

# Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)

---

**Balenović, Matea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:429635>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zadar Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu  
upišite naziv studija (prema službenom nazivu u dopusnici / ISVU)

**Matea Balenović**

**Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na  
klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var.  
*Capitata* L.)**

**Završni rad**

Zadar, 2020.

Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu  
upišite naziv studija (prema službenom nazivu u dopusnici / ISVU)

Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)

Završni rad

Student/ica:

Matea Balenović

Mentor/ica:

Dr. Sc. Kristijan Franin

Komentor/ica:

Mr. Sc. Branka Maričić

Zadar, 2020.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Matea Balenović**, ovime izjavljujem da je moj **završni** rad pod naslovom **Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 17. rujna 2020.

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Pregled literature .....	3
3. Cilj i svrha rada .....	7
4. Materijali i metode .....	8
4.1. Biljni materijali .....	8
4.2. Ekstrakcija i priprema otopina .....	9
4.3. Priprema sjemena i postavljanje pokusa .....	11
4.4. Obrada podataka.....	12
5. Rezultati.....	13
6. Rasprava .....	19
7. Zaključak .....	21
8. Popis literature.....	22

## Sažetak

### Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)

U ovom je završnom radu istraživana alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata bilja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.), koprive (*Urtica dioica* L.), maslačka (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg), kore hrasta (*Quercus* sp.), stolisnika (*Achillea millefolium* L.), valerijane (*Valeriana officinalis* L.) te njihove mješavine na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Pokus je proveden u laboratorijskim uvjetima u Petrijevim zdjelicama. Korišteni su vodeni ekstrakti navedenih biljaka i njihove mješavine u koncentracijama od 50%, 20% i 5% glavnog ekstrakta. Klijavost je određivana 5. i 7. dana nakon početka pokusa. Osim klijavosti obavljeno je mjerenje duljine klijanaca (stabljike i korjenčića). Najviša koncentracija ekstrakta od 50% djelovala je inhibirajuće, a niže koncentracije od 20% i 5% su donekle stimulirale klijavost sjemena kupusa. Najbolje rezultate klijavosti pokazali su koprija (20%-tni ekstrakt), maslačak (5%-tni ekstrakt) i valerijana (20%-tni ekstrakt) s 58% klijavosti, a najlošije kamilica (50%-tni i 20%-tni ekstrakt), maslačak (50%-tni ekstrakt) s 0% klijavosti te mješavina biljaka (50%-tni ekstrakt) s 10% klijavosti. Najveća duljina stabljike je zabilježena kod 20%-tnog ekstrakta maslačka s 33 mm, a najveća duljina korjenčića kod 5%-tnog ekstrakta maslačka s 39 mm.

Ključne riječi: alelopatija, kupus, klijanje, vodeni ekstrakt.

## Abstract

### **The influence of water extracts of wild plants on the germination of cabbage seeds (*Brassica oleracea var. capitata* L.)**

Allelopathic influence of water extracts of plants chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), nettle (*Urtica dioica* L.), dandelion (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg), oak bark (*Quercus sp.*), yarrow (*Achillea millefolium* L.), valerian (*Valeriana officinalis* L.) and their mixture on the germination of cabbage seeds (*Brassica oleracea var. capitata* L.) was researched in this paper. The experiment was set in laboratory conditions in Petri dishes. Water extracts of the aforementioned plants and their mixture was used in concentrations of 50%, 20% and 5% of main extract. The germination was determined 5 and 7 days after starting the experiment. Apart from the germination, measurements of the lengths of seedlings (stem and root) were done. The highest concentration of extracts of 50% was inhibitory and the lower concentrations of 20% and 5% were somewhat stimulatory on the germination of cabbage seeds. The best germination results were given by nettle (20% extract), dandelion (5% extract) and valerian (20% extract) with 58% germination, and the worst by chamomile (50% and 20% extract), dandelion (50% extract) with 0% germination and the plant mixture (50% extract) with 10% germination. The longest stem was measured in 20% extract of dandelion at 33 mm, and the longest root in 5% extract of dandelion at 39 mm.

Key words: allelopathy, cabbage, germination, water extract.

## 1. Uvod

Kupus (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) je dvogodišnja zeljasta biljka iz porodice Brassicaceae. Prilikom rasta razvija veliki pup koji nastaje savijanjem lišća. Više mu odgovara pro hladno i vlažno podneblje te pri temperaturi od 15-18°C sjeme klija i niče kroz 3-4 dana. Temperature zraka više od 25°C štetno utječu na rast i razvoj glavice kupusa (Parađiković, 2011.). Matotan Z. (2006.) u svome radu iznosi kako je kupus po zastupljenosti proizvodnje najraširenija povrtna kultura u Hrvatskoj. Između ostalog, navodi kako sjeme kupusa može proklijati i kod vrlo niskih, ali pozitivnih, temperatura, no proces klijanja i nicanja je tada spor. Jedno od najznačajnijih karakteristika sjemena je upravo klijavost, laboratorijskim ispitivanjem iskazana u obliku postotka normalno iskljanih sjemenki. Normalnim klijanjima se smatraju klijanje koji su zdravi, dobro razvijene struktura, neoštećeni te oni s manjim oštećenjima i klijanje s neparazitnim infekcijama (gljive i bakterije). Nenormalni klijanje (oštećeni, deformirani, truli) nemaju sposobnost razvijanja u normalnu biljku te se kao takvi ne ubrajaju u postotak klijavosti (Parađiković, 2009.).

Na klijavost sjemena najviše može utjecati toplina – visoka ili niska temperatura zraka mogu negativno utjecati na klijavost sjemena većine kultura. Optimalne temperature za rast i razvoj biljke različite su za svaku vrstu. Kod niskih temperatura može doći do infekcije patogenima i propadanja sjemena (Parađiković i sur., 2011.). Drugi čimbenici koji utječu na sjeme i klijavost sjemena su insekti i grinje, nedostatak mineralnih tvari tijekom rasta biljke, mehanička oštećenja, djelovanje kemikalija, nezrelost ili starost sjemena, toplinska oštećenja, utjecaj vremena i biljni patogeni. Svi ti čimbenici mogu dovesti do abnormalnosti sjemena ili propadanja, odnosno suzbiti klijanje sjemena (ISTA, 2009.; prema Bakotić, 2019.).

Klijanje najčešće propadaju zbog gljivičnog oboljenja koje uzrokuje trulež stabljike u razini tla i nemogućnost razvoja biljke (Cain, 2011.).

Zbog određenih karakteristika različitih vrsta sjemena (ulje i druge tvari, čvrsta opna ili jako sitno sjeme) događa se sporo i neujednačeno nicanje. Kako bi se to ujednačilo i ubrzalo poduzimaju se mjere predstjetvene pripreme sjemena poput kvašenja sjemena (potapanje u vodu temperature oko 25°C na određeno vrijeme ovisno o vrsti sjemena), naklijavanje sjemena (sjeme se drži između dva navlažena sloja papira ili tkanine do pojave klice) te piliranje sjemena (oblaže se organskim i mineralnim materijalima pomoću određene aparature) (Parađiković, 2009.). Sjeme se može tretirati i biostimulatorima kako bi se potaklo brže klijanje i nicanje te poboljšao rast i razvoj biljaka. Biostimulatori su tvari koje pozitivno utječu na imunološki



sustav i metabolizam biljaka, a sadrže, na primjer, huminske kiseline, hormone, aminokiseline i druge aktivne tvari poput vitamina, itd. (Kolomaznik i sur., 2012.). Sjeme se može tretirati i kemijskim regulatorima rasta poput giberelina, citokinina, kinetina, etilena i drugih (Lešić, 1993.).

Sjeme možemo potaknuti na brže klijanje i biljnim kupkama, ekstraktima različitih vrsta, čime se direktno bavi ovaj rad. Kopriva i maslačak mogu ojačati mlade biljke i obložiti sjeme hranjivim tvarima, kora hrasta i stolisnik inhibiraju rast bakterija i gljivica, a kamilica može dezinficirati sjeme, poticati klijanje određenih biljaka i ubrzati rast (Vojnović, 2016.).

Rice (1984., Ravlić, 2015.) smatra kako većina, ako ne i sve, organske komponente mogu biti i inhibirajuće i stimulirajuće u određenim koncentracijama, pritom navodeći kako određene komponente prvenstveno u manjim koncentracijama mogu djelovati stimulirajuće.

