

Utjecaj predsjetvenih tretmana na klijavost sjemena pastrnjaka (*Pastinaca sativa* L.) dobivenog iz ekološkog uzgoja

Kovačec, Marija- Magdalena

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:204:838373>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-16**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ PREDSJETVENIH TRETMANA NA KLIJAVOST
SJEMENA PASTRNJAKA (*Pastinaca sativa* L.)
DOBIVENOG IZ EKOLOŠKOG UZGOJA**

DIPLOMSKI RAD

Marija-Magdalena Kovačec

Zagreb, rujan, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Biljne znanosti

**UTJECAJ PREDSJETVENIH TRETMANA NA KLIJAVOST
SJEMENA PASTRNJAKA (*Pastinaca sativa* L.)
DOBIVENOG IZ EKOLOŠKOG UZGOJA**

DIPLOMSKI RAD

Marija-Magdalena Kovačec

Mentor:

doc. dr. sc. Monika Vidak

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Marija-Magdalena Kovačec**, JMBAG 0178121724, rođena 24.12.2000. u Virovitici, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ PREDSJETVENIH TRETMANA NA KLIJAVOST SJEMENA PASTRNJAKA (*Pastinaca sativa* L.) DOBIVENOG IZ EKOLOŠKOG UZGOJA

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 **Marije-Magdalene Kovačec**, JMBAG 0178121724, naslova

UTJECAJ PREDSJETVENIH TRETMANA NA KLIJAVOST SJEMENA PASTRNJAKA (*Pastinaca sativa* L.) DOBIVENOG IZ EKOLOŠKOG UZGOJA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|---------------------------------------|--------|-------|
| 1. | doc. dr. sc. Monika Vidak | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc. Klaudija Carović-Stanko | član | _____ |
| 3. | izv. prof. dr. sc. Martina Grdiša | član | _____ |

Zahvala

Ovime zahvaljujem svojoj mentorici Moniki na neizmjernej pomoći, podršci, vodstvu i strpljenju tijekom izrade ovog diplomskog rada. Hvala Vam što ste uvijek bili tu da odgovorite na sva moja pitanja i usmjerite me u pravom smjeru. Vaša posvećenost i ohrabrenje značili su mi više nego što mogu izraziti.

Želim izraziti duboku zahvalnost svom tati Zvonimiru, koji mi je usadio ljubav prema poljoprivredi. Hvala ti, tata, na svim neprocjenjivim lekcijama, na nesebičnom dijeljenju svog iskustva i na beskrajnoj podršci. Zahvaljujući tebi, uvijek ću nastojati učiti i rasti, kako u poljoprivredi, tako i u životu.

Također želim zahvaliti Igoru koji mi je bio svakodnevna podrška u pisanju ovoga diplomskog rada. Njegova stalna ohrabrenja i poticaji davali su mi snagu da nastavim naprijed i ostvarim svoje ciljeve.

Želim zahvaliti svojoj mami Zdenki, sestri Luciji, bratu Saši i njegovoj obitelji na neizmjernej podršci tijekom cijelog studija. Njihova ljubav, razumijevanje i ohrabrenje bili su mi neprocjenjivi u svakom trenutku. Volim vas sve i hvala vam od srca.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj rada	2
2. Pregled literature	3
2.1. Sistematika pastrnjaka.....	3
2.2. Morfološka i biološka svojstva pastrnjaka	4
2.3. Dormantnost porodice štitarki (<i>Apiaceae</i>).....	7
2.4. Predsjetveni tretmani	8
2.4.1. Destilirana voda kao predsjetveni tretman.....	8
2.4.2. Biostimulatori	9
2.4.3. Ekstrakt od biljnog otpada	10
3. Materijali i metode	11
3.1. Biljni materijal.....	11
3.2. Pokus.....	11
3.3. Statistička obrada podataka	15
4. Rezultati i rasprava	18
4.1. Analiza varijance (ANOVA) za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka....	21
4.2. Razlike između predsjetvenih tretmana za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka.....	22
4.3. Razlike između sušenja za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka	23
5. Zaključak.....	24
6. Popis literature	25
Životopis	31

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Marije-Magdalene Kovačec**, naslova

UTJECAJ PREDSJETVENIH TRETMANA NA KLIJAVOST SJEMENA PASTRNJAKA (*Pastinaca sativa L.*) DOBIVENOG IZ EKOLOŠKOG UZGOJA

Pastrnjak je biljna vrsta iz porodice *Apiaceae* koja se koristi u prehrani i tradicionalnoj medicini zbog aktivnih spojeva koje imaju korisna farmakološka svojstva. Usprkos prehrambenoj važnosti, klijavost sjemena pastrnjaka je niska, što rezultira neujednačenim usjevima i otežava uzgoj, posebno u ekološkim uvjetima. S obzirom na spomenute izazove, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj predsjetvenih tretmana na klijavost i energiju klijanja sjemena pastrnjaka. Laboratorijskim pokusom istražen je utjecaj triju predsjetvenih tretmana (destilirana voda, biostimulator Eco Green i ekstrakt od biljnog otpada) na klijavost sjemena pastrnjaka, uz dva načina sušenja sjemena: između ubrusa i 24 h na sobnoj temperaturi. Rezultati su pokazali da predsjetveni tretmani nisu značajno utjecali na klijavosti sjemena, ali su ubrzali i ujednačili klijanje. Sušenje sjemena smanjilo je nepredvidivost i omogućilo ravnomjernije i brže klijanje. Tretman T11 (ekstrakt od biljnog otpada 24h + sušenje između ubrusa) istaknuo se s najviše proklijalih sjemenki, najmanjim prosječnim vremenom klijanja i najvišim indeksom klijanja.

Ključne riječi: biostimulatori, dormantnost, ekstrakt od biljnog otpada, svojstva klijavosti

Summary

Of the master's thesis – student **Marija-Magdalena Kovačec**, entitled

INFLUENCE OF SEED PRIMING ON GERMINATION OF PARSNIP (*PASTINACA SATIVA L.*) OBTAINED FROM ORGANIC FARMING

The parsnip is a plant species from the *Apiaceae* family that is used in nutrition and traditional medicine because of its active components that have useful pharmacological properties. Despite its nutritional importance, the germination capacity of parsnip seeds is low, resulting in uneven crops and making cultivation difficult, especially under ecological conditions. Given these challenges, this research aimed to investigate the impact of seed priming on germination and germination energy of parsnip seeds. The effect of three seed priming treatments (distilled water, biostimulator Eco Green and extract from plant waste) on germination, with two methods of seed drying: between towels and 24 h at room temperature was studied under laboratory conditions. The results showed that seed priming did not significantly increase the percentage of germination, but accelerated and uniform germination. Drying the seeds reduced the unpredictability and allowed a more uniform and faster germination. Treatment T11 (extract from plant waste 24h) stood out with most germinated seeds, the lowest average germination time and the highest germination index.

Keywords: biostimulators, dormancy, extract from plant waste, germination properties

1. Uvod

Pastrnjak (*Pastinaca sativa* L.) je dvogodišnja biljna vrsta koja pripada porodici štitarki (*Apiaceae*) (Averill i DiTommaso, 2007.). Kao monokarpna biljka, cvate i plodonosi samo jednom u svom životnom ciklusu, nakon čega obično nastupa senescencija (Tassie i Sherman, 2014.). Koristi se u ljudskoj prehrani, ali također ima i značajnu primjenu u ishrani stoke zbog bogatstva vlakana, škroba i šećera. Uz to, pastrnjak posjeduje izražena ljekovita svojstva, koja proizlaze iz prisutnosti aktivnih sastavnica poput furanokumarina, polisaharida i organskih kiselina. Navedene tvari očituju širok spektar farmakoloških svojstava, uključujući protuupalna, antispazmatična, vazodilatatorska, antifungalna, antimikrobna i antidepresivna (Kenari i sur., 2021.). Smatra se da pastrnjak potječe iz Euroazije, s područja između zapadnog Mediterana i Kavkaza (Rubatzky i Yamaguchi, 1997.), a postoje dokazi o upotrebi pastrnjaka kao izvora hrane još u doba starih Rimljana i Grka (Stolarczyk i Janick, 2011.). Rane srednjovjekovne mrkve (*Daucus carota* L.) i pastrnjaci bili su tanki, drvenasti i uglavnom prljavo bijele boje što je dovodilo do neuspjeha u razlikovanju između ova dva povrća. Rana je nomenklatura zbog toga dosta zbunjujuća i postoji neizvjesnost oko toga je li se izraz "*pastinaca*" koristio za pastrnjak ili mrkvu (Stolarczyk i Janick, 2011.). U srednjem vijeku, pastrnjak je postao izuzetno cijenjeno povrće u Europi, posebno kako su se razvijali mesnatiji i ukusniji korijeni. Često je bio korišten za zaslađivanje jela, što je bilo posebno značajno zbog nedostatka masovnog uvoza šećerne trske iz Novog Svijeta. Prije pojave krumpira u Europi, pastrnjak je bio ključna škrobna kultura (Stolarczyk i Janick, 2011.).

Pastrnjak je biljna vrsta koja se može uzgajati konvencionalnim, ali i ekološkim metodama. Ekološka poljoprivreda je sustav uzgoja koji koristi metode i resurse na održiv i ekološki prihvatljiv način, izbjegavajući sintetičke kemikalije i GMO. Podržava zdravlje tla, poboljšava ekosustave, smanjuje onečišćenje i eroziju te poboljšava ljudsko zdravlje osiguravajući hranu bez ostataka pesticida (Magdoff, 2007.).

Sjeme predstavlja ključni čimbenik u poljoprivredi, predstavljajući početnu točku životnog ciklusa biljaka (Nonogaki, 2006.; Nelson, 2018.). Njegova važnost ogleda se u tome što sjeme sadrži genetske informacije potrebne za rast i razvoj biljaka. Osim što je nositelj genetske raznolikosti, sjeme je temeljni resurs u održavanju usjeva i opskrbi hranom globalne populacije (Nonogaki, 2006). Općenito je produktivnost biljaka definirana sjemenom i brzinom klijanja koje se ističe kao ključna faza u životnom ciklusu biljaka te se njime utvrđuje vitalnost i produktivnost usjeva (Bentsinka i Koornneef, 2008.; Copeland i McDonald, 2012.; Rajjou i sur., 2012.). Međutim, usprkos očitj važnosti, mnoge biljne vrste suočavaju se s izazovom dormantnosti sjemena, fenomenom koji može značajno utjecati na procese klijanja, rasta i razvoja (Penfield, 2017.). Biljke iz porodice štitarki suočavaju se s ovim problemom, što im uvelike otežava klijanje sjemena (Ashtari i sur., 2013.). Pastrnjak se smatra jednom od povrtnih vrsta koja teško klije, s uobičajenom stopom uspješnosti između 40 i 60 % (Robinson, 1954.; Pardilhó i sur., 2023.). Kako bi se prevladala dormantnost, primjenjuju se razni predstavljeni tretmani sjemena (Hasanuzzaman i Fotopoulos, 2019.). Oni ne samo da potiču klijanje

dormantnih sjemenki, već značajno doprinose poboljšanju klijanja, vitalnosti sjemena te jednolikosti u skupinama sjemena različite zrelosti (Rao i sur., 2019.). Predsjetveni tretmani uključuju različite metode, kao što su namakanje sjemena u vodi (*hydropriming*), upotreba biostimulatora i ekstrakta od biljnog otpada, s ciljem suzbijanja dormantnosti i poboljšanja vitalnosti sjemena (Calvo i sur., 2014.; Rao i sur., 2019.; Waqas i sur., 2019.).

