Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste Ambrosia artemisiifolia L.

Sveticki, Nika

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:196207

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L.

DIPLOMSKI RAD

Nika Sveticki, univ. bacc. ing. agr.

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Fitomedicina

Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L.

DIPLOMSKI RAD

Nika Sveticki, univ. bacc. ing. agr

Mentor: izv. prof.. dr. sc. Maja Šćepanović

Neposredni voditelj: mag. ing. agr. Valentina Šoštarčić

Zagreb, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Nika Sveticki**, JMBAG 0178097502, rođena dana 10.11.1994. u Rijeci, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L.

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica 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 s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Nike Sveticki**, JMBAG 0178097502, naslova

Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L.

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____.

Povjerenstvo: potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Maja Šćepanović, mentor _____
2. Valentina Šoštarčić, mag. ing. agr., neposredni voditelj _____
3. izv. prof. dr. sc. Klara Barić, član _____
4. doc. dr. sc. Boris Lazarević, član _____

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Maji Šćepanović na savjetima, strpljenju i pomoći prilikom pisanja ovog diplomskog rada. Svojim mi je znanjem njegovu izradu učinila poučnom i zanimljivom.

Zahvaljujem se neposrednoj mentorici mag. ing. agr. Valentini Šoštarčić na utrošenom vremenu, savjetima, strpljenju i pomoći prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Također se zahvaljujem članovima povjerenstva, izv. prof. dr. sc. Klari Barić i doc. dr. sc. Borisu Lazareviću. Svojim su mi znanjem i sugestijama pomogli u korekciji i poboljšanju ovog diplomskog rada.

Veliku zahvalnost dugujem svojim roditeljima, dečku i prijateljima na strpljenju, razumijevanju i podršci tijekom školovanja.

Nika Sveticki

Sadržaj

1. Uvod 1
1.1. Hipoteza i ciljevi istraživanja 2
2. Pregled literature 3
2.1. Unutarnji čimbenici koji utječu na klijanje-dormantnost 3
2.2. Vanjski čimbenici koji utječu na klijavost 4
3. Materijali i metode rada 8
3.1. Prikupljanje sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L. 8
3.2. Laboratorijsko istraživanje 8
3.3. Statistička obrada podataka 9
4. Rezultati istraživanja i rasprava 10
4.1. Analiza varijance za klijanje i dinamiku klijanja sjemena ambrozije 10
4.2. Kijavost sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturama 11
4.3. Procijenjena brzina klijanja sjemena ambrozije (t_{10}, t_{50}, t_{90}) 14
4.4. Dinamika klijanja sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturma 15
5. Zaključci 17
6. Popis literature 18
6.1. Internetski izvori 23
Životopis 24

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Nike Sveticki**, naslova

Utjecaj niskih temperatura na klijavost korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L.

Klijanje korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L. ovisi o mnogim čimbenicima. Temperatura je najznačajniji čimbenik klijanja. Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi klijavost i dinamiku klijanja ambrozije pri temperaturama nižim od 12 °C. Sjeme je sakupljeno u Jastrebarskom u listopadu 2014. Utvrđivana je klijavost na šest konstantnih temperatura: 1 °C, 3 °C, 6 °C, 9 °C, 12 °C i 25 °C (kontrola) s fotoperiodom od 12 h dan i 12 h noć. Najveći postotak klijavosti (59,6 %), utvrđen je kod najniže istraživane temperature (1 ˚C), dok je najmanji postotak klijavosti (40,4 %) utvrđen na temperaturi od 6 ˚C. Najbrže početno klijanje sjemena (t_{10}) ostvareno je za 15 dana pri temperaturi od 12 °C, dok je najsporije početno klijanje, za koju je bilo potrebno 84 dana, utvrđeno pri 1 °C. Najbrže srednje (t_{50}) i završno klijanje (t_{90}) ostvareno je pri 12 °C (46 dana), 9 °C (42 dana) i 6 °C (46 dana). Najsporije srednje i završno klijanje ostvareno je pri 1°C, a trajalo je od 120 do 173 dana.

Ključne riječi: ambrozija, sjeme, klijavost, dinamika klijanja, temperature

Summary

Of the master's thesis-student **Nika Sveticki**, entitled,

Influence of lower temperature on germination of the weed species *Ambrosia artemisiifolia* L.

Germination of *Ambrosia artemisiifolila* L. depends on many factors, and one of the most significant is temperature. The aim of this research was to determine germination and germination dynamics of seeds of *Ambrosia artemisiifolia* at the temperatures lower than 12 °C. Seeds were collected in Jastrebarsko in October 2014. Germination was recorded at six constant temperature: 1 °C, 3 °C, 6 °C, 9 °C, 12 °C and 25°C (control) under photoperiod of 12 h light and 12 h dark. The highest percentage of germination (59.6 %) was found at the lowest temperature of 1 °C, while the smallest percentage (40.4 %) was determined under temperature of 6 °C. The fastest initial germination (t_{10}) was achieved in 15 days at 12 °C, while the slowest initial germination was determined in 84 days at 1 °C. The fastest medium (t_{50}) and final (t_{90}) germination was at 12 °C (46 days), 9 °C (42 days) and 6 °C (46 days). The slowest medium and final germination was at 1 °C and it lasted from 120 to 173 days.

Key words: common ragweed, seeds, germination, germination dynamic, temperatures

1. Uvod

Ambrosia artemisiifolia L. je jednogodišnja širokolisna korovna vrsta koja pripada porodici *Asteraceae* (glavočike). Ova vrsta prirodno je rasprostranjena u Sjevernoj Americi, a danas je široko rasprostranjena i naturalizirana u Europi, te dijelovima Azije i Australije **(Nikolić i sur., 2014)**. Na području Republike Hrvatske ambroziju je prvi puta identificirao Josip Kovačević 1940. Ispitivanjem čistoće sjemena crvene djeteline, podrijetlom iz Pitomače, pronašao je sjeme ambrozije **(Ostojić i sur., 1992)**. Već tada je ukazao na njenu štetnost i potrebu za suzbijanjem **(Novak i Kravarščan, 2011)**.

Ambrozija stvara velike probleme u poljoprivredi jer je konkurent usjevima za prostor, hraniva, vodu i svjetlost. Osim što se brzo širi, progresivno joj raste i brojnost, zbog čega nanosi izuzetno velike štete poljoprivrednim kulturama. Osim šteta koje nanosi u poljoprivrednoj proizvodnji, naglašen je njezin štetan utjecaj zbog alergijskih reakcija koje izaziva kod ljudi osjetljivih na pelud ambrozije. Zbog toga, ova korovna vrsta danas predstavlja veći problem u humanoj medicini nego u poljoprivredi. Naime, pelud ambrozije jedan je od najjačih aeroalergena od svih biljnih vrsta **(Dechamp i Meon, 2002)**, a tijekom ljetnih mjeseci, pa sve do prvih mrazeva, u zraku je prisutna u vrlo visokim koncentracijama.

Kao jednogodišnja biljna vrsta ambrozija se razmnožava samo sjemenom, s najčešće 500-3000 sjemenki po jednoj biljci. U tlu, pri dubini do 30 cm, sjemenke ambrozije mogu zadržati klijavost i do 40 godina **(Comtois, 1998)**.

U agroekosustavu banka sjemena tla sadrži veliki broj sjemena različitih korovnih vrsta. Podaci o klijavosti tog sjemena mogu biti vrlo korisni za predviđanje potencijala širenja i invazivnosti, kao i za definiranje učinkovitih modela za suzbijanje korova **(Forcella i sur., 1992)**. Na temelju prognoze kad će korov početi nicati i koliko će trajati razdoblje nicanja može se odrediti optimalno vrijeme suzbijanja bilo kojim dostupnim mjerama borbe, što je u skladu s integriranim mjerama borbe protiv korova **(Šćepanović i sur., 2016)**.

Klijanje sjemena ambrozije ovisi o mnogim unutarnjim i vanjskim čimbenicima, a temperatura je najznačajniji čimbenik klijanja. Ambrozija je vrsta koje najranije niče u proljeće, kad temperatura tla dosegne 11-13 °C, dok je optimum za klijanje ove vrste između 20-22°C **(Forcella i sur., 1997).** Naime, vrste koje su sposobne nicati pri različitim temperaturnim uvjetima sposobne su za agresivnije širenje. Posebno su agresivne one vrste koje niču i pri nižim temperaturama. Iako se po sezonskoj dinamici nicanja ambrozija klasificira u proljetne korovne vrste (toploljubive), posljednjih godina utvrđeno je nicanje u polju već sredinom ožujka **(Galzina i sur., 2010)**.

1.1. Hipoteza i ciljevi istraživanja

Hipoteza istraživanja je da će se klijavost i dinamika klijanja sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* smanjivati sa snižavanjem temperature (od 12 ˚C prema 1 ˚C).

