Ljekovite biljke – prijatelji ili neprijatelji povrtnim kulturama

Marija Perak, 7. razred

Osnovna škola Josip Pupačić, Omiš
Mentor: *Tamara Banović*

SAŽETAK

Ovaj rad istražuje alelopatski učinak ružmarina, koprive i lovora, na klijavost i rani rast povrtnih kultura: graha, rotkvice i rajčice. Cilj istraživanja bio je utvrditi utječu li vodeni ekstrakti ružmarina i koprive različitih koncentracija na klijavost i rast povrtnih kultura te ispitati klijavost i rast navedenih povrtnica u zemlji koja je tretirana pripravcima ružmarina, koprive i listova lovora. Također, cilj je bio analizirati mikroskopske promjene sjemenki graha tijekom klijanja. U Petrijevim zdjelicama sjemenke su tretirane vodom te 25 %, 50 % i 100 %-tnim vodenim ekstraktima ružmarina i koprive. Najbolja klijavost graha i rajčice zabilježena je u vodi, dok je u višim koncentracijama ekstrakata (50 % i 100 %) klijanje bilo potpuno inhibirano. Rotkvica je pokazala veću otpornost te je klijala u svim uvjetima, a najveći postotak klijavosti zabilježen je u 25 %-tnoj otopini koprive, što upućuje na mogući stimulativni učinak toga pripravka u nižim koncentracijama. Prosječna duljina klica svih ispitanih biljnih vrsta bila je najveća u vodi, dok su više koncentracije ekstrakata značajno smanjile rast klice. Mikroskopskom analizom sjemenki graha uočene su degenerativne promjene parenhimskih stanica i smanjenje rezervnih tvari, osobito u uzorcima s vodom gdje je zabilježeno intenzivnije klijanje. Tijekom praćenja klijanja i rasta u zemlji sve su vrste proklijale, pri čemu su grah i rajčica pokazali veću klijavost u prisutnosti listova lovora, a rotkvica bilježi najbolju klijavost u posudama koje su zalijevane vodom. Najveći prirast stabljike graha zabilježen je u posudi zalijevanoj ružmarinom, a najmanji u posudi zalijevanoj vodom. Iako su jedinke rotkvice imale najveću klijavost, petnaestog dana od početka istraživanja, stabljike su se osušile i propale. Rezultati potvrđuju da učinak ljekovitih biljaka ovisi o koncentraciji ekstrakta i razvojnoj fazi biljke te ukazuju na njihov potencijal u ekološkoj poljoprivredi kao prirodnih regulatora rasta.

***Ključne riječi*:** *alelopatija; klijanje; rast biljaka*

UVOD

Još u nižim razredima osnovne škole iz prirode smo učili o ljekovitim učincima mediteranskih biljaka poput lavande, kamilice i ružmarina, a ja sam vidjela svoju baku kako zaljeva neke dijelove svoga vrta vodenim pripravcima koprive, ružmarina i bijelog luka protiv korova. Nije mi bilo jasno kako to mogu biti ljekovite biljke ako se koriste protiv korova. S tim pitanjem sam došla svojoj nastavnici te je tako nastala ideja o ovom istraživačkom radu u kojem se istražuje alelopatski učinak biljaka. Alelopatija je biološki fenomen u kojem jedan organizam izlučuje biokemijske tvari koje utječu na rast, opstanak i reprodukciju drugog organizma. Te biokemijske tvari znane kao alelokemikalije mogu imati pozitivan (stimulativni) i negativan (inhibitorni) utjecaj na druge organizme (Azizi i Fujii, 2006). Austrijski botaničar Molish prvi je upotrijebio pojam alelopatije davne 1937. godine u svojoj knjizi *Der Einfluss einer Pflanze uf die andere-Allelopathie*, kako bi opisao utjecaj jedne biljke, putem biokemijskih reakcija, na rast susjedne biljke (Molish, 1938). Međunarodno alelopatsko društvo je 1996. definiralo alelopatiju kao svaki postupak koji uključuje sekundarne metabolite proizvedene od biljaka i raznih mikroorganizama koji utječu na rast i razvoj poljoprivrednih i bioloških sustava (osim životinja), uključujući pozitivne i negativne učinke (Sisodia i Siddiqui, 2010). Alelokemikalije su pohranjene u stanicama u obliku vodotopivih glikozida, polimera, uključujući tanine, lignine i soli. Te kemikalije mogu biti oslobođene isparavanjem, ispiranjem s lišća ili stabljika, izlučevinama korijena i razgradnjom biljnih ostataka (Putnam, 1985). Pojedine biljke proizvode korisne spojeve koji potiču klijanje i rast drugih biljaka poboljšanjem apsorpcije hranjivih tvari ili povećanjem otpornosti na štetnike i bolesti, dok druge

Autori zadržavaju autorska prava te časopisu daju pravo prvog objavljivanja rada u skladu s licencijom CC BY 4.0, koja dopušta drugima dijeljenje rada uz navođenje autorstva i izvornog mjesta objavljivanja rada u časopisu.

inhibiraju rast ili su toksične za druge vrste, a neke mogu čak negativno utjecati na vlastitu vrstu ako se više puta uzgajaju u istom tlu zbog nakupljanja autoinhibitornih spojeva (Sanchez, 2025).

Biljke na različite načine nastoje opstati u svom okolišu, a oslobađanjem kemijskih spojeva međusobno komuniciraju podržavajući ili odbijajući jedne druge te tako pridonose opstanku svoje ili druge vrste. Danas se u poljoprivredi potiče ekološka proizvodnja i upotreba bioloških metoda nastojeći pri tom smanjiti upotrebu kemijskih sredstava i tako očuvati zdravlje i bioraznolikost tla.

U ovom radu korištene su tri vrste povrtnih biljaka: grah, rajčica i rotkvica te je na njima ispitan alelopatski učinak ružmarina, lovora i koprive.

Ružmarin (*Rosmarinus officinalis* L.) vazdazeleni je grm iz porodice usnača (Lamiaceae) koji je prepoznatljiv po igličastim listovima i svijetloplavim cvjetovima. Ružmarin ima intenzivan miris, ali i okus. Može se pronaći diljem Europe, no ima ga i u Sjevernoj Americi (Sasikumar, 2012). Upotrebljava se svježi ili sušeni kao začin, koristi se u kozmetici i liječenju nekih zdravstvenih problema (Kreni zdravo, 2011). Ekstrakti i ostaci listova ružmarina pokazali su negativne učinke na klijanje i rast biljaka poput salate i raznih korova. Ovi učinci uključuju smanjeno klijanje sjemenki, usporen rast korijena i izbojaka. Ružmarin može imati i poticajan učinak na rast i klijanje nekih biljaka. Tako niske koncentracije ekstrakta ili eteričnog ulja ružmarina mogu povećati klijanje i rani razvoj kod nekih biljaka, poput riže (Elghobashy i sur., 2024).