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi utjecaj predsjetvenih tretmana na klijavost i energiju klijanja sjemena pastrnjaka (*Pastinaca sativa* L.) dobivenog iz ekološkog uzgoja.

2. Pregled literature

2.1. Sistematika pastrnjaka

Porodica štitarki (*Apiaceae*) jedna je od najvećih biljnih porodica, obuhvaćajući više od 3 700 vrsta biljaka distribuiranih u oko 434 roda (Sayed-Ahmad i sur., 2017.; Thiviya i sur., 2021.). Ova raznolika porodica je široko rasprostranjena diljem svijeta, nalazeći se u različitim staništima, od sjevernih umjerenih područja do velikih nadmorskih visina u tropima (Sayed-Ahmad i sur., 2017.). Smatra se globalno prisutnom porodicom, pri čemu Azija prednjači s najvećim brojem rodova (289), od kojih je većina endemična (177), dok slijede Europa sa 126 i Afrika sa 121 rodom (Thiviya i sur., 2021.). Ova porodica obuhvaća mnoge biljne vrste koje se koriste kao povrće, začini ili u medicinske svrhe, uključujući pastrnjak, mrkvu, korijandar (*Coriandrum sativum* L.), kopar (*Anethum graveolens* L.), peršin (*Petroselinum crispum* L.), celer (*Apium graveolens* L.) i mnoge druge (Tassie i Sherman, 2014.).

Klasifikacija pastrnjaka prikazana je u Tablici 1. Latinsko ime *pastinaca* navodno potječe od latinske riječi *pastino* što znači "priprema tla za sadnju vinove loze", ali bi moglo potjecati i od latinske riječi *pastus*, što znači "hrana" misleći na jestivi korijen dok *sativa* znači "posijano", što znači da je biljka kultivirana (Averill i sur., 2007.).

Tablica 2.1. Sistematska klasifikacija pastrnjaka

Carstvo	<i>Plantae</i>
Koljeno	<i>Magnoliophyta</i>
Razred	<i>Magnoliopsida</i>
Red	<i>Apiales</i>
Porodica	<i>Apiaceae</i>
Rod	<i>Pastinaca</i>
Vrsta	<i>Pastinaca sativa</i> L.

Izvor: New world encyclopedia, 2024.

2.2. Morfološka i biološka svojstva pastrnjaka

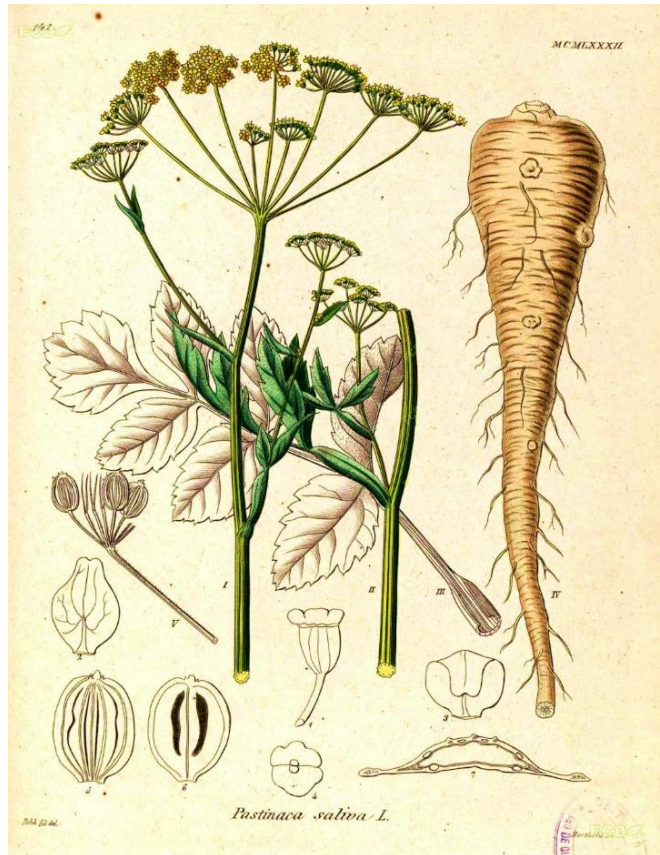
Pastrnjak je dvogodišnja povrtna biljna vrsta čiji je najkarakterističniji dio zadebljali krem bijeli korijen koji može narasti do prosječne dužine od 25 cm (Slika 1.) (Lukasko i Hausbeck, 2024.). Osim glavnog vretenastog korijena, razvija se i sekundarno korijenje koje raste paralelno s površinom tla, što doprinosi njegovoj jakoj upojnoj moći (Rubatzky i sur., 1999.). Najširi dio primarnog korijena može doseći promjer do 10 cm, a sam korijen može težiti i do 500 grama (Lešić i sur., 2004.).



Slika 1. Pastrnjak

Izvor: Pšeno d.o.o., 2024.

U prvoj se godini osim korijena razvija i rozeta listova (Hulina, 2011.). Ona se sastoji od neparno perastih listova naizmjeničnog rasporeda koji su prekriveni dlačicama na naličju (Lešić i sur., 2004.; Hulina, 2011.). Listovi su krupniji i bujniji nego kod peršina i mrkve (Rubatzky i sur., 1999.; Lešić i sur., 2004.), a u svome sastavu sadrže furanokumarine koji mogu djelovati alergeno na pojedine osobe, pa s njima treba rukovati s oprezom (Lešić i sur., 2004.). U drugoj vegetacijskoj godini pastrnjak formira bujnu, razgranatu stabljiku, visoku 1-1,6 m (Lešić i sur., 2004.; Lim, 2014.). Na vrhovima grana se formiraju sitni žuti cvjetovi, u obliku kišobrana, karakteristični za porodicu štitarki (Slika 2.) (Rubatzky i sur., 1999.). Cvatnja se odvija u srpnju i kolovozu (Grlić, 1990.). Plod pastrnjaka (Slika 3.) je spljošteni kalavac jajolikog oblika čije su dimenzije obično 5-6 x 4-6 mm (Lim, 2014.). Sastoji se od dva merikarpa u kojima se nalazi po jedna smeđa sjemenka. Masa 1000 sjemenki je 3-4 g, a u jednom gramu se nalazi otprilike 275 sjemenki (Rubatzky i sur., 1999.). Razvoj klice često je vrlo spor ili nepotpun i stoga je niska sposobnost preživljavanja često odgovorna za sporo i neujednačeno klijanje sjemena pastrnjaka (Rubatzky i sur., 1999.).



Slika 2. Morfologija pastrnjaka (*Pastinaca sativa* L.)
Izvor: Plants of the World Online, 2024.



Slika 3. Plod pastrnjaka
Autor: Marija-Magdalena Kovačec, 2024.

Pastrnjak preferira jednostavne uvjete rasta, pri čemu vegetacija obično traje od 180 do 220 dana do potpunog tehnološkog sazrijevanja (Lešić i sur., 2004.). Zahtijeva hladnu umjerenu klimu (Rana, 2017.) s optimalnim temperaturama za rast i razvoj između 16°C i 20°C (Lešić i sur. 2004.; Rana, 2017.). Previsoke temperature mogu dovesti do usporavanja rasta i opekotina na vegetativnim dijelovima biljke (Lešić i sur. 2004.; Rana, 2017.). S druge strane, pastrnjak može podnijeti niske temperature do 4°C, a korijen može podnijeti i mraz (Lešić i sur. 2004.; Rana, 2017.). Kako bi pastrnjak prešao u fazu cvatnje potrebna je duža izloženost nižim temperaturama (1-10°C) (Lešić i sur., 2004.) Idealna temperatura tla za klijanje sjemenki pastrnjaka je između 10 i 21°C. Klijanje je sporo, čak i u idealnim poljskim uvjetima, a u suboptimalnim uvjetima, klijanje može trajati više od 4 tjedna. Nakon klijanja, ne smije se dopustiti da se površina tla isuši jer bi se sadnice mogle osušiti (Rana, 2017.). Pastrnjak preferira sunčana područja, ali može se uzgajati i u polusjeni (Lim, 2014.; Tassie i Sherman, 2014.). Uspijeva na različitim tipovima tla, ali nikako ga ne treba uzgajati na poplavnim područjima (Tassie i Sherman, 2014.). Najviše preferira vlažna do umjereno vlažna, plodna, ilovasta tla neutralne do alkalne reakcije (Lešić i sur., 2004.; Lim, 2014.). Ovisno o tipu tla, udjelu organske tvari i uvjetima uzgoja određuje se hoće li se i koliko često navodnjavati usjev. Navodnjavanje od 24 do 40 mm provodi se svakih 7-10 dana ili prema potrebi (Rana, 2017.). Ako se pastrnjak uzgaja na aluvijalnim tlima uz rijeke, navodnjavanje nije potrebno zbog dubokog korijena koji iskorištava vodu iz dubljih dijelova tla (Lešić i sur, 2004.).

Pastrnjak je kultura koja se može uzgajati i konvencionalnim i ekološkim metodama. U konvencionalnom uzgoju često se koriste kemijski pesticidi i gnojiva za povećanje prinosa i kontrolu štetočina. S druge strane, ekološki uzgoj koristi prirodne metode, smanjujući upotrebu sintetičkih kemikalija i čuvajući kvalitetu tla i vode. Ekološki uzgojen pastrnjak pridonosi očuvanju okoliša, promiče bioraznolikost i osigurava sigurniju hranu za potrošače (Wood, 2003.).

Pastrnjak je svestrano i hranjivo korjenasto povrće koje nudi širok spektar esencijalnih vitamina, minerala i prehrambenih vlakana (Castro i sur., 2012.). Sadrži male količine masnoća i natrija, što ga čini zdravim dodatkom prehrani (Rana, 2017.). Na 100 grama sadrži otprilike 75 kalorija, 18 g ugljikohidrata, 1,2 g proteina i 0,2 g masnoća, a posebno je bogat kalijem, ključnim za održavanje zdravog krvnog tlaka i funkcije srca (Pokluda, 2012.; Lim, 2015.; Rana, 2017.). Također sadrži značajne količine vitamina C, K, folne kiseline i vitamina E (Lim, 2015.; Rana, 2017.), koji su važni za funkciju imunološkog sustava, zgrušavanje krvi i zaštitu od oksidativnog stresa. Prehrambena vlakna u pastrnjaku pomažu u regulaciji rada crijeva, snižavanju kolesterola i održavanju zdravog crijevnog mikrobioma (Castro i sur., 2012.). Pastrnjak također sadrži antioksidanse koji štite tijelo od oksidativnog stresa i upala, iako sadrži i prirodne spojeve poput furanokumarina koji mogu izazvati upalu kože kod nekih ljudi (Lešić i sur., 2004.; Kenari i sur., 2021.). U kulinarstvu se koristi sirov, kuhan, pržen ili pečen, a čest je sastojak juha, gulaša i pita. Također se koristi za spravljanje džemova, pekmeza i brašna, a u Britaniji i Irskoj za proizvodnju vina i piva (Lim, 2015.).

