

Dormantnost i klijavost sjemena crne pomoćnice (Solanum nigrum L.)

Grgić, Branimir

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:709087>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Branimir Grgić, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**DORMANTNOST I KLIJAVOST SJEMENA CRNE POMOĆNICE (*Solanum
nigrum* L.)**

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Branimir Grgić, apsolvent

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**DORMANTNOST I KLIJAVOST SJEMENA CRNE POMOĆNICE (*Solanum
nigrum* L.)**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, mentor
3. Doc. dr. sc. Anita Liška, član

Osijek, 2016.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.2. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature.....	3
3. Materijal i metode.....	8
4. Rezultati.....	10
4.1. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na kljavost sjemena crne pomoćnice	10
4.2. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na duljinu korijena klijanaca crne pomoćnice	13
4.3. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na duljinu izdanka klijanaca crne pomoćnice	16
4.4. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na svježu masu klijanaca crne pomoćnice	19
4.5. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na suhu masu klijanaca crne pomoćnice	22
5. Rasprava	25
6. Zaključak	29
7. Popis literature	30
8. Sažetak.....	34
9. Summary.....	35
10. Popis tablica.....	36
11. Popis slika.....	37
12. Popis grafikona	38
Temeljna dokumentacijska kartica.....	39
Basic documentation card	40

1. Uvod

Korovi predstavljaju nepoželjne biljke na poljoprivrednim površinama. Svojim prisustvom nanose ogromne štete poljoprivrednoj proizvodnji jer otežavaju obradu tla, njegu usjeva, žetvu ili berbu te znatno smanjuju prirodu. Osim toga, korovi mogu uzrokovati i indirektne štete jer su često domaćini štetnim kukcima, nematodama i biljnim bolestima. Obzirom da zakorovljene oranice značajno poskupljuju poljoprivrednu proizvodnju jer zahtijevaju dodatne agrotehničke radove, potrebno je posvetiti veliku pažnju suzbijanju korova. Jedan od utjecaja korova na usjev je i alelopatija, biološki fenomen kojim korovna biljka putem kemijskih tvari (alelokemikalija) koje izlučuje, najčešće negativno utječe na uzgajanu biljku. U poljoprivrednoj praksi korovi se dijele na širokolisne i uskolisne ili travne korove, a oni se dalje svrstavaju na jednogodišnje (sjemenske) i višegodišnje korove. Suzbijanje korova vrlo je zahtjevan i stručan posao, a uz pravilnu upotrebu herbicida, moguće je pored mehaničkih mjera borbe protiv korova, osigurati profitabilnu proizvodnju uz istovremeno očuvanje okoliša (Ćosić i sur., 2008., Rice, 1984.).

Baličević i Ravlić (2014.) navode da su korovi biljke koje rastu na površinama na kojima nisu poželjne te da se uglavnom razvijaju na antropogenim staništima, dijele ih na apsolutne i relativne. Obzirom da su štete od korova iznimno velike, jer oni konkuriraju usjevu u borbi za vodu, svjetlost, hranjive tvari i sl., ljudi su kroz povijest nastojali pronaći odgovarajuće rješenje kako bi se njihov štetan utjecaj sveo na najmanju moguću mjeru i kako bi se oni potpuno uklonili i uništili. Iako su poduzete mnogobrojne i različite mjere borbe protiv njih, korovi i danas uzrokuju dosta značajne i ekonomski osjetne štete. Potencijalni gubitak prinosa uzrokovan korovima procjenjuje se na 34%, što ih čini jednim od najvećih uzročnika štete u poljoprivrednoj proizvodnji, a to im omogućuju njihove karakteristike. Neke od tih karakteristika su velika sposobnost prilagodbe morfologijom i fizionomijom sjemena u nepovoljnim uvjetima, velika produkcija sjemena i akumulacija sjemena u tlu (Oerke, 2006., Podrug i sur., 2014., Galloway, 2001., Norohna i sur., 1997.).

Sjeme mnogih korovnih vrsta ima mogućnost da dugo vremena održi sposobnost klijavosti, odnosno da se nalazi u tlu u stanju dormancije (mirovanja) nakon čega u određenim uvjetima proklije. Zbog toga su periodičnost klijanja, sposobnost prilagođavanja, otpornost na nepovoljne uvjete i veliki reproduktivni potencijal koji im omogućuje produkciju velike količine sjemena neke od najbitnijih osobina korova (Šarić, 1991., Janjić i sur., 2003.). Na klijavost sjemena značajno utječe i temperatura, Bithell (2004.) navodi da je klijavost

sjemeni crne pomoćnice veća ako je sjeme izloženo naizmjeničnim temperaturama, dok je pri stalnim temperaturama klijavost slabija.

Solanum nigrum L. emend. Miller (crna pomoćnica, eng. black nightshade) je jednogodišnja biljka koja pripada porodici Solanaceae (pomoćnice) i koja je zabilježena kao korov u 61 zemlji diljem svijeta, a zakorovljuje 37 različitih usjeva. Javlja se u voćnjacima, povrću kao i u brojnim drugim usjevima, ali i na ruderalnim staništima te u šumama (Holm i sur., 1991.). Biljka ima uspravnu i dobro razgranatu stabljiku, a listovi su ovalnog i zašiljenog oblika. Nezreli plodovi crne pomoćnice sadrže visoku koncentraciju solanina. Sjeme je sitno, blago ovalnog oblika, veličine 1,24-1,34 mm i 1,0-1,1 mm u promjeru. Prosječna težina 100 sjemenki iznosi 28,0-30,0 mg (Suthar i sur., 2009., Defelice, 2003.). Crnu pomoćnicu ubrajamo u najznačajnije jednogodišnje širokolisne korove u okopavinskim usjevima, biljka može narasti i do 100 cm, a cvate od lipnja do listopada (Ćosić i sur., 2008.). Osim uobičajenih šteta koje kao korov čini usjevu u smislu kompeticije za vodu, svjetlost, hranjive tvari i sl. Ravlić (2015.) navodi da crna pomoćnica pokazuje značajno negativan alelopatski utjecaj na klijavost sjemeni soje i uljne bundeve.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj temperature i nekoliko različitih tretmana prekida dormantnosti sjemeni crne pomoćnice (*S. nigrum*) odnosno otkriti njihov utjecaj na klijavost sjemeni, duljinu korijena i izdanaka te na svježiu i suhu masu klijanaca.

2. Pregled literature

Brojni znanstvenici i istraživači su se bavili tematikom dormantnosti i klijavosti sjemena te utjecajem raznih prirodnih čimbenika na te procese. Dormantnost sjemena Bewley (1997.) definira kao način biološkog prilagođavanja koje sprječava prijevremeno klijanje na biljci kao i klijanje tijekom nepovoljnih vanjskih uvjeta. Pojam dormantnosti (lat. *dormio*) u sjemenarstvu predstavlja pojavu izostanka klijanja premda su ekološki uvjeti, temperatura, kisik, vlaga i drugi čimbenici povoljni (Grbić, 2003.).

Čmelik i Perica (2007.) također smatraju da je dormantnost sjemena njegova prirodna osobina koja velikom broju biljnih vrsta pruža mogućnost mirovanja u nepovoljnim uvjetima, sve dok ti uvjeti ne postanu povoljni za klijanje sjemena. Kako bi dormantno sjeme moglo proklijati, potrebno je određenim metodama prekinuti stanje dormancije ili mirovanja, u suprotnom dormantno sjeme neće proklijati niti u odgovarajućim uvjetima potrebnim za normalno klijanje (temperatura, vlaga, kisik i ostali faktori), isto navode i brojni drugi autori (Hilhorst, 1995., Li i Foley, 1997., Baskin i Baskin 2004.). Naglašavaju važnost dormantnosti za mnoge biljke, jer kad nje ne bi bilo sjeme mnogih kultura ne bi moglo preživjeti hladne zimske uvjete.

S druge strane, neki autori smatraju da je teško definirati pojam dormantnosti zbog toga što se ona u praksi mjeri dužinom trajanja nemogućnosti klijanja sjemena koje je normalno razvijeno (Finch-Savage i Leubner Metzger, 2006.). Taab i Andersson (2009.) navode da opstanak i preživljavanje određene biljne vrste u znatnoj mjeri ovisi o dinamici dormantnosti i karakteristikama klijavosti sjemena te vrste. Smatraju i da sezonske karakteristike dormantnosti crne pomoćnice (*S. nigrum*) omogućuju sjemenu da klija tek kada nastanu najpovoljniji uvjeti. Prema Yogeesha i sur. (2006.) dormantnost je prije svega karakteristična za sjeme divljih biljnih vrsta (korova) dok se ista osobina rijetko pojavljuje kod sjemena kulturnih biljaka.

Dormantnost nije jednako intenzivna kod svih vrsta sjemena, pa Grbić (2003.) tvrdi da je intenzitet dormantnosti sjemena različit za određene vrste, a da na njega utječu hranjive tvari, starost i vremenski uvjeti u fazi zriobe sjemena. Neki znanstvenici smatraju da postoji velika povezanost između sadržaja apscizinske kiseline (ABA) i dormantnosti sjemena (Bewley, 1997., Finch-Savage i Leubner-Metzger, 2006.). Intenzitet dormantnosti kod sjemena koje ima fiziološki oblik mirovanja može se procijeniti prema rasponu

temperature u kojemu to sjeme može klijati, postotku klijavosti te prema utjecaju drugih čimbenika na ispitivano sjeme, poput svjetlosti i nitrata (Bithell, 2004.). Na prekid dormantnosti sjemena mogu utjecati temperatura i vlažnost tla (Martinez-Ghersa i sur., 1997.).