## 2. Pregled literature

U cilju smanjenja korištenja sintetičkih, kemijskih sredstava u uzgoju biljaka, sve se više istraživanja okreće prema ekološkim, okolišno prihvatljivijim metodama. Zato se u novije vrijeme sve više istražuju alelopatski utjecaji određenih biljaka na druge biljke. Iako su utjecaji nekih biljaka poznati već desetljećima, na tržištu se može pronaći vrlo malo prirodnih zaštitnih sredstava ili stimulatora rasta koji potječu od alelokemikalija (Cheng i Cheng, 2015.).

Riječ alelopatija je nastala od grčkih riječi *allelon* (jedan drugome) i *pathos* (patiti) što ukazuje na kemijsku inhibiciju jedne vrste prema drugoj (Zeman i sur., 2011.). Alelopatija se definira kao kemijska interakcija biljaka posredovanjem kemijskih spojeva koje izlučuju pojedine biljke. Takvi se kemijski spojevi nazivaju alelokemikalijama te omogućuju pozitivan i negativan utjecaj biljke na rast i razvoj drugih biljaka (Zeman i sur., 2011.).

Cheng i Cheng (2015.) definiraju alelopatiju kao učestali biološki fenomen pri kojem jedan organizam proizvodi biokemikalije koje utječu na rast, preživljavanje, razvoj i reprodukciju drugih organizama. Te se biokemikalije nazivaju alelokemikalijama te mogu imati blagotvoran ili štetan utjecaj na ciljane organizme. Autori smatraju kako alelokemikalije mogu imati ulogu ekološki prihvatljivih herbicida, fungicida, insekticida i regulatora rasta biljaka te mogu imati veliku vrijednost u održivoj poljoprivredi.

Alelokemikalije mogu biti stimulirajuće ili inhibirajuće; općenito se smatra kako reakcije organizama ovise o koncentraciji alelokemikalija pri čemu, na primjer, niže koncentracije mogu biti stimulirajuće, a više koncentracije inhibirajuće. Te osobine unutar jedne alelokemikalije mogu biti antagonističke no i koegzistirajuće jedna prema drugoj (An, 2005.).

Šćepanović i sur. (2007.) govore o alelopatskom utjecaju korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* Med. i *Datura stramonium* L. na početni razvoj kukuruza. Zaključuju kako je ekstrakt *A. theophrasti* Med. imao uglavnom inhibirajući učinak na razvoj kukuruza, a ekstrakt nadzemnog dijela korovne vrste *D. stramonium* L. stimulirajući utjecaj na rast korijena i duljine u odnosu na kontrolu. S druge strane, isti taj ekstrakt inhibirao je rast klice kukuruza u odnosu na kontrolu. Ekstrakt nadzemnog dijela obje korovne vrste djelovao je inhibirajuće na ukupnu klijavost sjemena kukuruza.

Pejić (2013.) je u svome radu istraživala alelopatski utjecaj zajedničkog klijanja sjemena aromatičnog bilja i sjemena korova (u istraživanju su korišteni ljupčac, origano, korijandar i bosiljak te streličasta grbica i bezmirisna kamilica). Zaključila je kako je alelopatski utjecaj ovisio podjednako i o biljci donoru i o biljci primatelju. Od biljaka i korova korištenih u

istraživanju ističe kako su sve biljke osim origana negativno utjecale na klijavost streličaste grbice, a origano je također najviše utjecao na klijavost bezmirisne kamilice. Dokazala je kako je bezmirisna kamilica bila otpornija na negativan utjecaj alelokemikalija od streličaste grbice te kako su prema njoj aromatske biljke djelovale stimulirajuće na gotovo sve parametre, osim duljine korijena. Kod streličaste grbice uočila je smanjenje klijavosti i svježije mase prilikom utjecaja alelokemikalija.

Ravlić i sur. (2014.) su istraživali alelopatski utjecaj zajedničkog klijanja, vodenih ekstrakata i biljnih ostataka peršina (*Petroselinum crispum* Mill.) na streličastu grbicu (*Lepidium draba* (L.) Desv.). Koristili su vodene ekstrakte peršina u koncentraciji od 5% i 10% te svježe i suhe ostatke peršina u dozama od 10 i 20 g/kg tla. Rezultati njihovih pokusa pokazali su kako svježi i suhi ostaci peršina imaju alelopatski utjecaj na streličastu grbicu. Zajedničko klijanje sjemena peršina i streličaste grbice poticalo je dužinu korijena, no inhibiralo klijanje po duljini te težini streličaste grbice. Vodeni ekstrakti peršina djelovali su inhibirajuće na sjeme streličaste grbice, no autori naglašavaju kako smatraju da bi rezultati mogli biti drugačiji da su koristili posude za zemljom. Svježi ostaci peršina imali su veći negativan utjecaj dok su suhi ostaci imali negativan utjecaj samo na dužinu korijena. Smatraju kako bi se peršin mogao koristiti kao alelopatski aktivan usjev za suzbijanje podložnog korova.

Ravlić (2015.) u svom radu iznosi alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta korova i aromatičnog i ljekovitog bilja na rast i razvoj usjeva i korova koristeći se pokusima u Petrijevim zdjelicama te posudama s tlom. Zaključuje kako su alelopatska djelovanja korova ovisili o više čimbenika (korovna vrsta, usjev, koncentracija i doza, stanje biljne mase, biljni dio te supstrat). Alelopatski utjecaj aromatičnog i ljekovitog bilja je također, kao i kod korova, uvelike ovisio o više čimbenika (vrsti bilja, vrsti korova, koncentraciji i dozi te stanju biljne mase).

U svom radu o alelopatskom potencijalu korovne vrste divljeg sirka (*Sorghum dalepense* L. Pers.) na mrkvu, Malovan (2016.) pronalazi značajan pozitivan i negativan alelopatski utjecaj, ovisno o koncentracijama i načinu primjene ekstrakata. Dokazao je kako vodeni ekstrakti divljeg sirka u višim koncentracijama (5% i 10%) djeluju inhibitorno na klijavost sjemena, rast korijena i izdanka mrkve. U manjoj koncentraciji od 1% je ekstrakt djelovao stimulirajuće na rast korijena i izdanka. Prilikom promatranja nicanja sjemena mrkve u posudama s tlom pod utjecajem vodenih ekstrakata divljeg sirka nije uočio značajan utjecaj na nicanje, no zabilježio je negativan utjecaj na rast korijena u duljinu. I u ovome slučaju je manja koncentracija (1%) ekstrakta djelovala stimulirajuće. Koristeći se suhim biljnim ostacima divljeg sirka dokazao je negativan utjecaj na klijavost sjemena mrkve te svježiju masu klijanaca.

Varga (2016.) istražuje alelopatski potencijal korovne vrste bezmirisna kamilica (*Tripleurospermum inodorum* C.H. Schulz) na salatu. Istraživanjem je primijetila kako taj korov ima značajan alelopatski utjecaj na salatu i pozitivan i negativan, ovisno o koncentracijama i načinu primjene. Koristila je 3 pokusa: vodeni ekstrakti u Petrijevim zdjelicama, vodeni ekstrakti u posudama s tlom te suhi biljni ostaci. Time je dokazala kako su visoke koncentracije vodenih ekstrakata bezmirisne kamilice (5% i 10%) djelovale inhibitorno na klijavost sjemena i rast klijanaca, dok je niža koncentracija imala pozitivan utjecaj. U posudama s tlom je 10%-tni vodeni ekstrakt bezmirisne kamilice imao je nadasve negativan učinak, djelujući inhibitorno na nicanje, duljinu izdanaka te svježiu masu klijanaca. Ostale koncentracije u primjeni u posudama s tlom nisu imali značajan utjecaj. Koristeći se suhim biljnim ostacima bezmirisne kamilice ukazala je na pozitivan utjecaj na nicanje sjemena, duljinu korijena i duljinu izdanaka klijanaca salate.

Istražujući alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata svježih listova vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. različitih koncentracija na klijavost i početni rast ratarskih kultura soje, uljne bundeve, pšenice i ječma Bernatović (2016.) zaključuje kako vodeni ekstrakti nisu imali nikakav utjecaj na klijavost soje. Više koncentracije su stimulirale klijavost uljne bundeve i pšenice, no inhibirale klijavost ječma. S druge strane, sve koncentracije vodenih ekstrakata pozitivno su djelovale na duljinu korijena uljne bundeve, no više koncentracije su inhibirale rast klica soje i ječma.