2.3. Dormantnost porodice štitarki (*Apiaceae*)

Biljke su evoluirale s različitim mehanizmima preživljavanja kako bi se prilagodile različitim uvjetima okoliša. Jedan od tih mehanizama je dormantnost, prirodna reakcija na nepovoljne uvjete u prirodi (Ashtari i sur., 2013.). Kroz dormantnost, biljke privremeno prestaju aktivno rasti i razvijati se kako bi preživjele nepovoljne uvjete poput suše, hladnoće ili nedostatka svjetlosti (Bentsink i Koornneef, 2008.). Ovaj adaptivni odgovor omogućuje biljkama da očuvaju energiju i resurse sve dok se uvjeti ne poboljšaju te da reduciraju međusobnu konkurenciju jedinki unutar iste vrste i smanje klijanje izvan uvjeta pogodnih za klijanje (Finkelstein i sur., 2008.; Penfield, 2017.). Dormantnost može biti prisutna u različitim dijelovima biljke, uključujući sjeme, pupoljke i korijenje (Graeber i sur., 2012.). Kada uvjeti ponovno postanu povoljni, biljke izlaze iz dormantnog stanja i nastavljaju svoj normalan rast i razvoj. Iako dormantnost sjemena osigurava preživljavanje biljke i regeneraciju na prirodnom staništu, ova karakteristika nije poželjna u poljoprivredi (Gupta i sur., 2022.).

Biljke iz porodice štitarki, poznate su po dugom periodu dormantnosti i vrlo sporom, neujednačenom klijanju (Ashtari i sur., 2013.). Mnogobrojnim istraživanjima je utvrđeno da je sjeme mnogih vrsta ove porodice dormantno, dok istovremeno postoje različiti prirodni mehanizmi unutar biljaka koji odgađaju proces klijanja (Finch-Savage i Leubner-Metzger, 2006.; Ashtari i sur., 2013.; Pardilhó i sur., 2023.). Prisutnost nedovoljno razvijenih klica uobičajena je pojava, no vrsta dormantnosti i uvjeti koji potiču rast i klijanje klice razlikuju se među biljnim vrstama iz porodice štitarki. Tipovi dormantnosti sjemena vrsta koje se nalaze u porodici štitarki uključuju morfološku i morfofiziološku dormantnost (MPD) (Baskin i Baskin, 1998.). Finch-Savage i Leubner-Metzger (2006.) sugeriraju da se morfološka dormantnost manifestira u sjemenkama koje imaju nedovoljno razvijenu klicu, u smislu veličine, ali je ipak normalno diferencirana. Potrebno je samo određeno vrijeme da bi pokrenuo svoje procese rasta i klijanja. S druge strane MPD, osim što sadrži nedovoljno razvijenu klicu, sadrži i fiziološke komponente dormantnosti kojima su potrebni dodatni tretmani za prekid dormantnosti. Ti tretmani uključuju primjerice stratifikaciju i korištenje giberelinske kiseline (Čmelik i Perica, 2007.). Smatra se da je MPD podijeljena u osam tipova ovisno o temperaturnim zahtjevima za prekid mirovanja i rast klice te sposobnosti giberelinske kiseline (GA3) da prevlada dormantnost (Baskin i Baskin, 2004.). Sjeme pastrnjaka pokazuje morfološku dormantnost (Baskin i Baskin, 1979.; Baskin i Baskin, 1990.). Kod ove vrste dormantnosti, povoljni uvjeti vlage i temperature dovode izravno do rasta klice i konačno do klijanja no takve je uvjete često vrlo teško postići (Baskin i Baskin, 2004.).

2.4. Predsjetveni tretmani

Glavni aspekti rasta usjeva, poput ujednačenog klijanja sjemena, ranog rasta klijanaca i ujednačenog razvoja biljaka, predstavljaju izazove za poljoprivrednike (Hasanuzzaman i Fotopoulos, 2019.). Niski prinosi često su rezultat problema s dormantnošću sjemena i neujednačenim klijanjem, što može dovesti do nepostojane ili slabije uspostave usjeva (Penfield, 2017.). Znanstvenici su stoga svoje vrijeme posvetili istraživanju novih metoda kako bi povećali prinos usjeva koristeći raspoložive resurse. Uz to, postizanje visoke kvalitete sjemena sve više postaje prioritet zbog zahtjeva tržišta za visokim standardima u poljoprivredi. Brzo i ravnomjerno nicanje ključno je za uspjeh usjeva, budući da spor proces klijanja može izložiti mlade biljke nepovoljnim uvjetima okoliša i bolestima koje se prenose tlom (Paparella i sur., 2015.). Predsjetveni tretmani sjemena jedno su od efikasnih rješenja koja mogu omogućiti brzo i ravnomjerno nicanje sadnica što je ključno za uspješno uspostavljanje usjeva (Paparella i sur., 2015.). Oni potiču specifične fiziološke procese u stanicama biljaka tretmanom sjemena različitim prirodnim i sintetičkim spojevima prije faze klijanja (Jisha i sur., 2013.). Predsjetveni tretmani zapravo predstavljaju proces močenja sjemena u otopinama na bazi vode tijekom kojih se sjeme rehidrira. Na taj način se iniciraju metabolički procesi koji se obično aktiviraju tijekom početne faze klijanja (Paparella i sur., 2015.). Predsjetveni tretmani koriste se i za poboljšavanje postotka, brzine i ujednačenosti klijavosti vrsta iz porodice štitarki (Spurr i sur., 2020.). Provedena su istraživanja u kojima je sjeme močeno u aeriranoj vodi na niskim temperaturama te su rezultati pokazali bolju klijavost kod celera (Finch-Savage, 1984.) i pastrnjaka (Gray i Steckel, 1977.) u odnosu na netretirano sjeme, dok je tretiranje sjemena mrkve sa 30 %-tnim polietilenom glikolom (PEG) u periodu od 72 sata pri stresnim temperaturama od 35 °C također pokazalo poboljšanu klijavost (Nascimento i Pereira, 2007.). Provedena su i brojna istraživanja na vrstama iz porodice štitarki koje se suočavaju s problemom dormantnosti korištenjem *hydropriming*-a, biostimulatora i ekstrakta od biljnog otpada čime je utvrđeno njihovo pozitivno djelovanje na svojstva klijavosti (Calvo i sur., 2014.; Rao i sur., 2019.; Waqas i sur., 2019.).

2.4.1. Destilirana voda kao predsjetveni tretman

Namakanje sjemena u vodi ili tehnika poznatija pod nazivom *hydropriming* koristi se kao predsjetveni tretman u svrhu rehidriranja sjemena, koja je ekološki prihvatljiva budući da se koristi čista voda (Lutts i sur., 2015). Sjeme se namače pod optimalnim temperaturnim uvjetima, obično između 5 i 20 °C (Paparella i sur., 2015.) nakon čega slijedi površinsko sušenje sjemena ili sušenje do početne težine sjemena (Hasanuzzaman i Fotopoulos, 2019.). Istraživanja su pokazala da *hydropriming* može poboljšati ujednačenost nicanja, vigor sadnica i produktivnost usjeva u optimalnim i suboptimalnim uvjetima (Hasanuzzaman i Fotopoulos, 2019.). Mnogobrojnim istraživanjima je utvrđeno da predsjetveni tretman destiliranom vodom poboljšava klijanje i nicanje vrsti iz porodice štitarki (Elyasi Rad i sur., 2016.; Nimac i sur., 2018.; Rouhi i sur., 2018.). Tako su Eisvand i sur. (2011.) utvrdili kod dva kultivara mrkve

da su najviši indeks vigora i klijavosti te dužina korijena bili nakon korištenja *hydropriming*-a u odnosu na *hormonal priming* (giberelinska i salicilna kiselina u 4 različite koncentracije). Khan i sur. (2017.) utvrdili su da je 24-satni tretman destiliranom vodom ubrzao prosječno vrijeme klijanja, povećao indeks klijavosti i energiju klijanja kod peršina.

2.4.2. Biostimulatori

Iako ne postoji zakonska ili regulatorna definicija biostimulatora, postoje brojne interpretacije koje opisuju ovaj pojam na različite načine. Prema du Jardinu (2012.; 2015.) one se obično slažu oko tri karakteristike: nisu gnojiva, nisu fitosanitarni proizvodi i njihova se definicija temelji na njihovoj funkciji. S obzirom na sve učestaliju upotrebu biostimulatora, Europski parlament i Vijeće su prema Uredbi (EU) 2019/1009 odlučili dati svoju definiciju koja glasi: „Određene tvari, smjese i mikroorganizmi, koje se obično naziva biljnim biostimulatorima, nisu sami po sebi inputi hranjiva, ali pospješuju prirodne procese ishrane biljaka. Kad se takvim proizvodima samo namjerava poboljšati učinkovitost biljaka u iskorištavanju hranjiva, otpornost na abiotički stres, kvalitativna svojstva ili poboljšanje dostupnosti hranjiva zarobljenih u tlu ili rizosferi, oni su po svojoj prirodi sličniji gnojidbenim proizvodima nego većini kategorija proizvoda za zaštitu bilja.“ Biostimulatori obično imaju puno više funkcija od navedenih jer ne postoji točno određen način djelovanja biostimulatora s obzirom da potječu od vrlo široke palete anorganskih i organskih materijala (Brown i Saa, 2015.). Oni mogu potaknuti učinkovitije korištenje vode iz tla, olakšavati asimilaciju hranjivih tvari i njihovu translokaciju i upotrebu, poboljšati učinkovitost metabolizma biljke u svrhu povećanja prinosa i kvalitete usjeva, poboljšati kvalitetu proizvoda, uključujući sadržaj šećera, boju i sjeme plodova (Calvo i sur., 2014.). Biostimulatori također imaju potencijal prekinuti dormantnost i poboljšati klijavost mnogih biljnih vrsta mijenjanjem fizioloških procesa u sjemenu čak i pod abiotskim stresom (Gupta i sur., 2022.). Još jedna prednost biostimulatora je što se mogu koristiti i u ekološkoj poljoprivredi (De Pascale i sur., 2017.).