Razlozi zbog kojih dolazi do dormantnosti vrlo su različiti, a ona se dijeli na primarnu i sekundarnu. Primarna dormantnost je oblik dormantnosti koji se pojavljuje odmah nakon odvajanja sjemena od matične biljke (Hilhorst i Karssen, 1992.). Prema nekim saznanjima ona je uzrokovana nepropusnom sjemenom ovojnicom i visokim sadržajem različitih inhibicijskih tvari u samom sjemenju, a na njezino prekidanje pozitivno utječe vlažnost tla (Šera i sur., 2009., Yamasue i sur., 1992.). Za razliku od primarne dormantnosti, sekundarna dormantnost se javlja nakon što je sjeme već rasprostranjeno u prirodi i koje je prevladalo primarnu dormantnost. Sekundarna dormantnost izazvana je djelovanjem različitih prirodnih čimbenika, primjerice temperature, svjetlosti i sl. (Finch-Savage i Leubner-Metzger, 2006., Bewley i Black, 1994.).

Prekidanjem stanja dormantnosti sjemena i utjecajima određenih čimbenika na njegovu klijavost bavili su se mnogi istraživači. Brojne su metode kojima se dormantnost može prekinuti, one uključuju tretmane s vodom do 100 °C, kemijsku skarifikaciju razrijeđenom i koncentriranom sumpornom kiselinom te mehaničku koja se obavlja pomoću brusnog papira, igala, zrcima pijeska, upotrebom avana i sl., stratifikaciju tj. postupak izlaganja sjemena niskim i visokim temperaturama u određenom vremenskom periodu, a dobru učinkovitost za otklanjanje dormantnosti sjemena pokazali su i brojni kemijski tretmani kao što su primjena vodikovog peroksida (H_2O_2), kalijevog nitrata (KNO_3), različitih hormona i određenih kiselina, među kojima se ističe giberelinska (GA_3) (Suthar i sur., 2009., Grbić, 2003., Čmelik i Perica, 2007.).

Značajan doprinos u proučavanju i istraživanju dormantnosti sjemena dali su Nikolaeva (1967.), Baskin i Baskin (2004.) te Finch-Savage i Leubner-Metzger (2006.) podjelom dormantnosti na nekoliko različitih razreda, oblika i tipova. Prvu podjelu napravila je Nikolaeva (1967.) podijelivši dormantnost na dvije kategorije, endogenu i egzogenu. U endogenu dormantnost ubraja fiziološku, morfološku i morfofiziološku dormantnost, a egzogenu čine fizikalna, mehanička i kemijska dormantnost.

Podjelu dormantnosti na nekoliko razreda napravili su i Baskin i Baskin (2004.) koji morfološkoj, fiziološkoj, fizikalnoj i morfofiziološkoj dormantnosti dodaju i kombinirani oblik dormantnosti koji čine fizikalna i fiziološka dormantnost. Navode da je fiziološka dormantnost najčešći oblik i dalje ju dijele na duboku ili dugotrajnu, prijelaznu i kratkotrajnu. Dugotrajna fiziološka dormantnost ne može se prekinuti egzogenim tretmanom giberelinskom kiselinom, nego hladnom ili toplom stratifikacijom sjemena, nakon čega sjeme može proklijati.

Crna pomoćnica (*S. nigrum*) ima plitak ili kratkotrajan fiziološki tip dormantnosti, pri čemu ciklus dormantnosti ide u smjeru pokretanja sjemena iz uvjetne dormantnosti prema njezinom prekidu, a ona se može otkloniti na više načina, giberelinskom kiselinom, stratifikacijom ili skarifikacijom navode Baskin i Baskin (1998.).

Kod sjemena sa nedovoljno razvijenim, ali normalno diferenciranim embrijem javlja se morfološki tip dormantnosti, a obzirom da nije fiziološki dormantan, embriju je potrebno određeno vrijeme za rast i klijanje. Sjeme koje sadrži fiziološke segmente dormantnosti i nema dovoljno razvijen embrij odlikuje se morfofiziološkim oblikom dormancije, koji se može prekinuti npr. stratifikacijom ili tretmanom s giberelinskom kiselinom. Fizikalna dormantnost se javlja kod sjemena sa čvrstom sjemenom ljuskom slabo propusnom za vodu i plinove, ona se otklanja mehaničkom ili kemijskom skarifikacijom ljuske, a kombinirana dormantnost je obilježje sjemena koje posjeduje slabo propusnu ljusku za vodu i plinove te uz to ima fiziološki dormantan embrij (Baskin i Baskin, 2004., Čmelik i Perica, 2007.)

Suthar i sur. (2009.) su ispitali učinak mehaničke i kemijske skarifikacije na prekidanje dormantnosti i na klijavost sjemena crne pomoćnice. U prvom pokusu sjeme je bilo mehanički skarificirano iglom, brusnim papirom te u avanu. Kao kontrolni tretman poslužilo im je nesarificirano sjeme. Utvrdili su da je najveći postotak klijavosti imalo sjeme koje je skarificirano brusnim papirom (78%), zatim slijedi sjeme koje je skarificirano iglom (72%) i sjeme koje nije skarificirano (52%). Najmanji postotak klijavosti su zabilježili kod sjemena koje je skarificirano u avanu (33%). U drugom pokusu proveli su kemijsku skarifikaciju razrijeđenom i koncentriranom sumpornom kiselinom (H_2SO_4) u različitim vremenskim intervalima. Rezultati tog pokusa bili su slijedeći: klijavost nesarificiranog sjemena iznosila je 58%, klijavost sjemena koje je skarificirano razrijeđenom sumpornom kiselinom u trajanju od 15 sekundi 23%, u trajanju od 30

sekundi 34%, u trajanju od jedne minute 48% i u trajanju od dvije minute 32%. Sjeme koje je skarificirano koncentriranom sumpornom kiselinom imalo je slijedeće postotke klijavosti: u trajanju od 15 sekundi 34%, u trajanju od 30 sekundi 38%, u trajanju od jedne minute 20% te u trajanju od dvije minute 10%.

Tretman hladnom stratifikacijom (5 °C) u trajanju od 0-6 tjedana kod nekih particija sjemena *S. nigrum* prije tretmana s promjenjivom temperaturom 9/25 °C u trajanju (16/8h) optimalno utječe na njegovu klijavost (Teketay, 1998.). Roberts i Lockett (1978.) su otkrili da je sjeme crne pomoćnice koje je skladišteno u vlažnom pijesku u inkubatoru pri temperaturama od 4, 15 i 30 °C ili na otvorenom 15 tjedana, koje je nakon toga izloženo isprekidanom svjetlu ili tami te na kraju izmjeničnim temperaturama (4/25 °C, 17/23 °C, 10/25 °C, 10/30 °C, 15/25 °C i 15/30 °C, 16/8h) imalo klijavost od približno 100%, bez obzira na svjetlost, skladištenje i temperature. Zaključili su kako pri nedostatku svjetlosti sjeme crne pomoćnice ima ograničeniji temperaturni raspon u kome može klijati. Također navode da dodavanje KNO₃ u koncentraciji od 0,2% u tamnim uvjetima, povećava klijavost laboratorijski uskladištenom sjemenu (36-94%). Bez dodavanja KNO₃ zabilježili su značajno slabiju klijavost (2-12%).

Utjecaj temperature na dormantnost i klijavost sjemena crne pomoćnice istraživala je i Kamgari (2009.). Sjeme koje je bilo stratificirano na temperaturi od 5 °C klijalo je u temperaturnom rasponu od 18 do 34 °C, a postotak klijavosti je iznosio 42% pri optimalnoj temperaturi od 26 °C. Sjeme koje je bilo stratificirano na temperaturi od 15 °C klijalo je u istom rasponu temperatura, ali sa većim postotkom klijavosti i to 50% pri optimalnoj temperaturi od 30 °C. Nestratificirano sjeme crne pomoćnice koje je bilo izloženo stalnoj temperaturi nije proklijalo. Minimalna temperatura za klijanje crne pomoćnice iznosi 18 °C, optimalna se kreće u rasponu od 26 do 30 °C, a maksimalna 38 °C, što je u skladu sa Givelberg i sur. (1984.) koji su utvrdili kako je maksimalna temperatura pri kojoj sjeme crne pomoćnice može proklijati 35 °C, dok manji dio sjemena može proklijati i na 40 °C. Relativno visoka temperatura koja je potrebna da bi sjeme crne pomoćnice proklijalo vjerojatno je jedan od razloga zašto se ona, za razliku od mnogih drugih korovnih vrsta javlja kasnije u vegetaciji.

Wagenwoort i Van Opstal (1979.) smatraju da se postotak klijavosti sjemena crne pomoćnice povećava sa povećanjem trajanja perioda stratifikacije. Kremer i Lotz (1998.) su u pokusu ispitivali karakteristike klijavosti i nicanja dva biotipa crne pomoćnice od

kojih je jedan biotip bio otporan, a drugi osjetljiv na triazin ($C_3H_3N_3$). Zaključili su da je minimalna temperatura potrebna za klijanje sjemena otpornog biotipa niža za 5 do 10 °C nego kod osjetljivog biotipa.

Rezvani i Fani Yazdi (2013.) su ispitivali utjecaje različitih tretmana na klijavost sjemena crne pomoćnice (*S. nigrum*). Pokus je proveden u laboratoriju i u stakleniku, pri širokom rasponu pH vrijednosti. Utvrdili su da dodavanje giberelinske kiseline (GA_3), u tretmanima od 25, 200 i 400 ppm povećava klijavost sjemena do 99%. Klijavost se smanjuje povećanjem koncentracije citokinina sa 0,1 na 5 mM, te povećanjem koncentracije etanola sa 0,3 na 30%. Značajan pad postotka klijavosti utvrđen je i prilikom povećanja koncentracije natrijevog klorida (NaCl). Zabilježili su i da dubina sjetve značajno utječe na klijavost. Klijavost je najveća kod sjemena koje se nalazi na površini tla, a smanjuje se s povećanjem dubine sjetve. Da dubina sjetve značajno utječe na klijavost skarificiranog i neskarificiranog sjemena crne pomoćnice zaključili su i Suthar i sur. (2009.). Utvrdili su da je postotak klijavosti skarificiranog sjemena na površini tla iznosio $68 \pm 7\%$, na dubini od 1 cm $78 \pm 8\%$ i na dubini od 2 cm $54 \pm 4\%$. Kod neskarificiranog sjemena postoci su značajno niži ($38 \pm 3\%$, $52 \pm 4\%$ i $44 \pm 2\%$).

