i sur. 2007.). Autori također ističu da alohtone populacije efikasnije vežu ugljik od autohtonih što im daje prednost u vidu bržeg rasta i razvoja (Leishman i sur. 2007.). Nadalje, Gladieux i sur. (2011.) također naglašavaju postojanje izražene genetske varijabilnosti između francuskih (alohtonih) i sjeverno-američkih (autohtonih) populacija. Nakon provedene genetičke analize istočno-europskih populacija autori demantiraju njihovo podrijetlo za koje se smatralo da su nastale iz prethodno uspostavljenih francuskih populacija, što dodatno pojašnjava postojanje bioloških razlika između tih dviju populacija. Genton i sur. (2005.) dokazali su signifikantnu genetsku varijabilnost unutar alohtonih populacija ambrozije u Francuskoj, dok je varijabilnost unutar autohtonih populacija bila beznačajna. Alohtone populacije su, osim izražene genetske varijabilnosti pokazivale i invazivniji karakter od autohtonih.

Kao i većina invazivnih korovnih vrsta, ambrozija nema specifične zahtjeve prema tipu tla na kojem raste. U istraživanju kojeg su proveli Onen i sur. (2017.) utvrđeno je kako nema statistički značajne razlike u fitnessu biljaka ambrozije uzgajanih na različitim tipovima tla, što potvrđuje da ambrozija može nesmetano rasti kako na plodnim tlima, tako i na tlima s niskim sadržajem hranjiva. Autori ipak navode da je najintenzivniji rast i razvoj ambrozije uočen na pjeskovito-ilovastom tlu. S druge strane, Basset i Crompton (1975.) sugeriraju kako ambrozija svoj puni potencijal ostvaruje na glinastim tlima na kojima i korijen i nadzemni dio postižu najveći volumen.

Sang i sur. (2011.) ističu kako ambrozija može rasti na širokom rasponu kiselosti tla, sa optimumom pH reakcije tla od 5 do 8. Unatoč značajnoj toleranciji na različite vrijednosti kiselosti, klijanje ipak izostaje kod pH reakcije manje od 2 i veće od 12. Na izrazito kiselim tlima populacije karakterizira usporena dinamika klijanja i niski rast nadzemnog dijela (Sang i sur. 2011.).

Jedan od ograničavajućih čimbenika za rast biljaka zasigurno jest salinitet tla, koji direktno utječe na njihovu biologiju i gustoću populacije (Lambers i sur. 1998.). Općepoznato je da se zimi prometnice posipaju sa soli kako bi se snizila temperatura ledišta vode i tako spriječilo njeno površinsko smrzavanje. Dolaskom viših temperatura u proljeće, koncentracija soli u tlu neposredne udaljenosti od prometnica rapidno se povećava, a upravo tamo najčešće raste ambrozija (DiTommaso 2004.). Sama ta činjenica dovoljna je za zaključiti kako je ambrozija jedna od korovnih vrsta koja ima visoku toleranciju na veće koncentracije soli u tlu. DiTommaso (2004.) je dodatno utvrdio kako postoji značajna razlika u biologiji populacija sakupljenih uz prometnice i populacija porijeklom sa poljoprivrednih površina. Populacije sakupljene uz prometnice klijale su brže i u većem broju te su bile otpornije na stresne uvjete uzgoja od ostalih, što ukazuje na sposobnost stvaranja i zadržavanja lokalne adaptivnosti populacija ambrozije obzirom na uvjete mikrolokacije. Također, Farooq i sur. (2019.) ističu kako populacije ambrozije sakupljene uz prometnice posjeduju veću toleranciju na povišene koncentracije soli od populacija sakupljenih sa poljoprivrednih zemljišta.

Sjemenke ambrozije u banci sjemena neravnomjerno su raspoređene kroz profil tla te je od iznimne važnosti za širenje vrste mogućnost klijanja iz različitih dubina tla. Guillemain i Chauvel (2011.) utvrdili su da težina sjemenki ambrozije nema utjecaja na klijanje sjemenki iz različitih dubina tla. Drugim riječima, sjemenke uspješno kliju iz različitih dubina tla, sve do 10 cm dubine. Ipak, autori su zabilježili najbrže i najbrojnije klijanje kod sjemenki posijanih na površinu tla, što objašnjava visoke gustoće populacije ambrozije na neuznemiravanim staništima gdje dolazi do autohorijskog širenja sjemenki. U prilog tom zapažanju ide i postojanje dokaza da sjemenke ambrozije sakupljene sa uznemiravanih poljoprivrednih staništa imaju veću klijavost iz dubljih dijelova tla nego sjemenke sakupljene s ruderalnih i neuznemiravanih lokaliteta (Farooq i sur. 2019.).

Postojanje vlage u tlu neophodno je za bubrenje i klijanje sjemenki te tako većina sjemenki korova ostaje u stadiju mirovanja sve dok vodozračni odnosi u tlu ne postanu optimalni za klijanje (Baskin i Baskin 1998.). Dickerson (1968.) navodi kako je za optimalno klijanje sjemenki ambrozije potrebno od 14 do 22 % vlažnosti od ukupnog vodnog kapaciteta tla, ali i naglašava kako klijanje može biti uspješno i uz osjetno manje količine dostupne vode. Vodni potencijali (minimalna količina vode potrebna za klijanje) općenito variraju između populacija jer ovise o ekološkim uvjetima lokaliteta i biološkim karakteristikama populacije, no Shrestha i sur. (1999.) utvrđuju minimalni vodni potencijal ambrozije u iznosu od -0,8 MPa. Guillemain i sur. (2013.) pak navode da minimalni vodni potencijal ambrozije iznosi -1,28 MPa. Primjera radi, vodni potencijal vrste *Stellaria media* L. iznosi -0,64 MPa (Grundy i sur. 2000.), što znači da ambrozija bolje podnosi sušne uvjete od mišjakinje. Prilagodbe ambrozije pri uvjetima deficita vode očituju se u pojačanom rastu korijena u dubinu tla i smanjenju

intenziteta transpiracije zbog zatvaranja puči na listovima (Zu i sur. 2006.). Također, morfološke karakteristike poput debelog sloja kutikule na površini epiderme ambrozije značajno pojačavaju toleranciju na sušne uvjete (Chauvel i sur. 2006.). Osim na sušu, ambrozija ima izraženu visoku toleranciju i na višak vode zahvaljujući morfološkoj plastičnosti (Leiblein i Losch 2011.). Autori navode da pri uvjetima kada je tlo maksimalno saturirano vodom, ambrozija zaustavlja rast korijena i fokusira se na izduživanje stabljike te pojačani rast listova. Voeselek i Bailey-Serres (2015.) objašnjavaju ovu pojavu kao prilagodbu na suvišak vode pojačanim intenzitetom fotosinteze, uz pomoć koje biljka izjednačava tlakove nastale promjenom u koncentraciji plinova i topivih asimilata unutar biljke. Svojstvo ambrozije da na stresne uvjete okoliša reagira brzim vegetativnim porastom omogućuje joj da nadjača okolne biljne vrste, a pogotovo kultivirane vrste niskog habitusa i sporijeg rasta (Genton i sur. 2005.).

Jedan od važnijih ograničavajućih čimbenika za klijanje ambrozije, kao i za njeno širenje je temperatura pa tako sjemenke ambrozije ostaju u stadiju mirovanja dok temperatura ne postane pogodna za klijanje (Basset i Crompton 1975.). Ambroziji je za završavanje životnog ciklusa potreban dulji period nego što je to kod većine jednogodišnjih vrsta (DiTommaso 2004.). Naime, unatoč tome što najčešće klije već krajem travnja (ovisno o lokalitetu) sjemenke ambrozije potpuno sazrijevaju tek u listopadu (Kazinczi i sur. 2008.). S obzirom na kalendarski dio godine u kojem ambrozija klije, evolucijski je morala stvoriti toleranciju na proljetne mrazove koji se javljaju u tom periodu. Leiblein-Wild i sur. (2014.). uspoređivali su osjetljivost autohtonih američkih i invazivnih europskih populacija na niske temperature i mraz. Utvrdili su da je klijavost bila najveća na 15°C, a najbrža dinamika klijanja postignuta je na 25°C za sve populacije. Dodatno su utvrdili da su svih 17 europskih populacija imale značajno veću klijavost, bržu dinamiku klijanja te veću toleranciju mladih biljaka na mraz od istraživanih američkih populacija. Autori dobivene rezultate povezuju sa krupnijim sjemenkama europskih populacija iz kojih se razvijaju biljke visoke otpornosti na mraz, što rezultira ranijim klijanjem u prirodi, dužim periodom vegetacije te većom alokacijom biomase i u konačnici visoko kompetitivnim jedinkama. Brandes i Nietzsche (2007.) također ističu širok raspon temperature u kojima ambrozija može klijeti (7 – 28 °C), što joj omogućuje klijanje i nicanje prije ostalih vrsta u polju. Znanstvenici u Turskoj pratili su razlike između populacija sakupljenih sa Crnog Mora i Tracije (Turska) te kako populacije reagiraju na promjenjive uvjete okoliša (Farooq i sur. 2019.). Utvrdili su da populacija sjemenki iz Tracije ima manju osjetljivost na promjene temperaturnih režima i veću klijavost od populacije sjemenki iz Crnog Mora te da se biološki minimumi razlikuju između populacija. Autori utvrđene razlike tumače kao rezultat adaptacije ekotipova ambrozije obzirom na različite ekološke uvjete istraživanih lokaliteta, ali i zbog postojanja značajnih genetskih varijabilnosti između populacija. Za ambroziju su utvrđeni različiti biološki minimumi (minimalna temperatura potrebna za nicanje) koji se razlikuju obzirom na lokalitet pa se u literaturi mogu pronaći vrijednosti od 2 do 5 °C (Farooq i sur. 2019. ; Guillemain i sur. 2013. ; Leiblein-Wild i sur. 2014.).