Lovor (*Laurus nobilis* L.) je biljka mediteranskog podrijetla iz porodice Lauraceae, koja ponekad uspijeva i na području s blagom kontinentalnom klimom. To je vazdazeleno grmoliko bilje koje cvjeta u proljeće, a ima snažan miris i gorak okus. Plod lovora su male bobice. Lovorov list se koristi kao začin, ali i kao lijek (Knezović Žuna, 2018). Istraživanja potvrđuju da vodeni ekstrakti lovora mogu inhibirati klijanje i rast različitih usjeva i korova u laboratorijskim uvjetima (Sekine i sur., 2020; Hamad i sur., 2023).

Kopriva je zeljasta biljka iz porodice kopriva (Urticaceae) s približno 80 vrsta raširenih u umjerenim područjima. Njezini stabljika i listovi pokriveni su krhkim jednostaničnim dlakama žarnicama. Pri dodiru, vršak dlake se lomi, a žarnica poput injekcijske igle prodire u kožu, kamo se izlije njezin sadržaj koji izaziva bol, crvenilo i mjehure na koži. U Hrvatskoj je prisutno šest vrsta kopriva, a sve su nitrofilne (rastu na tlu s puno dušika). Znanstvena istraživanja pokazuju da ekstrakti koprive mogu negativno utjecati na klijanje i rani rast mnogih korovnih biljaka, ali i usjeva i povrća. Ekstrakti koprive vrste *Urtica dioica* L. smanjuju klijanje i rast izbojaka i korijena usjeva i drugih biljaka poput pšenice, ječma i špinata, osobito pri višim koncentracijama ekstrakta u tlu ili kulturi (Bojović i sur., 2018). Neka istraživanja, uključujući laboratorijske pokuse s vodenim ekstraktima biljaka, pokazuju da nižim koncentracijama ekstrakata koprive može doći do poticanja rasta ili klijanja nekih biljaka (Balenović, 2020).

Istraživačka pitanja koja su me potakla na ovo istraživanje su sljedeća. Utječu li vodeni pripravci herbicidnih biljaka na klijavost sjemenki i rast biljaka koje koristimo u prehrani? Ovisi li klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice o koncentraciji vodenih pripravaka koprive i ružmarina? Što se događa sa sjemenkama na mikroskopskoj razini u ovisnosti u kakvom mediju se događa klijanje?

Ciljevi ovoga rada su sljedeći:

1. utvrditi razlike klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice tretiranih vodom, vodenim ekstraktom ružmarina i vodenim ekstraktom koprive te usporediti klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice ovisno o koncentraciji vodenih ekstrakta koprive i ružmarina;

2. analizirati mikroskopske promjene na sjemenkama graha tretirane vodom, vodenim ekstraktom ružmarina i vodenim ekstraktom koprive;
3. ispitati utjecaj vode, vodenih ekstrakta ružmarina i koprive te listova lovora na klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice uzgojenih u zemlji te odrediti razlike utjecaja vodenog ekstrakta ružmarina, vodenog ekstrakta koprive i listova lovora na rast stabljike graha, rotkvice i rajčice.

Na temelju svega navedenoga, postavljene su sljedeće hipoteze:

1. klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice bit će veća ako ih tretiramo vodom, nego vodenim ekstraktima ružmarina i koprive;
2. klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice razlikovat će se ovisno o koncentraciji vodenih ekstrakata koprive i ružmarina, što je koncentracija ekstrakata veća bit će manja klijavost;
3. klijavost sjemenki i rast stabljike graha, rotkvice i rajčice u tlu bit će veća ako ih tretiramo vodom, nego vodenim ekstraktom ružmarina, vodenim ekstraktom koprive i listovima lovora;
4. sjemenke graha tretirane vodom će imati manje zalihe škroba i proteina u odnosu na sjemenke tretirane ekstraktima ružmarina i koprive.

METODE RADA

Istraživanje je provedeno u školskom laboratoriju tijekom studenoga i prosinca 2025. godine. Nakon nabavke biljnih materijala pripremljeni su vodeni ekstrakti koprive i ružmarina u različitim koncentracijama te su njima tretirane sjemenke graha, rotkvice i ružmarina.

Biljni materijal

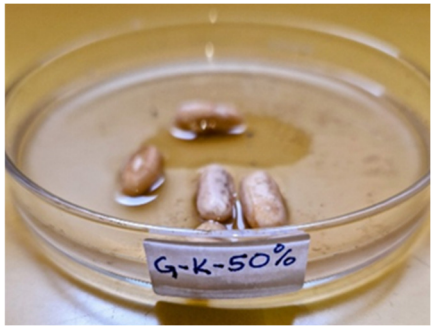
Od biljnog materijala u istraživanju su korištene sjemenke graha, rajčice i rotkvice te usitnjeni listovi koprive, ružmarina i lovora. Sjemenke graha i rotkvice nabavljene su iz organskog uzgoja u poljoprivrednoj apoteci. Sjemenke rajčice proizvođača *Impex* nabavljene su komercijalno, kao i usitnjeni listići koprive proizvođača *Pampa*. Listovi ružmarina ubrani su u školskom vrtu.

Priprava vodenih ekstrakata

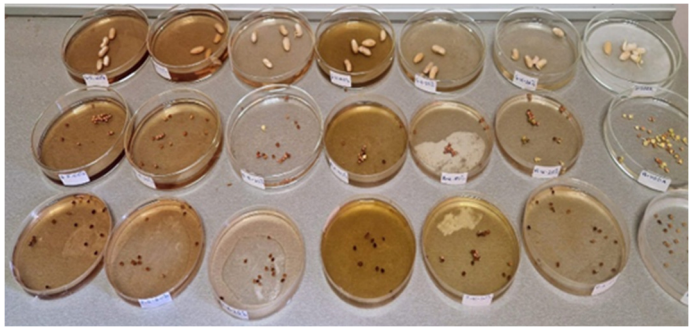
Vodeni ekstrakti koprive pripremljen je tako da je 500 g usitnjenih listića potopljeno u 5 L vode, miješano i ostavljeno na sobnoj temperaturi tijekom 24 sata (Markić, 2023). Nakon 24 sata pripravak je filtriran kroz žičano cjedilo i spremljen u čistu posudu. Na taj način dobiven je vodeni ekstrakt koprive koji je označen kao 100 %-tni. 1,5 L tako pripremljene otopine razrijeđeno je s jednakim volumenom vode i dobivena je 50 %-tni vodeni ekstrakt, a potom se 1 L te otopine razrijedi s dodatnom 1 L vode. Tako je dobiven 25 %-tni pripravak. Na isti način pripremljeni su vodeni ekstrakti ružmarina.