Stoga je cilj ovog diplomskog rada, u laboratorijskim uvjetima konstantnih niskih temperatura (1 °C, 3 °C, 6 °C, 9 °C, 12 °C), vlažnosti zraka (70 %) i svjetlosnom režimu 12 h dan : 12 h noć, u populaciji sjemena ambrozije iz sjeverozapadne Hrvatske, iz lokaliteta Jastrebarsko, utvrditi:

- klijavost sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* ovisno o temperaturi
- dinamiku klijanja (početno, srednje i završno klijanje) sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia*

2. Pregled literature

Klijanje sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* ovisi o velikom broju čimbenika. Najznačajniji unutarnji čimbenik je dormantnost **(Baskin i Baskin, 1977a; Milanova i Nakova, 2002)**, a od vanjskih čimbenika, to su temperatura **(Srestha i sur., 1999)**, svjetlost **(Baskin i Baskin, 1980; Jovanović i sur., 2007)**, vlaga, CO_2 i pH reakcija tla **(Raynal i Bazzaz, 1973)**.

2.1. Unutarnji čimbenici koji utječu na klijanje-dormantnost

Dormantnost ili mirovanje sjemena je njegovo neaktivno razdoblje koje teče od trenutka odvajanja sjemenke od majčinske biljke pa do početka klijanja u poljskim uvjetima. Dormantnost je odgađanje klijanja čak i onda kad se čini da su ispunjeni svi uvjeti za klijanje **(Hulina, 1998)**. Prema **Nikolaevoj (2004)** postoje dva osnovna tipa dormantnosti: endogena i egzogena. Kod endogene dormantnosti, neka svojstva embrija sprječavaju klijanje, dok kod egzogene dormantnosti klijanje sprječavaju neka svojstva strukture sjemena, uključujući endosperm i sjemenu ovojnicu.

Tek sazrela sjemenka ambrozije ima primarnu dormantnost **(Baskin i Baskin, 1980; Milanova i Nakova, 2002)** koja onemogućava njezino klijanje neposredno nakon odvajanja od majčinske biljke, a koja je najčešće uzrokovana inhibitorima klijanja prisutnima u perikarpu **(Willemsen i Rice, 1972)**. Do klijanja sjemena dolazi nakon stratifikacije, tj. izlaganja sjemena niskim temperaturama, što se u prirodi odvija tijekom zime **(Sammy i Khan, 1983; Milanova i Nakova, 2002)**. **Willemsen (1975)** utvrdio je da je temperatura od 4 °C optimalna za stratifikaciju u laboratorijskim uvjetima.

Ukoliko sjemenke ambrozije zbog nepovoljnih uvjeta u tlu (temperature, vlažnosti, svjetlosti i visoke koncentracije CO_2) ne kliju u proljeće, ulaze u sekundarnu dormantnost, zbog čega ne mogu klijati sve dok ponovno, sljedeće zime, ne prođu fazu stratifikacije **(Essl i sur., 2015)**. Sjemenke *A. artemisiifolia* trebaju razdoblje niskih temperatura da potpuno sazriju, odnosno prema **Brandesu i Nitzscheu (2007)**, izlaganje vrlo niskim temperaturama od -4 °C do -10 °C. **Bazzaz (1970)** sugerira da ovakvo kompleksno klijanje ambrozije omogućuje ekološke prilagodbe pomoću kojih ova vrsta kolonizira neobrađivana područja i održava svoju populaciju na njima **(Bassett, 1975)**.

Baskin i **Baskin (1980)** su istraživali primarnu i sekundarnu dormantnost ove korovne vrste. U rano proljeće, sjemenke su proklijale uz prisustvo svjetlosti, ali ne ako su bile u mraku. Međutim, utvrđena je klijavost i u mraku pri temperaturama tipičnim za kasno proljeće i ljeto. Također, utvrđeno je da dugotrajno izlaganje sjemenki temperaturama od 5°C u tami ne smanjuje klijavost. Sjemenke su izgubile klijavost kad su bile izložene svjetlosti na alternirajućim temperaturama 20 °C / 10 °C, 25 °C / 15 °C te 30 °C / 15 °C u tami. Nakon izlaganja sjemena nizu prirodnih proljetnih temperaturnih režima, početak sekundarne dormantnosti u tami odvija se na način da sjeme koje se nalazi na nižim temperaturama gubi sposobnost klijanja u tami, a na višim temperaturama gubi sposobnost klijanja na svjetlu.

2.2. Vanjski čimbenici koji utječu na klijavost

Mnogi okolišni čimbenici utječu na klijanje sjemena ambrozije. Najvažniji su temperatura, vlaga, svjetlost, CO_2 te pH reakcija i salinitet tla.

Temperatura utječe na klijanje i na rast biljke. Klijanje se javlja pri određenim temperaturama, a najvažniji je njihov utjecaj na filogenetsku adaptaciju vrste, minimalne, optimalne i maksimalne temperature. Temperatura potrebna za klijanje obično je nešto niža nego optimalna temperatura u kasnijem rastu.[1]

U umjerenim regijama, temperatura zraka je najznačajniji čimbenik klijavosti sjemena korova. Sjeme obično klije pod različitim rasponima temperature, što može biti povezano s intenzitetom dormantnosti. Niske temperature tijekom zime i ranog proljeća sprječavaju metabolizam viabilnog sjemena, a time utječu i na sprječavanje klijanja. Isto tako, više temperature zraka tijekom proljeća ubrzavaju metabolizam sjemena i potiču biokemijske reakcije potrebne za klijanje sjemena **(Forcella, 1993)**.

Temperatura je jedan od glavnih čimbenika koji utječu na klijanje ambrozije i sposobnost njenog etabliranja na nekoj površini. Ambrozija je podrijetlom iz sušnih i toplih predjela jugozapadnog dijela Sjeverne Amerike. Ovisno o klimatskim uvjetima, ambrozija obično klije i niče krajem travnja i početkom svibnja, odnosno kad se tlo dovoljno zagrije. Budući da je već dugi niz godina prisutna u našim krajevima, dobro se prilagodila klimatu. Posljednjih godina utvrđeno je nicanje već sredinom ožujka **(Galzina i sur., 2010)**. Tomu u prilog idu i istraživanja **Kazinczi i sur. (2008)** o početku nicanja ove vrste kad temperatura tla na dubini od 5 cm dosegne 5 °C. Stoga ne iznenađuje da je ambrozija pionirska vrsta koja lako uspostavlja dominaciju nad golim tlom ili tlom s rijetkom vegetacijom. Tijekom posljednjih 30 godina promjene u temperaturama su produžile razdoblje vegetacije **(Trkulja i sur., 2009).** Period cvatnje i oslobađanja peludi je od srpnja i kolovoza, odnosno do sredine jeseni ili pojave prvog mraza **(Sheppard i sur., 2006**; **Brandes i Nitzsche, 2007)**.

Poznavanje biološkog minimuma, odnosno minimalne temperature koja je potrebna za klijanje za određenu biljnu vrstu, moguće je iskoristiti za prognozu nicanja. Utvrđen je odnos između sume temperatura i datuma početka nicanja i te se vrijednosti mogu utvrditi za svaku korovnu vrstu te iskoristiti za predviđanje njihova nicanja. Prema dobivenim podacima izračunavaju se sume toplinskih jedinica (STJ) pomoću kojih je moguće predvidjeti dinamiku nicanja korova nakon što je prekinuta dormantnost sjemena **(Van der Weide, 1993)**. Sumiraju se razlike između minimalne i maksimalne dnevne temperature tla te se oduzimaju od biološkog minimuma (Tb) za pojedinu korovnu vrstu, sve dok nije akumulirana suma temperatura pri kojoj dolazi do početka nicanja. Prema sumi toplinskih jedinica (GDD-Growing degree days) potrebnim za nicanje, korovne vrste mogu se podijeliti na rano (GDD < 70), srednje (GDD 70 - 140) i kasno nicajuće vrste (GDD > 140). Osim početka nicanja, poznavanjem

[1] www.sumfak.unizg.hr/download.aspx?file=/Upload/...%20Klijanje%20sjemena, *pristupljeno 29.lipnja 2018.*

sume toplinskih jedinica moguće je utvrditi i dinamiku nicanja, odnosno vrijeme potrebno da ponikne 50 % i 90 % jedinki. S gledišta duljine trajanja nicanja, korovne vrste mogu se podijeliti na brzo (GDD < 250), srednje (GDD 250 – 500) i sporo nicajuće (GDD > 500) **(Werle i sur., 2014)**. Početak nicanja ambrozije (vrijeme potrebno da ponikne 10% jedinki) događa se kod sume od 150 do 300 toplinskih jedinica, sredina nicanja (poniklo 50% jedinki) kod sume od 197 toplinskih jedinica, a za ponik od 90% potrebna je suma od 305 toplinskih jedinica.[2]