Populacije ambrozije mogu se razlikovati po biološkim značajkama obzirom na geografsko porijeklo i klimatske čimbenike lokaliteta s kojeg originalno dolaze (Fumanal i sur. 2007.). Primjerice, populaciju sa sjevera Njemačke istraživanu u jednakim uvjetima kao i

populacije južnijeg geografskog porijekla karakterizirao je najraniji ulazak u cvatnju te su biljke sporije stvarale biomasu od ostalih populacija (Sabo 2014.). Slične rezultate dobili su i Xiong i sur. (2023.) gdje su biljke ambrozije sakupljene sa lokaliteta više geografske širine unatoč obilju dostupnog dušika i optimalnoj temperaturi stvarale manju biomasu i rasle sporije od jedinki sakupljenih bliže ekvatoru. Objašnjenje postojećih razlika leži u klimatskim karakteristikama autohtonog lokaliteta istraživane populacije i njenim stečenim navikama na uvjete okoliša različite od onih u kojoj se nalazi. Takve razlike u biologiji biljaka između populacija dodatno potvrđuju zavidnu razinu sposobnosti prilagodbe ambrozije na različite uvjete staništa.

Postoje i dokazi da se jedinke ambrozije mogu prilagoditi i na potpuno nove uvjete na koje još nisu stvorile naviku odnosno evoluirale u svoju korist. Primjerice, Gentili i sur. (2021.) utvrđuju značajnu sposobnost prilagodbe jedinka ambrozije sakupljenih iz nizinskih područja sjeverne Italije te uzgajanih na nadmorskoj visini od 1 000 m pri različitim temperaturnim uvjetima. Unatoč tome što jedinke nikada prije nisu bile izlagane niskim temperaturama i visokoj nadmorskoj visini, stvarale su veliku količinu biomase i nesmetano proizvodile poprilične količine sjemenki.

Uz navedeno, utvrđeno je i da fluktuacije u temperaturi mogu uzrokovati morfološke i fiziološke promjene na ambroziji (Deen i sur. 1998. ; Ziska i sur. 2011.). Tako populacije ambrozije koje rastu u toplijim regijama rastu brže i proizvode veću vegetativnu masu, što im daje prednost u nadmetanju s ostalim biljkama za dostupne resurse. Visoke temperature pozitivno utječu i na reprodukciju ambrozije, poput ranije cvatnje koja traje duži period i veće produkcije polena nego što je to kod populacija koje rastu u hladnijim regijama. Ova činjenica može predstavljati značajan problem u budućnosti širenja ambrozije, obzirom na aktualne klimatske promjene (Ziska i sur. 2011.).

Svjetlost povoljno utječe na klijanje sjemenki ambrozije (Baskin i Baskin 1977.). Pri uvjetima potpunog mraka utvrđeno je da ambrozija može proklijati, no rast radikule i hipokotila te potom korijena i stabljike drastično je smanjen i usporen u odnosu na biljke koje rastu pod svjetlom (Deen i sur. 1998.). To potvrđuju i Farooq i sur. (2019.) koji navode da je klijavost ambrozije u uvjetima konstantnog mraka značajno lošija kod svih istraživanih populacija nego što je to kod populacija uzgajanih pri uvjetima od 12 sati svjetla po danu. Qin i sur. (2012.) ističu kako u uvjetima slabog osvjetljenja jedinke ambrozije stvaraju izduženiju i lomljiviju stabljiku te manju lisnu površinu. Navedene morfološke varijabilnosti rezultat su pokušaja biljke da rastom u visinu dosegne sunčeve zrake i apsorbira sunčevo zračenje. Višak svjetlosti ne smeta rastu i razvoju ambrozije te čak potiče rast korijena i postranih izdanaka, obilniju cvatnju i pojačava produkciju sjemenki (Qin i sur. 2012.). Wang i sur. (2012.) također ističu izraženu fenotipsku plastičnost kao odgovor na promjenjive uvjete osvjetljenja. Tako u sjenovitim uvjetima ambrozija fokusira rast na elongaciju stabljike i maksimizira produktivnost fotosinteze, dok u uvjetima viška svjetla stvara deblje listove s većim sadržajem klorofila i pojačava rast korijena (Wang i sur. 2012.).

Ambrozija se vrlo dobro prilagođava i na sve ljudske aktivnosti usmjerene na njeno suzbijanje. Poznato je da su određene populacije razvile rezistentnost na glifosat što uvelike

otežava suzbijanje ambrozije u ruderalnim staništima, posebno uz prometnice (Heap i Duke 2018.). Dinelli i sur. (2013.) navode kako populacije ambrozije rezistentne na glifosat karakteriziraju manje dimenzije sjemenki od osjetljivih populacija, iako ta morfološka razlika ne utječe značajno na razlike u klijavosti između populacija. Osim na glifosat, neke populacije ambrozije razvile su rezistentnost i na ALS herbicide (inhibitori acetolaktatsintaze) što otežava njeno suzbijanje u svim ratarskim usjevima (Heap 1999.).

Mehaničko suzbijanje ove vrste ekonomski nije isplativo zbog sposobnosti regeneracije i stvaranja novih postranih izdanaka, a da bi se izbjegla cvatnja i produkcija sjemenki, potrebno je ponoviti tretman (Basset i Crompton 1975. ; Gerber i sur. 2011.). Ambrozija različito reagira na košnju obzirom na vrijeme košnje u vegetaciji i učestalost košnje (Milakovic i sur. 2014.). U navedenom istraživanju utvrđivala se učinkovitost dvostrukog tretmana košnje na ambroziju obzirom na fenofazu u kojoj se ona nalazi. Najučinkovitiji rezultati postignuti su kod tretmana sa prvom košnjom prije cvatnje (sredina kolovoza) i drugom košnjom prije zametanja sjemenki (sredina kolovoza). Biljke su nakon navedenog tretmana imale najmanju količinu ženskih cvjetova i u konačnici producirale najmanji broj sjemenki. Zanimljivo je da su ostali tretmani poput košnje u proljeće samo dodatno poticali rast ambrozije i smanjili međusobnu kompeticiju između visokih jedinki koje bi potencijalno zasjenjivale niske jedinke. Obzirom na promjenjivost između populacija kao i varijabilnosti klimatskih uvjeta, autori ipak preporučuju vizualno praćenje rasta i razvoja jedinki za određivanje pravovremene košnje (Milakovic i sur. 2014.).

Navedene sposobnosti prilagodbe ambrozije na različite pedološke i klimatske uvjete, kao i čovjekov utjecaj, važne su karakteristike koje pojašnjavaju ogromni biološki potencijal ove vrste i uspješnost u relativno brzom kolonizaciji novih staništa. Ova vrsta evolucijski je razvila biološke karakteristike koje joj omogućuju izrazitu kompeticiju s drugim biljkama. Počevši od sposobnosti dugotrajnog zadržavanja klijavosti i mirovanja dok uvjeti okoliša ne postanu povoljni, preko izrazito ranog klijanja u proljeće i rapidnog vegetativnog rasta, pa sve do dugotrajne cvatnje i iznimnog reprodukcijuskog potencijala kojim završava životni ciklus. Sve navedene prilagodbe očituju se više ili manje izraženim genotipskim i fenotipskim razlikama između i unutar populacija koje su nužne za preživljavanje i daljnje širenje vrste (Basset i Crompton 1975. ; Leiblein-Wild i sur. 2014. ; Hodgins i Rieseberg 2011.).

Brzina i učestalost pojave korova u polju uglavnom je povezana s dinamikom klijanja sjemena koja ovisi o temperaturi tla, minimalnoj količini vode potrebne za klijanje, kao i datumu sjetve određene kulture (Gardarin i sur. 2010.). Varijabilna dinamika klijanja korovima omogućuje neujednačeno nicanje kako u laboratorijskim istraživanjima, tako i u polju gdje ih je zbog neujednačenog nicanja nemoguće suzbiti jednim tretiranjem (Davis i sur. 2008.). Upravo s ciljem određivanja pravovremenog trenutka tretiranja, kao i racionalnije upotrebe herbicida, razvijeni su modeli prognoze nicanja korova u usjevu. Iz podataka testova klijavosti i dinamike klijanja (perioda potrebnog da 50 % posijanog sjemena prokljuje) računaju se biološki parametri poput vodnog potencijala i biološkog minimuma koji se koriste u izradi prognoznih modela. Iz dosadašnje literature vezane uz problematiku dinamike klijanja hrvatskih populacija ambrozije može se zaključiti kako nedostaje podataka nužnih za izračunavanje

bioloških parametara, ali i da postoji značajna razina varijabilnosti u dinamici klijanja između populacija. Izrada prediktivnih prognoznih modela nije jednostavna sama po sebi, a upravo postojanje fizioloških varijabilnosti između populacija ambrozije njihovu izradu dodatno otežava. Unatoč napredovalo statističkoj analizi i mogućnosti obrade velikih skupova podataka vezanih uz klijanje i razvoj ambrozije iz različitih lokaliteta, navedene varijabilnosti značajno otežavaju sprječavanje širenja i potencijalno predviđanje ponašanja populacija invazivnih korova poput ambrozije (Grundy 2003.). Sve dokle god se ne savladaju i potpuno ne spoznaju izazovi poput varijabilne dormantnosti i varijabilne dinamike klijanja između različitih populacija ambrozije, takvi prognozni modeli nisu primijenjivi u praksi na različitim lokalitetima, stoga je od velike važnosti nastaviti istraživati dinamiku klijanja i ostale biološke parametre ove vrste.