Biostimulator Eco Green tvrtke Agroledina d.o.o. je prirodni mineralni prah dobiven tribomehaničkom aktivacijom kalcita. Ovaj proces koristi nanotehnologiju kako bi stvorio prah s mikronskim i nano dimenzijama, povećavajući aktivnost i topivost minerala. Eco Green se primjenjuje folijarnim putem, što znači da se prska po lišću biljaka, ali se može koristiti i na drugim dijelovima biljaka, na primjer kao predsjetveni tretman. Priprema se lako rastapanjem praha u vodi, stvarajući koloidnu otopinu koja poboljšava fotosintezu i sudjeluje u složenijim procesima od klijanja sjemena do sazrijevanja plodova. Primjena Eco Greena povećava imunitet i rezistentnost biljaka na štetnike, bolesti i abiotske stresove te povećava kakvoću plodova i urod. Zbog prirodnog podrijetla i načina dobivanja, Eco Green je siguran za ekološku poljoprivredu te ne pokazuje toksične učinke na biljke, bez obzira na dozu primjene. Njegova učinkovitost potvrđena je u pokusima i praktičnim primjenama na velikim površinama. Eco Green pridonosi reguliranju ekoloških vrijednosti, omogućujući proizvodnju zdrave hrane i poboljšanje otpornosti biljaka na abiotske stresove (Agroledina j.d.o.o., 2024).

2.4.3. Ekstrakt od biljnog otpada

Nedavna istraživanja sve više koriste biljne ekstrakte u poljoprivredne svrhe, posebice u predsjetvenim tretmanima sjemena jer mogu značajno povećati klijanje sjemena (Yasmeen i sur., 2013.; Waqas i sur., 2019.; Balenović, 2020.). Vodeni ekstrakti, kao najznačajnija vrsta ekstrakata, koriste vodu kao otapalo za izdvajanje različitih spojeva i elemenata iz biljnog materijala. Zbog svoje jednostavne primjene, niske cijene, ekološke prihvatljivosti i prirodnih sastojaka koji potiču klijanje i rast biljaka, biljni ekstrakti su vrlo korisni (Hamd i Hamza, 2023.). Na primjer, kora banane bogata je dušikom i kalijem, ključnim elementima za rast biljaka. Limunska kiselina, kao jedan od najvažnijih neenzimskih antioksidansa, također ima važnu ulogu u predsjetvenim tretmanima, dobro se otapa u vodi i dodatno potiče rast biljaka (Hamd i Hamza, 2023.).

Korištenje ekstrakata od biljnog otpada predstavlja održiv pristup poljoprivredi. Ekstrakt od biljnog otpada dobiva se namakanjem komposta u vodi s ciljem prijenosa topljivih organskih tvari, blagotvornih mikroorganizama i hranjivih tvari u otopinu (Mohd Din i sur., 2017.). Ekstrakti dobiveni iz ostataka voća i povrća mogu poslužiti kao prirodni stimulansi za klijanje sjemena, poboljšavajući vitalnost sjemena i ubrzavajući proces klijanja (Ahmad i sur., 2017.) što smanjuje potrebu za kemijskim tretmanima i doprinosi zdravlju tla.

3. Materijali i metode

3.1. Biljni materijal

Istraživanje, kojim se utvrđivao utjecaja predstjetvenih tretmana na klijavost i energiju klijanja sjemena pastrnjaka (*Pastinaca sativa* L.), provedeno je na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu, Zavodu za biljnu bioraznolikost u razdoblju od 27. veljače do 29. ožujka 2024. godine.

U pokusu je korišteno sjeme pastrnjaka dobiveno iz ekološkog uzgoja tvrtke Rein Saat (Slika 4.).



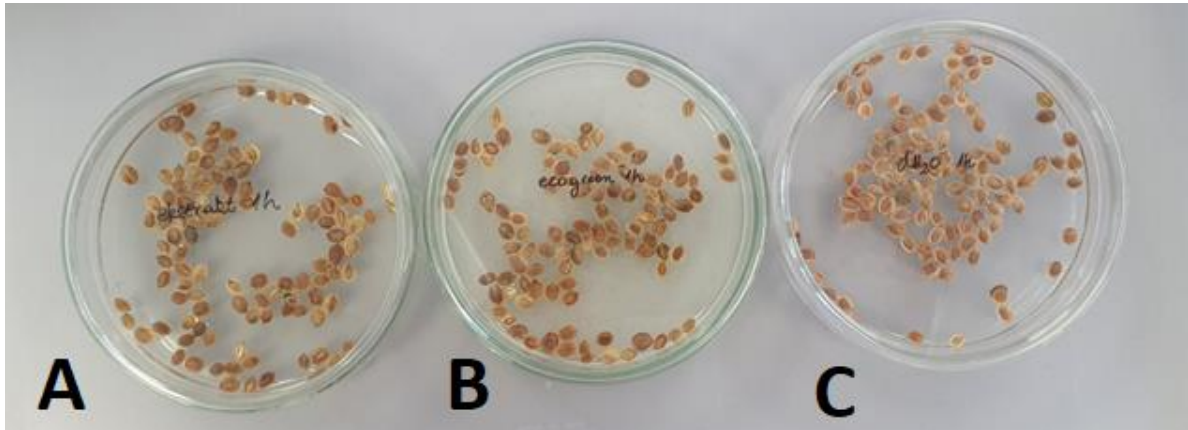
Slika 4. Sjemena pastrnjaka iz ekološkog uzgoja tvrtke Rein Saat

Autor: Marija-Magdalena Kovačec, 2024.

3.2. Pokus

Za istraživanje utjecaja različitih predstjetvenih tretmana dopuštenih u ekološkoj proizvodnji na klijavost sjemena pastrnjaka, korišteno je ukupno 700 sjemenki. Od tog broja, 100 sjemenki je predstavljalo kontrolu, dok je po 200 sjemenki predtretirano s destiliranom vodom (dH₂O), biostimulatorom Eco Green i ekstraktom od biljnog otpada. Od tih 200 sjemenki 100 sjemenki je bilo močeno u periodu od 1 sat (Slika 5.), dok je drugih 100 sjemenki bilo podvrgnuto močenju tijekom 24 sata.

Ekstrakt od biljnog otpada napravljen je natapanjem biljnih ostataka u destiliranoj vodi u omjeru 1:10 u trajanju od 24 sata, potom je glavni ekstrakt (Slika 6.) procijeđen kroz sitno sito te nadalje korišten za dobivanje 20%-tnog ekstrakta njegovim razrjeđivanjem (Balenović, 2020.; Hamd i Hamza, 2023.). Otopina biostimulatora Eco Green i destilirane vode dobivena je prema uputama proizvođača. Pokus se sastojao od ukupno 12 tretmana plus kontrola (Tablica 3.2.1.) pri čemu je svaki od njih bio postavljen u dva ponavljanja.



Slika 5. Predtretiranje sjemena pastrnjaka ekstraktom od biljnog otpada (A), biostimulatorom Eco Green (B) i destiliranom vodom (C) u trajanju od 1h

Autor: Marija-Magdalena Kovačec, 2024.



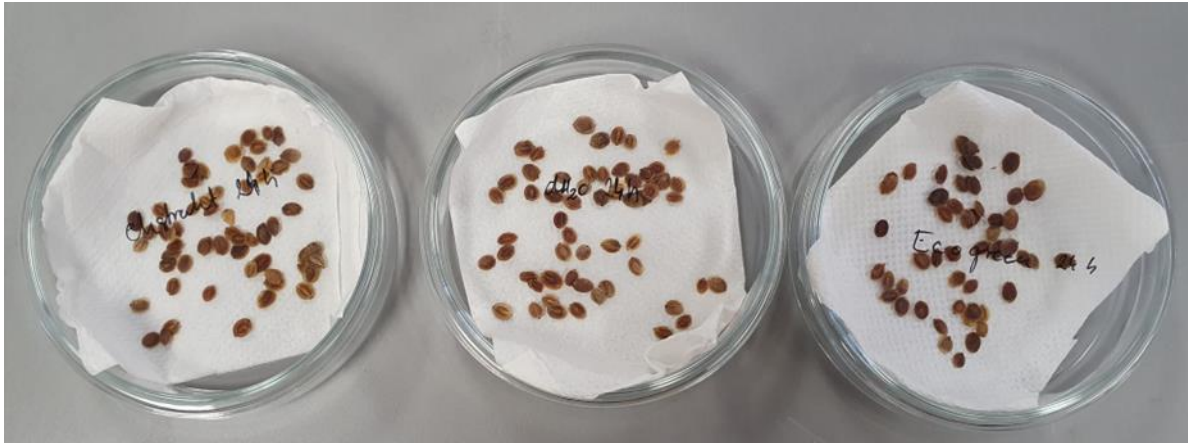
Slika 6. Ekstrakt od biljnog otpada (kora od banane, ostaci cherry rajčica, kruške i matovilca iz ekološke proizvodnje)

Autor: Marija-Magdalena Kovačec, 2024.

Tablica 3.2.1. Predsjetveni tretmani korišteni u pokusu

NAZIV TRETMANA	OZNAKA TRETMANA	TRETMAN	SUŠENJE
Kontrola	K	bez predtretmana + naklijavanje na dH ₂ O	/
Tretman 01	T01	predtretman s dH ₂ O 1 h	sušenje između ubrusa
Tretman 02	T02	predtretman s dH ₂ O 1 h	sušenje na sobnoj temperaturi 24 h
Tretman 03	T03	predtretman s dH ₂ O 24 h	sušenje između ubrusa
Tretman 04	T04	predtretman s dH ₂ O 24 h	sušenje na sobnoj temperaturi 24 h
Tretman 05	T05	predtretman s Eco Green 1 h	sušenje između ubrusa
Tretman 06	T06	predtretman s Eco Green 1 h	sušenje na sobnoj temperaturi 24 h
Tretman 07	T07	predtretman s Eco Green 24 h	sušenje između ubrusa
Tretman 08	T08	predtretman s Eco Green 24 h	sušenje na sobnoj temperaturi 24 h
Tretman 09	T09	predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 1 h	sušenje između ubrusa
Tretman 10	T10	predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 1 h	sušenje na sobnoj temperaturi 24 h
Tretman 11	T11	predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 24 h	sušenje između ubrusa
Tretman 12	T12	predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 24 h	sušenje na sobnoj temperaturi 24 h

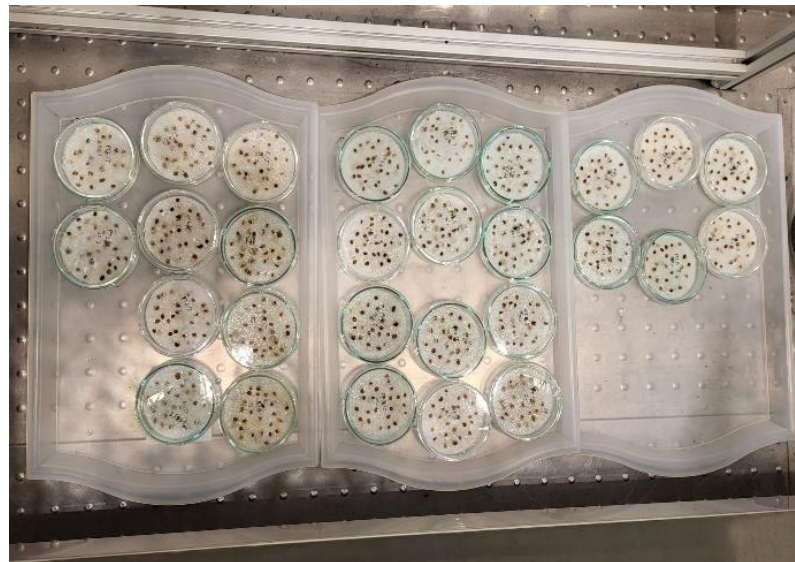
Nakon močenja, sjeme je pažljivo isprano pod tekućom i destiliranom vodom, te je po 50 sjemenki bilo osušeno samo između papirnatih ubrusa i odmah stavljano na naklijavanje, dok je drugih 50 sjemenki bilo sušeno na sobnoj temperaturi tijekom 24 sata (Slika 7.) i tada stavljano na naklijavanje.