Dickerson (1968) je utvrđivao optimalnu temperaturu za klijanje ambrozije. U istraživanju u kontroliranim uvjetima, sjeme ambrozije bilo je postavljeno na klijanje na konstantne temperature od 10, 20, 30 i 40 °C. Ove temperature dodatno su kombinirane s različitim vremenom izlaganja svjetlosti od 8, 16 i 24 sata (kontinuirano). Dodatno su korištene i izmjenjive temperature. Klijavost ambrozije uz kontinuirane temperature od 10, 20, 30 i 40 °C iznosila je 6,9, 8,6, 8,1 i 0,87 %. Izmjenjiva temperatura od 10 °C / 16 h i 30 °C / 8 h u 24-satnim ciklusima značajno je povećala klijavost (75%). Upravo ove temperature od 10 do 30 °C usko su vezane uz poljoprivredne uvjete tijekom proljeća i ranog ljeta u južnom Ontariu **(Bassett i Crompton, 1975)**. Izmjenjiva temperatura od 20 °C za 16 h i 30 °C za 8 h, u sličnom ciklusu, rezultirala je klijavošću od 50%. **Brandes i Nitzsche (2007)** navode da ambrozija pokazuje široku amplitudu klijanja u odnosu na temperaturu (7 - 28 °C), s optimumom od 15 °C. Zbog svog širokog temperaturnog raspona klijanja, ambrozija je jedna od prvih korovnih vrsta koje se javljaju u usjevu **(DiTommaso, 2004)**.

Kako bi poboljšala svoje šanse za preživljavanjem i širenjem, ambrozija teži što većem biološkom potencijalu (postotak klijavog i dormantnog sjemena). Povećanje areala rasprostranjenosti ambrozije upućuje na visok biološki potencijal ove vrste kao i na sposobnost adaptacije u različitim klimatskim uvjetima. Interpopulacijska varijabilnost opisuje se kao razlika u svojstvima jedinki iste vrste ovisno na kojem području se razvijaju. Prilagodba određenom okolišu uvjetuje i razlike između različitih populacija **(Šoštarčić i sur., 2018).**

Vlaga u tlu utječe na klijanje sjemena uglavnom tijekom početnog rasta i razvoja **(Egley, 1986)**. Kod nekih korovnih vrsta brz početni razvoj, koji se odvija u sjemenu, otvara mogućnost kontakta s tekućom vodom u tlu. Stoga je odgovarajuća količina vode u tlu važna za proces klijanja sjemena. Brojna istraživanja pokazala su da je smanjenje vode u tlu uzrok kašnjenja klijanja **(Ghorbani i sur., 1999). Dickerson (1968)** je utvrdio da je ambroziji potrebno 14 do 22% vlage u tlu za klijanje, iako je sposobna klijati i u uvjetima jakog vodnog stresa, pri smanjenoj količini dostupne vode u tlu. Najniži utvrđeni biološki vodni potencijal (minimalna količina vode potrebna za klijanje) za ambroziju iznosi od -0,8 do -1,28 MPa **(Shresta i sur., 1999.; Sartoriato i Pignata, 2008.; Guilleman i sur., 2013)**. Usporedbe radi, utvrđeni biološki vodni potencijal koštana (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) iznosi -0,97 MPa, dok za šćir (*Amaranthus retroflexus* L.) iznosi -0,36 MPa. To znači da ambrozija bolje podnosi vodni stres od šćira, ali i od koštana koji se smatra jednom od vrsta s visokom tolerancijom na vodni stres (**Šoštarčić i Šćepanović, 2017**).

[2]http://www.msuweeds.com/worst-weeds/common-ragweed/ , pristupljeno 1.veljače 2018.

Svjetlost, prema rezultatima većine istraživača, ima povoljan utjecaj na klijanje sjemena ambrozije **(Bazzaz, 1970; Baskin i Baskin, 1977b; Jovanović i sur., 2007)**. **Baskin i Baskin (1977b)** su utvrdili da sjeme tri jednogodišnje vrste, *A. artemisiifolia*, *Chenopodium album* L. i *Amaranthus retroflexus* L. bolje klije na svjetlosti nego u mraku. **Ristić i sur. (2008)** su uspoređivali klijavost dvije populacije ambrozije u različitim uvjetima svjetlosti i temperature. Kod populacije P1 razvoj klijanaca bio je najveći u uvjetima svjetlosti i pri temperaturi od 28 °C, odnosno uvjetima mraka i temperaturi od 22 °C u trajanju 15 h dan, a 9 h noć, u slučaju kad je sjeme prije početka klijanja bilo izloženo 24 h na 4 °C. U populaciji P2 rast klijanaca je bio najbolji u mraku, pri temperaturi od 22 °C, kao i u slučaju kad je sjeme prije izlaganja ovim uvjetima kratkotrajno bilo izloženo temperaturi od 4 °C.

Povećana koncentracija *ugljikovog dioksida* u tlu može utjecati na veći postotak klijavosti nekih vrsta, ali može imati i minimalan ili nikakav utjecaj na neke druge vrste **(Clough i sur. 1981; Strain i Bazzaz, 1983)**. To može dovesti do kompeticije između biljnih zajednica. Utvrđeno je da se potpuni učinak ugljikovog dioksida na rast biljaka ostvaruje samo kad uvjeti okoliša, kao što su intenzitet svjetlosti, vlažnost tla i hranjive tvari u tla nisu ograničavajući **(Goudriaan i Van Laar 1978; Imai i Murata 1978; Wong 1979)**.

Baskin i Baskin (1998) ističu da sjeme, kao i svako drugo biljno tkivo, treba kisik da bi zadovoljilo metaboličke zahtjeve, kao posljedicu otpuštanja ugljičnog dioksida. Smanjeno usvajanje kisika ubrzava metabolizam sjemena te se troši više energije za nicanje. Isti autori navode da količina potrebnog CO_2, koja uzrokuje smanjenje klijanja, može biti veća od 10 %. Pri normalnim uvjetima, atmosfera tla rijetko sadrži manje od 19 % O_2 i više od 1 % CO_2. Primjerice, autori navode da je u uvjetima s manje od 10-15 % O_2 klijavost dormantnih sjemenki korovne vrste *Amaranthus retroflexus* blokirana.

Salinitet je glavni abiotski čimbenik koji ograničavajuće utječe na biljke i na važne fiziološke procese u njima **(Greenway i Munns 1980; Lambers i sur. 1998)**. Velik broj istraživanja posvećen je razumijevanju kako staništa s povećanom količinom soli (močvare i slane pustinje), utječu na klijanje, rast, reprodukciju i dinamiku populacije biljaka **(Khan i Ungar, 1984; Khan i sur., 2002; Ungar 1995, 1996)**. Često su u tim područjima prisutne povišene razine soli kroz nekoliko mjeseci u godini i upravo je prednost takvih biljaka da su sposobne tolerirati uvjete povećane zaslanjenosti **(Forman i Alexander 1998; Ungar 1995)**.

Tolerantnost biljaka na zaslanjenost važna je tijekom opstanka biljaka uz ceste za vrijeme zimskih mjeseci. Također je tolerantnost na zaslanjenost važna za klijanje sjemena priobalnih biljaka **Greipsson i Davy (1994, 1996)**. Vezano uz fiziološke procese u biljci, povećana količina soli u tlu može mijenjati strukturu i plodnost tla i negativno utjecati na biljke **(Bryson i Barker 2002; Jones i sur. 1992)**. Struktura i plodnost tla mogu se mijenjati kad natrij, u procesu anionske izmjene, zamjeni kalcij i magnezij. Tada tlo postane zasićeno natrijem, a osiromašeno kalcijem i magnezijem **(Jones i sur. 1992)**. To dovodi do smanjenja propusnosti tla, smanjene prozračnosti, nedostatka hranjivih tvari i vode te do erozije.

Rubne biljke, koje se u proljeće nakon topljenja snijega, javljaju uz ceste i čije je sjeme tijekom klijanja bilo izloženo relativno visokim dozama soli, u prednosti su u odnosu na one čije je sjeme odgađalo klijanje u takvim uvjetima. Ambrozija je jedna od nekoliko korovnih

vrsta koja se prilagodila stresnim uvjetima povećane zaslanjenosti jer je prva vrsta koja se javlja u proljeće svega 0,5 m od rubova ceste **(DiTommaso, 2004).** Ova očita tolerantnost na povišene razine soli u proljeće uz rubove prometnica, može biti glavni razlog dominantnosti te vrste na sjeveroistoku Sjeverne Amerike **(DiTommaso i Massicotte 2002; DiTommaso i sur., 2000)**.