3. Materijali i metode

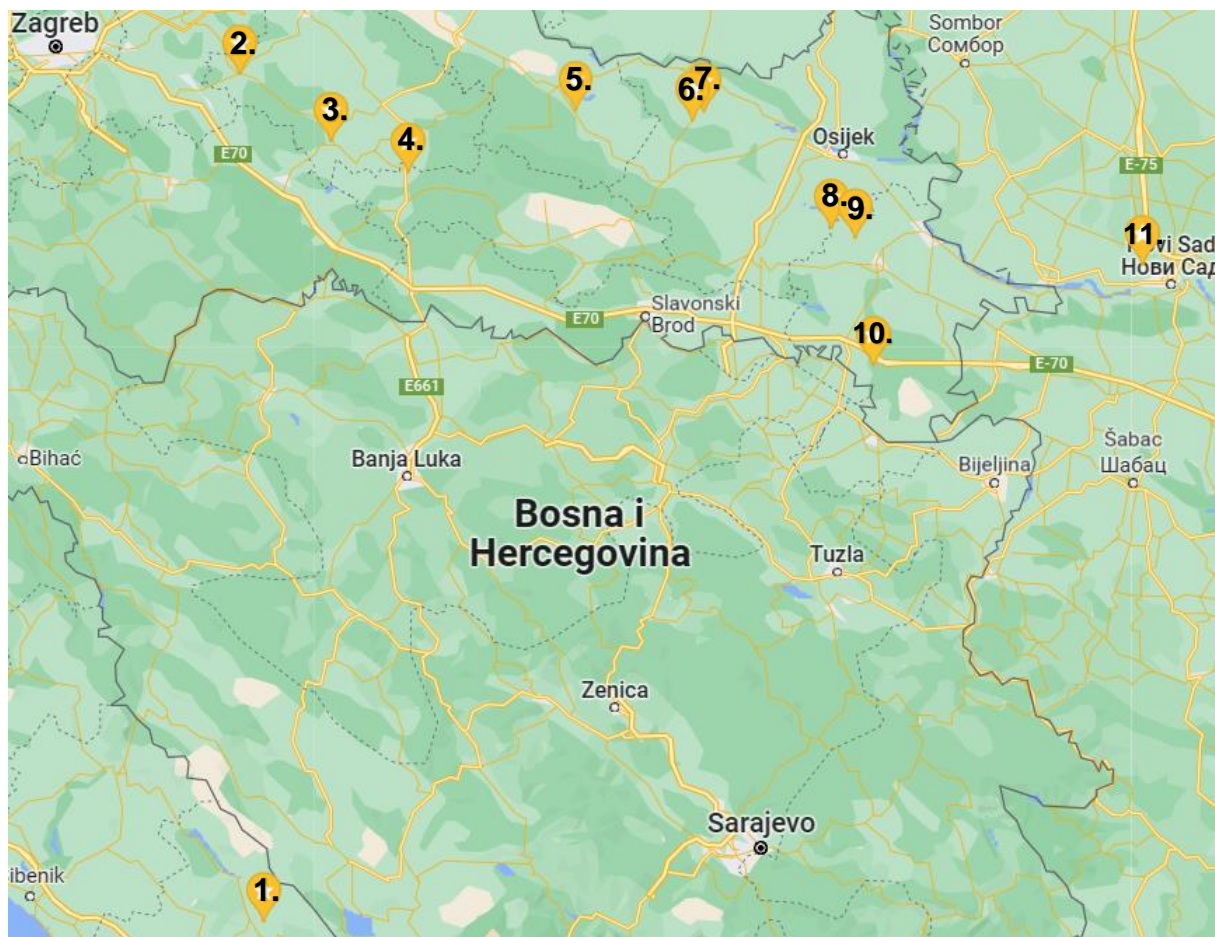
3.1. Istraživane lokacije

Sjemenski materijal sakupljen je u jesen 2018. godine s ukupno 11 lokacija poljoprivrednih površina, od kojih je deset iz Hrvatske te jedna iz Srbije. Istraživane populacije s pripadajućim koordinatama prikazane su u tablici 3.1.

Tablica 3.1. numerirani lokaliteti s pripadajućim koordinatama

Br.	Populacija	Geografske koordinate
1.	Sinjsko polje	43°40'42"N 16°41'59"E
2.	Čazma	45°44'47"N 16°36'40"E
3.	Garešnica	45°35'12"N 16°55'37"E
4.	Badljevin	45°31'09"N 17°11'15"E
5.	Nova Bukovica	45°39'30"N 17°45'49"E
6.	Beničanci	45°38'16"N 17°45'49"E
7.	Šljivoševci	45°39'33"N 18°13'04"E
8.	Markušica	45°22'35"N 18°39'16"E
9.	Gaboš	45°20'54"N 18°43'46"E
10.	Bošnjaci	45°04'19"N 18°48'40"E
11.	Novi Sad	45°17'20"N 19°42'46"E

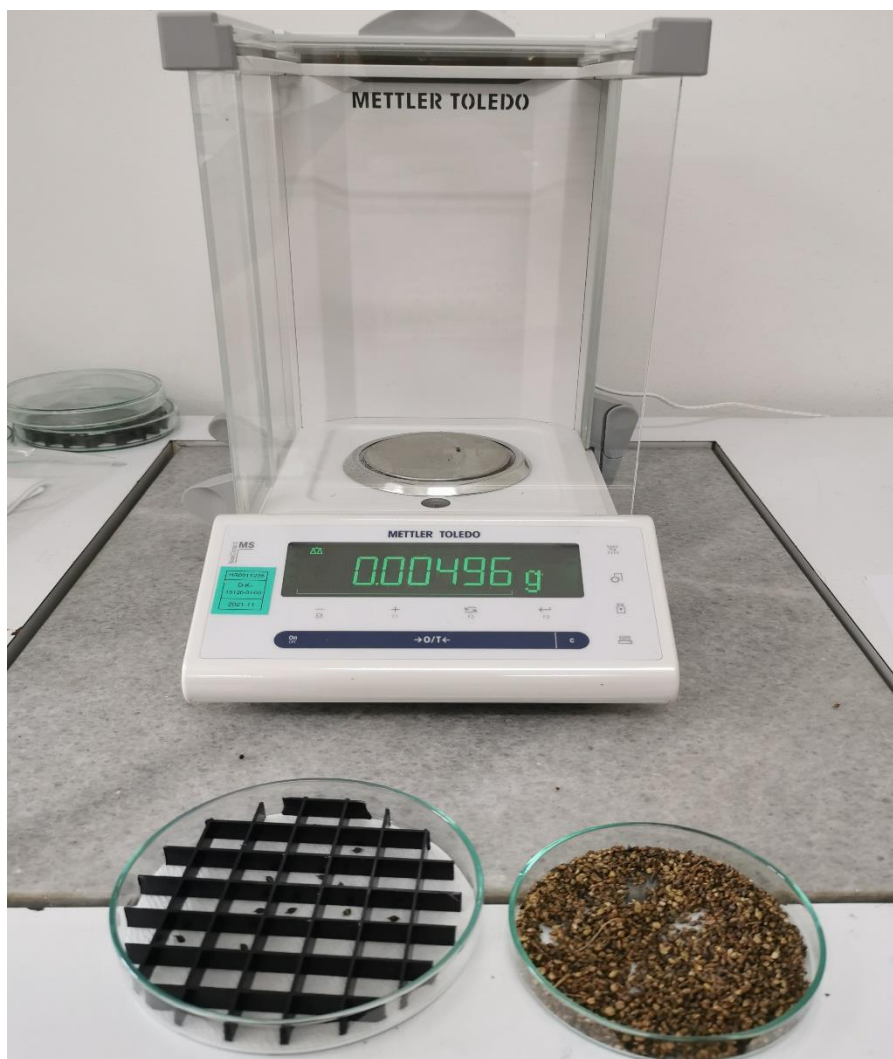
Sakupljeno sjeme očišćeno je od nečistoća i kalibrirano te skladišteno u hladnjaku na 4°C do početka pokusa. Prije provođenja pokusa, izračunat je broj sjemenki u svakoj populaciji iz mase jedne sjemenke i ukupne mase svih sjemenki jednog lokaliteta, kako bi se odredio maksimalan broj sjemenki po populaciji koji će biti korišten u istraživanju. Za svaku lokaciju izbrojano je po 225 sjemenki (25 sjemenki u 3 repeticije provedeno u 3 ciklusa). Sveukupno u pokusu korišteno je 2 475 sjemenki s 11 različitih lokaliteta koji su geografski prikazani na slici 3.1.



Slika 3.1. Geografski prikaz istraživanih lokaliteta
Izradio: Višić D. (2023.)

3.2. Provođenje pokusa i način rada

Prije postavljanja pokusa, svaka pojedinačna sjemenka iz svih lokaliteta izvagana je na analitičkoj vazi te numerirana brojevima od 1 do 25, ovisno o smještaju unutar plastične rešetke postavljene unutar Petrijeve zdjelice, na filter papir (slika 3.2.1.). Plastične rešetke osigurale su da ne dođe do miješanja sjemenki unutar Petrijevih zdjelica i preciznije praćenje razvoja pojedinačne sjemenke. Sa stražnje strane zdjelica, markerom su naznačene strane svijeta kako ne bi došlo do pogrešnih očitavanja tijekom istraživanja.



Slika 3.2.1. Prikaz vaganja i numeriranja pojedinačnih sjemenki
Snimio: Višić D. (2022.)

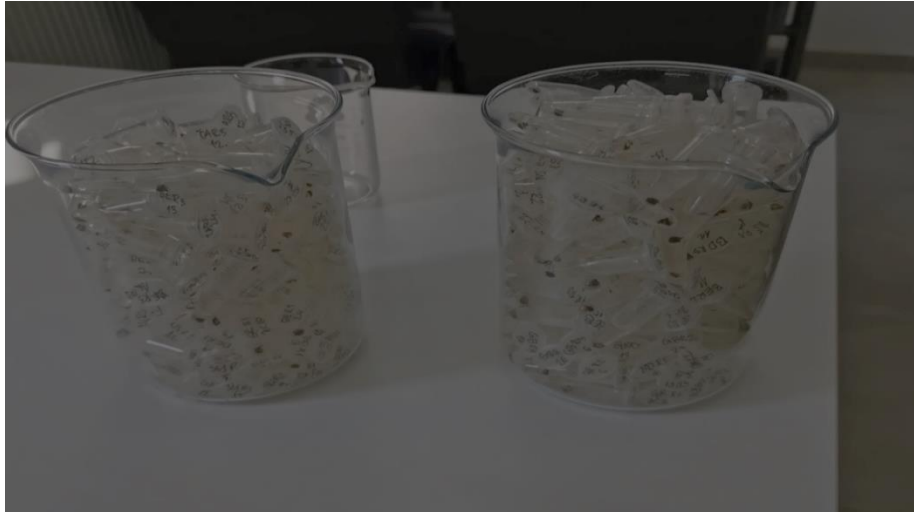
Nakon što su sve sjemenke izvagane, numerirane i unesene u Excel te sortirane prema lokaciji, broju repeticije i broju sjemenke unutar repeticije, izračunata je masa 1 000 sjemenki pojedine populacije iz prosjeka triju repeticija pojedinačno izvaganih sjemenki. Potom je svakoj od 33 Petrijeve zdjelice po ciklusu dodano 5 mL destilirane vode na filter papir. Kako ne bi došlo do gubitka vlažnosti nužne za klijanje, zdjelice su obložene parafilmom i postavljene u klima komoru na temperaturu od 25°C tokom 12 sati dana te 15°C tokom 12 sati noći (slika 3.2.2).