Nath i suradnici (2016.) objavili su istraživanje o alelopatskom utjecaju ekstrakata dijelova biljke limuna (list, kora i cvjetni pupoljci) u koncentraciji od 20% na klijanje sjemena salate i kupusa. S obzirom da su dobiveni rezultati pokazali uglavnom inhibitorni utjecaj na klijanje sjemena, zaključuju kako smatraju da se salata i kupus ne bi trebali saditi u području gdje raste limun kako se prinos usjeva ne bi umanjio.

Baličević i sur. (2017.) u svom znanstvenom radu su ispitivali alelopatski utjecaj vodenih ekstrakata svježih listova biljne vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na klijavost i rast luka i bosiljka. Njihovi pokusi dokazali su kako veće koncentracije ekstrakata svježih listova *Aloe vere* negativno utječu na duljinu korijena klijanaca luka, no pozitivno na duljinu izdanaka i svježiu masu klijanaca bosiljka. Tijekom pokusa koristili su se ekstraktima u koncentraciji od 2%, 4%, 6%, 8% i 10%.

Divić (2018.) je u svom diplomskom radu promatrala utjecaj biljnih ekstrakata kamilice (*Matricaria chamomilla* L.), maslačka (*Taraxacum sp.* L.), stolisnika (*Achillea millefolium* L.), koprive (*Urtica dioica* L.) te njihove mješavine na klijanje matovilca i glavatog kupusa. Iz toga je zaključila kako su biljni ekstrakti imali i pozitivno i negativno djelovanje na klijanje sjemena matovilca i glavatog kupusa. Općenito su niže koncentracije (1% i 2%) biljnih ekstrakata

pokazale pozitivan alelopatski utjecaj na klijavost sjemena navedenih biljaka. Dokazala je kako je kupus najvišu klijavost imao pod utjecajem ekstrakta maslačka i koprive u nižim koncentracijama dok su ekstrakti kamilice, stolisnika i maslačka (u koncentraciji od 5%) djelovali potpuno inhibirajuće.

Pereira de Souza i sur. (2019.) bavili su se alelopatskim utjecajem ekstrakta gomolja okruglog šilja (*Cyperus rotundus*) na klijavost i kvalitetu sjemena kupusa i rajčice. Autori su koristili ekstrakt u koncentraciji od 25%, 50%, 75% i 100% te su zaključili kako povećavanjem koncentracije raste i inhibitorni utjecaj, smanjujući klijavost i kvalitetu sjemena kupusa i rajčice.

### **3. Cilj i svrha rada**

Cilj ovoga rada bio je istražiti alelopatski utjecaj ekstrakata vodenih otopina dobivenih od biljnih vrsta kamilice (*Matricaria chamomilla* L.), koprive (*Urtica dioica* L.), maslačka (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg), kore hrasta (*Quercus sp.*), stolisnika (*Achillea millefolium* L.), valerijane (*Valeriana officinalis* L.) te njihovu mješavinu na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea var. capitata* L.).

Istraživanje je provedeno u svrhu moguće primjene navedenih ekstrakata u praksi kao poboljšivača procesa klijanja sjemena kupusa.

## 4. Materijali i metode

Pokus je proveden u laboratoriju Sveučilišta u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu u lipnju 2020.

### 4.1. Biljni materijali

U pokusu je korišten nadzemni dio sljedećih biljaka: kamilice (*Matricaria chamomilla* L.), koprive (*Urtica dioica* L.), maslačka (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg), kore hrasta (*Quercus* sp.), stolisnika (*Achillea millefolium* L.), valerijane (*Valeriana officinalis* L.) i mješavina prethodno navedenih vrsta koje su nabavljene u biljnoj ljekarni „Jerkin“. Biljni materijal je usitnjen u električnoj mljevilici, na dužinu od cca 1 cm, (Slika 1) koja je prethodno očišćena i dezinficirana u 70%-tnom etanolu.



Slika 1. Usitnjavanje biljnog materijala (Foto: M. Balenović, 2020.)

## 4.2. Ekstrakcija i priprema otopina

Vodeni ekstrakt suhog materijala pripremljen je prema metodi Nosworthy (2003.) na način da je 100 g biljne mase potopljeno u 1000 ml destilirane vode, miješano i ostavljeno na sobnoj temperaturi tijekom 24 sata. Zatim je materijal filtriran najprije kroz muslinsko platno te nakon toga kroz filter papir i dobiven je glavni ekstrakt (Slika 2.). Njenim daljnjim razrjeđivanjem dobiveni su 50%-tni ekstrakt, 20%-tni ekstrakt te 5%-tni ekstrakt.



Slika 2. Posude s vodenim ekstraktima (Foto: M. Balenović, 2020.)

Proces pripreme otopina vidljiv je i na Slikama 3. i 4. u Erlenmayerovim tikvicama. Na isti način pripremljeni su i ostali vodeni ekstrakti (kamilica, kopriva, kora hrasta, valerijana te mješavina) određenih koncentracija korišteni u istraživanju, osim kontrolne skupine Petrijevih zdjelica u kojoj je sjeme bilo potopljeno samo u destiliranu vodu.

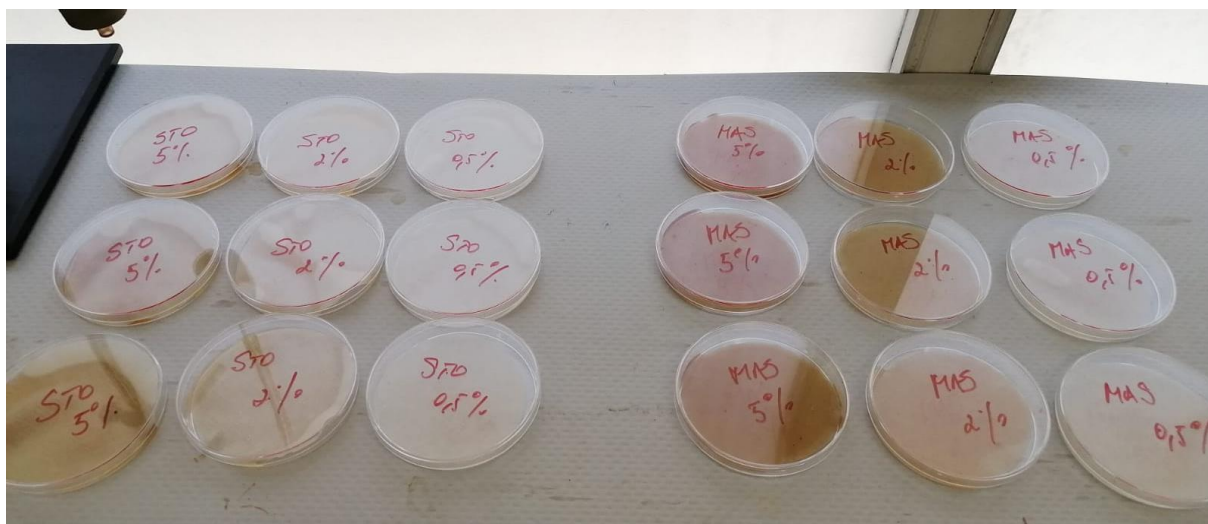




Slika 3. Priprava vodenih ekstraktata (Foto: J. Lončar 2020.)



Slika 4. Različite koncentracije vodenih ekstraktata samoniklog bilja (Foto: M. Balenović, 2020.)