Hormonski tretman giberelinskom kiselinom u tri koncentracije, 5 ml/100ml, 15 ml/100ml i 25 ml/100ml, u trajanju od 24 sata primijenili su Zdravković i sur. (2011.) prilikom istraživanja dormantnosti sjemena selekcioniranih linija plavog patlidžana (*S. melongena* L.) te su utvrdili da ona značajno utječe na klijavost sjemena.

Utjecaj različitih metoda na prekid dormantnosti i na klijavost sjemena endemske vrste *Ducrosia. Anethifolia* (DC.), biljke koja je važna u medicini, ispitivali su Ashtari i sur. (2013.). Općenito, obilježje sjemena iz porodice Apiaceae je da ima vrlo slabu sposobnost klijavosti zbog dugotrajnog perioda dormantnosti. Pokusom su nastojali otkriti utjecaje različitih kemijskih i fizičkih čimbenika koji uključuju tretmane sjemena vodom, temperaturom, giberelinskom (GA_3) i sumpornom (H_2SO_4) kiselinom. Uspoređivanjem različitih primijenjenih tretmana došli su do zaključka da su najznačajnije utjecaje na povećanje klijavosti imali tretman vodom u trajanju od 14 dana i kemijska skarifikacija u kombinaciji sumporne i giberelinske kiseline.

3. Materijal i metode

Pokus je proveden tijekom 2015./2016. na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, u Laboratoriju za fitofarmaciju u kontroliranim uvjetima. Pokusom je ispitano nekoliko tretmana prekida dormantnosti na različitim temperaturama, odnosno njihov utjecaj na klijavost, rast i razvoj sjemena crne pomoćnice (*S. nigrum*).

Sjeme crne pomoćnice prikupljeno je tijekom 2015. godine na poljoprivrednim površinama na području Osječko-baranjske županije. U potpunosti je očišćeno od primjesa i nečistoća te je do upotrebe skladišteno u papirnatim vrećicama na suhom i tamnom mjestu. Prije pokusa sjeme je površinski dezinficirano tijekom 10 minuta 1% otopinom NaOCl i tri puta isprano destiliranom vodom (Siddiqui i sur., 2009.).

Pokus se sastojao od dva temperaturna režima i ukupno osam tretmana prekida dormantnosti (tablica 1.). U prvom odnosno kontrolnom tretmanu korišteno je očišćeno netretirano sjeme. U drugom tretmanu sjeme crne pomoćnice je potapano u destiliranu vodu tijekom 24 sata. U trećem tretmanu sjeme je potopljeno u destiliranu vodu te je zagrijavano u sušioniku na temperaturi od 60 °C tijekom jednog sata. U četvrtom, petom i šestom tretmanu sjeme je potapano u 2%, 1% i 0,2% otopinu kalijevog nitrata (KNO_3) tijekom 24 sata. U sedmom i osmom tretmanu sjeme je tretirano sumpornom kiselinom (H_2SO_4) u trajanju od 60 odnosno 15 sekundi.

Tablica 1. Temperature i tretmani prekida dormantnosti

Temperature	
Stalna (22 °C)	Izmjenična (20/30 °C)
Tretmani	
1.	Kontrola
2.	H_2O – 24 sata
3.	H_2O – 60 °C
4.	KNO_3 – 2%
5.	KNO_3 – 1%
6.	KNO_3 – 0,2%
7.	H_2SO_4 – 1 min
8.	H_2SO_4 – 15 sec

U pokusu su korištene plastične petrijeve zdjelice promjera 90 mm. U svaku petrijevku stavljeno je po 50 sjemenki crne pomoćnice na filter papir navlažen s 5 ml destilirane vode. Sjemenke su pomoću pincete poredane u kvadratni oblik radi lakšeg prebrojavanja.

Nakon primjene svakog tretmana prekida dormantnosti sjeme je naklijavano pri dva temperaturna režima: stalnoj (22 °C) i izmjeničnoj (20/30 °C) temperaturi u vremenskom intervalu 12/12h (svjetlo/tama) tijekom 12 dana. Kako se klijanci ne bi osušili tijekom pokusa je po potrebi dodana destilirana voda.

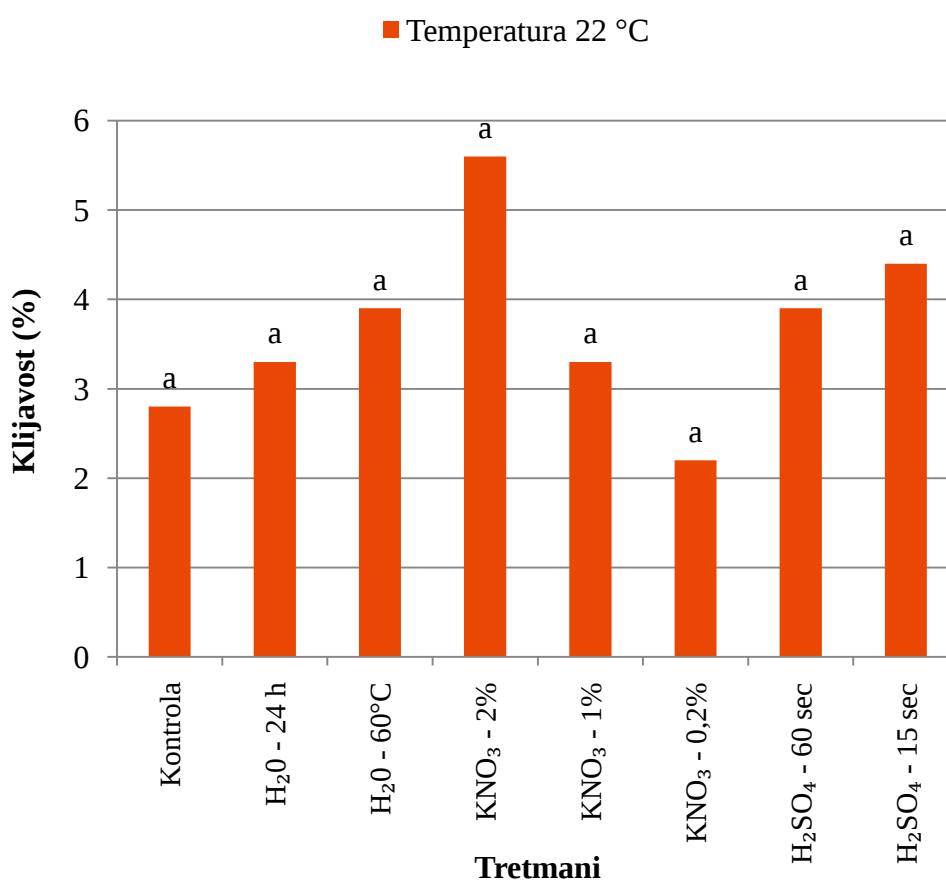
Na kraju pokusa izračunata je ukupna klijavost (%) pomoću formule: broj iskljanih sjemenki / ukupan broj sjemenki x 100; zatim je izmjerena duljina (cm) korijena i izdanka pomoću milimetarskog papira te je na kraju elektronskom vagom izvagana svježa i suha masa (mg) klijanaca.

Pokus je postavljen po potpuno slučajnom planu u tri ponavljanja, te je ponavljen dva puta. Prikupljeni podaci uneseni su u računalo nakon čega su statistički analizirani analizom varijance (ANOVA). Razlike između srednjih vrijednosti tretmana testirane su LSD testom na razini 0,05.

4. Rezultati

4.1. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na klijavost sjemena crne pomoćnice

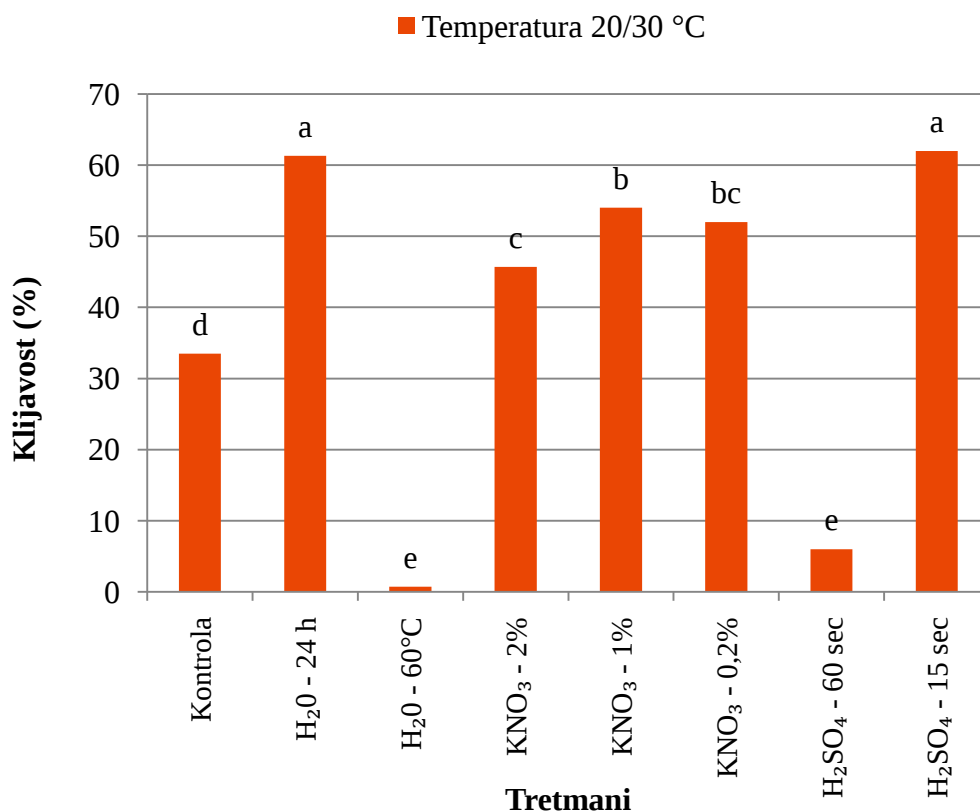
Primjena različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena crne pomoćnice pri stalnom temperaturnom režimu nije imala značajan utjecaj na klijavost korovne vrste (grafikon 1.). Klijavost sjemena u kontrolnom tretmanu iznosila je svega 2,8%. U tretmanima prekida dormantnosti klijavost se kretala od 2,2% prilikom natapanja sjemena u 0,2% otopinu kalijevog nitrata do 5,6% prilikom natapanja u 2% otopinu kalijevog nitrata.