Slika 3.2.2. Klima komora s Petrijevim zdjelicama
Snimio: Višić D. (2022.)

Prvi dan prvog ciklusa započeo je 06. svibnja 2022. godine te je sljedećih 15 dana svakodnevno praćena dinamika klijanja. Svakog dana steriliziranom pincetom uklanjale su se i brojale proklijale sjemenke, a 10. dan mjerila se duljina radikule i hipokotila u milimetrima te masa svježeg klijanca u gramima. Sjemenke za koje se smatralo da su proklijale bile su one kod kojih je duljina radikule iznosila više od 1 mm. Nakon završenih 15 dana, preostale sjemenke koje nisu proklijale podvrgnute su tetrazolium testu (TTC) kako bi se utvrdio udio mrtvih i dormantnih sjemenki. Ciklusi su ponavljani još dva puta i pokus je završio 02. srpnja 2022. godine.

Tetrazolium test (ISTA 2003.) proveden je tri puta nakon svakog ciklusa praćenja dinamike klijanja, kako bi se dobio uvid u odnos između mrtvog i dormantnog sjemena unutar preostalog sjemena koje nije proklijalo. Vlažne neproklijale sjemenke iz Petrijevih zdjelica prepолоvljene su po dužini skalpelom te stavljene u eppendorf epruvete. Na poklopac svake epruvete markerom je napisana oznaka koja predstavlja lokalitet, broj repeticije i broj sjemenke u repeticiji. Otopina trifenil tetrazol klorida dodana je u epruvetu te su sjemenke čuvane u mraku na temperaturi od 30°C u periodu od 24 sata (slika 3.2.3.).



Slika 3.2.3. Tetrazolium test
Snimio: Višić D. (2022.)

Nakon 24 sata provedena je evaluacija obojenosti sjemenki vizualnim pregledom (slika 3.2.4.). Dormantno sjeme je živo i u njemu se odvija proces staničnog disanja te dolazi do oksidacijsko-redukcijske reakcije čiji je produkt formazan koji oboji endosperm živih sjemenki u crveno, dok mrtvo sjeme ne poprimi nikakvu boju. Mrtvo od dormantnog sjemena odvojeno je jedno od drugog obzirom na obojanost te su dobiveni podaci korišteni u izradi grafikona viabilnosti i klijavosti.



Slika 3.2.4. Evaluacija TTC testa
Snimio: Višić D. (2022.)

3.3. Statistička obrada podataka

Dobiveni podaci o klijavosti, dormantnosti i postotku mrtvog sjemena obrađeni su analizom varijance u programu R (R Core Team 2021., version 4.1.1, Vienna, Austria). Korišteni su paketi „emmeans“ i „multcomp“). Za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test uz $p \leq 0,05$.

Dobiveni podaci o dinamici klijanja korišteni su za izradu krivulje klijanja i utvrđivanja broja dana potrebnih da ponikne 10% i 50% posijanih sjemenki ambrozije (t_{10} i t_{50}) koristeći logističku funkciju u statističkom programu Bioassay97 (Onofri 2001.).

4. Rezultati istraživanja i rasprava

Rezultati istraživanja prikazani su prema početno postavljenim ciljevima: interpopulacijske razlike u duljini radikule i hipokotila, masi 1 000 sjemenki i masi klijanaca te dinamika klijanja sjemenki različitih populacija ambrozije. Navedeni rezultati dobiveni su iz prosjeka sva tri provedena ciklusa istraživanja.

4.1. Duljina radikule i hipokotila, masa sjemenki i klijanca ambrozije

Rezultati analize varijance za masu sjemenke, duljine radikule i hipokotila te masu klijanca prikazani su u tablici 4.1.1. Iz prikazanih rezultata analize varijance vidljiva je statistički opravdana razlika u masi sjemenki, kao i u izmjerenoj duljini radikule za sve istraživane populacije. Razlike u duljini hipokotila i masi klijanca između populacija nisu statistički opravdane.

Tablica 4.1.1. Rezultati analize varijance za istraživane parametre 11 populacija korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia*

Izvor varijabilnosti	n-1	F _{exp}		
		Masa sjemenke	Duljina radikule	Masa klijanca
Populacija	10	47,071***		
Greška	2464			
Populacija	10		1,1405*	0,5317
Greška	88			0,8382

Oznake signifikantnosti za p-vrijednost: < 0,001 = ***, < 0,05 = *

U tablici 4.1.2. prikazane su vrijednosti mase 1 000 sjemenki, mase klijanca te duljine radikule i hipokotila za 11 istraživanih populacija ambrozije. Između vrijednosti označenih istim slovom nema statistički značajne razlike.

Tablica 4.1.2. Vrijednosti mase 1 000 sjemenki, mase klijanca te duljine radikule i hipokotila za 11 populacija ambrozije

Populacija	Masa 1000 sjemenki (g)	Masa klijanca(g)	Duljina radikule(mm)
Bošnjaci	7,83 a	0,0126 ab	6,709 a
NovaBukovica	7,65 a	0,0127 ab	5,966 a
Beničanci	6,61 b	0,0109 ab	5,595 a
Markušica	6,35 bc	0,0112 ab	3,463 ab
Šljivoševci	6,10 cd	0,0179 a	5,806 a
Garešnica	6,08 cd	0,0101 ab	3,991 ab
Gaboš	5,91 de	0,0098 b	2,013 b
Novi Sad	5,75 ef	0,0099 ab	4,805 ab
Badljevin	5,72 efg	0,0155 ab	6,087 a

Sinjsko polje	5,57 fg	0,0105 ab	4,870 ab
Čazma	5,42 g	0,0097 b	4,887 ab

Masa 1 000 sjemenki (tablica 4.1.2.) kod 11 populacija ambrozije kretala se u rasponu od 5,42 g do 7,83 g. Najveća masa sjemenki utvrđena je kod populacija Bošnjaci i Nova Bukovica između čijih vrijednosti nema statistički značajne razlike. Između populacija Beničanci i Markušica, kao ni između populacija Šljivoševci, Garešnica i Gaboš također nema statistički značajne razlike. Najveća razlika utvrđena je između populacija Bošnjaci i Čazma. Najmanja masa sjemenki utvrđena je kod populacija Sinjsko polje i Čazma, između kojih također nema statistički opravdane razlike. Potencijalno je zanimljiva činjenica kako su upravo populacije Sinjsko polje i Čazma jedine populacije osjetljive na ALS herbicide, dok su ostalih devet populacija rezistentne na iste (Šćepanović i sur. 2020). Dinelli i sur. (2013.) uočili su da osjetljive populacije ambrozije na glifosat imaju manju masu sjemenki od rezistentnih populacija, no isto kao ni u ovom istraživanju nije utvrđena korelacija između osjetljivosti na herbicid, mase sjemenki i dinamike klijanja. U literaturi se mogu pronaći različiti podaci o masi 1 000 sjemenki ovisno o lokalitetu populacije, no najčešće se kreće u rasponu od 1,72 do 10 g (Nitzsche 2010.). Autor također navodi prosječnu masu 1 000 sjemenki za mađarske i njemačke populacije u iznosu od približno 5 g i naglašava značajnu razinu morfološke varijabilnosti između istih. U prilog tome ide i istraživanje Šoštarčić i sur. (2021.) na sjemenkama iz 10 populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske, gdje se masa 1 000 sjemenki kretala u rasponu od 3,49 do 5,06 g. Također, prosječna masa američkih populacija ambrozije iznosi 5,7 g što se poklapa i sa rezultatima ovog istraživanja (Leiblein-Wild i sur. 2014.).

Duljina radikule (tablica 4.1.2.) kod 11 populacija ambrozije kretala se u rasponu od 2,01 mm do 6,71 mm. Slično kao i kod mase 1 000 sjemenki, najveća duljina radikule utvrđena je kod populacija Bošnjaci. Između populacija Bošnjaci, Badljevin, Nova Bukovica, Šljivoševci i Beničanci nije utvrđena statistički značajna razlika. Najveća razlika u duljini radikule utvrđena je između populacije Bošnjaci i Gaboš. Gaboš je ujedno i populacija s utvrđenom najmanjom duljinom radikule. Populacije poredane po duljini radikule od najmanje vrijednosti prema najvećoj su: Bošnjaci > Badljevin > Nova Bukovica > Šljivoševci > Beničanci > Čazma > Sinjsko polje > Novi Sad > Garešnica > Markušica > Gaboš.

Duljina hipokotila kod 11 populacija ambrozije kretala se u rasponu od 1,22 mm do 3,21 mm. Između istraživanih populacija nije utvrđena statistički opravdana razlika u duljini hipokotila. Prosječna duljina hipokotila iznosila je 2,17 mm.