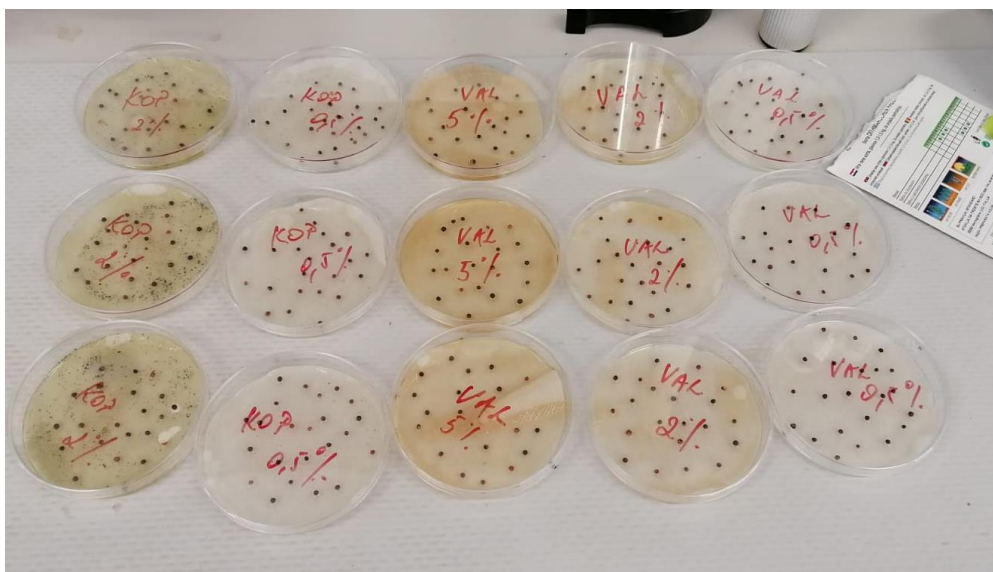


Slika 5. Petrijeve zdjelice s vodenim ekstraktima stolisnika i maslačka (Foto: M. Balenović, 2020.)

#### 4.3. Priprema sjemena i postavljanje pokusa

Sjeme kupusa (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) dezinficirano je u 1%-tnoj otopini varikine (NaOCl) tijekom 20 minuta te zatim tri puta isprano destiliranom vodom.

Na dno sterilnih Petrijevih zdjelica postavljen je također sterilan filter papir na kojeg je stavljeno po 20 sjemenki kupusa. Prije postavljanja sjemenki na filter papir je aplicirano 5ml ekstrakta određenih koncentracija (50%, 20% i 5%). Nakon dodavanja sjemena kupusa Petrijeve zdjelice su zatvorene te oblijepljene parafilmom. Za svaki tretman napravljena su tri ponavljanja te kontrola samo s destiliranom vodom. Petrijeve zdjelice su zatim ostavljene na sobnoj temperaturu od  $22 \pm 2$  °C. Proces naklijavanja trajao je sveukupno 7 dana. Rezultati su očitavani petog i sedmog dana nakon postavljanja pokusa. Na Slici 5. prikazano je sjeme kupusa natopljeno ekstraktima stolisnika i maslačka prilikom postavljanja pokusa.



Slika 6. Sjeme kupusa u različitim koncentracijama vodenih ekstrakata (Foto: M. Balenović, 2020.)

#### 4.4. Obrada podataka

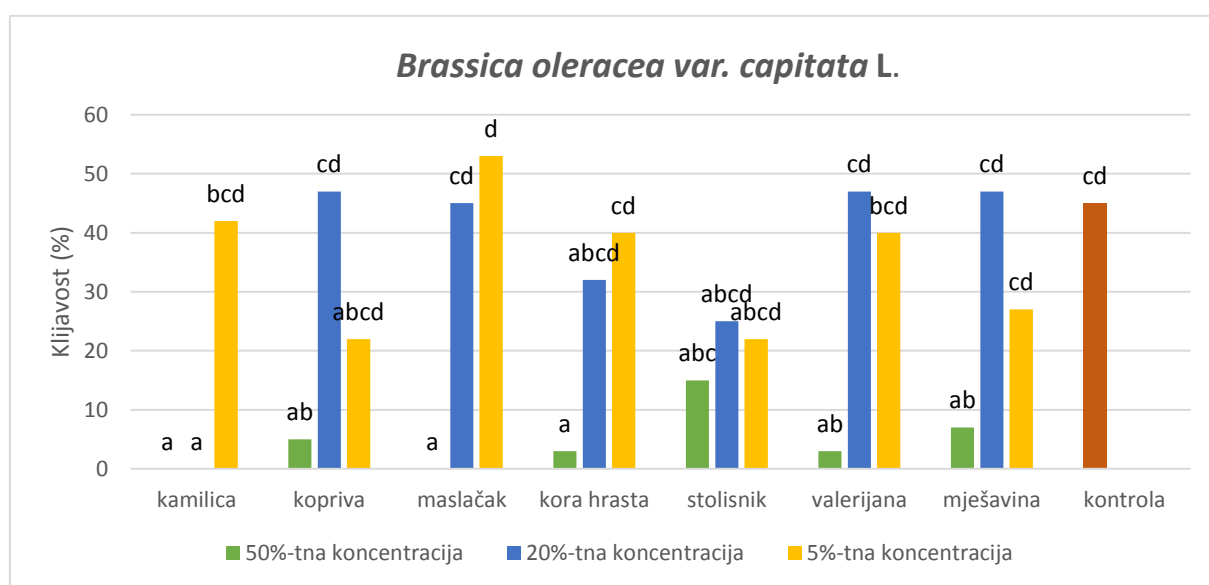
Klijanje je izračunato pomoću formule, a rezultat prikazan u obliku postotka:

$$\text{Klijavost (\%)} = \frac{\text{broj iskljalih sjemenki}}{\text{ukupan broj sjemenki}} \times 100$$

Za statističku obradu podataka korištena je jednostruka analiza varijance (ANOVA). Razlike između srednjih vrijednosti testirane su korištenjem Holm Sidak testa ( $p < 0,05$ ). Dobiveni podaci su statistički analizirani pomoću programa Statistica (Stratsoft Inc 2004), a grafikoni su izrađeni u Microsoft Office Excel (2016).

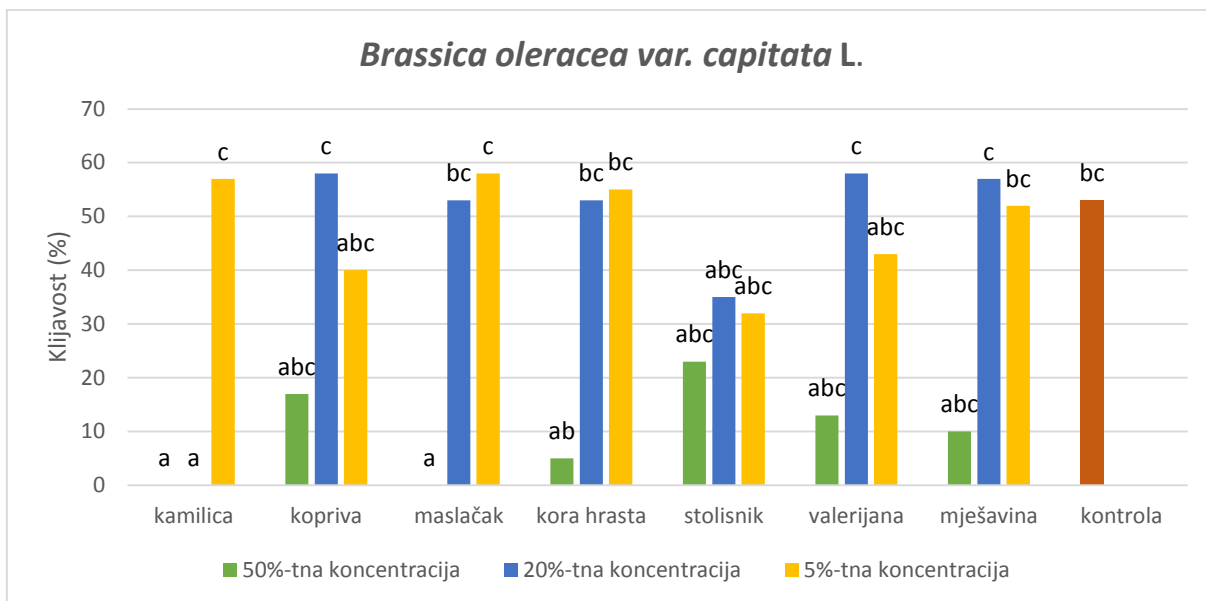
## 5. Rezultati

Grafikonom 1 prikazan je alelopatski učinak vodenih ekstrakata i destilirane na klijanje sjemena kupusa nakon 5 dana. Uočena je statistički značajna razlika između pojedinih tretmana i kontrole ( $df=21$ ,  $F=8,339$ ,  $p<0,001$ ). Najveća klijavost je uočena kod 5%-tnog vodenog ekstrakta maslačka (53%), dok je najlošija kod vodenog ekstrakta kamilice (50%-tna i 20%-tna koncentracija) te maslačka (50%-tna koncentracija). Nadalje, dobra klijavost uočena je kod 20%-tnog ekstrakta koprive, valerijane te mješavine samoniklog bilja (47%) dok je klijavost kontrole iznosila 45%.