Grafikon 1. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na klijavost sjemena crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C

Tretmani prekida dormantnosti pokazali su značajan utjecaj na klijavost sjemena crne pomoćnice prilikom naklijavanja na izmjeničnoj temperaturi od 20/30 °C (grafikon 2.). Klijavost sjemena u kontrolnom tretmanu iznosila je 33,5%. Statistički značajno viša klijavost zabilježena je u svim tretmanima u kojima je sjeme potapano u otopinu kalijevog

nitrate i kretala se od 45,7 do 54%. Najviša klijavost zabilježena je u tretmanima s potapanjem sjemena u destiliranu vodu tijekom 24 sata odnosno prilikom tretiranja sumpornom kiselinom tijekom 15 sekundi. S druge strane, tretiranje sumpornom kiselinom tijekom 60 sekundi i zagrijavanje sjemena na 60 °C značajno je snizilo klijavost u odnosu na kontrolu.



Grafikon 2. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na klijavost sjemena crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C

Svi tretmani, osim tretmana zagrijavanja sjemena i tretiranja sumpornom kiselinom u trajanju od 60 sekundi, pokazali su se znatno bolji pri naklijavanju na izmjeničnoj temperaturi. Klijavost sjemena u kontrolnom tretmanu povećana je s 2,8% na 33,5%, dok su ostali tretmani dodatno povećali klijavost i do 62%.

U prosjeku, klijavost je pri konstantnoj temperaturi iznosila 3,7% te je bila statistički značajno niža od klijavosti pri temperaturi 20/30 °C stupnja gdje je prosječna klijavost iznosila 39,4 % (tablica 1.).

Prosječno gledajući, tretmani sa sumpornom kiselinom u trajanju od 15 sekundi, tretman potapanja u destiliranu vodu i sve koncentracije kalijevog nitrata postigli su statistički značajno veću klijavost od klijavosti izmjerene u kontrolnom tretmanu. S druge strane, niža klijavost zabilježena je pri dugoj ekspoziciji sjemena sumpornom kiselinom te pri zagrijavanju na 60 °C (tablica 1.).

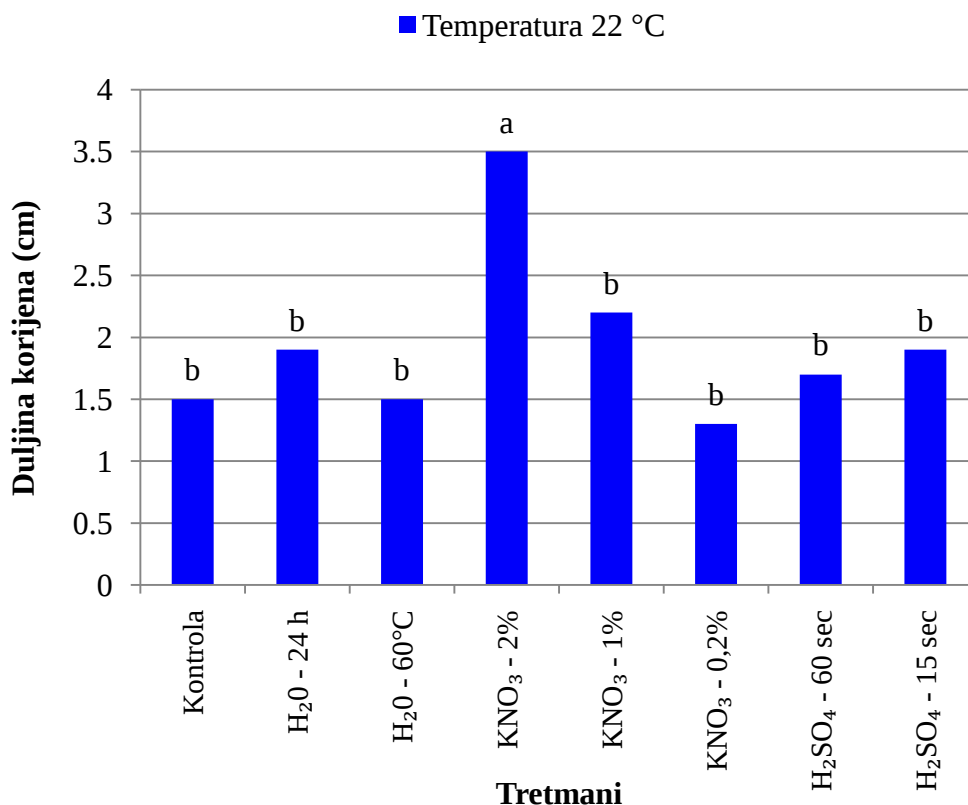
Tablica 2. Prosječna klijavost sjemena crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena

	Temperatura							
Tretman	22 °C				20/30 °C			
Klijavost (%)	3,7 b				39,4 a			
	Tretmani prekida dormantnosti							
Tretman	Kontrola	H ₂ O 24 h	H ₂ O 60 °C	2% KNO ₃	1% KNO ₃	0,2% KNO ₃	H ₂ SO ₄ 60 sec	H ₂ SO ₄ 15 sec
Klijavost (%)	18,1 c	32,3 a	2,3 d	25,7 b	28,7 ab	27,1 b	4,9 d	33,3 a

a,b,c – razlike između vrijednosti u redu koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne ($P < 0,05$)

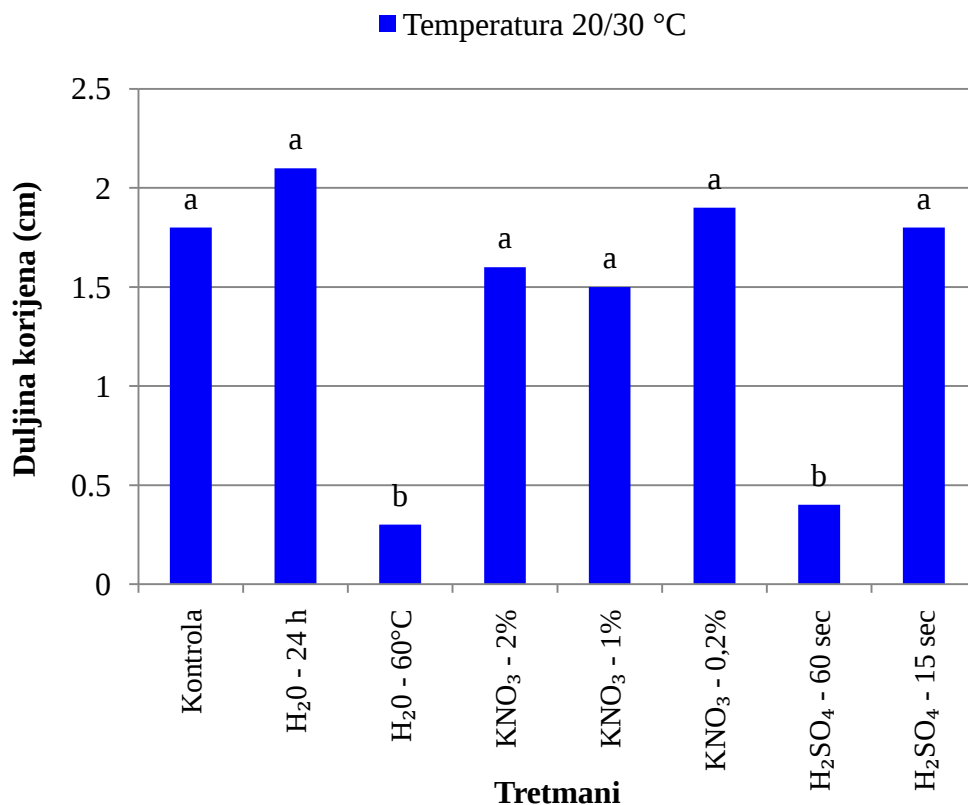
4.2. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na duljinu korijena klijanaca crne pomoćnice

Duljina korijena klijanaca crne pomoćnice u pravilu nije bila pod značajnim utjecajem tretmana prekida dormantnosti prilikom naklijavanja na temperaturi od 22 °C (grafikon 3.). Jedina razlika zabilježena je u tretmanu s 2% otopinom kalijevog nitrata gdje je duljina korijena bila značajno viša u odnosu na kontrolu.



Grafikon 3. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu korijena klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C

Duljina korijena klijanaca crne pomoćnice pri izmjeničnoj temperaturi statistički se značajno razlikovala u odnosu na kontrolu u pojedinim tretmanima prekida dormantnosti sjemena (grafikon 4.). U kontrolnom tretmanu duljina korijena iznosila je 1,8 cm. U tretmanima sa zagrijavanjem sjemena te primjeni sumporne kiseline u trajanju od 60 sekundi zabilježena je statistički značajno niža duljina korijena klijanaca koja je iznosila 0,3 odnosno 0,4 cm.



Grafikon 4. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu korijena klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C

Nisu zabilježene razlike u duljini korijena klijanaca među tretmanima pri različitim temperaturnim režimima. Međutim, izuzetak je zabilježen u tretmanu s 2% otopinom kalijevog nitrata gdje je duljina korijena bila značajno viša pri konstantnom temperaturnom režimu u odnosu na izmjenični.

Gledano prosječno, temperatura nije imala značajan utjecaj na duljinu korijena klijanaca (tablica 2.). Iako je duljina korijena bila viša pri konstantnoj temperaturi, razlika nije bila statistički značajna.

U prosjeku, tretmani prekida dormantnosti nisu se značajno razlikovali, pa u većini tretmana duljina korijena nije bila statistički različita nego u kontroli (tablica 2.). Izuzetak je zabilježen pri primjeni 2% otopine kalijevog nitrata gdje je duljina korijena bila veća, te u tretmanu sa zagrijavanjem sjemena gdje je zabilježena značajno manja duljina korijena.