Turner (1928) navodi da ambrozija postiže najbolji rast na tlu pH reakcije 6,0-7,0 te na ilovastim i ilovasto glinenim tlima. Biljke koje rastu na tlu optimalne pH reakcije su snažne, razvijene i visine su od 30 do 90 cm. Biljke koje rastu u jako kiselom tlu su manje razvijene, slabije su gustoće i visine su od 7,5 do 15 cm. Osim što može klijati bez svjetlosnog podražaja, sjeme ambrozije klije i u tlima širokog raspona pH. Optimalan pH za klijanje ambrozije kreće se u rasponu od 5 do 8, a maksimalna klijavost zabilježena je kod pH vrijednosti od 5,57, dok se ispod pH vrijednosti od 5 smanjuje klijavost, a potpuno izostaje kod pH 2, kao i pri vrijednosti pH iznad 12 **(Sang i sur., 2011)**. To znači da ambroziji odgovaraju blago kisela, kao i blago lužnata tla, a povećanjem kiselosti i lužnatosti tla klijavost pada.

Općenito gledano, ambrozija je u proljeće u polju jedna od najranijih vrsta koje se pojavljuju u proljetnim usjevima **(Basset i Crompton, 1975)**. Sposobnost biljnih populacija da se prilagode heterogenom okruženju okoliša omogućuje im da uspješno koloniziraju različita staništa **(Miller i Fowler 1994; Van Tienderen i Van der Toorn 1991)**. Uvjeti okoliša i genetska varijabilnost unutar populacija važne su za sposobnost biljne populacije da se prilagodi određenom staništu **(Rice i Mack 1991; Slatkin 1987)**. Posebno su agresivne one vrste koje niču i pri nižim temperaturama. Koliko je poznato, u Republici Hrvatskoj nema dostupnih podataka o minimalnim temperaturama potrebnim za nicanje ove korovne vrste.

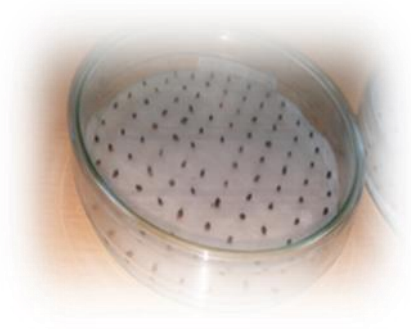
3. Materijali i metode rada

3.1. Prikupljanje sjemena korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* L.

Sjeme korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia* sakupljeno je u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske, na lokaciji Jastrebarsko (45°40'18˝N 15°39'03˝E), 8. listopada 2014. Očišćeno je od nečistoća te pohranjeno, do provođenja istraživanja, u papirnate vrećice na suhom i tamnom mjestu.

3.2. Laboratorijsko istraživanje

Laboratorijsko istraživanje je započelo u srpnju 2017. postavljanjem preliminarnog testa klijavost. Proveden je da bi se utvrdio postotak klijavosti sjemena ove populacije ambrozije. Postavljen je na temperaturi od 25 °C s fotoperiodom od 12 h : 12 h (dan : noć). Preliminarni test klijavosti postavljen je na temperaturi od 25 °C zbog toga što je ta temperatura optimalna za klijanje sjemena ambrozije. Sjeme je posijano na filter papir u Petrijeve zdjelice promjera 9 cm te 1,42 cm dubine u pet repeticija po 50 sjemenki (slika 3.2.1).



Slika 3.2.1. Sjetva sjemena ambrozije na filter papir
(Izvor: Zavod za herbologiju, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet)

Tjedan dana nakon provedenog preliminarnog testa klijavosti, sjeme ambrozije postavljeno je u klima komoru na 5 konstantnih temperatura: 1 °C, 3 °C, 6 °C, 9 °C, 12 °C s fotoperiodom od 12 h : 12 h (dan : noć) u pet repeticija po 50 sjemenki (slika 3.2.2).

Slika 3.2.2. Sjeme u klima komori
(Izvor: Zavod za herbologiju, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet)

Test je provođen do trenutka kad 10 dana za redom nije utvrđeno novo klijanje. Klijavim sjemenom smatrano je sjeme čija je dužina radikule iznosila više od 1 mm (slika 3.2.3).

Slika 3.2.3. Radikula sjemena
(Izvor: Zavod za herbologiju, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet)

Na temperaturama od 6 do 12 °C klijavost je trajala 91 dan, dok je na temperaturi od 3 °C klijavost utvrđivana 158 dana, a na 1 °C čak 165 dana.

3.3. Statistička obrada podataka

Dobiveni podaci (% klijavog sjemena i dinamika klijanja) obrađeni su analizom varijance, pri čemu je korišten kompjuterski program SAS 8.0 **(SAS Inst., 1997)**. Nakon signifikantnog F-testa, za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test uz P = 0,05. Podaci o dnevnom utvrđivanju klijavosti korišteni su za prikaz dinamike klijanja koristeći logističku funkciju u statističkom programu Bioassay97 **(Onofri, 2001)**. Utvrđeno je vrijeme (broj dana) potrebno za ponik 10% (t_{10}), 50% (t_{50}) i 90% (t_{90}) sjemena od ukupnog broja proklijalog sjemena.

4. Rezultati istraživanja i rasprava

Rezultati istraživanja prikazani su prema ciljevima istraživanja: klijavost sjemena i dinamika klijanja sjemena ambrozije pri različitim temperaturama.

4.1. Analiza varijance za klijanje i dinamiku klijanja sjemena ambrozije

Rezultati analize varijance za klijanje i dinamiku klijanja sjemena ambrozije pri različitim temperaturama prikazani su u tablici 4.1.1.

Tablica 4.1.1. Rezultati analize varijance za klijanje i dinamiku klijanja sjemena ambrozije

Izvor varijabilnosti	n-1	Klijavost	Dinamika klijanja[a]		
			t_{10}	t_{50}	t_{90}
Temperatura	5	9.36**			
Greška	20				
Temperatura	4		136.64**	191.11**	55.76**
Greška	16				

[a] dinamika klijanja iskazana je u danima potrebnim da 10 % (t_{10}), 50 % (t_{50}) i 90 % (t_{90}) proklijalog sjemena proklije

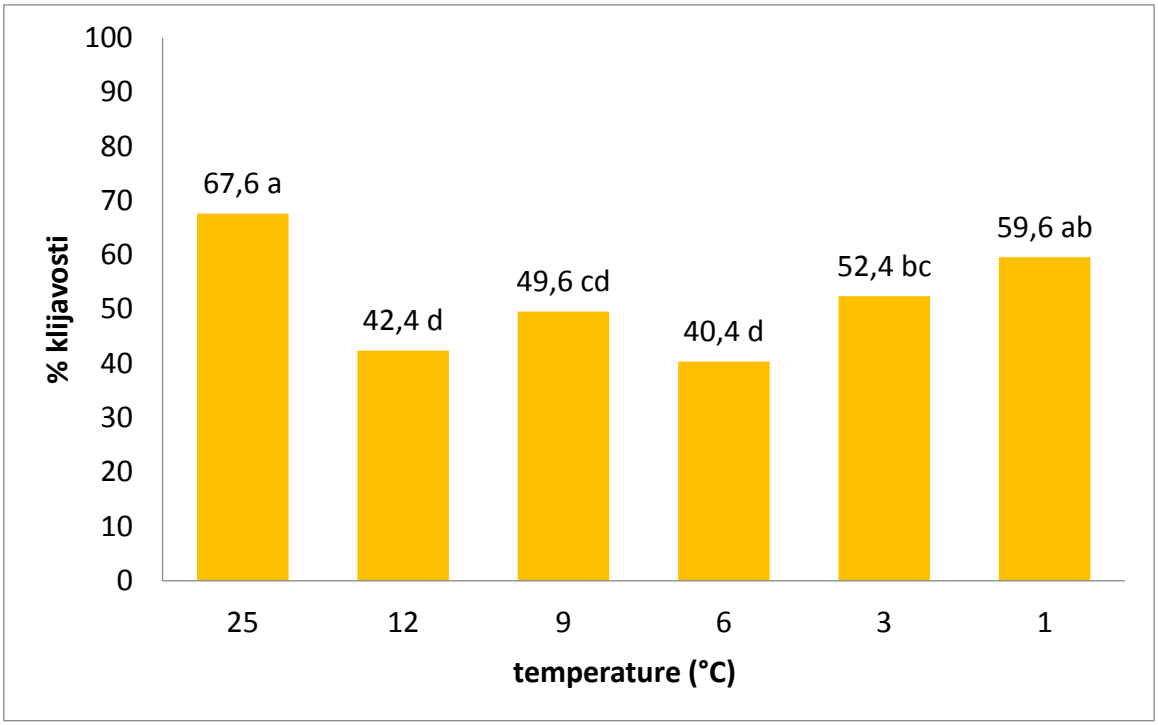
**-značajna razlika uz P=0,01

Iz prikazanih rezultata analize varijance vidljiva je statistički značajna razlika u klijavosti sjemena ambrozije pri svim istraživanim temperaturama. Također je utvrđena značajna statistička razlika između istraživanih temperatura i vremena potrebnog da proklije 10 % sjemena (t_{10}), 50 % sjemena (t_{50}) i 90 % sjemena (t_{90}).