Slika 7. Sušenje sjemena pastrnjaka na sobnoj temperaturi 24h

Autor: Marija-Magdalena Kovačec, 2024.

Sjeme iz istog predtretmana (dH₂O, biostimulator i ekstrakt) je naklijavano u četiri petrijeve zdjelice u dva dijela u komori za ispitivanje klijavosti (Slika 8.). Prvi dio pokusa (2 petrijeve zdjelice sa po 25 sjemenki) odnosio se na sušenje sjemena između ubrusa, dok se drugi dio (2 petrijeve zdjelice sa po 25 sjemenki) odnosilo na sušenje sjemena u trajanju od 24 sata na sobnoj temperaturi. Temperatura je održavana na konstantnih 25 °C uz režim osvjetljenja dan/noć od 16/8 sati. Svaka dva dana tijekom perioda od 28 dana (ISTA, 1993.) utvrđen je broj proklijalih sjemenki (korjenčić veličine ≥ 2 mm).



Slika 8. Naklijavanje sjemena u komori za ispitivanje klijavosti

Autor: Marija-Magdalena Kovačec, 2024.

3.3. Statistička obrada podataka

Nakon završetka pokusa izračunata su sljedeća svojstva klijavosti prema formulama koje slijede u nastavku:

Klijavost (*Germinability, G*; %), koja predstavlja broj prokljalih sjemenki (Scott i sur., 1984.), a izračunava se prema formuli:

$$G = \frac{n_k}{n} \times 100$$

n_k – broj prokljalih sjemenki

n – ukupan broj sjemenki u pokusu

Prosječno vrijeme klijanja (*Mean germination time, MGT*; dan) se izračunava prema formuli (Ranal i sur., 2009.):

$$MGT = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

t_i – vrijeme od početka pokusa do vremena opažanja (i)

n_i – broj prokljalih sjemenki u vremenu i

k – posljednji dan klijanja

Koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (*Coefficient of variation of the germination time, CV_t*; %) se izračunava prema formuli (Ranal i sur., 2009.):

$$CV_t = \frac{s_t}{\bar{t}} 100$$

s_t – standardna devijacija vremena klijanja

\bar{t} – prosječno vrijeme klijanja

Srednja stopa klijavosti (*Mean germination rate, MR*) izračunava se kao recipročna vrijednost srednjeg vremena klijanja prema formuli (Ranal i sur., 2009.):

$$MR = 1/\bar{t}$$

Pouzdanost procesa klijanja (*Uncertainty of the germination process, U*) se izračunava prema formuli (Ranal i sur., 2009.):

$$U = - \sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i$$

a f_i prema formuli :

$$f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

f_i – relativna učestalost klijanja

n_i – broj prokljalih sjemenki u vremenu (i)

k – posljednji dan opažanja

Ujednačenost procesa klijanja (*Synchrony of the germination process, Z*) se izračunava prema formuli:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^k C_{n_i 2}}{C_{\sum n_i 2}}$$

pri čemu je:

$$C_{n_i 2} = \frac{n(n_i - 1)}{2}$$

$C_{n_i 2}$ – kombinacija sjemenka kljalog dva po dva u vremenu (i)

n_i – broj prokljalih sjemenki u vremenu (i)

Z – kvocijent između sume parcijalne kombinacije prokljalih sjemenki (dvije po dvije) u vremenu (i) i konačnog broja prokljalih sjemenki na kraju pokusa, pretpostavljajući da se klijanje sjemenki koje su kljale u određenom vremenu događalo simultano (Ranal i sur., 2009.)

Indeks klijavosti (*Germination index, GI*) prema formuli (Farooq i sur., 2005.; AOSA, 1983.):

$$GI = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{t_i}$$

t_i – vrijeme od početka pokusa do vremena opažanja i

n_i – broj prokljalih sjemenki u vremenu i

k – posljednji dan klijanja

Jednosmjerna analiza varijance (*One-way ANOVA*) provedena je kako bi se utvrdile značajne razlike između tretmana za navedena svojstva klijanja. Dvosmjerna analiza varijance (*Two-way ANOVA*) provedena je kako bi se utvrdile značajne razlike za navedena svojstva klijanja u kombinaciji sa sušenjem. Analiza je provedena korištenjem naredbe PROC GLM u programu SAS (SAS Institute, 2004.). Razlike između prosječnih vrijednosti kvantitativnih svojstava između tretmana utvrđene su pomoću Tukeyjevog testa, s pragom značajnosti postavljenim na $P < 0.05$.

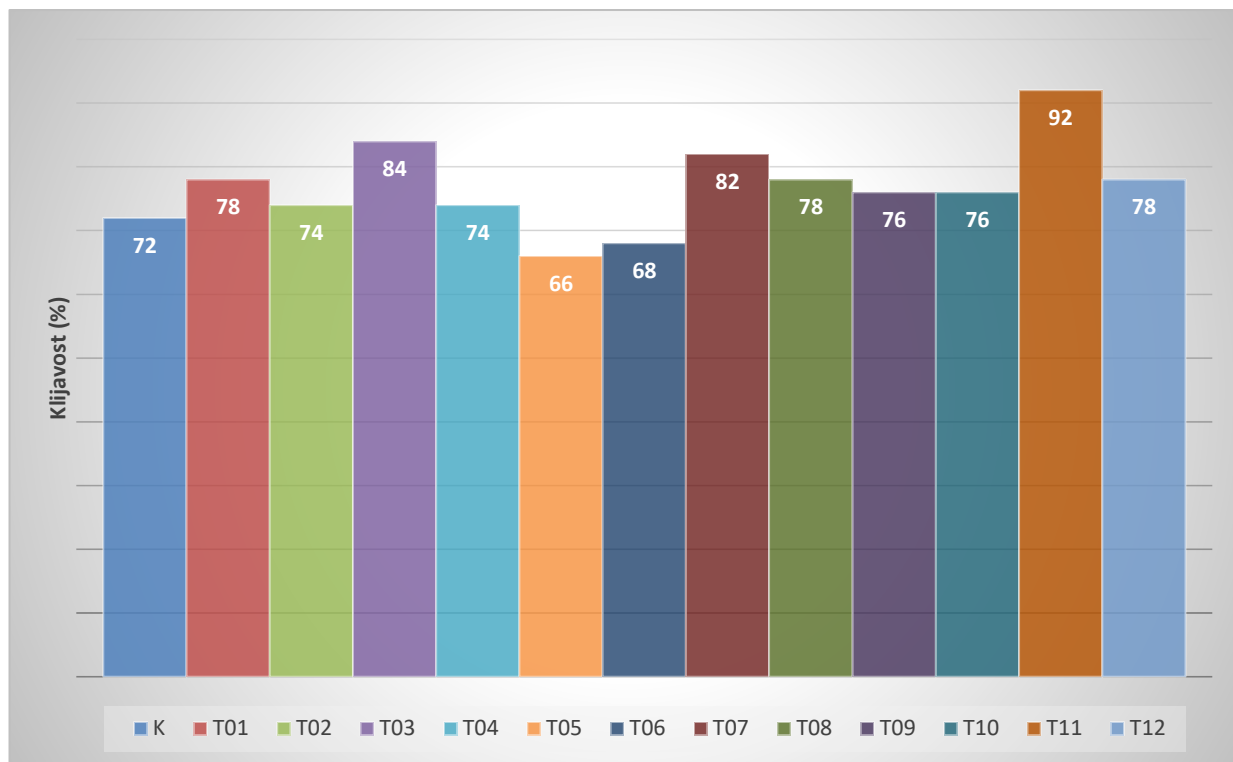
4. Rezultati i rasprava

Biljke iz porodice štitarki, kojima pripada pastrnjak, karakterizira duga dormantnost i sporo, neujednačeno klijanje (Ashtari i sur., 2013.). Mnogim istraživanjima je utvrđeno da je sjeme većine vrsta ove porodice dormantno, dok različiti prirodni mehanizmi u biljkama odgađaju klijanje (Finch-Savage i Leubner-Metzger, 2006.; Ashtari i sur., 2013.; Pardilhó i sur., 2023.). Pastrnjak se smatra jednom od povrtnih vrsta koja najteže klije, s uobičajenom stopom uspješnosti između 40 i 60% (Robinson, 1954.; Pardilhó i sur., 2023.). Stoga je povećanje klijavosti i uklanjanje dormantnosti pastrnjaka od velike važnosti.

U sklopu ovog istraživanja primijenjeni su predstjetveni tretmani na sjeme pastrnjaka, dobivenog iz ekološkog uzgoja, kako bi se utvrdio njihov utjecaj na klijavost i energiju klijanja sjemena. Sjemenke su bile močene u destiliranoj vodi, otopini biostimulatora Eco Green i ekstrakta od biljnih ostataka. Također su bila korištena dva načina sušenja sjemena; jedna skupina sjemena osušena je samo između papirnatih ubrusa i odmah stavljena na naklijavanje, dok je druga skupina sjemena sušena na sobnoj temperaturi tijekom 24 sata i tek tada stavljena na naklijavanje.

Nakon 28 dana naklijavanja svi tretmani provedeni u sklopu istraživanja pokazali su vrlo dobar postotak klijavosti sjemena pastrnjaka. Klijavost sjemena je postotak sjemena u kojem proces klijanja dolazi do završetka, u eksperimentalnim uvjetima, a koji dovodi do pojave izbočine, odnosno živog zametka (Santana i Ranal, 2006.).

Grafikonom 1. prikazan je postotak klijavosti sjemena pastrnjaka pri različitim predstjetvenim tretmanima sjemena i sušenja nakon tretmana. Najviši postotak klijavosti ostvaren je u tretmanu T11 (ekstrakt od biljnog otpada 24 h + sušenje sjemena između ubrusa) s 92 % prokljalog sjemena. U kontroli je klijavost sjemenki bila 72 % , dok su najmanji postotak klijavosti, manji i od kontrole, ostvarili tretmani T05 (Eco Green 1 h + sušenje između ubrusa) i T06 (Eco Green 1h + sušenje 24 h) sa 66 % i 68 % prokljalog sjemena. Kod ostalih tretmana postotak klijavosti bio je veći nego kod kontrole sa 74 % (T01 i T02), 76 % (T09 i T10), 78 % (T01, T08 i T12), 82 % (T07) i 84 % (T03) prokljalog sjemena.