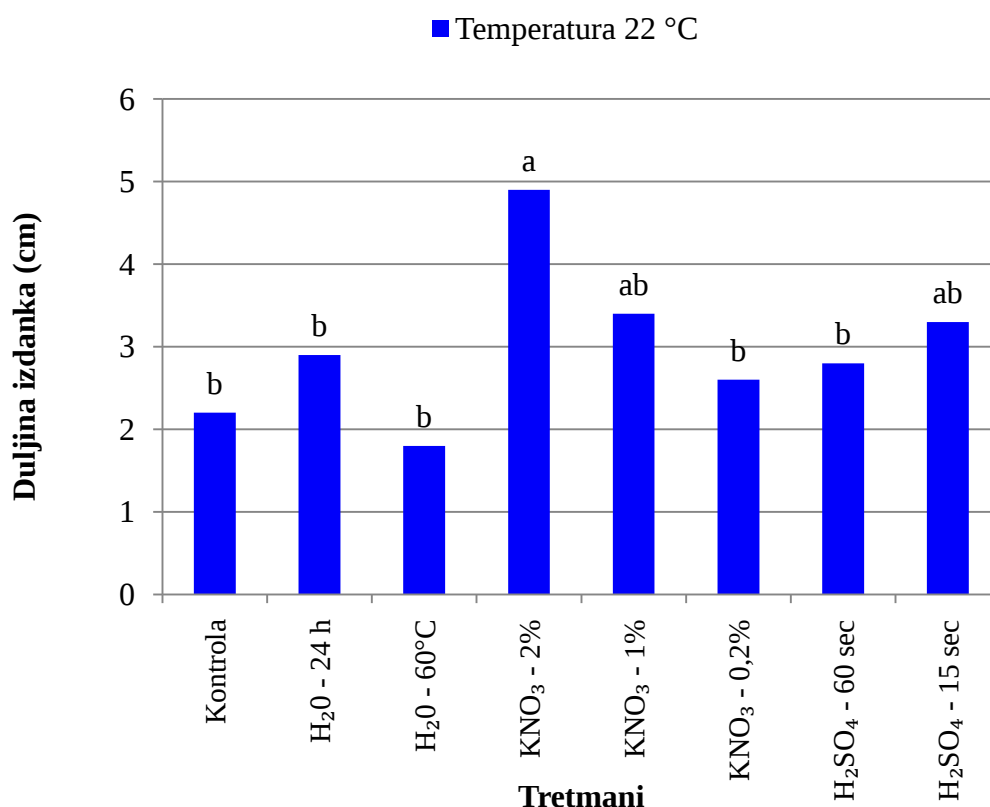
Tablica 3. Prosječna duljina korijena klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena

	Temperatura							
Tretman	22 °C				20/30 °C			
Duljina korijena (cm)	1,9 a				1,4 a			
	Tretmani prekida dormantnosti							
Tretman	Kontrola	H ₂ O 24 h	H ₂ O 60 °C	2% KNO ₃	1% KNO ₃	0,2% KNO ₃	H ₂ SO ₄ 60 sec	H ₂ SO ₄ 15 sec
Duljina korijena (cm)	1,7 bc	1,9 ab	0,9 d	2,6 a	1,9 ab	1,6 bcd	1,1 cd	1,9 ab

a,b,c – razlike između vrijednosti u redu koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne ($P < 0,05$)

4.3. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na duljinu izdanka klijanaca crne pomoćnice

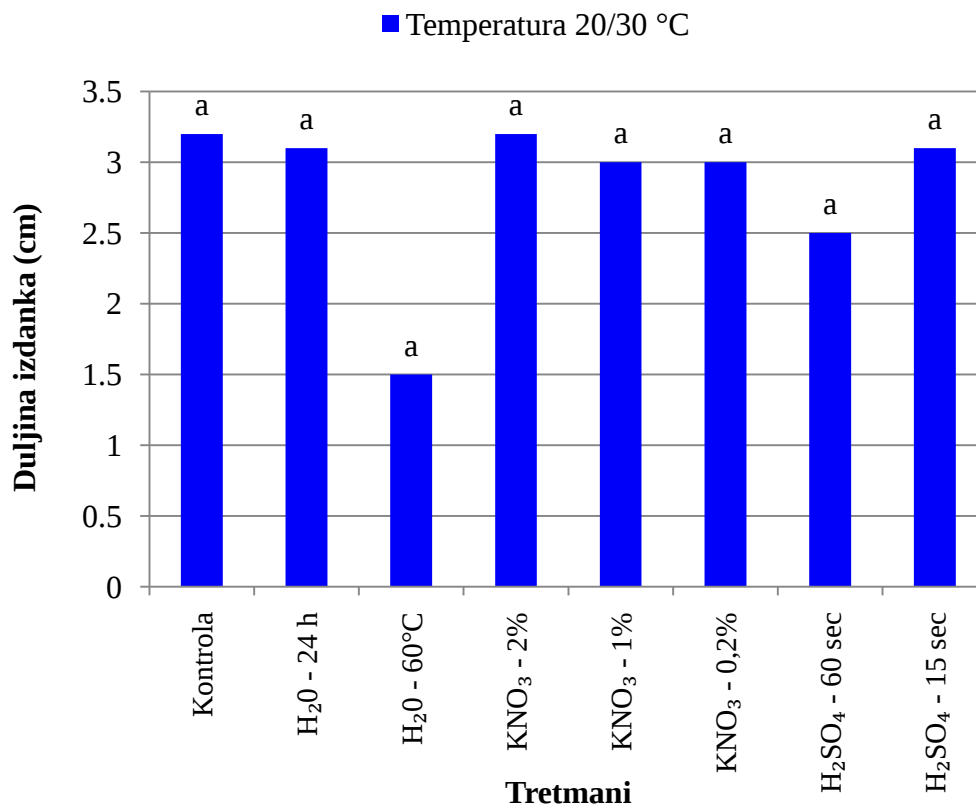
Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na temperaturi od 22 °C prikazan je u grafikonu 5. Duljina izdanka u kontrolnom tretmanu iznosila je 2,2 cm. Niti jedan tretman nije značajno utjecao na duljinu izdanka klijanaca, izuzev tretmana s 2% otopinom kalijevog nitrata u kojem je duljina izdanka statistički značajno bila viša nego u kontrolnom tretmanu i iznosila je 4,9 cm.



Grafikon 5. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu izdanka klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C

Duljina izdanka klijanaca crne pomoćnice nije bila pod značajnim utjecajem tretmana prekida dormantnosti pri naklijavanju sjemena na izmjeničnom temperaturnom režimu (grafikon 6.).

Nije bilo razlika među duljinom izdanka klijanaca u pojedinim tretmanima na dva različita temperaturna režima.



Grafikon 6. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu izdanka klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C

Tablica 4. Prosječna duljina izdanka klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena

	Temperatura							
Tretman	22 °C				20/30 °C			
Duljina izdanka (cm)	3,0 a				2,8 a			
	Tretmani prekida dormantnosti							
Tretman	Kontrola	H ₂ O 24 h	H ₂ O 60 °C	2% KNO ₃	1% KNO ₃	0,2% KNO ₃	H ₂ SO ₄ 60 sec	H ₂ SO ₄ 15 sec
Duljina izdanka (cm)	2,7 bc	3,0 ab	1,7 c	4,0 a	3,2 ab	2,8 abc	2,7 bc	3,2 ab

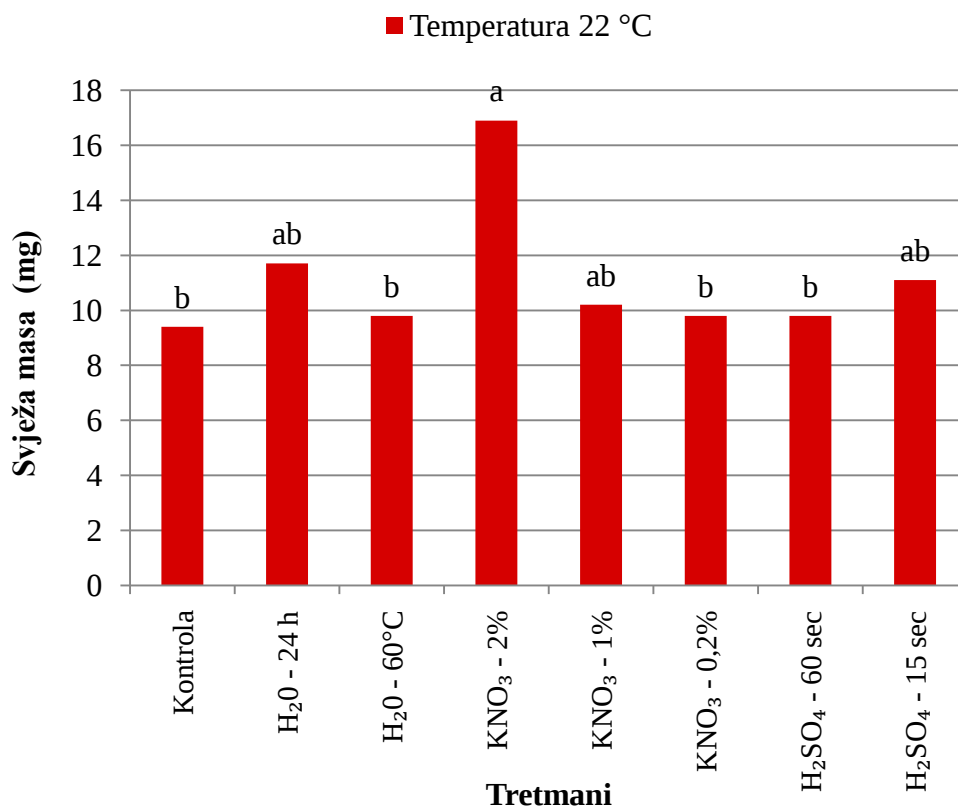
a,b,c – razlike između vrijednosti u redu koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne ($P < 0,05$)

U prosjeku, temperatura nije imala utjecaja na duljinu izdanka klijanaca (tablica 3.) te se duljine nisu statistički značajno razlikovale.