4.2. Kijavost sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturama

Prosječna klijavost ambrozije u istraživanju iznosi 52,0 %. Klijavost sjemena ambrozije kreće se od 40,4 do 67,6 %, ovisno o istraživanoj temperaturi. Najveći postotak klijavosti očekivano je utvrđen na najvišoj temperaturi od 25 ˚C (67,6 %), ali nije se statistički razlikovao od klijavost utvrđene pri 1 ˚C (59,6 %). Statistički značajna razlika u klijavost nije utvrđena ni između 12, 9 i 6 ˚C te se kretala u rasponu od 40,4 do 49,6 %.

Klijavosti sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturama prikazana je u grafikonu 4.2.1.



Grafikon 4.2.1. Klijavost sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturama
(vrijednosti označene istim slovima međusobno se ne razlikuju ; LSD = 9,9)

Iako između najviše (25 °C) i najniže (1 °C) temperature korištene u istraživanju nije utvrđena razlika u klijavosti, očekivano se brzina klijavosti značajno razlikovala između ove dvije temperature. Pri najvišoj temperaturi klijavost je trajala tjedan dana (preliminarni rezultati koji nisu prikazani u ovom radu), dok je pri najnižoj temperaturi trajala čak 165 dana. **Guillemin i sur. (2013)** istraživali su klijavost ambrozije pri konstantnim temperaturama od 5 do 25 °C te su utvrdili smanjenje brzine klijavosti i odgodu klijanja pri temperaturama nižim od optimuma (25 °C). **Sang i sur. (2011)** također su istraživali klijavost sjemena ambrozije pri temperaturama od 5 do 40 °C. Test klijavosti proveden je na sjemenu sakupljenom na tri različite lokacije (tri populacije sjemena). Za sve tri populacije najveća klijavost sjemena

utvrđena je pri 25 °C (>90 %). Klijavost pri temperaturi od 5 °C bila je niska kod sve tri populacije (oko 20 %) te se postupno povećavala povećanjem temperature i ponovno postupno smanjivala približavanjem temperaturi od 40 °C. Suprotno rezultatima ovog istraživanja **Sang i sur. (2011)** utvrđuju klijavost ambrozije pri 5 °C za sve tri populacije ambrozije od oko 20 %. Važno je spomenuti da je praćenje klijanja u navedenom istraživanju trajalo do 39 dana, za razliku od ovog rada gdje je klijanje trajalo čak 165 dana. **Sang i sur. (2011)** ipak utvrđuju visoku klijavost ambrozije pri 10 °C (oko 60 %) i 15 °C (oko 80 %) što je veća klijavost nego u ovom radu pri sličnim temperaturama: 9 ^{o}C (49,6 %) i 12 °C (42,4 %). Niža klijavost pri sličnim temperaturama u ovom istraživanju povezana je s prirodnim opadanjem klijavosti ambrozije starenjem sjemena. Naime, starost sjemena korištenog u ovom istraživanju iznosi tri godine te mu klijavost pri optimalnoj temperaturi iznosi 67,9 %. **Sang i sur. (2011)** u istraživanju koriste sjeme staro tek 3 mjeseca i prethodno podvrgnuto stratifikaciji. Njegova klijavost pri optimalnoj temperaturi iznosi >90 %. **Jaganjac (2017)** utvrđuje opadanje klijavosti sjemena ambrozije njegovim starenjem. Sjeme ambrozije staro dvije godine postiglo je ukupnu klijavost od 92 % pri 25 ^{o}C, dok je pri istim uvjetima sjeme staro tri godine ostvarilo 16 % manju klijavost (76 %).

Lieblein-Wild i sur. (2014) utvrđuju raspon minimalnih, optimalnih i maksimalnih temperatura za klijanje 17 europskih i 10 američkih populacija ambrozije. Rezultati njihovog istraživanje ukazuju da se optimalne temperature za klijavost ambrozije nalaze u rasponu od 13,8 do 21,8 °C. Za usporedbu, optimalna temperatura za klijanje sjemena šćira oštrodlakavog (*Amaranthus retroflexus*) je od 25 do 40 °C **(Costea i sur., 2004)**, a lobode bijele (*Chenopodium album*) od 13 do 30 °C **(**Tischler, 1965, cit. **Kojić i Šinžar, 1985)**. Sjeme korovne vrste europski mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik.) najbolje klije pri optimalnoj temperaturi od 35 °C **(Sadeghloo i sur., 2013**). Stoga, šćir smatramo kasnoproljetnom vrstom, dok se loboda i ambrozija smatraju ranoproljetnim vrstama. **Brandes i Nitzsche (2007)** utvrđuju optimalne temperature za klijavost ambrozije u rasponu od 15 do 25 °C. Maksimalne temperature pri kojima ambrozija klije su od 23,6 do 40,3 °C, dok minimalna utvrđena temperatura iznosi 3,1 °C. **Forcella i sur. (1997)** utvrđuju minimalnu temperaturu za klijanje ambrozije tek kod 13 °C. Novija istraživanja ukazuju da su minimalne temperature za klijanje, a posljedično i nicanje ambrozije, daleko niže od prijašnje utvrđenih. Prema recentnim literaturnim izvorima minimalne temperature za klijanje ambrozije variraju od 2 do 5 °C ovisno o geografskom području. **Cunze i sur. (2013)** navode vrijednost najnižeg utvrđenog biološkog mininuma za područje Europe (Nizozemska) od 2°C. **Guillemin i sur. (2013)** utvrdili su vrijednost biološkog minimuma za ambroziju na području Dijona (Francuska) od 3,6 °C. Zanimljivo je da je u ovom istraživanju klijavost utvrđena i pri 1 °C što je najniže utvrđena temperatura do sada. Važno je pritom znati da većina laboratorijskih istraživanja temeljena na klijavosti sjemena primijenjuje metodologiju praćenja klijavosti 21 dan, do maksimalno 60 dana, kao što je korišteno u istraživanju **Lieblen-Wild i sur. (2014)**. U ovom istraživanju klijavost je praćena više od dvostruko duže te je sjeme duži period bilo izloženo uvjetima vlage. Tolerancija niskih temperatura, i sposobnost klijanja pri istim, svojstvo je adaptibilnosti ove invazivne korovne vrste. Ova sposobnost omogućuje ambroziji i daljnje širenje prema

sjevernijim krajevima Europe **(Cunze i sur., 2013)**. Povremena pojava ambrozije u Skandinaviji zabilježena je 1990-tih. Ipak, posljednjih godina primijećena je pojava većih i etabliranih populacija ambrozije na jugu Švedske, a pojedinačne biljke utvrđene su čak i na krajnjem sjeveru Švedske **(Menegat i sur., 2017)**.

4.3. Procijenjena brzina klijanja sjemena ambrozije (t_{10}, t_{50}, t_{90})

Osim klijavosti, u ovom radu utvrđena je i brzina klijanja, odnosno, broj dana potreban da ponikne 10 (t_{10}), 50 (t_{50}) i 90 % (t_{90}) sjemena od ukupnog broja proklijalog sjemena (Tablica 4.3.2).

Tablica 4.3.2. Procijenjena brzina klijanja sjemena ambrozije – t (10%, 50%, 90%)