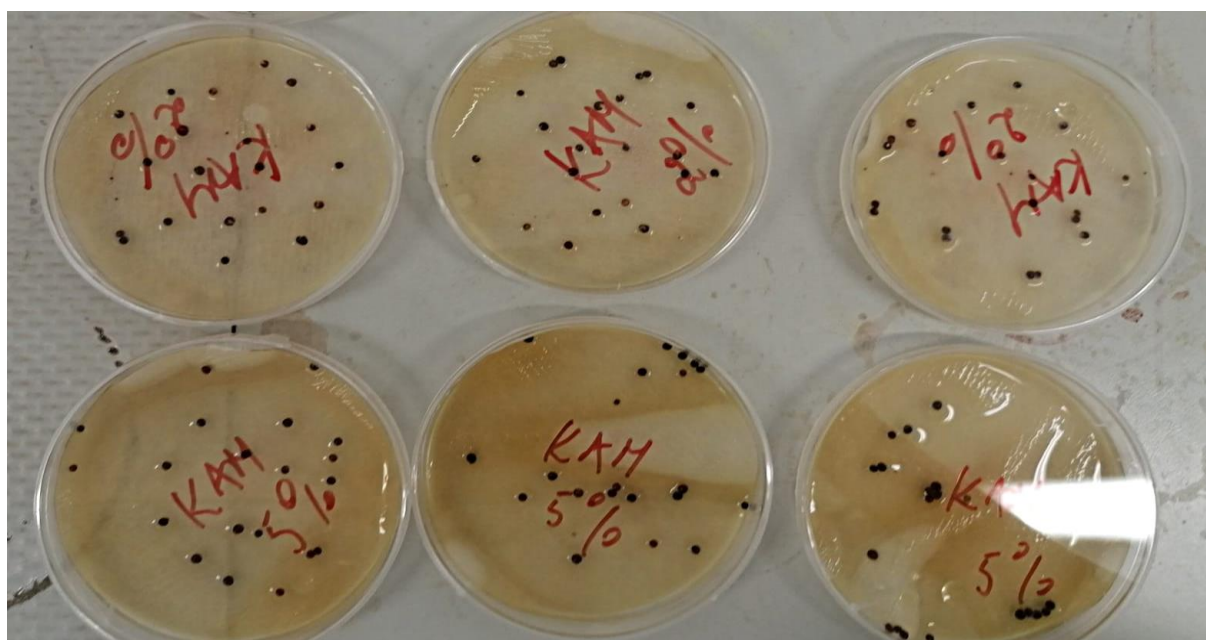


Grafikon 1. Utjecaj vodenih ekstrakata na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea var. capitata L.*) nakon 5 dana

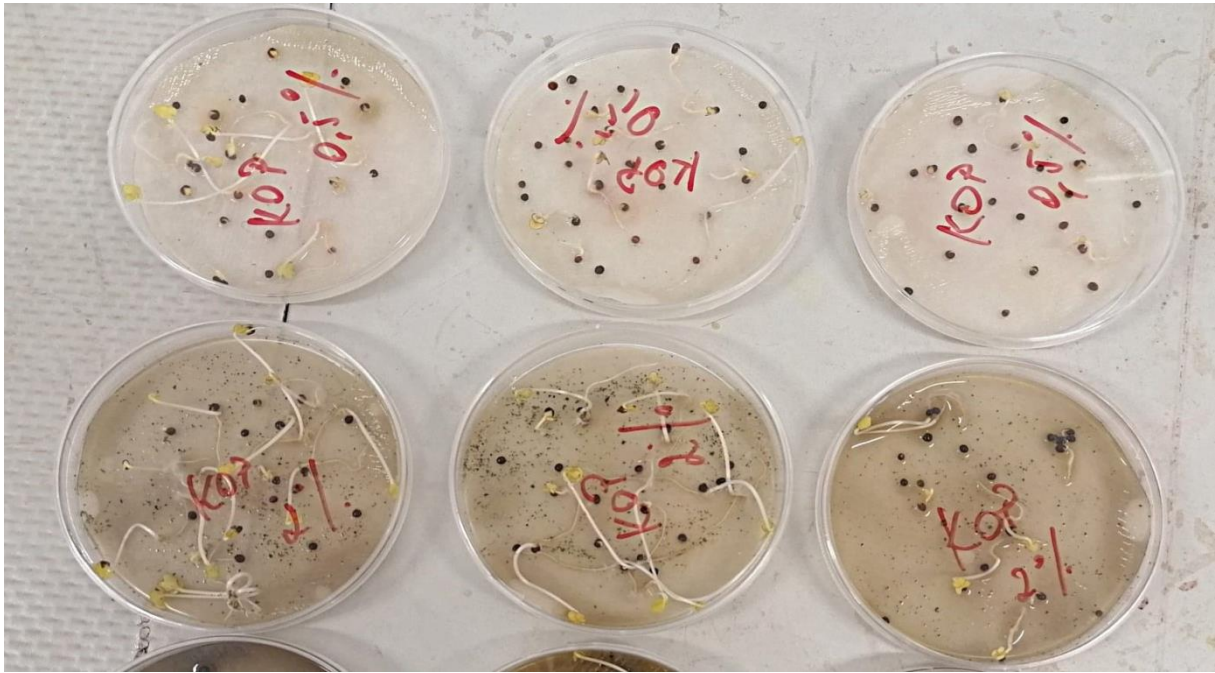
Statistički značajne razlike ( $df=21$ ,  $F=6,039$ ,  $p<0,001$ ) uočene su i 7. dana od početka pokusa. U grafikonu 2 prikazan je postotak klijavosti 7. dan. Kamilica u 50%-tnoj i 20%-tnoj koncentraciji (Slika 7.) te maslačak u 50%-tnoj koncentraciji i dalje djeluju inhibirajuće na klijavost kupusa. Najbolji rezultati sedmog dana uočeni su kod ekstrakata koprive (Slika 8.) s 58% klijavosti i valerijane (58% klijavosti) u koncentraciji od 20% te maslačka (58% klijavost) u koncentraciji od 5% (Slika 8.). Slijede ih 20%-tna otopina mješavine biljaka (Slika 10.) i 5%-tni vodeni ekstrakt kamilice s 57% klijavosti, kora hrasta u koncentraciji od 5% s 55% klijavosti te maslačak i kora hrasta u 20%-tnoj koncentraciji s 53% klijavosti. Klijavost u kontroli nakon 7 dana porasla je na 53% (Slika 11.).



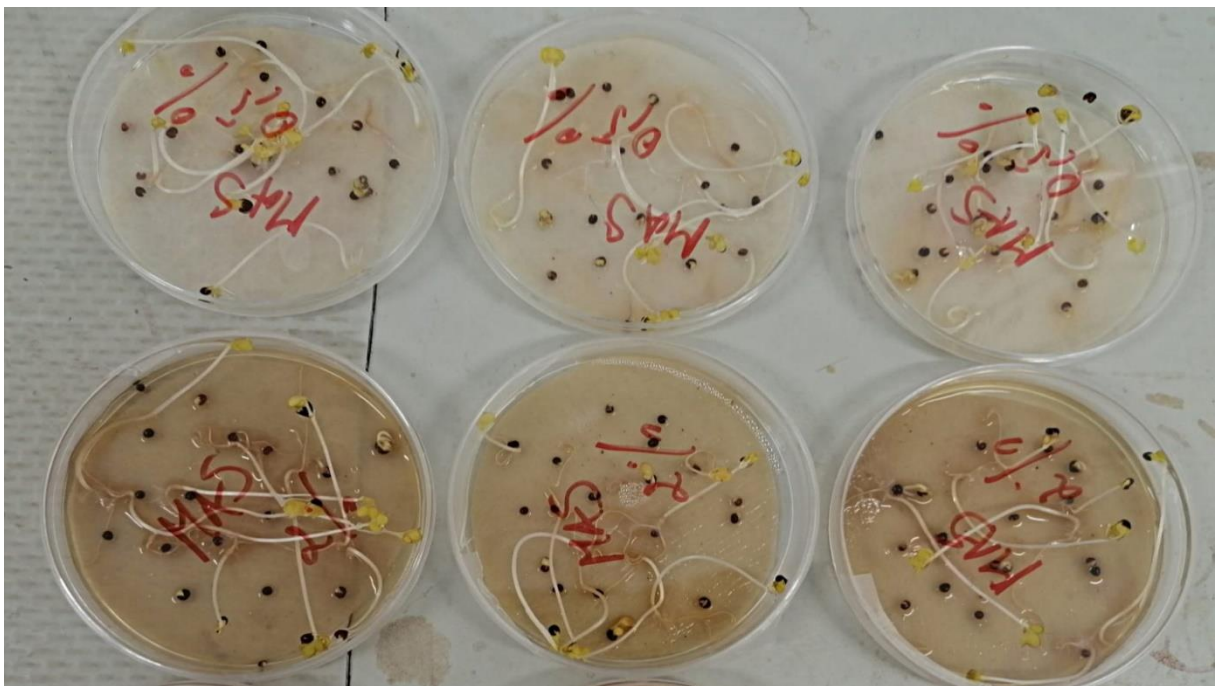
Grafikon 2. Utjecaj vodenih ekstrakata na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea var. capitata L.*) nakon 7 dana