Duljina izdanka klijanaca crne pomoćnice u prosjeku se nije razlikovala među tretmanima prekida dormantnosti (tablica 3.), s izuzetkom primjene 2% otopine kalijevog nitrata. U tom tretmanu statistički je značajno povećana duljina izdanka u odnosu na kontrolni tretman.

4.4. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na svježu masu klijanaca crne pomoćnice

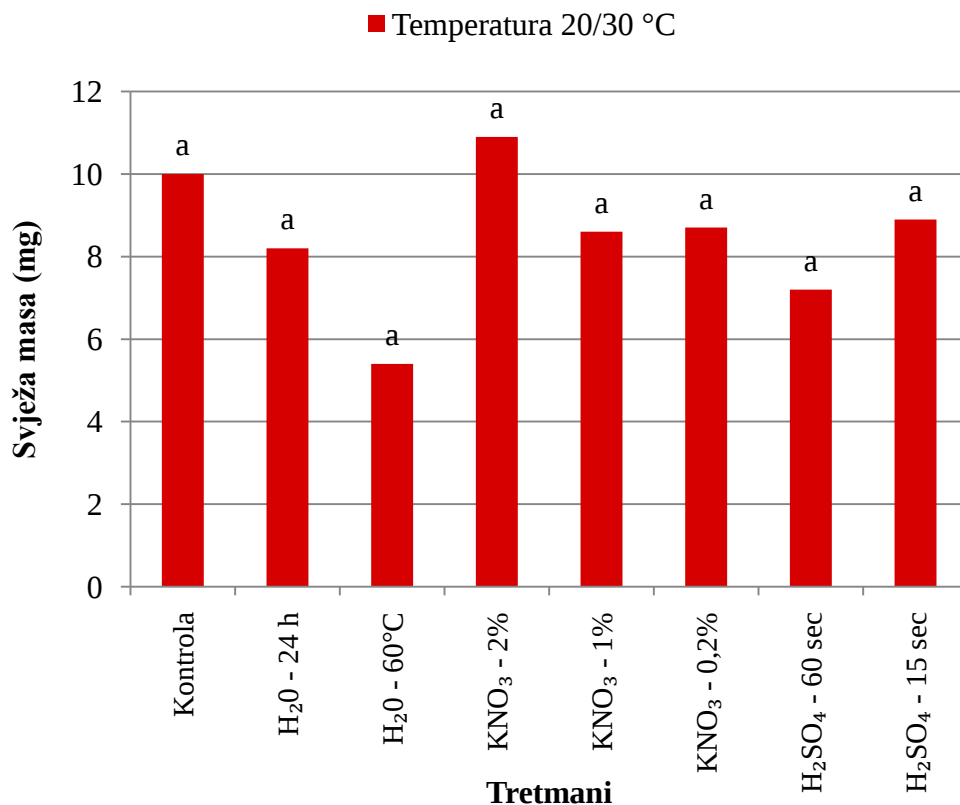
Svježa masa klijanaca crne pomoćnice pri konstantnoj temperaturi od 22 °C nije se u pravilu značajno razlikovala među tretmanima, izuzev kod primjene 2% otopine kalijevog nitrata (grafikon 7.). U navedenom tretmanu, svježa masa povećana je i iznosila je 16,9 mg u odnosu na kontrolni tretman u kojem je zabilježena svježa masa iznosila 9,4 mg.



Grafikon 7. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na svježu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C

Svježa masa klijanaca crne pomoćnice nije bila pod značajnim utjecajem tretmana prekida dormantnosti pri naklijavanju sjemena na izmjeničnom temperaturnom režimu, te se kretala od 5,4 do 10,9 mg (grafikon 8.).

Nije bilo razlika među svježom masom klijanaca u pojedinim tretmanima na dva različita temperaturna režima.



Grafikon 8. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na svježu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C

Tablica 5. Prosječna svježa masa klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena

	Temperatura							
Tretman	22 °C				20/30 °C			
Svježa masa (mg)	11,1 a				8,5 a			
	Tretmani prekida dormantnosti							
Tretman	Kontrola	H ₂ O 24 h	H ₂ O 60 °C	2% KNO ₃	1% KNO ₃	0,2% KNO ₃	H ₂ SO ₄ 60 sec	H ₂ SO ₄ 15 sec
Svježa masa (mg)	9,7 ab	9,9 ab	7,6 b	13,9 a	9,4 ab	9,3 ab	8,5 b	9,9 ab

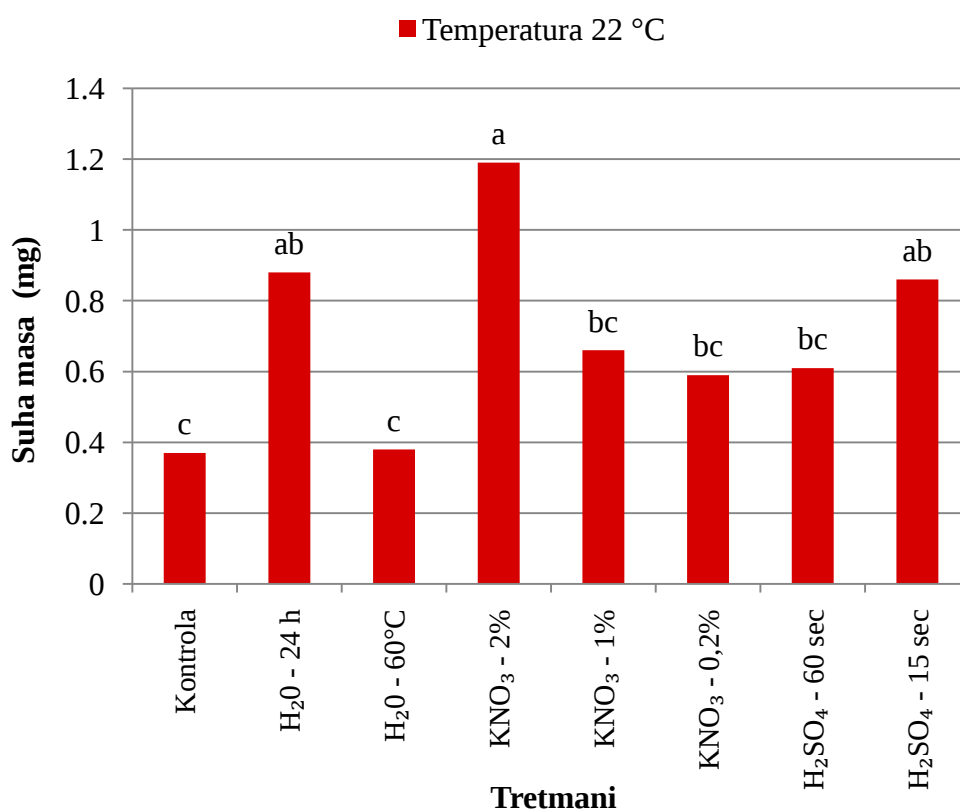
a,b,c – razlike između vrijednosti u redu koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne ($P < 0,05$)

Gledano prosječno, različiti temperaturni režimi nisu utjecali na svježu masu klijanaca crne pomoćnice (tablica 4.).

U prosjeku, svježa masa klijanaca u tretmanima prekida dormantnosti nije se značajno razlikovala od kontrolnog tretmana, iako je najveća svježa masa zabilježena u tretmanu s 2% otopinom kalijevog nitrata (tablica 4.).

4.5. Utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na suhu masu klijanaca crne pomoćnice

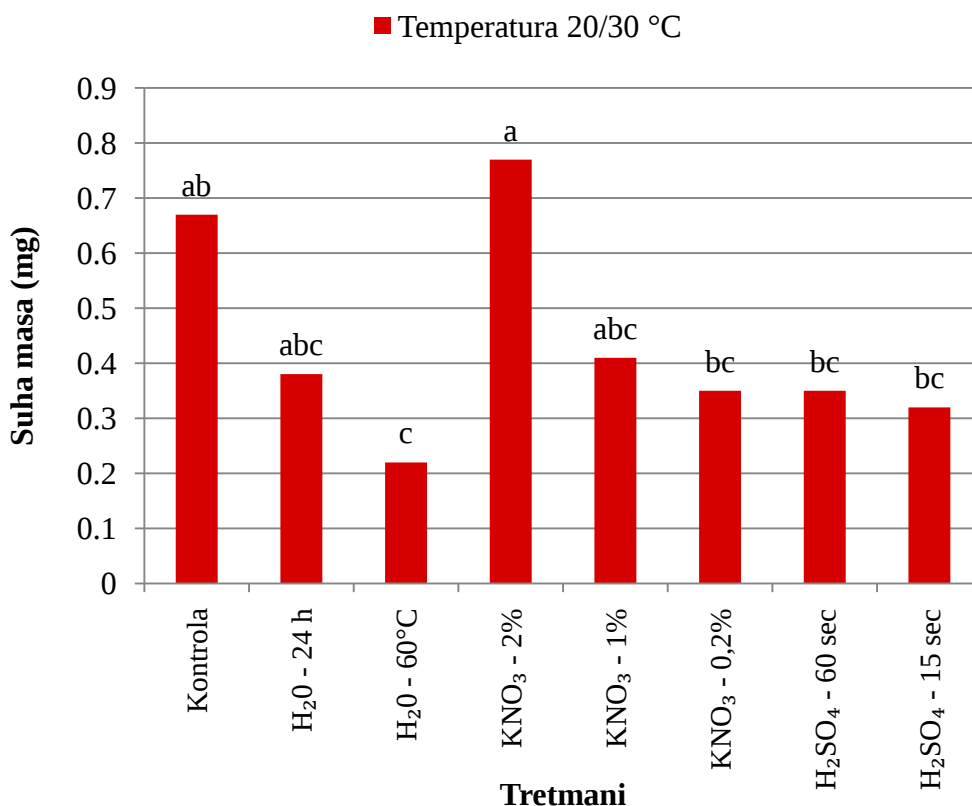
Suha masa klijanaca crne pomoćnice pri konstantnoj temperaturi od 22 °C značajno se razlikovala među tretmanima (grafikon 9.). Najniža suha masa zabilježena je u kontrolnom tretmanu i iznosila 0,37 mg. Svi drugi tretmani povećali su suhu masu klijanaca, no statistički značajno povećanje zabilježeno je u tretmanima s 2% otopinom kalijevog nitrata, pri tretiranju sumpornom kiselinom tijekom 15 sekundi te pri potapanju sjemena u destiliranu vodu tijekom 24 sata.