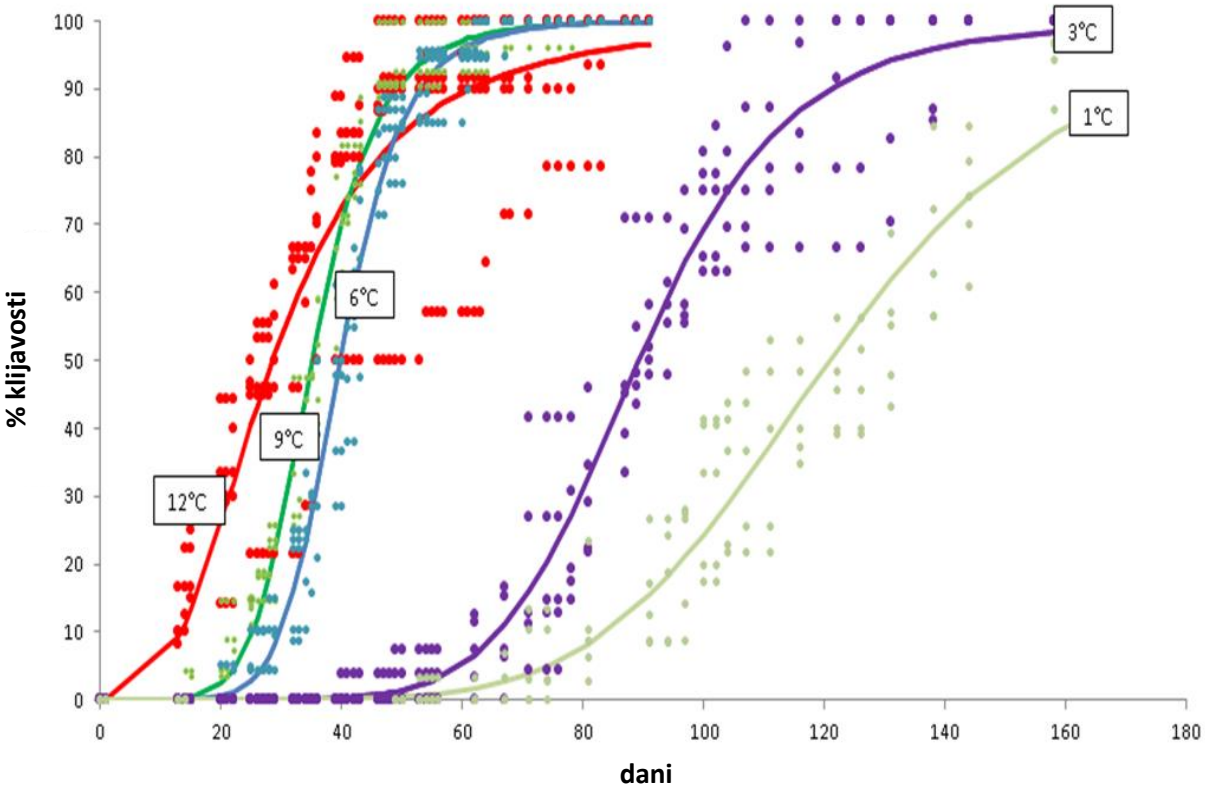
Temperatura (°C)	t_{10}	±SE	t_{50}	±SE	t_{90}	±SE
12	14,7 a	0,6	30,3 a	0,5	63,1 a	2,2
9	25,2 b	0,4	35,2 ab	0,2	49,2 a	0,6
6	30,2 b	0,4	39,8 b	0,2	52,6 a	0,6
3	66,2 c	1,1	89,7 c	0,6	122,1 b	2,0
1	84,3 d	2,1	120,6 d	1,3	173,4 c	5,5

Standardna pogreška (±SE) prema Bioassay97 modelu te ANOVA
Vrijednosti označene istim slovima međusobno se ne razlikuju
$LSD_{0.05\ t10\%}$ = 7,6 ;$LSD_{0.05\ t50\%}$ =8,6 ;$LSD_{0.05\ t90\%}$ =21,7

Iz rezultata analize varijance vidljivo je da je utvrđena statistički opravdana razlika u brzini klijanja sjemena ambrozije, odnosno broju dana potrebnom za ponik 10, 50 i 90 % od ukupnog broja proklijalog sjemena, pri različitim temperaturnim režimima. Da proklije 10 % (t_{10}) biljaka, ovisno o temperaturi, bilo je potrebno od 14 do 84 dana, za klijanje 50 % (t_{50}) sjemena bilo je potrebno od 30 do 120 dana, dok je 90 % (t_{90}) sjemena proklijalo u razdoblju od 49 do 173 dana. Vidljivo je da je bio potreban veći broj dana da sjeme postigne klijavost od 10, 50 i 90 % kako se temperatura snižavala od 12 prema 1 ˚C. Najmanje vremena za klijanje bilo je potrebno kod 12, 9 i 6 ˚C da dosegnu parametre kumulativne klijavosti t_{10}, t_{50} i t_{90}. Kod istih temperatura nije bilo statistički značajne razlike u vremenu potrebnom da bi proklijalo 50% sjemenki. Utvrđena je statistički značajna razlika između temperatura od 6, 3 i 1 ˚C u broju dana potrebnom da ostvare vrijednosti od t_{10}, t_{50} i t_{90}. Najviše vremena je bilo potrebno na temperaturi od 1 ˚C da ostvari t_{50} i t_{90}.

4.4. Dinamika klijanja sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturma

Dinamika klijanja pri istraživanim temperaturama prikazana je u grafikonu 4.4.2.



Grafikon 4.4.2. Dinamika klijanja sjemena ambrozije pri istraživanim temperaturama

U grafikonu 2 prikazana je dinamika klijanja sjemena ambrozije pri različitim istraživanim temperaturama. Kao što je vidljivo, utvrđena je neujednačena klijavost sjemena ambrozije između različitih temperaturnih režima. Na temperaturama 6, 9 i 12 ˚C klijanje je započelo unutar 20 dana. Na temperaturama 1 i 3 ˚C klijanje započinje tek nakon 50 dana. Početak klijavosti pri 25 ˚C zabilježen već drugi dan nakon sjetve. Kako bi 90 % sjemena proklijalo na temperaturama 3 i 1 ˚C potrebno je 122,1, odnosno 173,4 dana. **Leiblein-Wild i sur. (2014)** su istraživali klijanje ambrozije na temperaturnim režimima od 5, 10, 15, 20 i 25 ˚C. Sjeme je, kao i u ovom radu, klijalo na svim temperaturama, ali se broj dana da proklije 50 % sjemena znatno razlikuje. Najviša klijavost utvrđena je pri temperaturi od 15 ˚C. Iznad i ispod ove temperature, koja je optimalna za klijanje ambrozije, klijavost opada. Broj dana da proklije 50 % sjemena iznosio je 13,4 dana i snižavanjem temperature se povećavao. To je dva puta veći broj dana nego u ovom istraživanju gdje je za ostvarivanje 50 % klijavosti na temperaturi

od 12 ˚C bilo potrebno 30 dana. U istom istraživanju autori navode da je na temperaturi od 15 ˚C bilo potrebno 37,4 dana da se ostvari t_{50}, a pri temperaturi od 5 ˚C oko 50 dana. Suprotno navedenom, u ovom radu je za ostvarivanje 50 %-tne klijavosti bilo potrebno 89,7, odnosno 120 dana na temperaturama od 3 ˚C i 1 ˚C. Mogućnošću klijanja sjemena ambrozije na nižim temperaturama, povećava se njezina tolerantnost na hladnoću, čime joj je omogućen raniji početak klijanja u proljeće. **Donohue i sur. (2010)** navode da to dovodi do povećanja svježe mase i produljuje vrijeme klijanja i nicanja, a **Funamal i sur. (2007)** dodatno to povezuju s povećanjem koncentracije polena i produkcije sjemena ambrozije.

Važno svojstvo sjemena ambrozije je razvučeno razdoblje početnog klijanja i nicanja. Glavni razlog tomu je činjenica da je za sjeme ambrozije svojstvena ciklična godišnja promjena statusa dormantnosti **(Baskin i Baskin, 1980)**. **Baskin i Baskin (1998)** navode da sjeme mora postići skladan omjer hormona kako bi došlo do klijanja. Odgovarajući omjer hormona moguće je postići samo u određenim okolišnim uvjetima. Jedan od najvažnijijh abiotskih čimbenika je niska temperatura pri kojoj omjer hormona postaje ujednačen i sjeme je sposobno klijati. **Willemsen i Rice (1972)** u svom istraživanju, a prema navodima **Le Page-Degivry i sur. (1996)**, navode apscizinsku kiselinu (ABA) kao inhibitor klijanja sjemena odnosno primarni biljni hormon uključen u proces iniciranja, održavanja i prekida dormantnosti **(Čmelik i Perica, 2007)**. S druge strane, važni promotori koji stimulraju prekidanje dormantnosti i klijanje sjemena su biljni hormoni giberelin (GA) i auksin. Prema hipotezi koju su postavili **Karssen i Laçka (1986)** stanje dormantnosti karakterizira se povećanom biosintezom ABA i smanjenjem sadržaja giberelinske kiseline (GA). Aktivna uloga ova dva hormona odvija se u različito doba „života“ sjemena. ABA uzrokuje mirovanje, dok GA ima ključnu ulogu u stimuliranju klijanja sjemena. Održavanje dormantnosti sjemena uvjetovano je visokim omjerom ABA : GA. Nasuprot tomu, prekid dormantnosti uvjetovan je niskim omjerom ABA : GA **(Ali-Rachedi i sur., 2004; Cadman i sur., 2006)**. Treba uzeti u obzir da u ovom radu prije postavljanja pokusa nije korištena nikakva metoda prekidanja dormantnosti.