Grafikon 1. Postotak klijavosti sjemena pastrnjaka pri različitim predstjetvenim tretmanima sjemena i sušenja nakon tretmana

K (kontrola); T01 (predtretman s dH₂O 1 h + sušenje između ubrusa); T02 (predtretman s dH₂O 1 h + sušenje 24 h); T03 (predtretman s dH₂O 24 h + sušenje između ubrusa); T04 (predtretman s dH₂O 24 h + sušenje 24 h); T05 (predtretman s Eco Green 1 h + sušenje između ubrusa); T06 (predtretman s Eco Green 1 h + sušenje 24 h); T07 (predtretman s Eco Green 24 h + sušenje između ubrusa); T08 (predtretman s Eco Green 24 h + sušenje 24 h); T09 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 1 h + sušenje između ubrusa); T10 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 1 h + sušenje 24 h); T11 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 24 h + sušenje između ubrusa); T12 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 24 h + sušenje 24 h).

Tablicom 4.1. prikazana je analiza varijance za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka, razlike između predstjetvenih tretmana za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka u odnosu na kontrolu i razlike između sušenja sjemena nakon tretmana za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka.

Tablica 4.1. Svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka (*Pastinaca sativa* L.) pri različitim predtjetvenim tretmanima u odnosu na kontrolu i sušenja sjemena nakon tretmana (srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Tretman	G (%)	K	MGT (dan)	K	CV _t (%)	K	MR	K	U	K	Z	K	GI	K
P(F)	ns		*		ns		ns		*		*		***	
K	72,00±5,66	a	4,97±1,02	ab	72,84±11,19	a	0,21±0,04	a	3,06±0,19	a	0,08±0,02	a	6,49±1,02	abcd
T01	78,00±2,83	ns	5,47±0,31	ns	48,87±0,19	ns	0,18±0,01	ns	2,79±0,31	ns	0,13±0,04	ns	4,39±0,30	cd
T02	74,00±25,46	ns	4,19±0,64	ns	71,85±10,22	ns	0,24±0,04	ns	2,41±0,08	ns	0,19±0,01	**	6,28±2,87	ns
T03	84,00±0,00	ns	4,19±1,28	ns	89,20±25,08	ns	0,25±0,08	ns	2,68±0,14	ns	0,14±0,00	ns	9,01±1,39	ns
T04	74,00±2,83	ns	4,81±0,05	ns	48,87±0,59	ns	0,21±0,00	ns	2,80±0,35	ns	0,11±0,04	ns	5,24±0,90	ns
T05	66,00±8,49	ns	4,69±0,04	ns	49,10±7,12	ns	0,21±0,00	ns	2,80±0,03	ns	0,11±0,02	ns	4,34±0,30	ns
T06	68,00±11,31	ns	3,91±0,43	ns	53,16±16,17	ns	0,26±0,03	ns	2,33±0,14	ns	0,18±0,01	*	5,55±0,87	ns
T07	82,00±8,49	ns	4,42±0,08	ns	89,49±19,98	ns	0,23±0,00	ns	2,68±0,02	ns	0,13±0,00	ns	8,40±0,10	ns
T08	78,00±2,83	ns	4,02±0,11	ns	48,36±1,40	ns	0,25±0,01	ns	2,28±0,16	ns	0,19±0,04	**	5,91±0,05	ns
T09	76,00±11,31	ns	6,80±0,79	ns	55,84±1,16	ns	0,15±0,02	ns	3,10±0,16	ns	0,08±0,01	ns	3,68±1,17	ns
T10	76,00±5,66	ns	5,00±0,07	ns	66,45±15,62	ns	0,20±0,00	ns	2,62±0,03	ns	0,16±0,01	ns	5,20±0,02	ns
T11	92,00±0,00	ns	3,50±1,20	ns	62,11±14,84	ns	0,30±0,10	ns	2,61±0,63	ns	0,15±0,07	ns	10,51±1,87	*
T12	78,00±8,49	ns	5,17±0,85	ns	70,24±31,15	ns	0,20±0,03	ns	2,63±0,20	ns	0,14±0,03	ns	5,11±0,74	ns
P(F)	ns		ns		ns		ns		*		*		*	
S1	79,67±9,72	a	4,84±1,25	a	65,77±21,05	a	0,22±0,06	a	2,78±0,28	a	0,12±0,04	b	6,72±2,90	a
S2	74,67±9,70	a	4,52±0,63	a	59,82±15,86	a	0,23±0,03	a	2,51±0,24	b	0,16±0,04	a	5,55±1,07	b

G (Klijavost); MGT (Prosječno vrijeme klijanja); CV_t (Koefficient varijabilnosti vremena klijanja); MR (Srednja stopa klijavosti); U (Pouzdanost procesa klijanja); Z (Ujednačenost procesa klijanja); GI (Indeks klijavosti).

K (kontrola); T01 (predtretman s dH₂O 1 h + sušenje između ubrusa); T02 (predtretman s dH₂O 1 h + sušenje 24 h); T03 (predtretman s dH₂O 24 h + sušenje između ubrusa); T04 (predtretman s dH₂O 24 h + sušenje 24 h); T05 (predtretman s Eco Green 1 h + sušenje između ubrusa); T06 (predtretman s Eco Green 1 h + sušenje 24 h); T07 (predtretman s Eco Green 24 h + sušenje između ubrusa); T08 (predtretman s Eco Green 24 h + sušenje 24 h); T09 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 1 h + sušenje između ubrusa); T10 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 1 h + sušenje 24 h); T11 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 24 h + sušenje između ubrusa); T12 (predtretman s ekstraktom od biljnog otpada 24 h + sušenje 24 h).

S1 – sušenje sjemena između ubrusa; S2 – sušenje sjemena 24 h na sobnoj temperaturi.

P(F) - signifikantnost F-testa: ns P > 0.05, *0.05 > P > 0.01, **0.01 > P > 0.001, ***P < 0.001

Vrijednosti u stupcima označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju na temelju Tukeyjevog testa.

4.1. Analiza varijance (ANOVA) za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka

Visoko signifikantna razlika između predstjetvenih tretmana prisutna je u svojstvu Indeks klijavosti (GI), a za svojstva: Prosječno vrijeme klijanja (MGT), Pouzdanost procesa klijanja (U) i Ujednačenost procesa klijanja (Z) prisutna je nisko signifikantna razlika između tretmana, dok za svojstva Klijavost (G), Koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (CV_t) i Srednju stopu klijavosti (MR) nije bilo statistički značajne razlike (Tablica 4.1.).

Ovi rezultati sugeriraju da su neki predstjetveni tretmani uspjeli skratiti vrijeme potrebno za početak klijanja, što je ključno za brži rast i razvoj biljaka, dok na povećanje klijavosti nisu imali učinka što nije u skladu sa istraživanjem Radman i sur. (2020.) koje su proveli na peršinu kod kojeg su destilirana voda i preparat Eko-rast imali pozitivan učinak na povećanje klijavosti.

Prema istraživanjima Finch-Savage i Leubner-Metzger (2006.), klijavost sjemena često je pod utjecajem unutarnjih i vanjskih faktora kao što su hormonalna ravnoteža i uvjeti okoliša, ali određeni predstjetveni tretmani mogu ciljati specifične aspekte klijanja kao što su brzina i ujednačenost. Isto tako, Ashtari i sur. (2013.) naglašavaju da tretmani koji uključuju biostimulatore i hormonske regulatore mogu imati različite učinke ovisno o vrsti sjemena i uvjetima uzgoja, što može objasniti zašto neki tretmani u ovom istraživanju nisu imali značajan utjecaj na opće parametre klijavosti. Ovi rezultati su konzistentni s rezultatima Pardilhó i sur. (2023.) koji su provodili istraživanje s otpadom morskih makroalgi, koje su poslužile kao biostimulatori, na pastrnjaku. Njihovo je istraživanje pokazalo da određeni predstjetveni tretmani nisu uvijek učinkoviti u promjeni osnovnih svojstava klijavosti, ali mogu utjecati na druge aspekte klijanja kao što su uniformnost i vrijeme potrebno za klijanje.

Povećana pouzdanost procesa klijanja (U) znači da su sjemenke pod određenim tretmanima klijale s većom sigurnošću i konzistentnošću, smanjujući nepredvidivost u procesu klijanja. Niske vrijednosti ukazuju na bolju ujednačenost klijanja (Santana i Ranal, 2006.). U ovom istraživanju za ovo svojstvo je utvrđena nisko značajna razlika između predstjetvenih tretmana. U usporedbi s kontrolom svi predstjetveni tretmani su pokazali niže vrijednosti, ujedno i bolje rezultate (Tablica 4.1.).

Povećana ujednačenost procesa klijanja (Z), koju su predstjetveni tretmani također potaknuli, osigurava da sjemenke kliju u sličnim vremenskim okvirima, što je korisno za ravnomjerno nicanje biljaka. Ovo može olakšati daljnje faze uzgoja jer biljke rastu ujednačeno, što olakšava njegu, gnojidbu i berbu. Parera i Cantliffe (1994.) ističu da ujednačeno klijanje i nicanje sjemena može dovesti do homogenih sadnica koje su lakše za rukovanje i imaju bolje šanse za preživljavanje u poljskim uvjetima.

Nisko značajna razlika između sušenja utvrđena je za svojstva Pouzdanost procesa klijanja (U), Ujednačenost procesa klijanja (Z) i Indeks klijavosti (GI), dok za svojstva Klijavosti (G), Prosječno vrijeme klijanja (MGT), Koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (CV_t) i Srednju stopu klijavosti (MR) nije bilo statistički značajne razlike (Tablica 4.1.).

Za svojstvo Ujednačenost procesa klijanja (Z) utvrđena je značajna razlika između tretmana T02 (dH₂O 1 h + sušenje 24 h) i kontrole, te tretmana T09 (ekstrakt 1 h) i kontrole, dok je nisko signifikantna razlika utvrđena između tretmana T06 (Eco Green 1 h + sušenje 24 h) i kontrole.

Za svojstvo Indeks klijavosti (GI) utvrđena je nisko signifikantna razlika između tretmana T11 (ekstrakt 24 h) i kontrole.

4.2. Razlike između predsetvenih tretmana za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka

Nakon provedbe Tukeyjevog testa, koji omogućuje usporedbu svih mogućih parova sredina radi utvrđivanja značajnih razlika, utvrđeno je da za svojstva Klijavosti (G), Koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (CV_t), Srednju stopu klijavosti (MR), Pouzdanost procesa klijanja (U) i Ujednačenost procesa klijanja (Z) nema statistički značajne razlike između tretmana s kojima je sjeme pastrnjaka bilo tretirano (Tablica 4.1.).