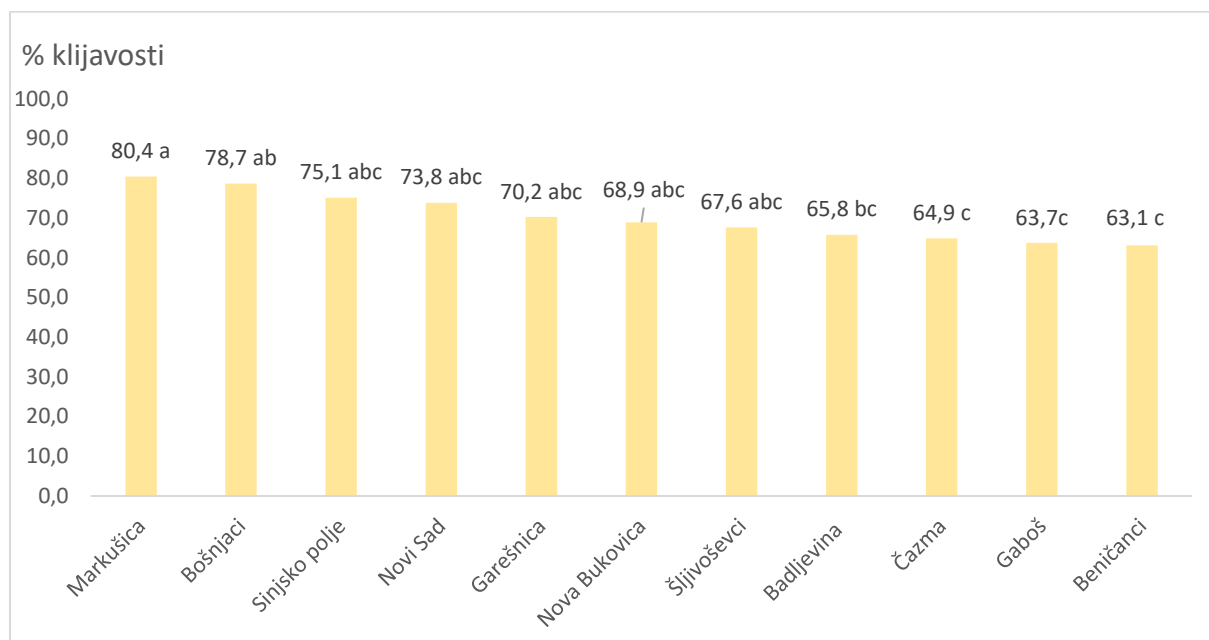
Masa izvaganih klijanaca (tablica 4.1.2.) kod 11 populacija ambrozije kretala se u rasponu od 0,0097 g do 0,0179 g. Najveća masa klijanaca zabilježena je kod populacije Šljivoševci, dok je najmanja masa klijanaca utvrđena kod populacije Čazma te je između njih utvrđena statistički značajna razlika.

Podaci o duljini radikule i hipokotila te mase klijanca ambrozije mjereni i izvagani deseti dan nakon svakodnevnog uklanjanja klijavih sjemenki nisu dostupni u dosadašnjoj literaturi. Unatoč tome, u istraživanju provedenom od strane Šćepanović i sur. (2022.) mogu se pronaći vrijednosti duljine radikule i hipokotila, kao i mase klijanca 15 dana nakon klijanja

u istim uvjetima kao i u ovom istraživanju (kontrolni tretman). Tako je duljina radikule kontrolnog tretmana iznosila 3,31 cm, hipokotila 4,48 cm, a masa svježeg klijanca 0,029 g.

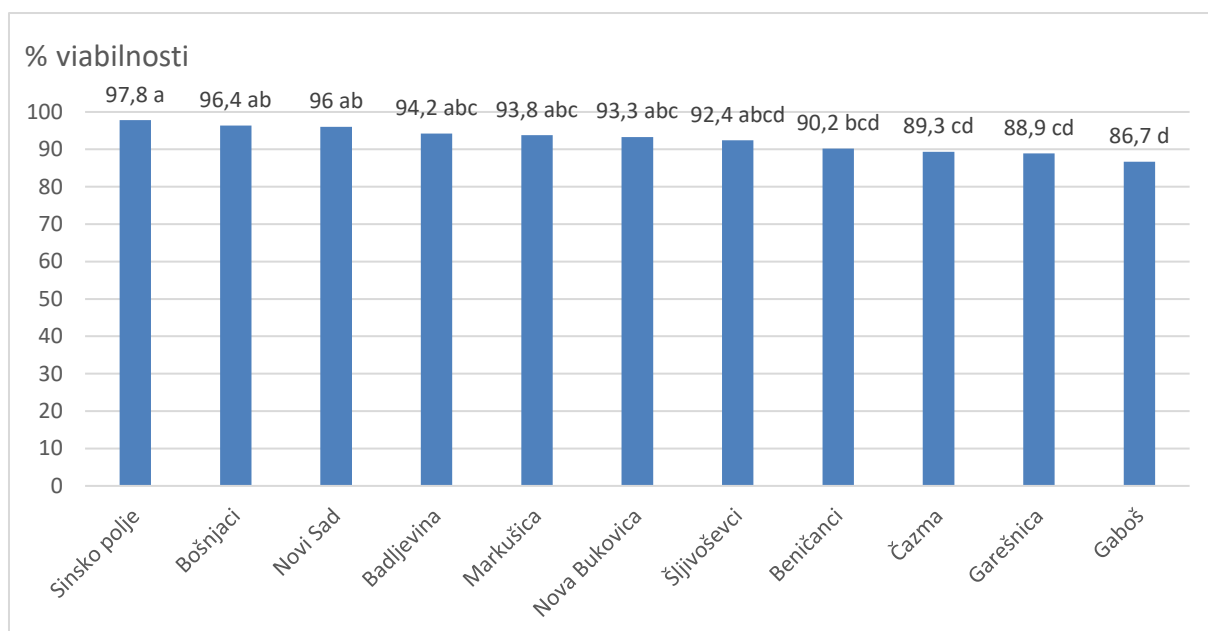
4.2. Klijavost i viabilnost

Klijavost 11 različitih populacija ambrozije prikazana je u grafikonu 4.2.1. Prosječna klijavost svih 11 populacija kroz ukupno tri ciklusa iznosila je 70,2 %. Klijavost se kretala u rasponu od 63,1 do 80,4 % ovisno o istraživanoj lokaciji. Najveći postotak klijavosti utvrđen je kod populacije Markušica, iako se nije statistički razlikovao od klijavosti kod populacija Bošnjaci, Sinjsko polje, Novi Sad, Garešnica, Nova Bukovica i Šljivoševci. Najmanja klijavost utvrđena je kod populacije Beničanci. Statistički opravdana razlika u klijavosti također nije utvrđena ni između populacija Beničanci, Gaboš, Čazma, Badljevinina, Šljivoševci, Nova Bukovica, Garešnica, Novi Sad i Sinjsko polje te se klijavost kretala u rasponu od 63,1 do 75,1 %.



Grafikon 4.2.1. Prosječna klijavost sjemenki u sva tri ciklusa po populaciji

Viabilnost (zbroj klijavog i dormantnog sjemena) prikazana je na grafikonu 4.2.2. Prosječna viabilnost svih 11 populacija kroz ukupno tri ciklusa iznosila je 92,6 %. Viabilnost se kretala u rasponu od 86,7 do 97,8 % ovisno o istraživanoj populaciji. Najveći postotak viabilnosti utvrđen je kod populacije Sinjsko polje, iako se nije statistički razlikovao od postotka viabilnosti kod populacija Bošnjaci, Novi Sad, Badljevinina, Markušica, Nova Bukovica i Šljivoševci. Najmanja viabilnost utvrđena je kod populacije Gaboš. Između populacija Gaboš, Garešnica, Čazma, Beničanci i Šljivoševci nije utvršena statistički opravdana razlika te se viabilnost kretala u rasponu od 86,7 do 92,4 %.



Grafikon 4.2.2. Prosječna viabilnost sjemenki u sva tri ciklusa po populaciji

U istraživanju kojeg su proveli Šoštarčić i sur. (2020.) na sjemenu ambrozije, klijavost populacije Jastrebarsko kretala se u rasponu od 50,5 do 99 %, dok je prosječna klijavost populacije Popovača iznosila približno 50 %. Sveticki (2018.) navodi kako klijavost ambrozije pri optimalnoj temperaturi za klijanje (25 °C) iznosi 67,6 % te da klijavost opada sa snižavanjem temperature. Brijačak (2018.) utvrđuje prosječnu klijavost sjemenki ambrozije iz populacije Desinci u iznosu od 75,2 % pri temperaturi od 24 °C. Uzevši u obzir i prosječnu klijavost sjemenki između 11 populacija od 70,2 % utvrđenu u ovom istraživanju, evidentna je značajna varijabilnost u klijavosti između različitih populacija ambrozije. Na klijavost sjemenki ambrozije utječe i njihova starost pa tako klijavost opada sa starenjem sjemenki, što potvrđuju Šćepanović i sur. (2022) i Jaganjac (2017.). U istraživanju Jaganjac (2017.) utvrđena je klijavost sjemenki ambrozije starih četiri godine ud 72 %, što se poklapa sa dobivenim rezultatima i starošću sjemenki i u ovom istraživanju. Također, utvrđena je i viabilnost sjemenki ambrozije starih četiri godine u iznosu od 92% što se također preklapa sa utvrđenom prosječnom viabilnosti sjemenki u ovom istraživanju (92,6 %).

4.3. Procijenjena brzina klijanja (t_{10} i t_{50})

Varijabilnosti u postotku klijavosti i viabilnosti između populacija određene su genetičkim obilježjima sjemena unutar populacije koji uz promjenjive okolišne uvjete utječu na samu varijabilnost dinamike klijanja ambrozije (Hall i sur. 2021.). Iz tog razloga osim klijavosti i viabilnosti, u ovom radu utvrđena je i dinamika klijanja različitih populacija ambrozije kako bi se dobio uvid u različitu brzinu klijanja između populacija, odnosno utvrdio vremenski period potreban za klijanje 10 % i 50 % od ukupnog broja proklijalih sjemenki po populaciji.

Tablica 4.3.1. Rezultati analize varijance za dinamiku klijanja (t_{10} i t_{50}) različitih istraživanih populacija ambrozije

Izvor varijabilnosti	n-1	T_{10}		T_{50}	
		F_{exp}	Pr(>F)	F_{exp}	Pr(>F)
Populacija	10	3.9604	0.0001759 ***	2.7345	0.005621 **
Greška	88				

Oznake signifikantnosti za p-vrijednost: < 0.001 = ***, <0.01 = **

Sjeme ambrozije iz 11 različitih populacija statistički se značajno razlikovalo u dinamici klijanja (tablica 4.3.2.) to jest u vremenu potrebnom da proklije 10 % i 50 % sjemena iz pojedine populacije. Za ostvarenje početne klijavosti svih populacija bilo je potrebno prosječno 4,8 dana, dok je za srednju klijavost bilo potrebno prosječno 7,4 dana (grafikon 4.3.). Većina sjemenki završila je s klijanjem 15 dana nakon stavljanja u klima komoru, nakon čega je daljnje proveden TTC test.