5. Zaključci

- Klijavost ambrozije nije se statistički značajno razlikovala pri temperaturama od 12, 9 i 6 ˚C (42,4, 49,6 i 40,4 %), između 9 i 3 ˚C (49,6 i 52,4 %) te 3 i 1 ˚C (52,4 i 59,6 %).
- Najbrže početno klijanje utvrđeno je pri temperaturi od 12 ˚C (15 dana), dok je najsporije utvrđeno pri temperaturi od 1 ˚C (84 dana).
- Najbrže srednje klijanje utvrđeno je pri temperaturi od 12 ˚C (30 dana). Pri temperaturi od 9 ˚C, da proklije 50% sjemena, bilo je potrebno 35 dana, a 40 dana pri temperaturi od 6 ˚C. Najsporije srednje klijanje ostvareno je pri 1 ˚C (120 dana).
- Najbrže završno klijanje ostvareno je pri temperaturama od 9˚ C (49 dana), 6˚ C nakon 53 dana i 12 ˚C (63 dana). Najsporije završno klijanje ostvareno je pri 3 ˚C nakon 122 dana te pri 1 ˚C nakon 173 dana.

6. Popis literature

1. Ali-Rachedi, S., Bouinot, D., Wagner, M H., Bonnet, M., Sotta, B., Grappin, P., Jullien, M. (2004). Changes in endogenous abscisic acid levels during dormancy release and maintenance of mature seeds: studies with the Cape Verde Islands ecotype, the dormant model of *Arabidopsis thaliana.* Planta 219: 479–488.
2. Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1998). Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, New York. 27-47.
3. Baskin, J. M., Baskin C. C. (1980). Ecophysiology of secondary dormancy in seeds of *Ambrosia artemisiifolia* L. Ecology, 61: 475-480.
4. Baskin, J. M., Baskin, C. C. (1977a). Dormancy and germination in seeds of common ragweed with reference to Beal's buried seed experiment. American Journal of Botany, 64: 1174-1176.
5. Baskin, J. M., Baskin, C.C. (1977b). Role of temperature in the germination ecology of three summer annual weeds. Oecologia, 30:377-382.
6. Basset, I. J., Crompton, C. W. (1975). The biology of Canadian weeds. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. Psilostachya.* DC. Can. J. Plant Sci. 55: 463-476.
7. Bazzaz, F.A. (1970). Secondary dormancy in the seeds of the common ragweed *Ambrosia artemisiifolia*. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 97: 302-305.
8. Brandes, D., Nitzsche, J. (2007). Ecology, distribution and phytosociology of *Ambrosia artemisiifolia* L. in Central Europe. Tuexenia, 27: 167-194.
9. Bryson, G. M., Barker, A. V. (2002). Sodium accumulation in soils and plants along Massachusetts roadsides. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33: 67–78.
10. Cadman, C. S. C., Toorop, P. E., Hilhorst, H. W. M., Finch-Savage, W. E. (2006). Gene expression profiles of Arabidopsis Cvi seed during cycling through dormant and non-dormant states indicate a common underlying dormancy control mechanism. Plant Journal. 46: 805–822.
11. Clough, J. M., Peet, M. M., Kramer, P. J. (1981). Effects of high atmospheric CO_2 and sink size on rates of photosynthesis of a soybean cultivar. Plant Physiol 67: 1007-1010.
12. Comtois, P. (1998). Ragweed (Ambrosia spp.): the Phoenix of allergophytes. U: Spieksma, F.T. (ed.) Ragweed in Europe. Alk–Abelló A/S, Horsholm, Denmark. 3–5.
13. Costea, M., Weaver, S., Tardif, F. (2004). The Biology of Canadian Weeds. 130. Amaranthus retroflexus L., A. powellii S. Watson, and A. hybridus L. (update). Canadian Journal of Plant Science. 84(2): 631-668.
14. Cunze, S., Leiblein-Wild, M., Tackenberg, O. (2013). Range Expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe Is Promoted by Climate Change. ISRN Ecology. 610126: 1-9.
15. Čmelik, Z., Perica, S. (2007). Dormantnost sjemena voćaka. Pregledni stručni rad. 53.

16. Dechamp, C., Meon, H. (2002). Ambrosia, ambroisies, polluants biologiques. Lyon, France: ARPPM – Edition: 17-40.
17. Dickerson, C. (1968). Studies on the germination, growth, development and control of common ragweed (*Amrosia artemisiifolia* L.) Univ. Microfilms Inc. Ann Arbor, Mich. 162.
18. DiTommaso, A. (2004). Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations across a range of salinities. Weed Sci. 52: 6: 1002-1009.
19. DiTommaso, A., Massicotte, .R (2002). Vers une gestion inte´gre´e etdurable des de´pendances vertes: Le controˆle biologique de la petiteherbe a` poux. Final report. Montreal, QC, Canada: Service del'environnement et des e´tudes d'integration au milieu me´tropolitain (SEIMM) du ministe`re des transports du Que´bec. 144.
20. DiTommaso, A., Choy,J., Watson, A. K. (2000). Seed germination of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) roadside populations and of potential competitor species under saline conditions.Weed Sci. Soc.Am. Abstr. 40:17–18.
21. Dohonue, K., de Casas, R. R., Burghardt, L., Kovach, K., Willis, C. G. (2010). Germination, postgermination adaptation and species ecological ranges. Annu Rev. Ecol. Evol. Syst. 41: 293-319.
22. Egley, G. H. (1986). Stimulation of weed seed germination in soil. USDA, ARS, Southern Science Laboratory. Stoneville, MS. Rev. Weed Sci. 2: 67-89.
23. Essl F., Biró K., Brandes D., Broennimann O., Bullock J. M., Chapman D. S., Karrer G., Kazinczi, G., Kueffer, C., Laitung, B., Lavoie, C, Leitner, M., Mang, T., Moser, D., Müller-Schärer, H., Petitpierre, B., Richter, R., Schaffer, U., Smith, M., Starfinger, U., Vautard, R., Vogl, G., von der Lippe, M., Follak, S. (2015). Biological flora of the British Isles: *Ambrosia artemisiifolia*. Journal of Ecology. 103(4): 1069-1098.
24. Forcella F, Wilson R. G., Dekker J., Kremer R., Cardina J., Anderson ,R. L., Alm D. Renner, K. A., Harvey, R. G., Clay, S., Buhler, D. D. (1997). Weed seed bank emergence across the Corn Belt. Weed Science, 67: 123-129
25. Forcella, F. (1993). Seedling emergence model for velvetleaf. Agronomy Journal. 85. 4: 929-933.
26. Forcella, F., Wilson, R. G., Renner, K. A., Dekker, J., Harvey, R. G., Alm, D. A., Buhler, D. D., Cardina, J. (1992). Weed Seedbanks of the U.S. Corn Belt: Magnitude, Variation, Emergence, and Application. Weed Science. 40, 4: 636-644.
27. Forman, R. T. T., Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. Annu. Rev. Ecol. Syst. 29: 207–231.
28. Funamal, B., Chauvel, B., Bretagnolle, F. (2007). Estimation of pollen and seed production of common regweed in France. Ann. Agric. Environ. Med. 14:233-236.
29. Galzina, N., Barić, K., Šćepanović, M., Goršić, M., Ostojić, Z. (2010). Distribution of the invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* L. in Croatia. Agriculture Conspectus Scientificus, 75. 2: 75-81.

30. Ghorbani, R., Seel, W., Leifert, C. (1999). Effect of environmental factors on germination and emergence of *Amaranthus retroflexus*. Weed Science. 47. 5: 505-510.
31. Goudriaan J, van Laar H. H. (1978). Relations between leaf resistance, CO_2-concentration and CO_2-assimilation in maize, beans, lalang grass and sunflower. Photosynthetica 12: 241-249.
32. Greenway, H., Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 31: 149–190.
33. Greipsson, S., Davy., A. J. (1996). Sand accretion and salinity as constraintson the establishment of Leymus arenarius for land reclamationin Iceland. Ann. Bot. (Lond). 78: 611–618.
34. Greipsson, S., Davy, A. J. (1994). Germination of *Leymus arenarius* and its significance for land reclamation in Iceland. Ann. Bot. (Lond). 73:393–401.
35. Guillemin, J. P., Gardarin, A., Granger, S., Reibel, C., Munier-Jolain, N., Colbach, N. (2013). Assessing potential germination period of weeds with base temperature and base water potentials. European Weed Research Society. Weed Research, 53: 76-87
36. Hulina, N. (1998). Korovi, Školska knjiga, Zagreb. 137-138.
37. Imai, K., Murata, Y. (1978). Effect of carbon dioxide concentration on growth and dry matter production of crop plants. II. Relationship between CO_2 concentration and nitrogen nutrition in some C3- and C4-speciees. Jap. J. Crop. Sci. 47: 118-123.
38. Jaganjac, M. (2017). Utjecaj porijekla i starosti sjemena na vijabilnost sjemena korovne vrste Ambrosia artemisiifolia L. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. 18-19.
39. Jones, P. H., Jeffrey B. A., Walter, P. K., Hutchon, H. (1992). Environmental impact of road salting. 1–116. U: F. M. D'Intri, ed.Chemical Deicers and the Environment. Boca Raton, FL: Lewis.
40. Jovanović, V., Janjić, V., Nikolić, B. (2007). Seme ambrozije. U: Ambrozija (Janjić, V., Vrbničanin, S.). Herbološko društvo Srbije, Beograd, 95-102.
41. Karssen, C. M., Laçka, E., (1986). A revision of the hormone balance theory of seed dormancy: Studies on gibberellin and/or abscisic acid-deficient mutants of *Arabidopsis thaliana*. U: (Bopp M, ed) Plant growth substances 1985. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 315–323.
42. Kazinczi, G., Béres, I., Novák, R., Bíro, 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 reproduciton strategy. Herbologia 9. 1: 55-91.
43. Khan, M. A., Gul, B., Weber, D. J. (2002). Seed germination in the Great Basin halophyte Salsola iberica. Can. J. Bot. 80: 650–655.