Klijanje u Petrijevim zdjelicama

U prvom dijelu istraživanja praćena je klijavost sjemenki graha, rajčice i rotkvice tretiranih običnom vodom te pripravcima vodenih ekstrakata koprive i ružmarina različitih koncentracija. Na dno sterilnih Petrijevih zdjelica postavljen je filter papir, Petrijeve zdjelice su označene tako da se u svakom trenutku može vidjeti koje sjemenke se nalaze u pojedinoj posudi i čime se uzorci zalijevaju tijekom klijanja (slika 1 i slika 2). Prije postavljanja sjemenki na filter papir, aplicirano je po 5 ml ekstrakata koprive i ružmarina određenih koncentracija i 5 mL vode. Petrijeve zdjelice su zatim poklopljene i ostavljene na sobnoj temperaturi od 22 ± 2 °C i svakodnevno tijekom sedam dana zalijevale su se s dodatna 2 mL točno određene tekućine, prema oznaci na Petrijevoj zdjelici (slika 1, tablica 1).



Slika 1 Oznaka Petrijevih zdjelica u kojima se prati klijanje sjemenki



Slika 2 Praćenje klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice u vodi i vodenim ekstraktima koprive i ružmarina

U tablici 1 prikazani su svi uzorci i pridružene oznake koje su korištene u ovom dijelu istraživanja.

Tablica 1 Popis uzoraka korištenih tijekom istraživanja klijanja u Petrijevim zdjelicama

Oznaka	Biljna vrsta	Broj sjemenki	Otopina za zalijevanje
G - V	grah	5	voda
G – K – 25 %	grah	5	25 % kopriva
G – K – 50 %			50 % kopriva
G – K – 100 %			100 % kopriva
G – R – 25 %	grah	5	25 % ružmarin
G – R – 50 %			50 % ružmarin
G – R – 100 %			100 % ružmarin
Ro - V	rotkvica	20	voda
Ro – K – 25 %	rotkvica	20	25 % kopriva
Ro – K – 50 %			50 % kopriva
Ro – K – 100 %			100 % kopriva
Ro – R – 25 %	rotkvica	20	25 % ružmarin
Ro – R – 50 %			50 % ružmarin
Ro – R – 100 %			100 % ružmarin
Ra - V	rajčica	20	voda
Ra – K – 25 %	rajčica	20	25 % kopriva
Ra – K – 50 %			50 % kopriva
Ra – K – 100 %			100 % kopriva
Ra – R – 25 %	rajčica	20	25 % ružmarin
Ra – R – 50 %			50 % ružmarin
Ra – R – 100 %			100 % ružmarin

Sedmoga dana od početka istraživanja prebrojan je broj proklijalih sjemenki u pojedinim Petrijevim zdjelicama te je izračunat postotak klijavosti prema formuli: Klijavost (%) = (broj proklijanih sjemenki / ukupan broj sjemenki) × 100.

Ravnalom je izmjerena duljina korjenčića klice svih proklijalih sjemenki u svakoj posudi i izračunata je srednja vrijednost njihova rasta u mm te su rezultati prikazani grafički.

Mikroskopska analiza sjemenke graha tijekom klijanja u različitim vodenim ekstraktima

Proklijale sjemenke graha pripremljene su za mikroskopsku analizu na Zavodu za patologiju Kliničkog bolničkog centra Split.

Nakon rezanja sjemenke graha skalpelom, dobiveni uzorci se stavljaju u posebne kazetice i uranjaju u formalin na 24 h. Nakon toga preparat se prebacuje u aparat (histokinet) gdje se uzorak obrađuje. Po izlasku iz aparata u kazetice se ulijeva tekući parafin koji se nakon toga hladi do pola sata i uzorak se vadi iz kazetice u obliku parafinske kocke. Potom slijedi bojanje po Mayeru: Hemalaun-Eozin (Glavina

Durdov, 2023). Preparati su promatrani svjetlosnim mikroskopom pri povećanjima do 1000 x radi analize promjena parenhimskih stanica supki i sadržaja rezervnih tvari.

Klijanje i rast biljaka u zemlji

U drugom dijelu istraživanja pratila se klijavost i rast stabljike graha, rotkvice i rajčice čije su sjemenke posijane u zemlji. Površina svih posuda je jednaka i iznosi 416 cm2, duljina spremnika je 32 cm, a širina 13 cm. U svaku od pripremljenih posuda, stavljen je jednak volumen (1,2 L) zemlje za cvijeće proizvođača Florabella. Za ovaj dio istraživanja je bilo potrebno 12 posuda i zemlja, za svaku vrstu sjemenki bile su potrebne četiri posude jer se jedna zalijevala s vodom, druga s 50 %-tnim vodenim ekstraktom koprive, treća s 50 %-tnim vodenim ekstraktom ružmarina, a u četvrtu je stavljeno po 5 usitnjenih listova lovora i tijekom istraživanja zalijevano vodom. Iako je prvotna ideja da se za zalijevanje zemlje koriste 100 %-tni pripravci, korištene su 50 %-tne otopine jer su rezultati klijanja u 100 %-tnim otopinama u Petrijevim zdjelicama bili jako loši, odnosno u tako koncentriranim otopinama nisu proklijale sjemenke svih biljaka korištenih u radu. U četiri spremnika za cvijeće posloženo je po 15, u vodi prethodno nabubrenih sjemenki graha koje su prekrivene zemljom tako da se nalaze oko 2 cm ispod površine (Bendelja i sur., 2015). U po četiri spremnika posijane su sjemenke rotkvice i rajčice gdje je u svaki od spremnika poredano 100 ne pregusto raspoređenih sjemenki. Prema uputama proizvođača, sjemenke rotkvice i rajčice su sijane jako plitko, bez prethodnog bubrenja.

U tablici 2 prikazani su svi uzorci i pridružene oznake koje su korištene u ovom dijelu istraživanja.