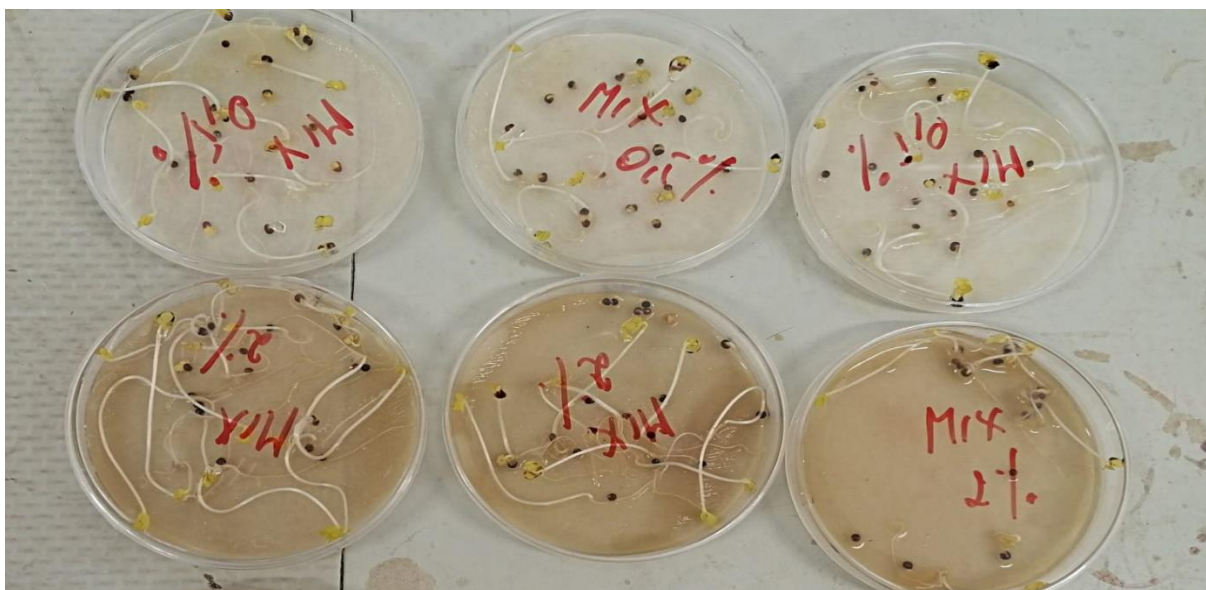
Slika 7. Vodeni ekstrakt kamilice u koncentraciji od 20% i 50% nakon 7 dana (Foto: M. Balenović, 2020.)



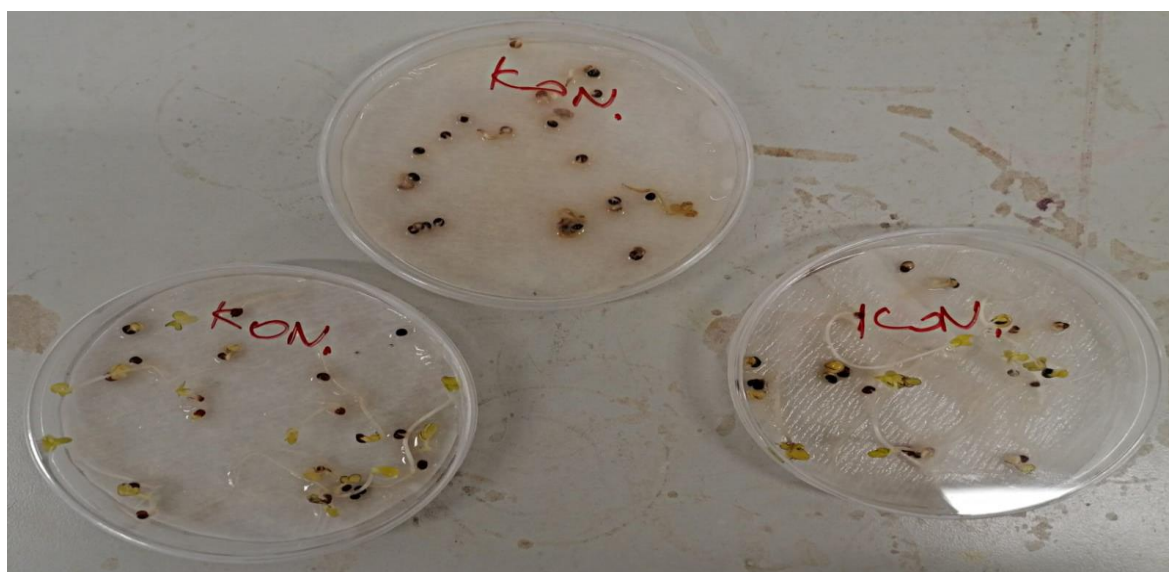
Slika 8. Vodeni ekstrakt koprive u koncentraciji od 20% i 5% nakon 7 dana (Foto: M. Balenović, 2020.)



Slika 9. Vodeni ekstrakt maslačka u koncentraciji od 20% i 5% nakon 7 dana (Foto: M. Balenović, 2020.)



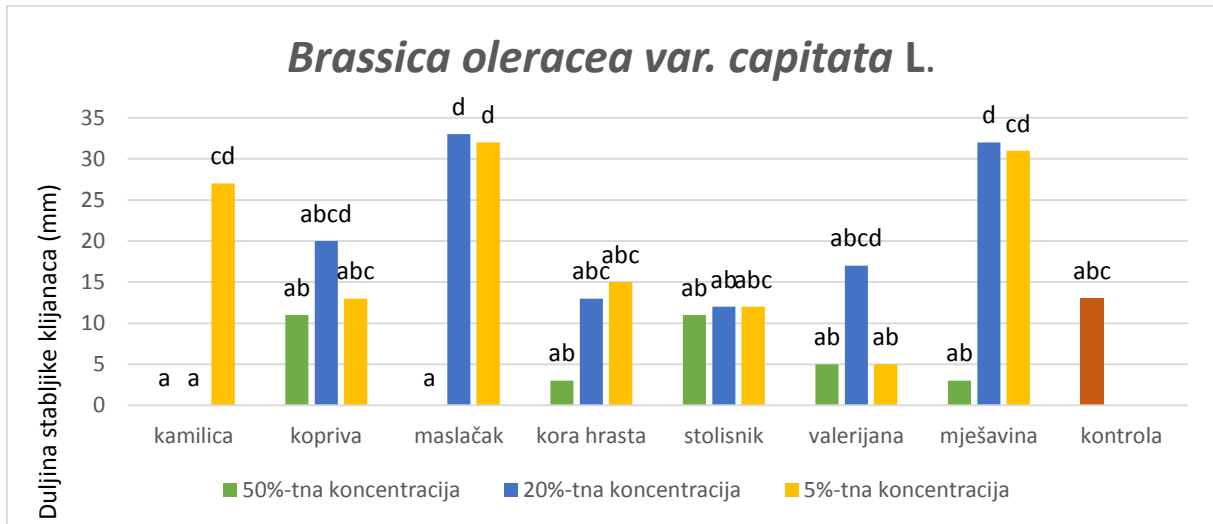
Slika 10. Vodeni ekstrakt mješavine samoniklog bilja u koncentraciji od 20% i 5% nakon 7 dana (Foto: M. Balenović, 2020.)



Slika 11. Klijavost kontrolnog sjemena kupusa u destiliranoj vodi nakon 7 dana (Foto: M. Balenović, 2020.)