Za svojstvo Prosječno vrijeme klijanja (MGT) utvrđeno je da je značajno najviše vremena (6,80 dana) za klijanje trebalo sjemenu koje je predtretirano tretmanom T09 (ekstrakt 1 h + sušenje između ubrusa), a značajno najmanje (3,50 dana) sjemenu u tretmanu T11 (ekstrakt 24 h + sušenje između ubrusa) i T06 (Eco Green 1 h + sušenje 24 h; 3,91 dana). Prema istraživanju Al-Mudaris (1998.), Prosječno vrijeme klijanja (MGT) je važan pokazatelj vitalnosti sjemena, jer brže klijanje može osigurati biljci prednost u ranim fazama rasta, smanjujući rizik od izloženosti nepovoljnim uvjetima okoliša. Također, istraživanja Farooq i sur. (2006.) pokazuju da predtretmani sjemena mogu značajno smanjiti prosječno vrijeme klijanja, potičući brže i jednoličnije nicanje. Istraživanje Tamindžić i sur. (2024.) na temu utjecaja biostimulatora na klijanje sjemena i početni rast pastrnjaka bilo je u skladu s ovim istraživanjem što se tiče ubrzavanja procesa klijanja u usporedbi s kontrolom. Oni su koristili 3 različita biostimulatora: 0,2 % i 2 % otopine aminokiselina i mikronutrijenata (Technokel Amino Mix®), 0,2 % otopina aminokiselina, vitamina i betaina (Megafol®) i 0,02 % otopine huminske kiseline, fulvinske kiseline i mikronutrijenata (Organiko®). Njihovi rezultati su pokazali da su biostimulatori značajno poboljšali parametre klijavosti, osobito Klijavost (G) i Prosječno vrijeme klijanja (MGT), u usporedbi s kontrolnom skupinom.

Za svojstvo Indeks klijavosti (GI) (Tablica 4.1.) utvrđena je značajna razlika između tretmana pri čemu je značajno najveći GI (10,20) utvrđen kod tretmana T11 (ekstrakt 24 h), a najniži (3,68) kod tretmana T09 (ekstrakt 1 h). Indeks klijavosti (GI) najbolje možemo opisati kao odnos brzine i postotka klijanja (Kader, 2005). Što je veći postotak klijavosti i kraće trajanje klijanja u danima to je veći indeks klijavosti. Studije Ruan i sur. (2002) pokazuju da indeks klijavosti može biti ključni pokazatelj ukupnog zdravlja i potencijala za rast sjemena te da tretmani koji poboljšavaju ovaj indeks mogu izravno doprinijeti povećanju produktivnosti usjeva.

Tretman T11 (ekstrakt 24 h) osim što se istaknuo s najmanje potrebnim prosječnim vremenom klijanja (MGT) također se istaknuo s najvećim Indeksom klijavosti (GI) koji se pokazao kao statistički značajan. Agrawal i Kumar (2022.) provodili su istraživanje u kojem su koristili ekstrakt od kore banane, koji je pokazao konzistentan pozitivan učinak na klijanje sjemena pšenice i rajčice. Razlog koji oni navode za uspješnost ovog ekstrakta je koktel enzima oksidoreduktaza koje se nalaze u kori banane. Istraživanja Dahiya i sur. (2010.), Chong i sur. (2011.), Tadić i sur. (2014.), mogu potvrditi da ekstrakt od kore banane, koji je izvor nekoliko enzima oksidoreduktaza, kao što su polifenol oksidaza i oksalat oksidaza, pozitivno doprinose klijanju sjemena. Hamd i Hamza (2023.) proveli su istraživanje na sirku (*Sorghum bicolor* Moench L.) u kojemu su utvrdili da je ekstrakt od kore banane i limunske kiseline značajno utjecao na životnu sposobnost i vigor sjemena. Razlog koji oni navode za uspješnost ekstrakta od kore banane je činjenica da sadrži citokinine.

Ovime je utvrđeno da različiti tretmani nemaju statistički značajan utjecaj na broj prokljalih sjemenki pastrnjaka, ali imaju utjecaj na brzinu klijanja kao i na Indeks klijavosti.

4.3. Razlike između sušenja za svojstva klijavosti sjemena pastrnjaka

Iz Tablice 4.1. je vidljivo da je nakon provedbe Tukeyjevog testa utvrđeno da za svojstvo Klijavosti (G), Prosječno vrijeme klijanja (MGT), Koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (CV_t), Srednju stopu klijavosti (MR) nema statistički značajne razlike između sušenja sjemena pastrnjaka između papirnatih ubrusa i sušenja 24 h na sobnoj temperaturi.

U svojstvima Pouzdanost procesa klijanja (U), Ujednačenost procesa klijanja (Z) i Indeks klijavosti (GI) utvrđene su statistički značajne razlike između ova dva načina sušenja sjemena pastrnjaka.

5. Zaključak

Nakon provedenog istraživanja iz rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. Niti jedan predsjetveni tretman nije rezultirao statistički značajnom razlikom u postotku klijavosti sjemena pastrnjaka u usporedbi s kontrolom što sugerira na neuspješnost tretmana na poboljšavanje klijavosti.
2. Predsjetveni tretmani sjemena uspjeli su pridonijeti bržem i uniformnijem klijanju sjemena.
3. Metode sušenja sjemena pastrnjaka nisu imale utjecaja na poboljšanje klijavosti, ali su zato poboljšale kvalitetu samoga klijanja, smanjila se nepredvidivost u procesu klijanja i potaknuto je brže i ravnomjernije klijanje.
4. Tretman T11, u kojemu je bio korišten ekstrakt od biljnog otpada u periodu od 24 h te je sjeme sušeno između ubrusa, posebno se istaknuo s najmanjim prosječnim vremenom klijanja i najvišim indeksom klijanja koji je važan pokazatelj ukupnog zdravlja i potencijala za rasta sjemena. Iako postotak klijavosti od 92 % kod tretmana T11 nije bio statistički značajan, pokazao je poboljšanje u usporedbi s kontrolom, u kojoj je proklijalo 72 % sjemenki, što sugerira na potencijalnu učinkovitost tretmana.

6. Popis literature

1. Agrawal, A., Kumar, K. (2022). Effect of hydrogen peroxide, banana peel extract and sodium hydrogen carbonate on seed dormancy. *Agricultural Research Journal*, 59(6), 1042-1046.
2. Ahmad, I., Basra, S. M. A., Akram, M., Wasaya, A., Ansar, M., Hussain, S., Hussain, S. A. (2017). Improvement of antioxidant activities and yield of spring maize through seed priming and foliar application of plant growth regulators under heat stress conditions. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(1), 47-56.
3. Al-Mudaris, M. A. (1998). Notes on various parameters recording the speed of seed germination. *Der Tropenlandwirt-Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, 99(2), 147-154.
4. Ashtari, R., Heidari, M., Omid, M., Zare, A. R. (2013). Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ducrosia. Anethifolia* (DC.). *Trakia Journal of Sciences*, 1, 82-87.
5. Association of Official Seed Analysts. (1983). *Seed Vigor Testing Handbook*. Contribution No. 32. 89 pp.
6. Averill, K. M., DiTommaso, A. (2007). Wild parsnip (*Pastinaca sativa*): a troublesome species of increasing concern. *Weed Technology*, 21(1), 279-287.
7. Balenović, M. (2020). Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Doktorska disertacija, Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Zadar*.
8. Baskin, C. C., Baskin, J. M. (1998). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.
9. Baskin, J. M., Baskin, C. C. (1990). Seed germination ecology of poison hemlock, *Conium maculatum*. *Canadian Journal of Botany*, 68(9), 2018-2024.
10. Baskin, J. M., Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed science research*, 14(1), 1-16.
11. Baskin, J. M., Baskin, C. M. (1979). Studies on the autecology and population biology of the weedy monocarpic perennial, *Pastinaca sativa*. *The Journal of Ecology*, 601-610.
12. Bentsink, L., Koornneef, M. (2008). Seed Dormancy and Germination. *The Arabidopsis book*, 6, e0119, 1-18.
13. Brown, P., Saa, S. (2015). Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 6, 671.
14. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383 (1-2), 3-41.
15. Castro, A., Bergenståhl, B., Tornberg, E. (2012). Parsnip (*Pastinaca sativa* L.): Dietary fibre composition and physicochemical characterization of its homogenized suspensions. *Food research international*, 48(2), 598-608.
16. Chong, L. C., Cheng, L. H., Aziz, A. N. (2011). Properties of polyphenol oxidase obtained from *Musa acuminata* × *balbisiana* Colla cv. "Pisang Awak" pulp and peel. *CyTA-Journal of Food*, 9(1), 25-30.

17. Copeland, L. O., McDonald, M. B. (2012). Principles of seed science and technology. Springer, New York.
18. Čmelik Z., Perica S. (2007). Dormantnost sjemena voćaka. Sjeminarstvo, 24 (1), 51-53.
19. Dahiya, T., Yadav, S., Chauhan, N., Handa, P., Pundir, C. S. (2010). Strawberry fruit oxalate oxidase—Detection, purification, characterization and physiological role. Journal of plant biochemistry and biotechnology, 19, 247-250.
20. De Pascale, S., Roupael, Y., Colla, G. (2017). Plant biostimulants: Innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. European Journal of Horticultural Science, 82(6), 277-285.
21. du Jardin, P. (2012). The Science of Plant Biostimulants—A bibliographic analysis, Ad hoc study report.
22. du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196, 3-14.
23. Eivvand, H. R., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S., Afrougheh, S. (2011). Effects of hydro-priming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. *sativus*).
24. Elyasi Rad, S., Mousavi, S. G., Sangari, G. (2016). Effects of Hydro and Osmopriming on Germination and Emergence of Asafoetida (*Ferula assa-foetida* L.). Seed Ecophysiology Journal, 1(2), 165-179.
25. Farooq, M., Basra, S. M. A., Khalid, M., Tabassum, R., Mahmood, T. (2006). Nutrient homeostasis, metabolism of reserves, and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. Botany, 84(8), 1196-1202.
26. Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N., Hafeez, K. (2005.). Thermal Hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. J. Integr. Plant Biol., 47(2), 187-193.
27. Finch-Savage, W. E. (1984). The establishment of direct-sown germinating celery seeds in peat blocks. Journal of horticultural science, 59(1), 87-93.
28. Finch-Savage, W. E., Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171(3), 501-523.
29. Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C. (2008). Molecular aspects of seed dormancy. Plant Biology, 59, 387-415.
30. Graeber, K. A. I., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G., Soppe, W. J. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. Plant, cell & environment, 35(10), 1769-1786.
31. Gray, D., Steckel, J. R. (1977). Effects of pre-sowing treatments of seeds on the germination and establishment of parsnips. Journal of Horticultural Science, 52(4), 525-534.
32. Grlić, L. (1990.). Enciklopedija samoniklog jestivog bilja, 2.izd., August Cesarec, Zagreb.
33. Gupta, S., Doležal, K., Kulkarni, M. G., Balázs, E., Van Staden, J. (2022). Role of non-microbial biostimulants in regulation of seed germination and seedling establishment. Plant Growth Regulation, 97(2), 271-313.