Tablica 2 Popis uzoraka korištenih tijekom istraživanja klijanja i rasta biljaka u zemlji

Oznaka	Biljna vrsta	Broj sjemenki	Otopina za zalijevanje
G – V	grah	15	voda
G – K			50 % kopriva
G – R			50 % ružmarin
G – L			voda preko listova lovora na zemlji
Ro – V	rotkvica	100	voda
Ro – K			50 % kopriva
Ro – R			50 % ružmarin
Ro – L			voda preko listova lovora na zemlji
Ra – V	rajčica	100	voda
Ra – K			50 % kopriva
Ra – R			50 % ružmarin
Ra – L			voda preko listova lovora na zemlji

Posude s uzorcima izložene su jednakim uvjetima (slika 3). Postavljene su na osvijetljenom mjestu učionice pri sobnoj temperaturi te su zalijevane jednakom količinom vode, odnosno pripremljenim vodenim ekstraktima koprive i ružmarina.



Slika 3 Posude za cvijeće korištene u istraživanju

U svim posudama bilježio se početak klijanja kao trenutak kada je iz zemlje proklijala i postala vidljiva prva biljka. Bilježio se broj proklijalih sjemenki u svakoj posudi i izračunao postotak klijavosti za svaku

od biljnih vrsta u pojedinim uvjetima. Potom se pratio rast stabljika proklijalih biljaka u cm, koji se mjerio ravnalom od površine zemlje do vrška stabljike. Mjerenje visine stabljike započelo je deseti dan od dana sijanja. Sve biljke graha su označene, numerirane i mjerene svako peti dan, te je izračunata srednja vrijednost visine stabljike biljaka u svakom uzorku za dnevno mjerenje. Zbog velikog broja jedinki u svakom od uzoraka sa sjemenkama rotkvice i rajčice te nemogućnosti mjerenja visine svake jedinke, označilo se i numeriralo po deset jedinki u svakom uzorku te se izračunala srednja vrijednost koja se prikazala grafički.

REZULTATI

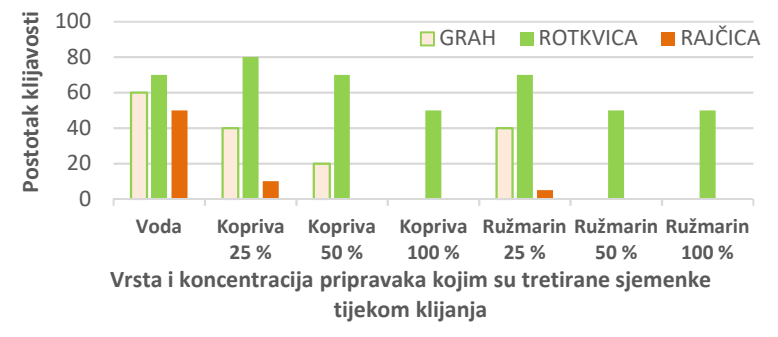
Klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice u vodi i vodenim ekstraktima različitih koncentracija koprive i ružmarina u Petrijevim zdjelicama

Proklijale sjemenke graha, rotkvice i rajčice u Petrijevim zdjelicama prebrojane su sedmog dana od početka istraživanja. Postotci klijavosti navedenih sjemenki prikazani su grafikonom na slici 4.

Najbolja klijavost graha bila je u uzorku zalijevanom vodom, gdje su proklijale tri od pet sjemenki te je klijavost 60 %, dok u 100 %-tnim vodenim ekstraktima ružmarina i koprive te u 50 %-tnom vodenom ekstraktu ružmarina nije proklijala niti jedna sjemenka graha. U 25 %-tnim i 50 %-tnim vodenim ekstraktima koprive, grah je također proklijao, ali u manjem postotku u odnosu na uzorak zalijevan običnom vodom.

Iz grafikona je također vidljivo da su sjemenke rotkvice proklijale u svim uzorcima bez obzira čime su zalijevane. Tako je najveća klijavost sjemenki rotkvice od 80 % bila u 25 %-tnom vodenom ekstraktu koprive, potom u vodi, 25 %-tnom vodenom ekstraktu ružmarina i 50 %-tnom vodenom ekstraktu koprive u kojima je udio proklijalih sjemenki bio 70 %. Klijavost od 50 % bila je u preostale tri otopine, 100 %-tnim vodenim ekstraktima koprive i ružmarina te u 50 %-tnom vodenom ekstraktu ružmarina.

Klijavost rajčice bila je najbolja u vodi i iznosila je 50 % te u manjem postotku u posudama koje su zalijevane 25 %-tnim vodenim ekstraktima koprive i ružmarina, dok u otopinama s većim postotkom ružmarina i koprive u potpunosti izostaje klijanje rajčice. Usporedni rezultati broja proklijalih sjemenki i postotka klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice u vodi i vodenim ekstraktima ružmarina i koprive prikazani su u prilogu 1.

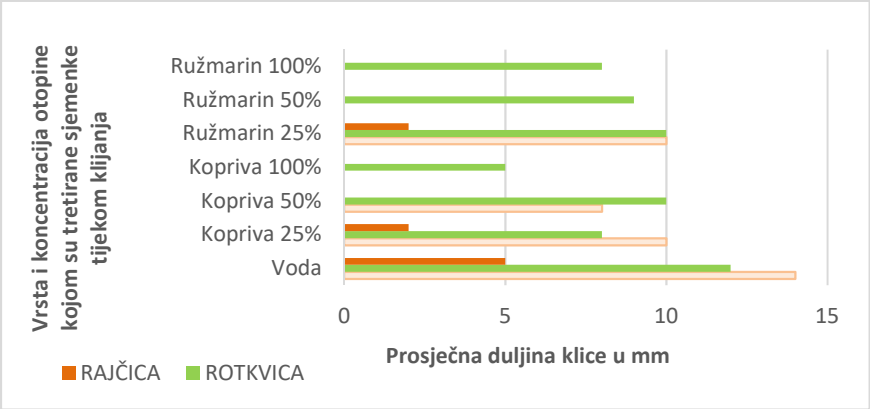


Slika 4 Klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice zalijevanih vodom i vodenim ekstraktima koprive i ružmarina različitih koncentracija

Prosječna duljina klica sjemenki graha, rotkvice i rajčice tretiranih vodom i različitim koncentracijama vodenih ekstrakta ružmarina i koprive u Petrijevim zdjelicama

Desetoga dana od početka istraživanja, klijavost je bila jednaka zabilježenoj klijavosti sedmoga dana. Desetoga dana ravnalom su izmjerene duljine klica svih proklijalih sjemenki u pojedinim posudicama

te je izračunata srednja vrijednost duljine klice u mm. Odnos duljina klica tretiranih vodom i vodenim pripravcima različitih koncentracija ružmarina i koprive prikazan je grafikonom na slici 5.