Statistički značajna razlika ( $df=21$ ,  $F=13,261$ ,  $p<0,001$ ) uočena je kod duljine iskljale stabljike. U grafikonu 3 prikazane su duljine stabljika klijanaca prokljalog sjemena kupusa u različitim koncentracijama biljnih ekstrakata nakon 7 dana. Najduža stabljika izmjerena je u 20%-tnoj koncentraciji ekstrakta maslačka (33 mm). U usporedbi s kontrolom čija je duljina stabljike klijanaca prosječno iznosila 13 mm opet su biljni ekstrakti najviše koncentracije (50%) dali najlošiji, inhibitorni učinak. Nešto su bolji rezultati u koncentraciji od 20% gdje je mješavina

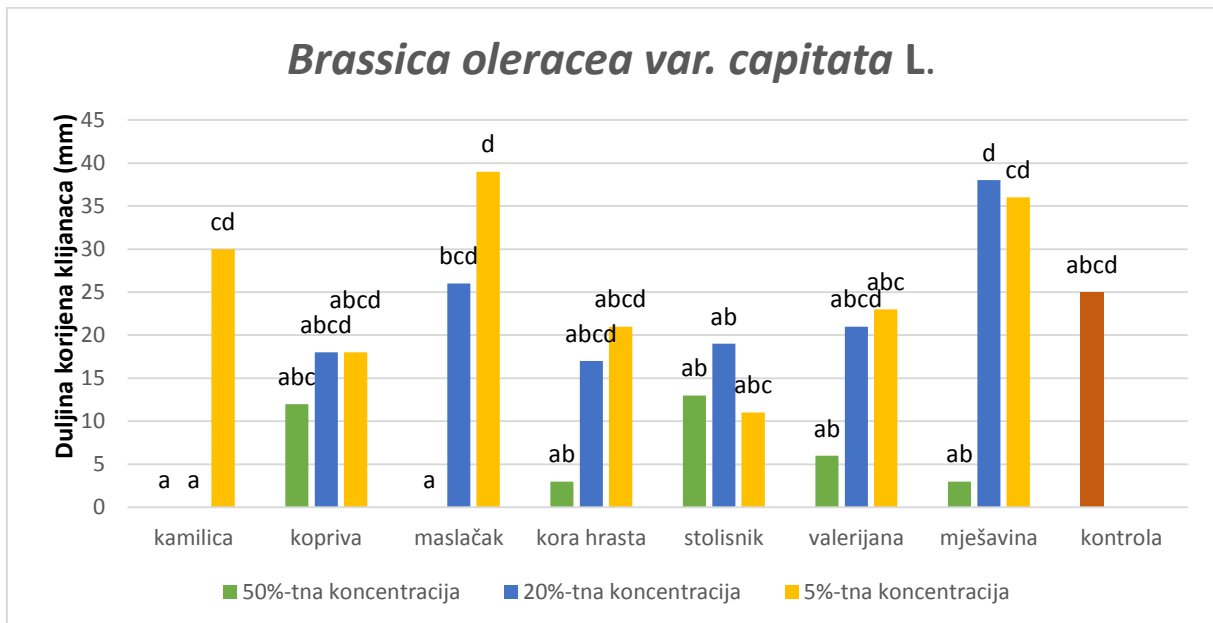
dala najdulje stabljike klijanaca, duljine stabljike prosječno od 32 mm. U najmanjoj koncentraciji od 5% maslačak je djelovao stimulirajuće na dužinu, s duljinom od 32 mm stabljike.



Grafikon 3. Duljina stabljike klijanaca (mm) sjemena kupusa nakon 7 dana

Duljina korjenčića se također značajno razlikovala između tretmana ( $df=21$ ,  $F=7,934$ ,  $p<0,001$ ). Grafikonom 4 prikazane su duljine korjenčića klijanaca (mm) proklijalog sjemena kupusa nakon 7 dana te je vidljivo najduži korjenčić izmjeren u 5%-tnoj koncentraciji ekstrakta maslačka (39 mm) te je, dakle, djelovao stimulirajuće na dužinu korjenčića klijanaca. U usporedbi s kontrolom, biljni su ekstrakti najviše koncentracije (50%) dali najlošiji, a ekstrakti od 20% koncentracije nešto bolji rezultat – mješavina biljaka je u koncentraciji od 20% imala duljinu korjenčića od 38 mm.





Grafikon 4. Duljina korjenčića klijanaca (mm) sjemena kupusa nakon 7 dana

## 6. Rasprava

Rezultati istraživanja utjecaja vodenih ekstrakata nekoliko biljnih vrsta (kamilica, kopriva, maslačak, kora hrasta, stolisnik, valerijana te mješavina navedenog bilja) pokazali su kako ti ekstrakti ovisno o koncentraciji mogu imati stimulirajući, ali i inhibitorni utjecaj na klijanje sjemena kupusa te duljinu klijanaca (stabljike i korjenčića).

Divić (2018.) je u svom istraživanju također koristila kamilicu, stolisnik, maslačak i koprivu (izuzev kore hrasta i valerijane koji su korišteni u ovom istraživanju) promatrajući njihov utjecaj na sjemena kupusa i matovilca, pritom se koristeći 1%-tnom, 2%-tnom i 5%-tnom otopinom. Svojim je istraživanjem dokazala kako ekstrakti viših koncentracija najčešće djeluju inhibitorno ili snižavaju postotak klijavosti. Autorica pretpostavlja da bi niže koncentracije istih biljaka mogle imati stimulirajući utjecaj na klijavost. Iako u ovom istraživanju razlika između tretmana i kontrole nije bila statistički značajna, klijavost kod ekstrakata koprive i valerijane u 20%-tnoj koncentraciji te maslačka u 5%-tnoj koncentraciji bila je za 5% veća od kontrole (53% klijavosti), dok su kamilica u 5%-tnoj koncentraciji i mješavina biljaka u 20%-tnoj koncentraciji dali rezultat za 4% veći od kontrole. Ekstrakt kore hrasta u 5%-tnoj koncentraciji dao je veći rezultat od kontrole za 2%. Potpuna inhibicija klijanja uočena je kod 50%-tnog i 20%-tnog ekstrakta kamilice te 50%-tnog ekstrakta maslačka.

Rezultati ovog istraživanja potvrdili su zaključak većeg broja autora (Divić, 2018.; Malovan, 2016.; Bernatović, 2016.; Varga, 2016.; Ravlić, 2015.; Bojović, 2015.) da više koncentracije djeluju inhibitorno na klijanje sjemena kulturnih biljaka. Međutim, zanimljivo je da kod koncentracije 5% kamilica pokazuje dobar rezultat (57%) za razliku od 20%-tne otopine koja je potpuno inhibirala klijanje. Muminović (1987.) je u svojem istraživanju potvrdio inhibirajući utjecaj kamilice na kulture poput zobi, uljane repice i lucerne.

Bojović i sur. (2015.) koristili su vodene ekstrakte koprive (*U. dioica*) u koncentracijama od 5%, 10%, 20%, 40% i 80% kako bi prikazali alelopatski utjecaj na klijanje i rast nekoliko vrsta žitarica. Njihovi su se rezultati također uvelike razlikovali ovisno o korištenoj koncentraciji ekstrakta, tako da su određene koncentracije ekstrakta stimulirale klijanje pšenice, no inhibirale klijanje ječma. Više koncentracije ekstrakta djelovale su inhibirajuće na klijanje zobi, a niže stimulirajuće. Sličan utjecaj kopriva je pokazala i u ovom istraživanju – najviša koncentracija od 50% imala je jedan od najnižih postotaka klijavosti sjemena kupusa (17%) u cjelokupnom istraživanju, dok je 20%-tni ekstrakt uz maslačak i valerijanu, poticao klijanje sjemena kupusa (58%). U navedenom istraživanju jedino je koncentracija od 50% stimulirala rast korijena, dok

su ostale koncentracije djelovale inhibirajuće na sve korištene žitarice. Niže koncentracije pozitivno su utjecale na rast stabljike pšenice i ječma, a više koncentracije su djelovale inhibirajuće. Za razliku od utjecaja na žitarice, kopriva je u koncentraciji od 50% djelovala inhibirajuće na duljinu stabljike klijanaca kupusa (11 mm) u usporedbi s kontrolom (13 mm) te je jedino u koncentraciji od 20% pokazala nešto bolji rezultat (20 mm duljine stabljike). Što se tiče duljine korijenčića, sve su koncentracije vodenog ekstrakta koprive djelovale inhibirajuće na klijance kupusa u usporedbi s kontrolom.