34. Hamd, A. H. M., Hamza, J. H. (2023). Effect of Stimulate of Sorghum Seeds with Banana Peel Extract and Citric Acid on Seeds Viability and Vigour. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1214, 1-9.
35. Hasanuzzaman, M., Fotopoulos, V. (2019). Priming and pretreatment of seeds and seedlings. Springer Singapore, Singapore.
36. Hulina, N. (2011). Više biljke stablašice. Golden marketing–Tehnička knjiga, Zagreb.
37. ISTA (1993). International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zürich.
38. Jisha, K. C., Vijayakumari, K., Puthur, J. T. (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. Acta Physiologiae Plantarum, 35(5), 1381-1396.
39. Kader M. A. (2005). A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales, 138, 65-75.
40. Kenari, H. M., Kordafshar, G., Moghimi, M., Eghbalian, F., TaherKhani, D. (2021). Review of Pharmacological Properties and Chemical Constituents of *Pastinaca sativa*. Journal of Pharmacopuncture, 24(1),14-23.
41. Khan, F. A., Narayan, S., Bhat, S. A., Murtuza, I., Hussain, K. (2017). Hydropriming-a useful technique for seed invigoration in okra (*Abelmoschus esculentus*) and parsley (*Petroselinum crispum*). Journal of Applied and Natural Science, 9(3), 1792-1795.
42. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2004). Povrčarstvo, Čakovec: Zrinski d. d.
43. Lim, T. K. (2015). *Pastinaca sativa*. U: Edible Medicinal and Non Medicinal Plants (Lim, T. K., ur.). Springer, Dordrecht, 417-428.
44. Lukasko, N. T., Hausbeck, M. K. (2024). Diseases of Parsnip. U: Handbook of Vegetable and Herb Diseases (Elmer, W. H., McGrath, M., McGovern, R. J., ur.). Springer, Cham, 1-13.
45. Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyła, L., Kubala, S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M., Garnczarska, M. (2015). Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique, U: New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology (Araújo, S., Balestrazzi, A., ur.). IntechOpen, Rijeka, RH, 2-37.
46. Magdoff, F. (2007). Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. Renewable Agriculture and Food Systems, 22(2), 109-117.
47. Mohd Din, A. R. J., Cheng, K. K., Sarmidi, M. R. (2017). Assessment of compost extract on yield and phytochemical contents of Pak Choi (*Brassica rapa* cv. *chinensis*) grown under different fertilizer strategies. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48(3), 274-284.
48. Nascimento, W. M., Pereira, R. S. (2007). Preventing thermo-inhibition in carrot by seed priming. Seed Science and technology, 35(2), 504-507.
49. Nelson, E. B. (2018). The seed microbiome: origins, interactions, and impacts. Plant and Soil, 422, 7-34.

50. Nimac, A., Lazarević, B., Petek, M., Vidak, M., Šatović, Z., Carović-Stanko, K. (2018). Effects of salinity and seed priming on germination of sea fennel (*Crithmum maritimum* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(2), 181-185.
51. Nonogaki, H. (2006). Seed germination—the biochemical and molecular mechanisms. *Breeding Science*, 56(2), 93-105.
52. Paparella, S., Araújo, S. S., Rossi, G., Wijayasinghe, M. A. L. A. K. A., Carbonera, D., Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant cell reports*, 34, 1281-1293.
53. Pardilhó, S., Cotas, J., Pacheco, D., Bahcevandziev, K., Pereira, L., Oliveira, M. B., Maia Dias, J. (2023). Back to the Origins: Potential of Beach-Cast Macroalgae as Biofertilizer. *Waste and Biomass Valorization*, 14(4), 1097-1111.
54. Parera, C. A., Cantliffe, D. J. (1994). Presowing seed treatments to enhance supersweet sweet corn seed and seedling quality. *HortScience*, 29(4), 277-278.
55. Penfield, S. (2017). Seed dormancy and germination. *Current Biology*, 27(17), R874-R878.
56. Pokluda, R. (2012). Selected nutritional aspects of field grown root vegetables in the Czech Republic. *Acta Horticulturae*, 989, 315-322.
57. Radman, S., Skomrak, A., Benko, B., Uher, S. F., Opačić, N., Žutić, I. (2020). Effect of pre-sowing treatment on seed germination of carrot, parsley and dill. *Zbornik radova 55. hrvatskog i 15. međunarodnog simpozija agronoma (Mioč, B., Širić, I., ur.)*. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, 227-230.
58. Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., Job, D. (2012). Seed germination and vigor. *Annual review of plant biology*, 63, 507-533.
59. Rana, M. K. (2017). *Vegetable crop science*. CRC Press, 975-983.
60. Ranal, M. A., Santana, D., Ferreira, W. R., Mendes-Rodrigues, C. (2009). Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. *Brazilian Journal of Botany*, 32(4).
61. Rao, M. J., Hussain, S., Anjum, M. A., Saqib, M., Ahmad, R., Khalid, M. F., Ahmad, S. (2019). Effect of seed priming on seed dormancy and vigour. *U: Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings: Implication in Plant Stress Tolerance and Enhancing Productivity in Crop Plants (Hasanuzzaman, M., Fotopoulos, V.)*. Springer Singapore, 135-145.
62. Robinson, R. W. (1954). Seed germination problems in the Umbelliferae. *The botanical review*, 20, 531-550.
63. Rouhi, H. R., Moradi, A., Saman, M., Champiri, R. M. (2018). Seed hydropriming to overcome ageing damages in coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds. *Academia Journal of Agricultural Research*, 6(10), 354-358.
64. Ruan, S., Xue, Q., Tylkowska, K. (2002). The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed science and Technology*, 30, 61-67.
65. Rubatzky, V. E., Quiros, C. F., Simon, P. W. (1999). *Carrots and related vegetable Umbelliferae*. CABI publishing, Wallingford, UK.

66. Rubatzky, V. E., Yamaguchi, M. (1997). Carrot, celery and other vegetable umbels. U: World vegetables: principles, production, and nutritive values. Springer, Berlin, 418–456
67. Santana, D. G., Ranal, M. A. (2006). Linear correlation in experimental design models applied to seed germination. *Seed Science and Technology*, 34(1), 233-239.
68. SAS Institute (2004). SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
69. Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., Merah, O. (2017). The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial crops and products*, 109, 661-671.
70. Scott, S. J., Jones, R. A., Williams, W. A. (1984). Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. *Crop Science*, 24(6): 1992.
71. Spurr, C. J., Lucas, A. M., Emmanuel, G., Philipp, W. S. (2020). Apiaceae seed production. *Carrots and Related Apiaceae Crops*. Wallingford: CABI, 18-34.
72. Stolarczyk, J., Janick J. (2011.). Carrot: History and Iconography. *Chronica Horticulturae*, 51(2), 13-18.
73. Tadić, V., Petrić, M., Milošević, S., Cingel, A., Raspor, M., Spasojević, D., Tadić, J. (2014). Effect of phenol on germination capacity and polyphenol oxidase, peroxidase and catalase activities in lettuce. *Archives of Biological Sciences*, 66(4), 1503-1514.
74. Tamindžić, G. D., Miljaković, D., Vlajić, S. A., Milošević, D. N., Jovičić, D. D., Jakšić, S. P., Ignjatov, M. V. (2024). The effect of biostimulants on parsnip seed germination and initial growth. *Seed Science and Technology*, 52(1), 79-84.
75. Tassie, D., Sherman, K. (2014). Invasive Wild Parsnip (*Pastinaca sativa*) Best Management Practices in Ontario. Ontario Invasive Plant Council, Peterborough, ON.
76. Thiviya, P., Gamage, A., Piumali, D., Merah, O., Madhujith, T. (2021). Apiaceae as an important source of antioxidants and their applications. *Cosmetics*, 8(4), 111.
77. Waqas, M., Korres, N. E., Khan, M. D., Nizami, A. S., Deeba, F., Ali, I., Hussain, H. (2019). Advances in the concept and methods of seed priming. U: Priming and pretreatment of seeds and seedlings: Implication in plant stress tolerance and enhancing productivity in crop plants (Ur. Hasanuzzaman M., Fotopoulos V.). Springer Singapore. Singapore. 11-41.
78. Wood, R. (2003). Economic and agronomic feasibility of organic vegetable seed production in the UK, and subsequent seed quality (The final report of Defra project OF0166). Horticulture Research International, Kirton. http://www2.defra.gov.uk/research/project_data/More.asp?I=OF0166
79. Yasmeeen, A., Basra, S., Ahmed, M., Wahid, A., Nouman, W., Rehman, H. U. (2013). Exploring the potential of Moringa oleifera leaf extract (MLE) as a seed priming agent in improving wheat performance. *Turkish Journal of Botany*, 37(3), 512-520.

Popis korištenih izvora – poveznica:

Agroledina j.d.o.o. https://www.agroledina.hr/eco_green.php. Pristupljeno 04.05.2024.

New world encyclopedia. <https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Parsnip> - pristup 26.04.2024

Plants of the World Online.
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77224015-1> – pristup
04.05.2024.

Pšeno d.o.o. <https://pseno.hr/trgovina/sieme/povrce/pastrnjak-panorama-f1/> - pristup
04.05.2024

Životopis

Marija-Magdalena Kovačec rođena je 24. prosinca 2000. godine u Virovitici, a odrasla je u gradu Slatini. Tamo je pohađala osnovnu i srednju školu, pri čemu je 2019. godine maturirala u Srednjoj školi Marka Marulića, smjer opća gimnazija. Odmalena je pokazivala veliki interes za prirodu i biljke, što ju je kasnije usmjerilo prema studiju Biljnih znanosti.

Nakon završetka srednje škole, upisala je Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, gdje je 2022. godine stekla titulu sveučilišne prvostupnice inženjerke biljnih znanosti (univ. bacc. ing. agr.). Tijekom studija, Marija-Magdalena je pokazala iznimnu predanost i marljivost, što je prepoznato i kroz Dekanovu nagradu za marljivost i ostvarenje uzornih rezultata koju steče u rujnu 2022. godine. Također, sudjelovala je u istraživanju koje je rezultiralo radom naslova „Utjecaj biostimulatora na klijanje graha pri niskim temperaturama“, koji je predstavljen na 16. međunarodnom kongresu oplemenjivanja bilja, sjemenarstva i rasadničarstva u Zadru.

Trenutno nastavlja svoje obrazovanje na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, gdje je upisana na diplomski studij te se specijalizira u području Biljnih znanosti. U međuvremenu, aktivno sudjeluje u radu obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva "Ravnica" u Josipovu, gdje se bavi različitim poljoprivrednim poslovima, uključujući održavanje kvalitete proizvodnje, njegu i berbu usjeva.

Uz materinji hrvatski jezik, Marija-Magdalena govori engleski jezik na B2 razini te posjeduje osnovno znanje njemačkog jezika. Vješta je u korištenju MS Office paketa, interneta i društvenih mreža te ima iskustva s platformama kao što su Skype i Zoom. Također, posjeduje vozačku dozvolu B kategorije.

Radovi:

1. Vidak, M., Šatović, Z., **Kovačec, M.-M.**, Carović-Stanko, K. (2023). Utjecaj biostimulatora na klijanje graha pri niskim temperaturama. Zbornik sažetaka 16. međunarodnog kongresa Oplemenjivanje bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo (Haramija, J., ur.). Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo, 71-72.