Slika 5 Prosječna duljina klica sjemenki graha, rotkvice i rajčice tretiranih vodom i različitim koncentracijama vodenih ekstrakata ružmarina i koprive u Petrijevim zdjelicama

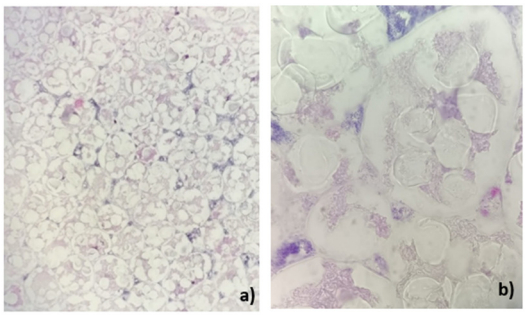
Najveća prosječna duljina klica sjemenki graha izmjerena je u vodi potom u 25 %-tnim vodenim ekstraktima ružmarina i koprive. Kako sjemenke graha nisu proklijale u 100 %-tnim pripravcima vodenih ekstrakata ružmarina i koprive i 50 %-tnom vodenom ekstraktu koprive, prosječna duljina klica sjemenki graha nije se mogla izmjeriti.

Najveća prosječna duljina klice rotkvice izmjerena je u vodi te s malom razlikom u 25 %-tnim vodenim ekstraktima ružmarina i koprive.

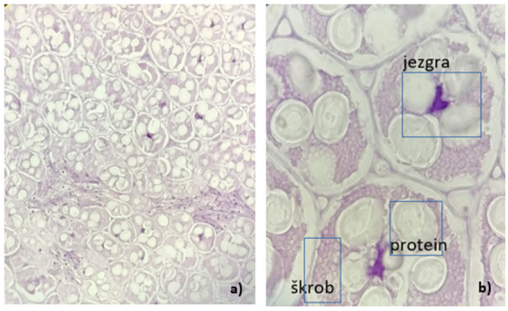
Prosječna duljina klice rajčice najveća je u vodi dok joj je u 100 % i 50 %-tnim vodenim ekstraktima ružmarina i koprive potpuno inhibiran rast te se duljina nije mogla izmjeriti.

Analiza mikroskopskih preparata sjemenki graha zalijevanih vodom, vodenim ekstraktom ružmarina i koprive

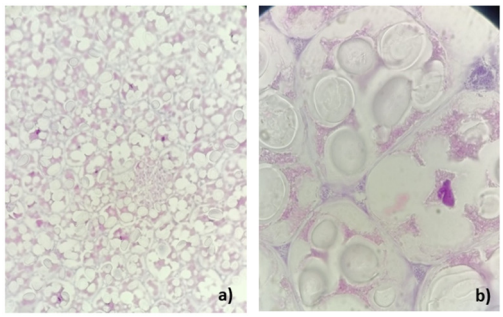
Na mikroskopskim preparatima sjemenki graha uočavaju se degenerativne promjene na parenhimskim stanicama kotiledona u kojima se može uočiti smanjen sadržaj škroba i proteina. Slika 6 prikazuje fotografije mikroskopskog preparata sjemenke graha koja je zalijevana vodom, slika 7 fotografije sjemenke graha tretirane 25 %-nim vodenim ekstraktom ružmarina, a slika 8 fotografije sjemenke graha tretirane 25 %-nim vodenim ekstraktom koprive.



Slika 6 Mikroskopski preparat sjemenke graha koje su zalijevane vodom pod povećanjem 20 x (a) i 1000 x (b)



Slika 7 Mikroskopski preparat sjemenke graha koje su zalijevane vodenim ekstraktom ružmarina pod povećanjem 20 x (a) i 1000 x (b)

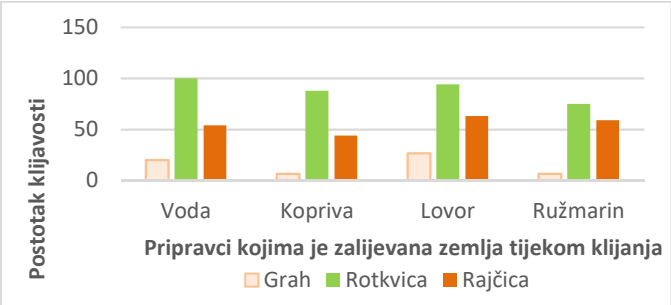


Slika 8 Mikroskopski preparat sjemenke graha koje su zalijevane vodenim ekstraktom koprive pod povećanjem 20 x (a) i 1000 x (b)

U uzorku sjemenki graha zalijevanih vodom na mikroskopskom preparatu se uočavaju izražene degenerativne promjene parenhima, nešto manji sadržaj škroba i brojnije nakupine plavo-ljubičasto obojenih bakterija (slika 6) u odnosu na sjemenke graha koje su zalijevane vodenim ekstraktima ružmarina (slika 7) i koprive (slika 8).

Klijavost sjemenki graha, rotkvice i rajčice uzgojenih u zemlji tretiranih vodom, vodenim ekstraktima ružmarina i koprive te listovima lovora

Proklijale sjemenke graha, rotkvice i rajčice u posudama sa zemljom prebrojane su sedmoga dana od početka istraživanja. Na slici 9 grafički je prikazan postotak klijavosti navedenih sjemenki ovisno o tome je li zemlja zalijevana vodom, 50 %-tnim vodenim ekstraktom ružmarina, 50 %-tnim vodenim ekstraktom koprive ili se na površini zemlje nalaze listovi lovora, a zemlja je zalijevana vodom preko njih.