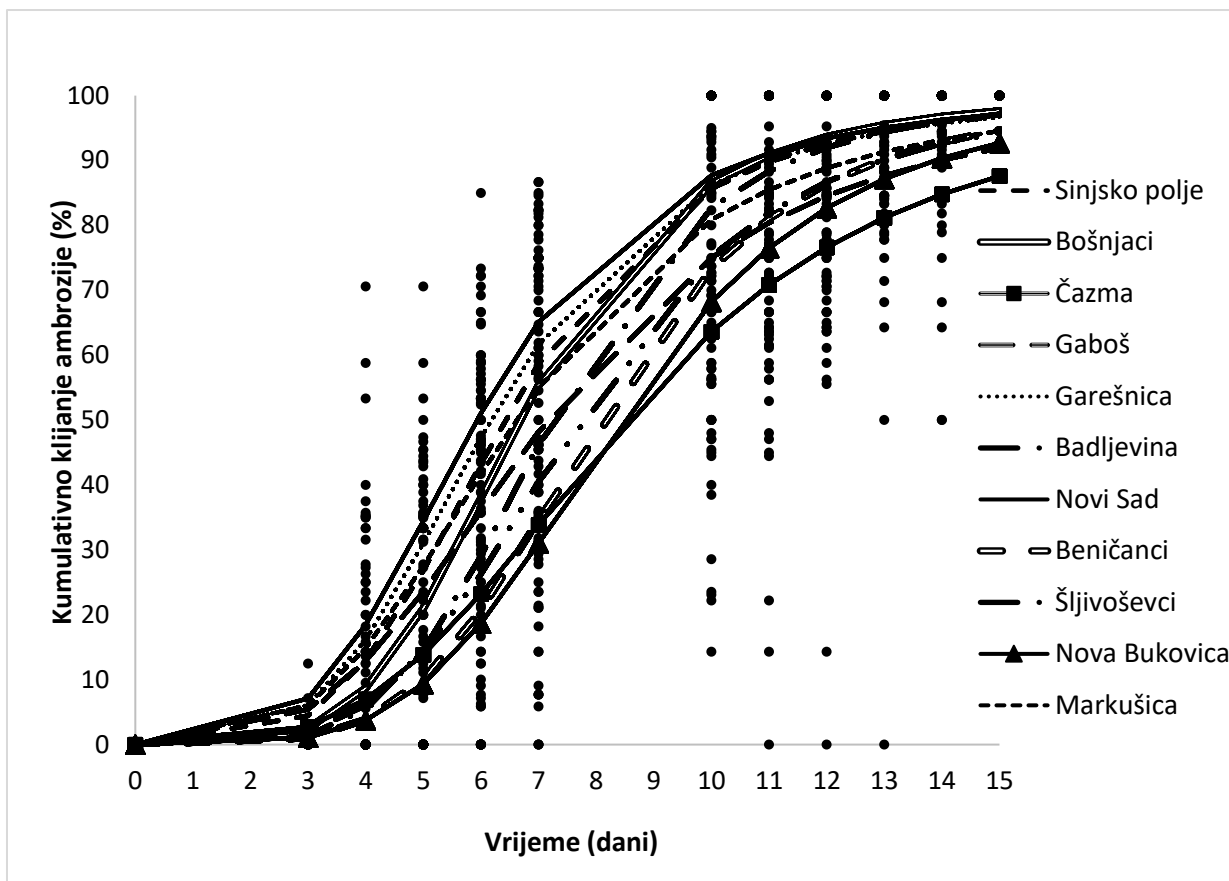
Tablica 4.3.2. Procijenjena dinamika klijanja sjemenki – t_{10} i t_{50} istraživanih populacija ambrozije

Populacija	T_{10}	$\pm SE$	Populacija	T_{50}	$\pm SE$
Nova Bukovica	6,58 a	0,33	Nova Bukovica	8,73 a	0,26
Beničanci	5,83 ab	0,24	Čazma	8,67 a	0,36
Badljevinina	5,34 abc	0,23	Beničanci	8,23 ab	0,19
Gaboš	5,21 bcd	0,31	Badljevinina	7,93 abc	0,19
Čazma	5,21 bcd	0,44	Gaboš	7,70 abcd	0,27
Šljivoševci	4,95 bcde	0,19	Šljivoševci	7,42 abcde	0,15
Bošnjaci	4,49 bcdef	0,18	Markušica	6,87 bcde	0,17
Sinjsko polje	4,03 cdef	0,17	Bošnjaci	6,82 bcde	0,14
Markušica	3,96 def	0,20	Sinjsko polje	6,43 cde	0,13
Garešnica	3,64 ef	0,15	Garešnica	6,30 de	0,12
Novi Sad	3,45 f	0,13	Novi Sad	6,04 e	0,10

Standardna pogreška ($\pm SE$) prema Biostat97 modelu te ANOVA

Početak klijanja izražen u danima između 11 populacija kretao se u rasponu 3,45 do 6,58 dana (tablica 4.3.2.). Najbrže inicijalno klijanje ostvarile su sjemenke iz populacije Novi Sad (3,45 dana), iako između nje i populacije Garešnica, Markušica, Sinjsko polje i Bošnjaci nema statistički opravdane razlike u početnoj klijavosti. Najsporije početno klijanje utvrđeno je kod populacija Beničanci, Badljevinina i Nova Bukovica gdje je klijanje trajalo od 5,34 6,58 dana bez statistički značajne razlike između navedenih populacija.

Vrijeme potrebno da polovica sjemenki istraživanih populacija proklije kretalo se u rasponu od 6,04 do 8,73 dana. Isto kao i kod inicijalnog klijanja najkraći period potreban za ostvarivanje sredine klijavosti utvrđen je kod populacije Novi Sad (6,04 dana). Ipak, nije utvrđena statistički značajna razlika za vrijednosti t_{50} između populacija Novi Sad, Garešnica, Sinjsko polje, Bošnjaci, Markušica i Šljivoševci. Najduži period potreban za ostvarivanje sredine klijavosti utvrđen je kod populacije Nova Bukovica (8,73 dana), isto kao i kod početnog klijanja. Između vrijednosti t_{50} populacija Nova Bukovica, Čazma, Beničanci, Badljevinina i Gaboš nije utvrđena statistički značajna razlika.



Grafikon 4.3. Dinamika klijanja 11 različitih populacija ambrozije

U grafikonu 4.3 vidljiva je razlika u brzini klijanja sjemenki između 11 populacija, u kojem je vidljivo da je populacija Nova Bukovica imala najrazvučenije početno (6,58 d) i srednje klijanje (8,73 d), dok je populaciji Novi Sad trebalo najkraće vremena za ostvarivanje inicijalne (3,45 d) i srednje (6,04 d) klijavosti. Zanimljivo je da je populaciji iz Novog Sada trebao kraći period za ostvarivanje t_{50} nego što je populaciji Nova Bukovica trebalo za ostvarivanje t_{10} . Ostvarenje brze inicijalne i srednje klijavosti u prirodi svakoj jedinki korova ide u prilog njenoj kompetitivnosti jer je upravo vrijeme nicanja korova u odnosu na kulturu jedan od važnijih čimbenika koji utječe na pad prinosa. S obzirom na to, rezultati ovog istraživanja ukazuju da su jedinke ambrozije iz populacije Novi Sad kompetitivnije i bržeg rasta od jedinki iz populacije Nova Bukovica. U prijašnjim istraživanjima mogu se pronaći podaci o različitim dinamikama klijanja ambrozije. Pa tako Brijačak (2018.) navodi da pri temperaturi od 24 °C 10 % posijanih sjemenki ambrozije proklije već za 1,4 dana, dok je za ostvarenje polovine klijavosti potrebno samo 2,4 dana, što je značajno kraći period od dobivenih rezultata u ovom istraživanju. Uz očiglednu interpopulacijsku varijabilnost, potencijalno objašnjenje leži u činjenici da je sjeme korišteno u tom istraživanju dvije godine mlađe nego sjeme u ovom istraživanju, što je moglo utjecati na smanjenje brzine klijanja. Na dinamiku klijanja ambrozije značajno utječe i različita temperatura uzgoja pa tako Sveticki (2018.) navodi kako se pri 12 °C inicijalno klijanje razvuklo na čak 14,7 dana te je za ostvarivanje t_{50} bilo potrebno 30,3 dana. Slični rezultati dobiveni su i u istraživanju provedenom od strane Leiblein-Wild i sur. (2014.) gdje se broj dana potrebnih za ostvarivanje srednje klijavosti povećavao sa smanjenjem temperature. Šoštarčić i sur.

(2020.) također su utvrdili razlike u dinamici klijanja kako između, tako i unutar populacija ambrozije. Sjemenkama iz populacije Jastrebarsko trebalo je od 3,23 do 7,28 dana za ostvarivanje početne klijavosti, dok je sjemenkama iz populacije Popovača trebalo od 5,76 do 12,18 dana. Nadalje, Leiblein-Wild i sur. (2014.) utvrđuju prosječnu srednju klijavost sjemenki američkih i europskih populacija ambrozije od 13,4 dana te naglašavaju izraženiji invazivni karakter europskih populacija koje imaju bržu dinamiku klijanja od američkih (autohtonih).

Iz navedenih rezultata uočljiva je značajna razina varijabilnosti u masi 1 000 sjemenki, postotku klijavosti i viabilnosti, kao i dinamici klijanja različitih populacija ambrozije. Te varijabilnosti utječu direktno ili indirektno na varijabilno i razvučeno pojavljivanje ambrozije kako na poljoprivrednim, tako i na ruderalnim površinama što dodatno otežava njeno suzbijanje. Osim otežavanja suzbijanja, ta varijabilnost komplicira i provođenje laboratorijskih istraživanja vezanih za ambroziju, pogotovo ako ta istraživanja poput ovoga prvotno ne provode neku od metoda prisilnog prekidanja dormantnosti. Uz navedeno, varijabilna dinamika klijanja između populacija otežava izradu prognoznih modela nicanja za ovu vrstu, obzirom da se za izradu istih koriste vrijednosti t_{50} koje se razlikuju od populacije do populacije.