44. Khan, M. A., Ungar, I. A. (1984). The effect of salinity and temperatureon the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd. Am. J. Bot. 71: 481–489.
45. Kojić, M., Šinžar, B. (1985). Korovi, Naučna knjiga Beograd.
46. Lambers, H., Chapin III, F. S., Pons, T. L. (1998). Plant Physiological Ecology. New York: Springer. 277–280.
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; 174: 739–750.
48. Le Page-Degivry, M. T., Bianco, J., Barthe, P., Garello, G. (1996). Change in hormone sensitivity in relation to the onset and breaking of sunflower embryo dormancy. U: (Lang GA, ed.) Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology. Wallingford, UK: CAB International, 221–231.
49. Menegat, A., Ramula S., Hyvönen, T. (2017). Invasion potential of *Ambrosia artemisiifolia* in Scandinavia under consideration of current and future climate, 5, The 5th International Symposium WEEd and Invasive Plants Proceedings, 10-14 October 2017, Chios, Greece.
50. Milanova, S., Nakova, R. (2002). Some morphological and bioecological characteristics of *Ambrosia artemisiifolia* L. Herbologia 3: 113-120.
51. Miller, R. E., Fowler, N. L. (1994). Life history variation and local adaptation within two populations of *Bouteloua rigidiseta* (Texas grama). J. Ecol. 82: 855–864.
52. Nikolaeva, M. G. (2004). On criteria to use in studies of seed evolution. Seed Science Research. 14. 4: 315-320.
53. Nikolić, T., Mitić, B., Boršić, I. (2014). Flora Hrvatske-invazivne biljke. Alfa d. d., Zagreb.
54. Novak, N., Kravarščan, M. (2011). Invazivne strane korovne vrste u Republici Hrvatskoj. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Zagreb. Brošura.
55. Onofri, A. (2001). BIOASSAY97: A New EXCELt VBA Macro to Perform Statistical Analyses on Pesticide Dose-Response Data.
56. Ostojić, Z., Zadro J., Radiković Đ. (1992). Naši napasni korovi. Limunđik - *Ambrosia artemisiifolia* L. Glasnik zaštite bilja 9-10: 259-265.
57. Raynal, D. J., Bazzaz, F. A. (1973). Establishment of early successional plant populations on forest and prairie soil. Ecology 54: 1335-1341.
58. Rice, K. J., Mack, R. N. (1991). Ecological genetics of *Bromus tectorum*.III. The demography of reciprocally sown populations. Oecologia 88: 91–101.
59. Ristić, B., Božić, D., Pavlović, D.,Vrbničanin, S. (2008). Klijavost semena ambrozije pri različitim uslovima svetlosti i temperature, Originalni naučni rad, 175-180.
60. Sadeghloo, A., Asghari, J., Ghaderi-Far, F., (2013). Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Abutilon theophrasti* e *Echinochloa crus-galli*. Planta daninha [online]. 31. 2: 259-266.

61. Samimy, C., Khan, A. A. (1983). Effect of field application of growth regulators on secondary dormancy of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) seeds. Weed Science, 31. 3: 299-303.
62. Sang, W., Liu, X., Axmacher, J. C. (2011). Germinatio and emergence of *Ambrosia artemisiifolia* L. Under changing environmental conditions in China. *Plant Species Biology*, 26: 125-133.
63. Sartorato, I., Pignata, G. (2008). Base temperature estimation of 21 weed and crop species. Proceedings of the 5th International Weed Science Congress (ed. International Weed Science Society). International Weed Science Society, Vancoucer, Canada. 274.
64. SAS Institute. (1997): SAS/STAT Software: Changes and enhancements through Rel. 6.12. SAS Inst., Cary, NC.
65. 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. 2: 93-117.
66. Slatkin, M. (1987). Gene flow and the demographic structure of natural populations. Science 236: 787–792.
67. Srestha, A., Roman, E. S., Thomas, A. G., Swanton, J. C. (1999). Modeling germination and shoot-radicle elongation of Ambrosia artemisiifolia. Weed Science, 47: 557-562.
68. Strain, B. R., Bazzaz, F. A. (1983). Terrestrial plant communities. U: *CO_2 and plants: The response of plants to rising levels of atmospheric carbon dioxide*. Lemon, E. R., Ed., Westview Press, Washington, D.C. 280.
69. Šćepanović, M., Šoštarčić, V., Masin, R., Barić, K. (2016). Modeli prognoze dinamike nicanja i bio-ekonomični modeli kao pomoć u integriranom suzbijanju korova. Glasilo biljne zaštite, 4; 397-409. Pregledni članak.
70. Šoštarčić, V., Carin, N., Turčinov, M. Barić, K., Šćepanović, M. (2018). Klijavost korovne vrste Ambrosia artemisiifolia L. u ovisnosti o lokalitetu sazrijevanja sjemena. 53. hrvatski i 13. međunarodni simpozij agronoma, 18. 02. 2018. - 23. 02. 2018.
71. Šoštarčić, V., Šćepanović, M. (2017). Napasna ambrozija, Gospodarski list, 17: 24-25
72. Trkulja, V., Herceg, N., Ostojić, I. Škrbić, R., Petrović, D., Kovačević, Z. (2009). Ambrozija. Mostar, Društvo za zaštitu bilja u Bosni i Hercegovini.
73. Turner, J. A. (1928). Relation of the distributionof certain Compositae to the hydrogenconcentration of the soil. Bull. Torrey Bot. Club 55: 199-213.
74. Ungar, I. A. (1996). Effect of salinity on seed germination, growth and ionaccumulation of Atriplex patula (Chenopodiaceae). Am. J. Bot. 83 :604–607.
75. Ungar, I. A. (1995). Seed germination and seed-bank ecology U: halophytes.Pages 599–627 in J. Kigel and G. Galili, eds. Seed Development andGermination. New York: Marcel Dekker.

76. Van der Weide, R. Y. (1993.) Population dynamics and population control of *Galium aparine* L. Thesis, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
77. Van Tienderen, P. H., Van der Toorn, J. (1991). Genetic differentiation between populations of *Plantago lanceolata*. L. Local adaptation inthree contrasting habitats. Ecology 79: 27–42.
78. Werle, R., Sandell, D. L., Buhler, D. D., Hartzler, R. G., Lindquist, J. (2014). Predicting Emergence of 23 Summer Annual Weed Species. Weed Science. 62. 267-279.
79. 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.
80. Willemsen R. W., Rice E. L. (1972). Mechanism of seed dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. American Journal of Botany. 59: 248-257.
81. Wong, S. C. (1979). Elevated atmospheric partial pressure of CO_2 and plant growth. I. Interactions of nitrogen nutrition and photosynthetic capacity in C3 and C4 plants. Oecologia (Berlin) 44: 68-74.

6.1. Internetski izvori

1. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu <www.sumfak.unizg.hr>, pristupljeno 29. lipnja 2018.
2. MSU Weeds <http://www.msuweeds.com> , pristupljeno 1.veljače 2018.

Životopis

Nika Sveticki rođena je 10.11.1994. godine u Rijeci. Osnovnu školu dr. Branimira Markovića završila je 2009. godine u Ravnoj Gori. U srednjoj školi Delnice, 2013.g., završila je opću gimnaziju. Preddiplomski studij Zaštite bilja upisuje 2013.g., a 2016.g. diplomski studij Fitomedicine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom listopada 2016. i 2017. godine volontirala je na Danu otvorenih vrata Agronomskog fakulteta. Tijekom ljetnog semestra 2017. i zimskog semestra akademske godine 2017./2018., pohađala je tečaj engleskog jezika te položila B.1.2. razinu. Na 62. Seminaru biljne zaštite u Opatiji (2018.) sudjelovala je u studentskoj poster sekciji, kao koautorica rada „Prognoza zakorovljenosti jarih kultura''. Tijekom ljetnog semestra diplomskog studija (2018.) bila je demonstrator na modulu Zaštita ratarskih kultura od štetočinja. Koautor je preglednog rada „Metode prognoze zakorovljenosti poljoprivrednih usjeva“, objavljenog 2018. u časopisu Glasilo biljne zaštite. Članica je Hrvatskog društva biljne zaštite (HDBZ).