Slika 9 Ovisnost klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice u zemlji o pripravcima kojima se zalijevaju

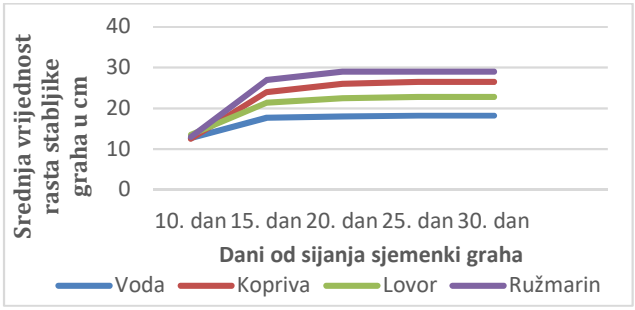
Iz grafičkog prikaza na slici 9 vidljivo je da su sjemenke proklijale u svim posudama. Najmanji postotak klijavosti u svim uvjetima imale su sjemenke graha dok je najveći postotak klijavosti u svim uvjetima uočen kod sjemenki rotkvice. Sjemenke graha i rajčice imaju najveći postotak klijavosti u posudama sa zemljom koja je prekrivena lišćem lovora, dok je najviše sjemenki rotkvice proklijalo u posudama koje

su zalijevane vodom i to njih 100 %. Usporedni rezultati broja proklijalih sjemenki i postotka klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice u tlu koji se zalijevao vodom, 50 %-tnim vodenim ekstraktima ružmarina i koprive ili vodom preko listova lovora prikazani su u prilogu 2.

Rast stabljika graha, rotkvice i rajčice uzgojenih u zemlji tretiranih vodom, vodenim ekstraktima ružmarina i koprive te listovima lovora

Desetog dana od sijanja sjemenki započelo se s praćenjem rasta stabljika graha, rotkvice i rajčice koje su zalijevane različitim pripravcima. Pratila se visina stabljike u cm, mjereći ravnalom počevši od površine tla do najviše točke stabljike.

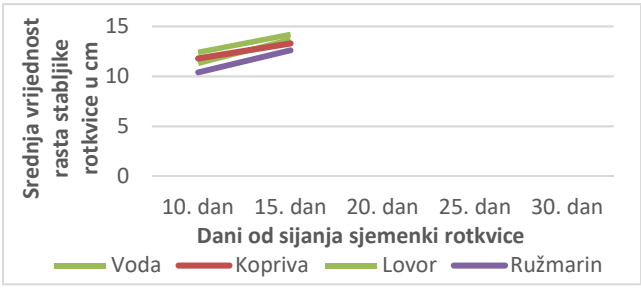
Sve biljke graha koje su proklijale su označene, numerirane i mjerene svako peti dan te je izračunata srednja vrijednost visine stabljike biljaka za uzorke u kojima je niknulo više od jedne sjemenke, dok je u uzorcima samo s jednom poraslom biljkom mjerena visina te biljke. Rezultat rasta stabljike graha u različitim uvjetima prikazan je grafikonom na slici 10.



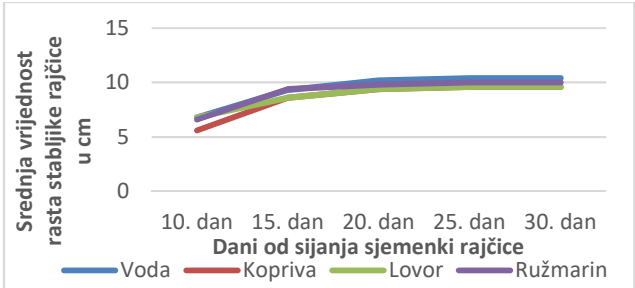
Slika 10 Rast stabljike graha u zemlji tretiranih vodom, vodenim ekstraktima ružmarina i koprive te listovima lovora

Najveća prosječna duljina stabljike graha bila je u posudi koja je zalijevana vodenim ekstraktom ružmarina. Tijekom tridesetog dana od početka istraživanja, duljina stabljike bila je 29 cm dok je najmanji prirast bio u vodi gdje je prosječna vrijednost bila 18,2 cm.

Zbog velikog broja jedinki u svakom od uzoraka tla sa sjemenkama rotkvice i rajčice te nemogućnosti mjerenja visine svake jedinke, označilo se i numeriralo po deset jedinki u svakoj posudi za cvijeće te se izračunala srednja vrijednost koja se prikazala grafički (slika 11 i slika 12).



Slika 11 Rast stabljike rotkvice u zemlji tretiranih vodom, vodenim ekstraktima ružmarina i koprive te listovima lovora



Slika 12 Rast stabljike rajčice u zemlji tretiranih vodom, vodenim ekstraktima ružmarina i koprive te listovima lovora

Prosječne duljine stabljika rotkvice i rajčice nisu pokazale značajniju razliku ovisno o tome jesu li zalijevane vodom, vodenim ekstraktima ružmarina i koprive ili su se u zemlji nalazili listići lovora. Na slici 11 vidljivo je da su prosječne duljine rasta stabljike rotkvice poprilično ujednačene, ali isto tako vidljivo je da nakon petnaestog dana od klijanja nisu uneseni podaci, a razlog tome je što su se biljke propale. Iz grafičkog prikaza na slici 12 primjećuje se da je prosječna vrijednost duljine stabljike rajčice od petnaestog dana od klijanja u potpunosti jednaka za jedinke koje su zalijevane otopinom koprive i one koje su bile u zemlji na kojoj su dodani usitnjeni listovi lovora. Najveći rast zabilježen je u posudi koja je zalijevana vodom.

RASPRAVA

Rezultati provedenog istraživanja potvrđuju da vodeni ekstrakti ružmarina i koprive te usitnjeni listovi lovora imaju izražen, ali različit utjecaj na klijavost sjemenki i rani rast biljaka graha, rotkvice i rajčice. Dobiveni podaci ukazuju na to da intenzitet i smjer djelovanja ovise o koncentraciji ekstrakta, biljnoj vrsti te razvojnoj fazi biljke, što je u skladu s općim postavkama o alelopatiji koje navode Azizi i Fujii (2006) te Sisodia i Siddiqui (2010).

U laboratorijskim uvjetima, praćeno je klijanje sjemenki graha, rotkvice i rajčice u Petrijevim zdjelicama kako bi se utvrdila prosječna duljina korjenčića klice proklijalih biljaka što u zemlji ne bi bilo moguće vidjeti. Klijavost graha i rajčice bila je najveća u vodi, dok su više koncentracije (50 % i 100 %) vodenih ekstrakata ružmarina i koprive pokazale snažan inhibitorni učinak, a u pojedinim slučajevima i potpunu inhibiciju klijanja. Ovakvi rezultati podudaraju se s nalazima Elghobashya i sur. (2024), koji navode da viši udjeli vodenih ekstrakata i eteričnih ulja ružmarina značajno smanjuju klijavost i rani rast osjetljivih vrsta. Inhibicijski učinak ružmarina povezuje se s prisutnošću fenolnih spojeva, uključujući rosmarinsku kiselinu, te hlapivih komponenti eteričnog ulja (Rice, 1984).