5. Zaključci

Temeljem provedenog laboratorijskog istraživanja na 11 populacija ambrozije može se zaključiti sljedeće:

- Utvrđena je statistički značajna razlika u masi 1 000 sjemenki između 11 populacija ambrozije. Masa 1 000 sjemenki kretala u rasponu od 5,42 g kod populacije Čazma do 7,83 g kod populacije Bošnjaci.
- Utvrđena je statistički značajna razlika u duljini radikule između istraživanih populacija te se duljina radikule kretala u rasponu od 2,01 mm kod populacije Gaboš do 6,71 mm kod populacije Bošnjaci.
- Nije utvrđena statistički značajna razlika u duljini hipokotila ambrozije te je duljina hipokotila prosječno iznosila 2,17 mm.
- Utvrđena je statistički značajna razlika u masi klijanaca između istraživanih populacija te se masa kretala u rasponu od 0,0097 g kod populacije Čazma do 0,0179 g kod populacije Šljivoševci.
- Utvrđena je statistički značajna razlika u postotku klijavosti između populacija te se klijavost kretala u rasponu od 63,1 % kod populacije Beničanci do 80,4 % kod populacije Markušica.
- Utvrđena je statistički značajna razlika u postotku viabilnosti između populacija te se viabilnost kretala u rasponu od 86,7 % kod populacije Gaboš do 97,8 % kod populacije Sinjsko polje.
- Utvrđena je statistički značajna razlika između populacija u vremenu potrebnom da proklije 10 % i 50 % sjemenki (t_{10} i t_{50}). Kod populacije Nova Bukovica utvrđeno je najsporije inicijalno klijanje (6,58 d) i srednje klijanje (8,73 d). Kod populacije Novi sad utvrđeno je najbrže inicijalno klijanje (3,45 d) i srednje klijanje (6,04 d).

Daljnja istraživanja trebala bi se fokusirati na izračunavanju bioloških minimuma iz dobivenih vrijednosti t_{50} po populacijama kako bi se dobiveno implementiralo u izradu prognoznih modela nicanja ove invazivne korovne vrste.

6. Literatura

1. Baskin C. C., Baskin M. J. (1998). Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, New York. 150-220.
2. Baskin J. M., Baskin C. C. (1977). Role of temperature in the germination ecology of three summer annual weeds. *Oecologia*, 30, 377-382.
3. Baskin J. M., Baskin C. C. (1980). Ecophysiology of secondary dormancy in seeds of *Ambrosia artemisiifolia*. *Ecology*, 61(3), 475-480.
4. Bassett I.J., Crompton C.W. (1975). The biology of Canadian weeds. 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. *Canadian Journal of Plant Science*, 55(2):470.
5. Bewley J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *The plant cell*, 9(7), 1055.
6. Brandes D., Nitzsche J. (2006). Biology, introduction, dispersal and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) with special regard to Germany. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd* 58: 286-291.
7. Brandes D., Nitzsche J. (2007). Ecology, distribution and phytosociology of *Ambrosia artemisiifolia* L. in Central Europe. *Tuexenia*, (27), 167-194.
8. Brijačak E. (2018). Temperaturni zahtjevi za klijanje vrsta *Ambrosia artemisiifolia* L. i *Setaria glauca* L. – osnova izrade softverske alatke za prognozu nicanja korova. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
9. Buttenschøn R.M., Waldispu H.L.S., Bohren C. (2009). Guidelines for management of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. Dostupno na: <https://www.euphresco.net/> (pristupljeno 10.08.2023.).
10. Chauvel B., Dessaint F., Cardinal-Legrand C., Bretagnolle F. (2006). The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records. *Journal of Biogeography*, 33(4), 665-673.
11. Clements D. R., DiTommaso A. (2011). Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted?. *Weed Research*, 51: 227-238.
12. Cunze S., Leiblein M. C., Tackenberg O. (2013). Range expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe is promoted by climate change. *International Scholarly Research Notices*, 2013.
13. Davis A. S., Schutte B. J., Iannuzzi J., Renner K. A. (2008). Chemical and physical defense of weed seeds in relation to soil seedbank persistence. *Weed Science*, 56(5), 676-684.
14. Deen W., Hunt T., Swanton C. J. (1998). Influence of temperature, photoperiod, and irradiance on the phenological development of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Weed science*, 46(5), 555-560.
15. Dickerson JR C. T. (1968). Studies on the germination, growth, development and control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Cornell University. 160-162.
16. Dinelli G., Marotti I., Catizone P., Bosi S., Tanveer A., Abbas R., Pavlovic, D. (2013). Germination ecology of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia trifida* L. biotypes suspected of glyphosate resistance. *Open Life Sciences*, 8(3), 286-296.
17. DiTommaso A. (2004). Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations across a range of salinities. *Weed Science*, 52(6), 1002-1009.
18. Essl F., Biró K., Brandes D., Broennimann O., Bullock J.M., Chapman D.S., Chauvel B., Dullinger S., Fumanal B., Guisan A., Karrer G., Kazinczi G., Kueffer C., Laitung B., Lavoie C., Leitner M., Mang T., Moser D., Müller-Schärer H., Petitpierre B., Richter R., Schaffner U.,

- Smith M., Starfinger U., Vautard R., Vogl G., von der Lippe M., Follak S. (2015). Biological Flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. *J Ecol*, 103: 1069- 1098.
19. Farooq S., Onen H., Ozaslan C., Baskin C. C., Gunal H. (2019). Seed germination niche for common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) populations naturalized in Turkey. *South African Journal of Botany*, 123, 361-371.
 20. Fumanal B., Chauvel B., Sabatier A., Bretagnolle F. (2007). Variability and cryptic heteromorphism of *Ambrosia artemisiifolia* seeds: what consequences for its invasion in France? *Ann. Bot.* 100, 305–313.
 21. Galzina N., Barić K., Šćepanović M., Goršić M., Ostojić Z. (2010). Distribution of Invasive Weed *Ambrosia artemisiifolia* L. Croatia, *Agric. conspec. sci.* 75(2):75—81.
 22. Gardarin A., Guillemin J. P., Munier-Jolain N. M., Colbach N. (2010). Estimation of key parameters for weed population dynamics models: base temperature and base water potential for germination. *European Journal of Agronomy*, 32(2), 162-168.
 23. Gauvrit C., Chauvel B. (2010). Sensitivity of *Ambrosia artemisiifolia* to glufosinate and glyphosate at various developmental stages. *Weed Research*, 50(5), 503-510.
 24. Gentili R., Ambrosini R., Augustinus B. A., Caronni S., Cardarell, E., Montagnani C., Citterio S. (2021). High phenotypic plasticity in a prominent plant invader along altitudinal and temperature gradients. *Plants*, 10(10), 2144.
 25. Genton B. J., Shykoff J. A., Giraud T. (2005). High genetic diversity in French invasive populations of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, as a result of multiple sources of introduction. *Molecular ecology*, 14(14), 4275-4284.
 26. Gerber E., Schaffner U., Gassmann A., Hinz H. L., Seier M., Müller-Schärer, H. (2011). Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past. *Weed Research*, 51(6), 559-573.
 27. Gladieux P., Giraud T., Kiss L., Genton B. J., Jonot O., Shykoff J. A. (2011). Distinct invasion sources of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Eastern and Western Europe. *Biological Invasions*, 13, 933-944.
 28. Grundy A. C. (2003). Predicting weed emergence: a review of approaches and future challenges. *Weed research*, 43(1), 1-11.
 29. Grundy A. C., Phelps K., Reader R. J., Burston S. (2000). Modelling the germination of *Stellaria media* using the concept of hydrothermal time. *New Phytologist*, 148(3), 433-444.
 30. Guillemin J. P., Chauvel B. (2011). Effects of the seed weight and burial depth on the seed behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Weed biology and Management*, 11(4), 217-223.
 31. Guillemin J. P., Gardarin A., Granger S., Reibel C., Munier-Jolain N., Colbach N. (2013). Assessing potential germination period of weeds with base temperatures and base water potentials. *Weed Research*, 53(1), 76-87.
 32. Hall R. M., Urban B., Skálová H., Moravcová L., Sölter U., Starfinger U., Karrer G. (2021). Seed viability of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is affected by seed origin and age, but also by testing method and laboratory. *NeoBiota*, 70, 193-221.
 33. Hansen A. (1976). *Ambrosia* L. In Tutin, T. G. et al. (eds.) *Flora Europaea*, Vol. 4., p. 142, Cambridge University Press, London.
 34. Heap I. M. (1999). International survey of herbicide-resistant weeds: lessons and limitations. In 1999 Brighton crop protection conference: weeds. Proceedings of an international conference, Brighton, UK, 15-18 November 1999. (No. Volume 3, pp. 769-776). British Crop Protection Council.

35. Heap I., Duke S. O. (2018). Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. *Pest management science*, 74(5), 1040-1049.
36. Hodgins K. A., Rieseberg L. (2011). Genetic differentiation in life-history traits of introduced and native common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations. *Journal of evolutionary biology*, 24(12), 2731-2749.
37. Hrabovský M., Mičieta K. (2013). Review of the taxonomic concepts of the invasive species *Ambrosia artemisiifolia* L. as the basis for the evaluation of variability of this species in Europe.
38. Hulina N. (1998). *Korovi. Školska knjiga*, Zagreb, 99-158.
39. Hyvonen T., Glemnitz M., Radics L., Hoffmann J. (2011). Impact of climate and land use type on the distribution of Finnish casual arable weeds in Europe. *Weed Research* 51, 201–208.
40. ISTA – International Seed Testing Association. (2003). *ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing*. Bassersdorf: ISTA, 1:171.
41. Jaganjac M. (2017). Utjecaj porijekla i starosti sjemena na vijabilnost sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
42. Joly M., Bertrand P., Gbangou R.Y., White M., Dube J., Lavoie C. (2011). Paving the Way for Invasive Species: Road Type and the Spread of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Environmental Management* 48, 514–522.
43. Kazinczi G., Béres I., Novák R., Bíró K., Pathy Z. (2008). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): A review with special regards to the results in Hungary. I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. *Herbologia*, no. 1, vol. 9, 56-90.
44. Kovačević J., Groman E. (1964). Korov limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 77, 81-85.
45. Lambers H., Chapin III F.S., Pons T.L. (1998). *Plant Physiological Ecology*. New York: Springer. 277-278.
46. Leiblein M. C., Lösch R. (2011). Biomass development and CO₂ gas exchange of *Ambrosia artemisiifolia* L. under different soil moisture conditions. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(5), 511-516.
47. Leiblein-Wild M. C., Kaviani R. Tackenberg O. (2014). Germination and seedling frost tolerance differ between the native and invasive range in common ragweed. *Oecologia*.
48. Leishman M. R., Haslehurst T., Ares A., Baruch Z. (2007). Leaf trait relationships of native and invasive plants: community-and global-scale comparisons. *New Phytologist*, 176(3), 635-643.
49. Lemić D., Virić Gašparić H., Berić J., Bradić V., Oštrkapa Međurečan Ž., Pajač Živković I. (2023). Spread, mass occurrence and damages of *Ophraella communa* LeSage, 1986 on *Ambrosia artemisiifolia* L. in continental Croatia. *Journal of Central European Agriculture*, 24(1), 178-188.
50. Lemke A., Buchholz S., Kowarik I., Starfinger U., von der Lippe M. (2021). Interaction of traffic intensity and habitat features shape invasion dynamics of an invasive alien species (*Ambrosia artemisiifolia*) in a regional road network. *NeoBiota*, (64).
51. Liu S. H., Kazemi S., Karrer G., Bellaire A., Weckwerth W., Damkjaer J., Epstein M. M. (2022). Influence of the environment on ragweed pollen and their sensitizing capacity in a mouse model of allergic lung inflammation. *Frontiers in Allergy*, 3, 854038.
52. Lommen S., Hallmann C., Jongejans E., Chauvel B., Leitsch Vitalos M., Aleksanyan A., Toth P., Preda C., Šćepanović M., Onen H., TokarskaGuzik B., Anastasiu P., Dorner Z., Annamária