Grafikon 9. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na suhu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C

Suha masa klijanaca crne pomoćnice bila je pod značajnim utjecajem tretmana prekida dormantnosti pri naklijavanju sjemena na izmjeničnom temperaturnom režimu, međutim samo u tretmanu sa zagrijavanjem sjemena gdje je suha masa bila statistički značajno niža od kontrolnog tretmana (grafikon 10.).

Nije bilo razlika među suhom masom klijanaca u pojedinim tretmanima na dva različita temperaturna režima.



Grafikon 10. Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na suhu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C

Gledano prosječno, različiti temperaturni režimi nisu utjecali na suhu masu klijanaca crne pomoćnice (tablica 5.).

U prosjeku, suha masa klijanaca u većini tretmana prekida dormantnosti nije se značajno razlikovala od kontrolnog tretmana (tablica 5.). Razlike su zabilježene u tretmanu s 2% otopinom kalijevog nitrata gdje je suha masa bila statistički značajno viša, te u tretmanu sa zagrijavanjem sjemena gdje je zabilježena statistički niža suha masa u odnosu na kontrolni tretman.

Tablica 6. Prosječna suha masa klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena

	Temperatura							
Tretman	22 °C				20/30 °C			
Suha masa (mg)	0,69 a				0,43 a			
	Tretmani prekida dormantnosti							
Tretman	Kontrola	H ₂ O 24 h	H ₂ O 60 °C	2% KNO ₃	1% KNO ₃	0,2% KNO ₃	H ₂ SO ₄ 60 sec	H ₂ SO ₄ 15 sec
Suha masa (mg)	0,52 bc	0,63 b	0,3 c	0,98 a	0,53 bc	0,52 bc	0,48 bc	0,59 bc

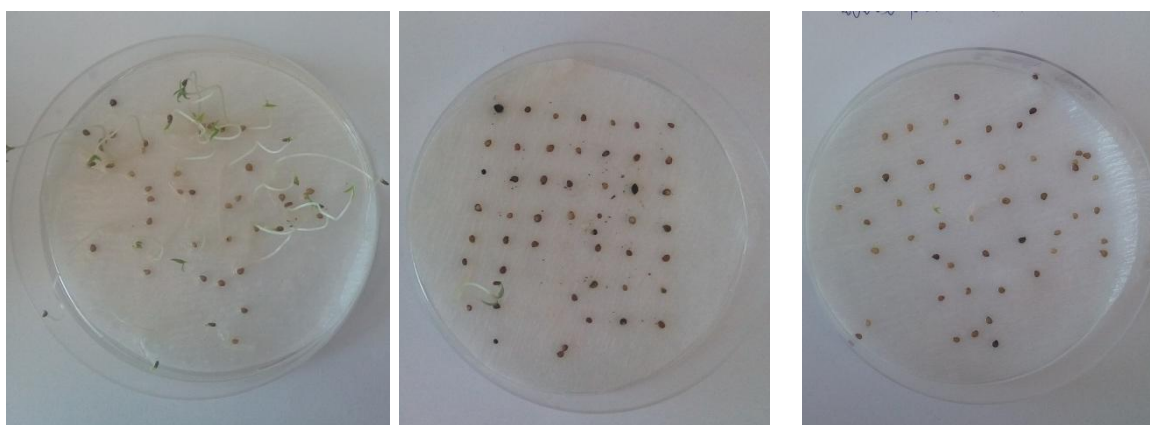
a,b,c – razlike između vrijednosti u redu koje sadrže istu slovnu oznaku nisu statistički značajne ($P < 0,05$)

5. Rasprava

Sjeme crne pomoćnice imalo je vrlo nisku klijavost u svim tretmanima kada je bilo izloženo stalnoj (22 °C) temperaturi, ona se kretala od 2,2% u tretmanu s 0,2% otopinom kalijevog nitrata do 5,6% prilikom natapanja u 2% otopinu kalijevog nitrata. Značajno veći postoci klijavosti zabilježeni su u većini tretmana pri izmjeničnoj (20/30 °C) temperaturi gdje je najveća klijavost bila u tretmanima sa H₂O – 24 sata i H₂SO₄ u trajanju od 15 sekundi i iznosila je 62% (slika 1.). Najniža klijavost zabilježena je pri potapanju sjemena u destiliranu vodu zagrijanu na 60 °C te pri izlaganju sumpornoj kiselini tijekom 60 sekundi (slika 2.).



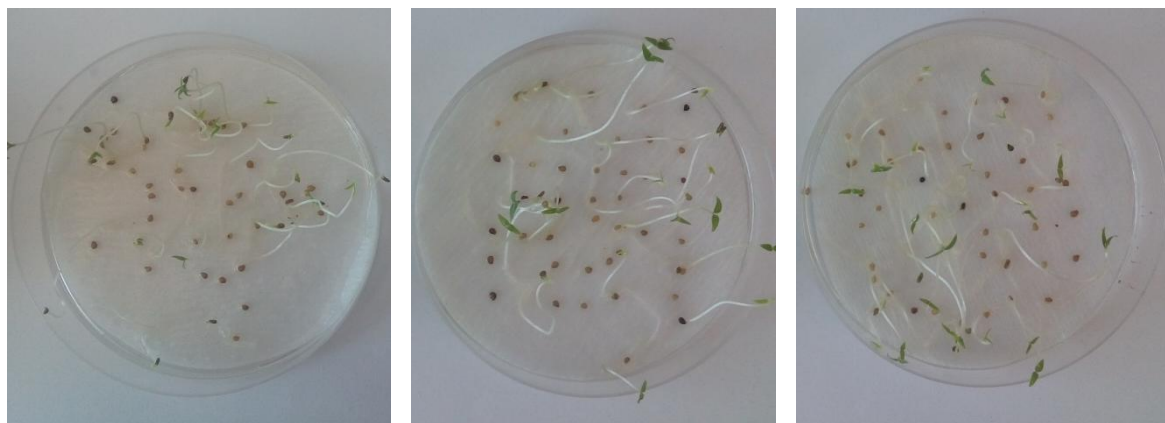
Slika 1. Utjecaj različitih tretmana prekida dormantnosti pri izmjeničnom temperaturnom režimu: a) kontrola; b) H₂O (24 h); c) H₂SO₄ (15 sec) (foto: orig.)



Slika 2. Utjecaj različitih tretmana prekida dormantnosti pri izmjeničnom temperaturnom režimu: a) kontrola; b) H₂SO₄ (60 sec); c) H₂O (60 °C) (foto: orig.)

Temperatura je pokazala statistički značajan utjecaj na klijavost sjemena crne pomoćnice. To potvrđuju i rezultati do kojih je došao Teketay (1998.), on je primijenio dva temperaturna tretmana, u prvom tretmanu sjeme je stavljeno na naklijavanje na stalnu 20 °C, a u drugom na izmjeničnu temperaturu 20/12 °C, 30/12 °C u vremenskom intervalu 12/12 h. Sjeme koje je bilo izloženo prvom tretmanu nije proklijalo, dok je u drugom tretmanu klijavost sjemena bila 100%. Riemens i sur. (2004.) su pokusom, na temelju intenziteta dormantnosti i klijavosti sjemena određenih korovnih vrsta dokazali da temperatura ne samo da ima utjecaj na ukupan postotak klijavosti nego i da značajno utječe na brzinu klijanja. Rezultati njihovog pokusa pokazali su da niske temperature usporavaju klijanje, dok je pri višim temperaturama klijanje bilo ubrzano.

Svi tretmani u kojima su korištene različite koncentracije kalijevog nitrata pokazali su značajan utjecaj na klijavost sjemena crne pomoćnice pri izmjeničnom temperaturnom režimu (slika 3.). Tang i sur. (2008.) su ispitivali utjecaj kalijevog nitrata (KNO_3) na klijavost sjemena bijele lobode (*Chenopodium album* L.). Primijenili su pet različitih koncentracija 0,01%, 0,05%, 0,1%, 0,25% i 0,5%. Najveću ukupnu klijavost sjemenki lobode su zabilježili kada je sjeme tretirano 0,05% kalijevim nitratom, a iznosila je 14,67%.



Slika 3. Utjecaj različitih tretmana prekida dormantnosti pri izmjeničnom temperaturnom režimu: a) kontrola; b) 0,2% KNO_3 ; c) 2% KNO_3 (foto: orig.)

Tretmani sa sumpornom kiselinom različito su djelovali pa je kraće izlaganje (15 sekundi) značajno povećalo klijavost sjemena, dok je duže izlaganje značajno smanjilo klijavost u odnosu na kontrolu. Lemić i sur. (2009.) su u pokusu istraživali utjecaj dužine potapanja

sjemenki bijele lobode u 77% H_2SO_4 te su utvrdili da ona značajno utječe na klijavost. Kada je sjeme potopljeno u kiselinu u trajanju od 5 minuta klijavost je iznosila 62,7%, a pri trajanju od 15 minuta klijavost je bila 30,3%. Duže izlaganje sjemena sumpornoj kiselini vjerojatno je oštetilo sjemenu ovojnicu i embrio zbog čega sjemenke nisu mogle proklijati (Hock i sur., 2006.).

Na stalnoj temperaturi duljine korijena klijanaca iako ne statistički značajno, bile su veće nego na izmjeničnoj temperaturi. Najveća duljina korijena zabilježena je pri stalnoj temperaturi u tretmanu sa 2% otopinom KNO_3 i iznosila je 3,5 cm, a najmanja pri izmjeničnoj temperaturi u tretmanu sa H_2O – 60 °C gdje je bila 0,3 cm. Lazić (2015.) navodi da značajan utjecaj na duljinu korijena klijanaca oštrodлакavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.) imaju tretmani otopinama različitih koncentracija kalijevog nitrata te stratifikacija (5°C) u trajanju od 12 dana.