Sličan učinak zabilježen je i kod koprive, koja sadrži flavonoide i organske kiseline s mogućim inhibitornim djelovanjem (Erhatić, 2023). Za razliku od graha i rajčice, rotkvica je pokazala veću otpornost te je klijala u svim ispitivanim uvjetima. Najveći postotak klijavosti zabilježen je u 25 %-tnom vodenu ekstraktu koprive, što upućuje da niske koncentracije potencijalno toksičnih spojeva mogu stimulirati fiziološke procese. Sličan stimulativni učinak niskih koncentracija biljnih ekstrakata navodi Balenović (2020) u istraživanju klijavosti kupusa.

Prosječna duljina klice kod sve tri biljne vrste bila je najveća u vodi, dok su više koncentracije ekstrakata značajno smanjile rast ili ga potpuno inhibirale. Ovi rezultati sukladni su navodima Putnama i sur. (1985) da alelokemikalije u višim koncentracijama ometaju diobu i elongaciju stanica korijena, čime se smanjuje ukupna duljina klice.

Analizom mikroskopskih preparata sjemenki graha utvrđene su degenerativne promjene parenhimskih stanica kotiledona i smanjen sadržaj rezervnih tvari, osobito u uzorcima tretiranima vodom, gdje je klijanje bilo intenzivnije. Ovaj nalaz u skladu je s fiziologijom klijanja opisanom u literaturi prema kojoj dolazi do razgradnje škroba i proteina radi osiguravanja energije za rast klice (Taiz i sur., 2015). Zanimljivo je opažanje veće prisutnosti bakterija u uzorcima tretiranima vodom u odnosu na one tretirane ekstraktima ružmarina i koprive. To može upućivati na potencijalno antimikrobno djelovanje ružmarina, što je u skladu s poznatim antiseptičkim svojstvima ove biljke (Sasikumar, 2012). Iako ovo istraživanje nije kvantitativno analiziralo mikrobiološki sastav, opažanje otvara mogućnost daljnjih istraživanja o dvojakoj ulozi biljnih ekstrakata, kao alelopatskih i antimikrobnih sredstava.

Za razliku od dijela istraživanja u Petrijevim zdjelicama, tijekom praćenja klijanja sjemenki graha, rotkvice i rajčice u zemlji došlo je do klijanja u svim uvjetima. Grah i rajčica pokazali su veću klijavost u prisutnosti listova lovora, dok je rotkvica imala najbolju klijavost u posudi zalijevanoj vodom. Ovi rezultati djelomično odstupaju od nalaza Hamada i sur. (2023), koji su utvrdili izražen inhibitorni učinak lovora na klijavost nekih usjeva u laboratorijskim uvjetima. Mogući razlog odstupanja klijavosti je razlika uvjeta klijanja u zemlji ili bez nje. U tlu dolazi do razgradnje i adsorpcije alelokemikalija na čestice tla, čime se smanjuje njihova dostupnost i toksičnost. Također, mikroorganizmi tla mogu razgrađivati bioaktivne spojeve, ublažavajući njihov inhibitorni učinak (Nishanth i sur., 2008). Stoga su rezultati u tlu realističniji prikaz poljoprivrednih uvjeta nego oni u sterilnim Petrijevim zdjelicama.

Zanimljiv je nalaz da je najveći prosječni rast stabljike graha zabilježen u posudi zalijevanoj 50 %-tnim ekstraktom ružmarina iako je u fazi klijanja ružmarin imao inhibitorni učinak. To potvrđuje da su klijanje i vegetativni rast različite fiziološke faze s različitom osjetljivošću na alelokemikalije. Moguće je da niže koncentracije spojeva nakon klijanja potiču obrambene mehanizme biljke ili djeluju kao blagi stresni čimbenik koji stimulira rast.

Kod rotkvice je uočeno propadanje biljaka petnaestog dana, bez obzira na tretman. Vjerojatan uzrok je prenapučenost i kompeticija za svjetlost, vodu i hranjive tvari, što predstavlja metodološko ograničenje ovoga rada. Time se pokazuje da alelopatski učinak nije jedini čimbenik koji utječe na klijanje i rast biljaka.

Rezultati ovoga rada potvrđuju da učinak ljekovitih biljaka na povrtne kulture nije jednoznačno pozitivan ili negativan, već ovisi o koncentraciji, vrsti biljke i njenoj razvojnoj fazi. U laboratorijskim uvjetima u Petrijevim zdjelicama dominira inhibitorni učinak viših koncentracija ekstrakata herbicidnih biljaka, dok u zemlji dolazi do ublažavanja tog učinka i mogućeg stimulativnog djelovanja.

Ovo istraživanje doprinosi razumijevanju alelopatskog potencijala ružmarina, koprive i lovora u kontekstu ekološke poljoprivrede. Rezultati sugeriraju da bi se razrijeđeni biljni ekstrakti mogli koristiti kao prirodni regulatori rasta ili sredstva za suzbijanje korova, ali uz pažljivo određivanje koncentracije i primjene. Daljnja istraživanja s većim brojem ponavljanja, kemijskom analizom ekstrakata i statističkom obradom podataka potrebna su kako bi se dobiveni nalazi dodatno potvrdili i preciznije objasnili alelopatsko djelovanje biljaka.

ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata provedenog istraživanja doneseni su sljedeći zaključci:

- postotak klijavosti sjemenki graha i rajčice najveći je u vodi, dok je klijavost rotkvice najveća u 25 %-tnom vodenom ekstraktu koprive, a potom u vodi i 50 %-tnim vodenim ekstraktima koprive i ružmarina;
- postotak klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice razlikuje se ovisno o koncentraciji vodenih ekstrakta koprive i ružmarina; za grah i rajčicu je potvrđeno da veća koncentracija ekstrakata znači manji postotak klijavosti sjemenki, dok je klijavost rotkvice u 50 % i 100 % pripravku jednaka;
- prosječna duljina rasta korjenčića klice najveća je za sve povrtne kulture koje su u Petrijevim zdjelicama zalijevane vodom, vodeni ekstrakti imaju inhibitorni učinak na prosječni rast korjenčića klice sjemenki graha, rotkvice i rajčice;
- klijavost sjemenki posijanih u zemlji, veća je u posudama zalijevanim vodom samo kod rotkvice, dok su rajčica i grah najviše proklijali u posudi s listovima lovora preko kojih se zalijevano vodom;