- F., Karrer G., Nagy K., Pinke G., Tiborcz V., Zagyvai G., Müller-Schärer H. (2017). Explaining variability in the production of seed and allergenic pollen by invasive *Ambrosia artemisiifolia* across Europe. *Biological Invasions*.
53. Magyar D., Novák R., Udvardy O., Páldy A., Szigeti T., Stjepanović B., Leelőssy, Á. (2022). Unusual early peaks of airborne ragweed (*Ambrosia L.*) pollen in the Pannonian Biogeographical Region. *International Journal of Biometeorology*, 66(11), 2195-2203.
 54. Mezei G., Jarai-Komoldi M., Medzihradsky Z., Cserhati E. (1995). Seasonal allergenic rhinitis and pollen count (a 5-year survey in Budapest). *Orvosi Hetilap* 136, 1721–1723.
 55. Milakovic I., Fiedler K., Karrer G. (2014). Management of roadside populations of invasive *Ambrosia artemisiifolia* by mowing. *Weed research*, 54(3), 256-264.
 56. Milberg P., Andersson L., Elfverson C., Regnér S. (1996). Germination characteristics of seeds differing in mass. *Seed Science Research*, 6, pp 191-198.
 57. Montagnani C., Gentili R., Smith M., Guarino M. F., Citterio S. (2017). The Worldwide Spread, Success, and Impact of Ragweed (*Ambrosia spp.*), *Critical Reviews in Plant Sciences*, 36:3, 139-178.
 58. Nikolić T. (2017). Flora Croatica Database (FCD). *Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*, Dostupno na: <http://hirc.botanic.hr/fcd> .(pristupljeno: 20. 08. 2023.).
 59. Nitzsche J. (2010). *Ambrosia artemisiifolia L. (Beifuß-Ambrosie) in Deutschland. Biologie der Art, Konkurrenzverhalten und Monitoring*. PhD thesis, University of Braunschweig, Braunschweig, Germany.
 60. Onen H., Farooq S., Gunal H., Ozaslan C., Erdem H. (2017). Higher tolerance to abiotic stresses and soil types may accelerate common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) invasion. *Weed Science*, 65(1), 115-127.
 61. Onofri A. (2001) BIOASSAY97: A New EXCELt VBA Macro to Perform Statistical Analyses on Pesticide Dose-Response Data.
 62. Qin Z., Mao D. J., Quan G. M., Zhang J. E., Xie J. F., DiTommaso, A. (2012). Physiological and morphological responses of invasive *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed) to different irradiances. *Botany*, 90(12), 1284-1294.
 63. Richardson D. M., Pyšek P. (2012). Naturalization of introduced plants: ecological drivers of biogeographical patterns. *New Phytologist*, 196(2), 383-396.
 64. Sabo I. (2014.). *Morfološka obilježja ambrozije (Ambrosia artemisiifolia) različitih europskih populacija*. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet Osijek. Dostupno na: [view \(fzos.hr\)](http://fzos.hr) (pristupljeno 10.08.2023.).
 65. Sang W., Liu X., Axmacher J. C. (2011). Germination and emergence of *Ambrosia artemisiifolia L.* under changing environmental conditions in China. *Plant Species Biology*, 26(2), 125-133.
 66. Sas Institute. (1997). *SAS/STAT Software: Changes and enhancements through Rel. 6.12*. SAS Inst., Cary, NC.
 67. Shemluck M. (1982). Medicinal and other uses of the Compositae by Indians in the United States and Canada. *Journal of Ethnopharmacology*, 5(3), 303–350.
 68. Sheppard A.W., Shaw R.H., Sforza R. (2006). Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Research* 46, 93–116.
 69. Shrestha A., Roman E., Thomas A., Swanton C. (1999). Modeling germination and shoot-radicle elongation of *Ambrosia artemisiifolia*. *Weed Science*, 47(5), 557-562.

70. Smith M., Cecchi L., Skjoth C.A., Karrer G., Sikoparija B. (2013). Common ragweed: a threat to environmental health in Europe. *Environ Int.* 2013;61:115–121.
71. Sveticki N. (2018). Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
72. Šćepanović M., Koščak L., Šoštarčić V., Pismarović L., Milanović-Litre A., Kljak K. (2022). Selected Phenolic Acids Inhibit the Initial Growth of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Biology.* 11(4):482.
73. Šćepanović M., Koščak L., Pismarović L., Šoštarčić V. (2022). Stimulation of Germination of Freshly Collected and Cold-Stored Seeds of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Plants-Basel*, 11 (14).
74. Šoštarčić V., Masin R., Turčinov M., Carin N., Šćepanović M. (2020). Morfološka i funkcionalna intrapopulacijska varijabilnost sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L. *Journal of Central European Agriculture*, 21(2).
75. Šoštarčić V., Višić D., Šćepanović M. (2021). Inter-populacijska varijabilnost sjemena ambrozije – mehanizam uspješne prilagodbe na različite okolišne uvjete. *GLASILO FUTURE*, 4 (4), 65-78.
76. Vidotto F., Tesio F., Ferrero, A. (2013). Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*, 54, 161-167.
77. Voesenek L. A., Bailey-Serres J. (2015). Flood adaptive traits and processes: an overview. *New Phytologist*, 206(1), 57-73.
78. Wang R., Sun B., Li J. D., Wang G. J., Sun J. N., Wang X. R., Zhong R. T. (2012). Effects of light intensity on the phenotypic plasticity of invasive species *Ambrosia trifida*. *Ying Yong Sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, 23(7), 1797-1802.
79. Washitani I., Nishiyama S. (1992). Effects of Seed Size and Seedling Emergence Time on the Fitness Components of *Ambrosia trifida* and *A. artemisiifolia* var. *elatior* in Competition with Grass Perennials. *Plant Species Biology*, 7: 11- 19.
80. Willemsen R. W. (1975). Effect of stratification temperature and germination temperature on germination and the induction of secondary dormancy in common ragweed seeds. *American Journal of Botany*, 62(1), 1-5.
81. Willemsen R. W., Rice, E. L. (1972). Mechanism of seed dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. *American Journal of Botany*, 59(3), 248-257.
82. Willis S. G., Hulme. P. E. (2004). Environmental Severity and Variation in the Reproductive Traits of *Impatiens glandulifera*. *Functional Ecology*, vol. 18, no. 6 pp. 887–898. Dostupno na: www.jstor.org/stable/3599117 (pristupljeno 10.08. 2023.)
83. Xiong Y., Oduor A.M.O., Zhao C. (2023). Population genetic differentiation and phenotypic plasticity of *Ambrosia artemisiifolia* under different nitrogen levels. *Ecological Applications*. Accepted Author Manuscript e2903.
84. Zimdahl R.L. (2004). *Weed-Crop Competition: A Review*. Blackwell Publishing.
85. Ziska L.H., Gebhard D.E., Frenz D.A., Faulkner S., Singer B.D., Straka J.G. (2011). Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 111(2), 290-295.
86. Zu Y., Wang W., Chen H., Yang F., Zhang Z. (2006). Gas exchange features of *Ambrosia artemisiifolia* leaves and fruits and their correlations with soil heavy metals. *Ying Yong Sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, 17(12), 2321-2326.

Životopis

Dasen Višić rođen je 16. siječnja 1997. godine u Zadru. U Zadru završava osnovnu školu 2011. godine nakon čega upisuje Prirodoslovno-matematičku gimnaziju Franje Petrića. Godine 2017. upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu. Odlučuje se za preddiplomski studij Fitomedicine kroz koji poseban interes pokazuje za područje herbologije te isti završava 2021. godine. Trenutno studira diplomski studij Fitomedicine i aktivni je član izvannastavne aktivnosti Čudesni svijet korova. Član je Hrvatskog društva biljne zaštite u sklopu čijeg 65. seminara biljne zaštite izlaže znanstveni rad (Šoštarčić V., Višić D., Šćepanović M. (2022). Morfološka varijabilnost sjemena različitih populacija ambrozije kontinentalne Hrvatske. Zbornik sažetaka, Hrvatsko društvo biljne zaštite. 62-63. 65 Seminar biljne zaštite) u obliku postera. Tijekom diplomskog studija nagrađivan je Rektorovom nagradom u kategoriji grupnog rada „Alelopatski utjecaj invazivnih drvenastih vrsta *Reynoutria japonica* Houtt. I *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle na klijanje i početni rast korovnih vrsta *Ambrosia artemisiifolia* L. i *Echinochloa crus-galli* L. (P. Beauv.)“. Stručnu praksu odrađuje u tvrtki Bayer Crop Science Hrvatska. Od stranih jezika govori i piše engleski jezik na razini B2 te talijanski jezik na razini B1.