U usporedbi s podacima Nath i sur. (2016.) koji su istraživali ekstrakt limuna (list, kora i cvjetni pupoljci) na klijavost sjemena kupusa u ovom istraživanju postignuti su nešto bolji rezultati. U njihovom istraživanju jedino je ekstrakt cvjetnih pupoljaka limuna dao jako dobar rezultat (80% klijavosti).

Varga (2016.) se istražujući alelopatski potencijal korovne vrste bezmirisna kamilica (*Tripleurospermum indorum* C.H. Schultz) na salatu bavila i utjecajem vodenih ekstrakata (1%, 5% i 10% koncentracije) na duljine korijena i stabljike u Petrijevim zdjelicama. Potvrdila je kako povećanjem koncentracije dolazi do negativnog alelopatskog učinka na duljinu korijena i stabljike. Takav rezultat potvrđen je i u ovom istraživanju: najviše koncentracije (5%) vodenih ekstrakata nisu dale bolji rezultat od kontrole, a neki (kamilica i maslačak) su djelovali potpuno inhibirajuće te se klijanci uopće nisu razvili. U njenom istraživanju najniža koncentracija vodenog ekstrakta (1%) nije značajno utjecala na duljinu izdanka klijanaca salate, dok je ovdje najmanja koncentracija (5%) vodenog ekstrakta dala jedan od boljih rezultata istraživanja (vodeni ekstrakt maslačka 32 mm, a mješavine biljaka 31 mm duljine stabljike, za razliku od kontrole 13 mm). U njenom su istraživanju sve koncentracije vodenih ekstrakata inhibirale duljinu korijena klijanaca u usporedbi s kontrolom, dok su ovdje ipak neke koncentracije dale bolji rezultat u odnosu na kontrolu. Maslačak i mješavina biljaka su u koncentraciji od 5% potaknuli rast duljine korijena klijanaca kupusa od 39 mm, odnosno 36 mm. Dok je mješavina biljaka u koncentraciji od 20% utjecala na duljinu korijena od 38 mm, za razliku od kontrole kod koje je duljina korijena klijanaca iznosila 25 mm.

## 7. Zaključak

Vodeni ekstrakti su ovisno o koncentraciji imali i pozitivni i negativni utjecaj na klijanje sjemena kupusa, te duljinu korijena i stabljike klijanaca.

- ❖ Najviša koncentracija ekstrakata od 50% djelovala je inhibirajuće, a niže koncentracije od 20% i 5% su donekle stimulirale klijavost sjemena kupusa.
- ❖ Najbolje rezultate u stimulaciji klijavosti pokazali su kopriva (20%-tni ekstrakt), maslačak (5%-tni ekstrakt) i valerijana (20%-tni ekstrakt) s 58% klijavosti (5% bolje od kontrole) te kamilica (5%-tni ekstrakt) i mješavina biljaka (20%-tni ekstrakt) s 57% klijavosti (4% bolje od kontrole).
- ❖ Klijavost su potpuno inhibirale kamilica (50%-tni i 20%-tni ekstrakt) i maslačak (50%-tni ekstrakt). Slijedeće najlošije rezultate imali su kora hrasta (50%-tni ekstrakt) s 5% klijavosti i mješavina biljaka (50%-tni ekstrakt) s 10% klijavosti .
- ❖ Najveća duljina stabljike je izmjerena kod 20%-tnog ekstrakta maslačka s 33 mm (20 mm dulji od kontrole), a najveća duljina korjenčića kod 5%-tnog ekstrakta maslačka s 39 mm (14 mm dulji od kontrole).

U ovom istraživanju dokazan je utjecaj različitih koncentracija biljnih ekstrakata u kontroliranim laboratorijskim uvjetima. Međutim, i neki drugi npr. okolišni uvjeti poput tla, temperature, vlage te biljnih nametnika mogu utjecati na klijavost sjemena kulturnih biljaka. Stoga bi ovakvo istraživanje u budućnosti trebalo nastaviti i u poljskim uvjetima.

## 8. Popis literature

1. An, M. (2005.) Mathematical modelling of dose-response relationship (hormesis) in allelopathy and its application. *Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine* 3: 153-172.
2. Bakotić, Ž. (2019.) Provjera klijavosti sjemena vrste *Hypericum olympicum* L. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb.
3. Baličević, R. i sur. (2017.) Alelopatski utjecaj vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na klijavost i rast luka i bosiljka. U: 52. Hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, Zbornik radova. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 298-301.
4. Bernatović, K. (2016.) Alelopatski utjecaj vrste *Aloe vera* (L.) Burm. f. na ratarske kulture. Diplomski rad. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
5. Bojović, B.M. i sur. (2015.) Allelopathic effect of aqueous extraxts of *Urtica dioica* L. on germination and growth of some cereals. University of Kragujevac, Department of biology and ecology, Kragujevac.
6. Cain, B. (2011.) Why did my seedlings die? Washington state university, Washington.
7. Cheng, F., Cheng, Zh. (2015.) Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in plant science* 6: 1-16.
8. Divić, M. (2018.) Utjecaj biljnih ekstrakata na klijanje matovilca (*Valerianella locusta* L. Laterr) i glavatog kupusa (*Brassica oleracea convar. capitata* (L.) Alef. Var, *capitata* L.). Završni rad. Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Zadar.
9. Kolomaznik, K. i sur. (2012.) Diffusion of biostimulators in to plant issues. *Heat and mass transfer* 48: 1505-1512.
10. Lešić, R. i sur. (1993.) Proizvodnja povrtnog sjemena. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
11. Malovan, T. (2016.) Alelopatski potencijal korovne vrste divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na mrkvu. Diplomski rad. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
12. Matotan, Z. (2006.) Tehnologija proizvodnje i sortiment kupusnjača. *Glasnik zaštite bilja* 29 (4): 4-34.
13. Muminović, S. (1987.) Alelopatski uticaj ekstrakta nekih vrsta korova na klijavost sjemena usjeva. *Fragmenta Herbologica Jugoslavica* 16 (1-2): 317-324.

14. Nath, S. i sur. (2016.) Allelopathic effect of lemon plant parts on the seedling germination and growth of lettuce and cabbage. *International journal of plant biology and research* 4, (1): 1054.
15. Parađiković, N. (2009.) Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
16. Parađiković, N. i sur. (2011.) Osnove proizvodnje povrća, <https://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/kupus-142/> (pristupljeno: 9.7.2020.)
17. Pejić, T. (2013.) Alelopatski utjecaj zajedničkog klijanja sjemena aromatičnog bilja i sjemena korova. Diplomski rad. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
18. Pereira de Souza, G. i sur. (2019.) Allelopathic effects of purple nutsedge extract on the physiological quality of cabbage and tomato seeds. *Journal of Agricultural Science* 11 (17): 260-270.
19. Ravlić, M. (2015.) Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorski rad. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
20. Ravlić, M. i sur. (2014.) Alelopatski utjecaj zajedničkog klijanja, vodenih ekstrakata i biljnih ostataka peršina (*Petroselinum crispum* Mill.) na strjeličastu grbicu (*Lepidium draba* (L.) Desv.). *Poljoprivreda* 20 (1): 22-26.
21. Rice, E.L. (1985.) Allelopathy – an overview. *Recent Advances in phytochemistry. Literature review*, New York: Plenum Press 19: 81-105.
22. Rice, E.L. (1984.) *Allelopathy*. Second Edition. Academic press inc., Orlando.
23. Šćepanović, M. i sur. (2007.) Alelopatski utjecaj korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* Med. i *Datura stramonium* L. na početni razvoj kukuruza. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva* 69 (6): 459-472.
24. Varga, M. (2016.) Alelopatski potencijal korovne vrste bezmirisna kamilica (*Tripleurospermum indorum* C.H.Schultz) na salatu. Diplomski rad. Sveučilište J.J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
25. Vojnović, R. (2016.) Pripremom sjemena do dobrih presadnica, <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/pripremom-sjemena-do-dobrih-presadnica/22876/> (pristupljeno: 15.9.2020.)
26. Zeman, S. i sur. (2011.) Alelopatski odnosi biljaka: pregled djelujućih čimbenika i mogućnost primjene. *Glasnik zaštite bilja* 34 (4): 52-59.