- prosječni rast stabljike graha najveći u posudi zalijevanoj vodenim ekstraktom ružmarina, a najmanji prosječni rast zabilježen je vodi te se može zaključiti da vodeni ekstrakt ružmarina ima stimulativni učinak na rast stabljike graha;
- iako su sjemenke rotkvice imale najveći postotak klijavosti u zemlji, biljke su se petnaestog dana od sijanja počele sušiti i propadati; razlog bi mogao biti velika brojnost proklijalih jedinki na malom prostoru;
- razlika u rastu stabljike rajčice ovisno čime se zalijeva je jako mala te se ne može zaključiti da otopina kojom se zalijeva utječe na rast biljaka;
- zbog boljeg rasta klice, na mikroskopskom preparatu supki graha koje klijaju u vodi uočavaju se izražene degenerativne promjene parenhima, manji sadržaj škroba i proteina te veću brojnost nakupina bakterija u odnosu na sjemenke graha zalijevane vodenim ekstraktima ružmarina i koprive;
- budući da se među parenhimskim stanicama supki u Petrijevim zdjelicama s grahom koji je zalijevan ružmarinom ne nalaze bakterije, moguće je zaključiti da ekstrakti ružmarina imaju baktericidno djelovanje.

LITERATURA

Azizi M., Fujii Y. 2006. Allelopathic effect of some medicinal plant substances on seed germination of *Amaranthus retroflexus* and *Portulaca oleraceae*. Acta Horticulturae 699: 61–68.

Balenović M. 2020. Utjecaj vodenih ekstrakata samoniklog bilja na klijanje sjemena kupusa (*Brassica oleracea var. Capitata* L.). Završni rad, Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, https://repozitorij.unizd.hr/theses/unizd%3A4878/show-file/0?utm_source=chatgpt.com, pristupljeno 6.1.2026.

Bendelja D., Gudić M., Operta E. 2015. Priroda 5 - radna bilježnica za prirodu u petom razredu osnovne škole. Školska knjiga, Zagreb.

Bojović B., Jakovljević Z. D., Stanković M. 2018. Phytotoxic potential of common nettle (*Urtica dioica* L.) on germination and early growth of cereals and vegetables. Allelopathy Journal 43(2): 175–186.

Elghobashy R. M., El-Darier S. M., Atia A. M., Zakaria M. 2024. Allelopathic potential of aqueous extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. and *Thymus vulgaris* L. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 24:700–715.

Erhatić R., Horvat D., Zorić Z., Repajić M., Jović T., Herceg M., Habuš M., Srečec S. 2023. Aqueous extrects of four medical plants and their allelopatic effects on germination and seedings: their morphometric characteristics of three horticultural plant species. Applied Scinences 13(4): 2258.

Glavina Durodov M. 2023. Laboratorijske histopatološke tehnike – priručnik za zdravstvene studije. Redak, Split.

Hamad S. W., Rasul S. A., Naby K. Y., Dhahir I. M., Abdulrahman M. D., Bapir S. H. 2023. Allelopathic actions of *Laurus nobilis* on seed germination and growth of some crop and weed species. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1252/1/012043, pristupljeno 6.1.2026.

Knezović Žuna K. 2018. Lovorov list - ljekovitost, uzgoj, primjena i cijena. Kreni zdravo, https://krenizdravo.dnevnik.hr/prehrana/samoniklo-bilje/lovorov-list-ljekovitost-uzgoj-primjena-i-cijena, pristupljeno 3.1.2026.

Kreni zdravo. 2011. Čaj od ružmarina kao lijek - koristi i nuspojave, https://krenizdravo.dnevnik.hr/prehrana/cajevi/caj-od-ruzmarina, pristupljeno 6.1.2026.

Markić Ž. 2023. Priručnik za uzgoj povrća i začinskog bilja na balkonu ili terasi. Gradsko društvo Crvenog križa, Županja.

Molisch H. 1938. Der Einfluß einer Pflanze auf die andere. Allelopathie. Protoplasma 29: 472–473.

Nishanth T., Prasanta C. B., Baoshan X. 2008. Bioavailability of allelochemicals as affected by companion compounds in soil matrices. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56 (10): 3706–3713.

Putnam A. R. 1985. Allelopathic research in agriculture: Past highlights and potential. The Chemistry of Allelopathy Biochemical Interactions Among Plants, American Chemical Society Symposium 268: 1–8.

Rice E. L. 1984. Allelopathy (Second ed.). Academic Press, Orlando.

Sanchez M. 2025. Biljna alelopatija: što je to, vrste primjeri i primjena u organskoj poljoprivredi. JardineriaOn, https://hr.jardineriaon.com/%C5%A1to-je-biljna-alelopatija.html, pristupljeno 3.1.2026.

Sasikumar B. 2012. Rosemary. U: Peter, K. V., Handbook of Herbs and Spices, Woodhead Publishing in Food Science and Technology, Oxford i Cambridge, str. 243-252.

Sekine T., Appiah K. S. , Azizi M., Fujii Y. 2020. Plant growth inhibitory activities and volatile active compounds of 53 spices and herbs. Plants 9: 264–277.

Sisodia S., Siddiqui M. B. 2010. Allelopathic effect by aqueous extracts of different parts of *Croton bonplandianum* Baill. on some crop and weed plants. Journal of Agricultural Extension and Rural Development 2: 22–28.

Taiz L., Zeiger E., Møller I. M., Murphy A. 2015. Plant physiology and development. Sinauer Associates, https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1752778 , pristupljeno 13.2.2026.

PRILOZI

Prilog 1 Tablica klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice tretiranih vodom, različitim koncentracijama vodenih ekstrakta ružmarina i koprive u Petrijevim zdjelicama

Pripravak za zalijevanje	Ružmarin 100 %			Ružmarin 50 %			Ružmarin 25 %			Kopriva 100 %			Kopriva 50 %			Kopriva 25 %			Voda		
Biljna vrsta	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra
Broj proklijalih sjemenki	0	10	0	0	10	0	2	14	1	0	10	0	1	14	0	2	16	2	3	14	10
Klijavost (%)	0	50	0	0	50	0	40	70	5	0	50	0	20	70	0	40	80	10	60	70	50

Prilog 2 Tablica klijavosti sjemenki graha, rotkvice i rajčice u tlu koje je zalijevano vodom, 50 %-tnim vodeni ekstraktima ružmarina i koprive ili je prekriveno listićima lovora i zalijevano vodom

Pripravak za zalijevanje	Voda			Kopriva			Lovor			Ružmarin		
Biljna vrsta	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra	Gr	Ro	Ra
Broj proklijalih sjemenki	3	100	54	1	88	44	4	94	63	1	75	59
Klijavost (%)	20	100	54	6,7	88	44	26,7	94	63	6,7	75	59