U prosjeku, temperatura nije pokazala statistički značajan utjecaj na duljinu izdanaka klijanaca. Duljina izdanaka klijanaca pri stalnoj temperaturi u kontrolnom tretmanu iznosila je 2,2 cm, značajno je povećana jedino u tretmanu sa 2% KNO_3 gdje je iznosila 4,9 cm. Najmanje duljine izdanaka klijanaca zabilježene su u tretmanu sa H_2O – 60 °C pri oba temperaturna režima (1,8 i 1,5 cm). Mazur (2015.) tvrdi da tretman 0,2% otopinom KNO_3 značajno utječe na smanjenje duljine izdanaka klijanaca Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.), izdanci su bili kraći za 28,1% u odnosu na kontrolni tretman.

Kao ni na duljinu klijanaca temperatura nije pokazala statistički značajan utjecaj niti na svježju masu klijanaca. Svježja masa crne pomoćnice pri stalnoj temperaturi u kontrolnom je iznosila 9,4 mg, statistički značajno povećana je samo u tretmanu sa 2% KNO_3 gdje je iznosila 16,9 mg. Pri izmjeničnoj temperaturi najniža masa je zabilježena u tretmanu sa H_2O – 60 °C gdje je iznosila 5,4 mg dok je najveća masa bila u tretmanu sa 2 % KNO_3 (10,9 mg). Balić (2015.) navodi da je najmanja svježja masa divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) zabilježena kada je sjeme tretirano sumpornom kiselinom (H_2SO_4) i naklijavano u tami, težina je bila 27,7 % manja u odnosu na kontrolni tretman.

Različite temperature nisu imale statistički značajan utjecaj ni na suhu masu klijanaca. Suha masa crne pomoćnice značajno se razlikovala među tretmanima na konstantnoj temperaturi. Najveća masa je bila u tretmanu sa 2% KNO_3 i iznosila je 1,19 mg dok su

najmanje mase zabilježene u kontrolnom tretmanu (0,37 mg) te u tretmanu sa $\text{H}_2\text{O} - 60^\circ\text{C}$ (0,38 mg). Na izmjeničnoj temperaturi najviše i najniže vrijednosti zabilježene su također u tretmanima sa 2% KNO_3 (0,77 mg) i $\text{H}_2\text{O} - 60^\circ\text{C}$ (0,22 mg).

6. Zaključak

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti na klijavost i rast klijanaca crne pomoćnice. Na temelju dobivenih rezultata doneseni su sljedeći zaključci:

- Temperatura ima statistički značajan utjecaj na klijavost sjemena crne pomoćnice. Prosječna klijavost sjemena na izmjeničnim temperaturama višestruko je veća od prosječne klijavosti sjemena na konstantnoj temperaturi.
- Temperatura nije pokazala statistički značajan utjecaj na rast klijanaca crne pomoćnice odnosno na duljinu korijena i izdanaka te na svježiu i suhu masu klijanaca.
- Najveća klijavost (62%) zabilježena je u tretmanu sa H_2SO_4 – 15 sec, a najmanja (0,7%) u tretmanu sa H_2O – 60 °C.
- Značajan utjecaj na prekid dormantnosti sjemena crne pomoćnice pokazali su i tretmani potapanja u destiliranu vodu te različite koncentracije kalijevog nitrata.
- Potapanje sjemena u 2% otopinu kalijevog nitrata je tretman koji je u prosjeku, na oba temperaturna režima najviše utjecao na rast klijanaca (na povećanje duljine korijena i izdanaka te svježiu i suhu masu).

7. Popis literature

1. 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.
2. Baličević, R., Ravlić, M. (2014.): Herbicidi u zaštiti bilja. Priručnik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
3. Balić, A. (2015.): Dormantnost i klijavost sjemena divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek. pp. 18.
4. Baskin, C.C., Baskin, J.M. (1998.): Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, CA, USA: Academic Press.
5. Baskin, J.M., Baskin, C.C. (2004.): A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16
6. Bewley, J.D. (1997.): Seed dormancy and germination. The Plant Cell, 9: 1055-1066.
7. Bewley, B.D., Black, M. (1994.): Seeds Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York.
8. Bithell, S.L. (2004.): An evaluation of *Solanum nigrum* and *S. physalifolium* biology and management strategies to reduce nightshade fruit contamination of process pea crops. Master Thesis, Lincoln University.
9. Čmelik, Z., Perica, S. (2007.): Dormantnost sjemena voćaka. Sjemenarstvo, 24(1): 51-58.
10. Ćosić, J., Ivezić, M., Štefanić, E., Šamota, D., Kalinović, I., Rozman, V., Liška, A., Ranogajec, Lj. (2008.): Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u ratarskoj proizvodnji. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
11. Defelice, M.S. (2003.): The Black Nightshades, *Solanum nigrum* L. et. al – Poison, Poultry, and Pie. Weed Technology, 17: 421- 427.
12. Finch-Savage, W., Leubner-Metzger, G. (2006.): Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171: 501-523.
13. Galloway, L.F. (2001.): Parental environmental effects on life history in the herbaceous plant *Campanula americana*. Ecology, 82(10): 2781-2789.
14. Givellberg, A., Horowitz, M. (1984.): Germination Behaviour of *Solanum nigrum* Seeds. Journal Experimental Botany, 35(4): 588-598.

15. Grbić, M. (2003.): Dormantnost i klijanje sjemena – mehanizmi, klasifikacije i postupci. Glasnik šumarskog fakulteta, 87: 25-49.
16. Hillhorst, H.W.M. (1995.): A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. Seed Science Research, 5: 61-73.
17. Hillhorst, H.W.M., Karssen, C.M. (1992.): Seed dormancy and germination: the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. Plant Growth Regulation 11, 225-238.
18. Hock, S.M., Knezevic, S.Z., Petersen, C.L., Eastin, J., Martin, A.R. (2006.): Germination techniques for Common lambsquarters (*Chenopodium album*) and Pennsylvania smartweed (*Polygonum pensylvanicum*). Weed Technology, 20: 530-534.
19. Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. (1991.): The world's worst weeds: distribution and biology. University of Hawaii Press, Honolulu.
20. Janjić, V., Vrbničanin, S., Jovanović, L.J., Jovanović, V. (2003.): Osnovne karakteristike semena korovskih biljaka. Acta Herbológica, 12(1-2): 1-16.
21. Kamgari, N. (2009.): Temperature requirement for germination of *Solanum nigrum* seeds. Department of Crop Production Ecology, SLU. Uppsala.
22. Kremer, E., Lotz, L.A.P. (1998.): Germination and emergence characteristics of triazine-susceptible and triazine-resistant biotypes of *Solanum nigrum*. Journal of Applied Ecology, 35(2): 302-310.
23. Lazić, A. (2015.): Dormantnost i klijavost sjemena oštrodлакavog šćira (*Amaranthus retroflexus* L.). Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 26.
24. Lemić, M., Šćepanović, M., Barić, K., Svečnjak, Z., Jukić, Ž. (2014.): Metode prekidanja dormantnosti sjemena bijele lobode (*Chenopodium album* L.). Agronomski glasnik, 76(1-2): 45-60.
25. Li, B., Foley, M.E. (1997.): Genetic and molecular control of seed dormancy. Trends in Plant Science, 2: 384-389.
26. Martinez-Ghersa, M.A., Sattore, E.H., Ghersa, C.M. (1997.): Effect of soil water content and temperature on dormancy breaking and germination of three weeds, Weed Science, 45: 791-797.
27. Mazur, P. (2015.): Dormantnost i klijavost sjemena Teofrastovog mračnjaka (*Abutilon theophrasti* Medik.). Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

pp. 13.

28. Nikolaeva, M.G. (1967.): Physiology of deep dormancy in seeds. Leningrad, Russia: Izdatel'stvo 'Nauka' (in Russian). [Translated from Russian by Z. Shapiro (1969.), National Science Foundation, Washington, DC, USA: 219.]
29. Norohna, A., Adersson, L., Milberg, P. (1997.): Rate of change in dormancy level and light requirement in weed seeds during stratification. *Annals of Botany*, 80:795-801.
30. Oerke, E.C. (2006.): Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1): 31- 43.
31. Podrug, A., Gadžo, D., Muminović, Š., Grahić, J., Srebrović, E., Đikić, M. (2014.): Dormancy and germination of Johnsongrass seed (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). *Herbologia*, 14(2): 1-10.
32. Ravlić, M. (2015.): Alelopatsko djelovanje nekih biljnih vrsta na rast i razvoj usjeva i korova. Doktorski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
33. Rezvani, M., Fani Yazdi, S. (2013.): Factors affecting seed germination of black nightshade (*Solanum nigrum*). *Acta Botanica Hungarica*, 55(3-4): 397-408.
34. Rice, E.L. (1984.): Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press, New York.
35. Riemens, M.M., Scheepens P.C., van der Weide, R.Y. (2004.): Dormancy, germination and emergence of weed seeds, with emphasis on the influence of light. Wageningen: Plant Research International.
36. Roberts H.A., Lockett, P.M. (1978.): Seed dormancy and field emergence in *Solanum nigrum* L., *Weed Research*, 18: 231-241.
37. Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S.S., Meghvanshi, M.K. (2009.): Allelopathic Effect of Different Concentration of Water Extract of *Prosopis Juliflora* Leaf on Seed Germination and Radicle Length of Wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(2): 81-84.
38. Suthar, A.C., Naik, V.R., Mulani, R.M. (2009.): Seed and seed Germination in *Solanum nigrum* Linn. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5(2): 179-183.
39. Šarić, T. (1991.): Korovi i njihovo uništavanje herbicidima. Zadrugar, Sarajevo, Bosna i Hercegovina.
40. Šera, B., Šery, M., Štranak, V., Špatenka, P., Tichy, M. (2009): Does cold

plasma affect breaking dormancy and seed germination? A study on seeds of Lamb's Quarters (*Chenopodium album* agg.). Plasma science and technology, 11(6).

41. Taab, A., Andersson, L. (2009.): Seed dormancy dynamics and germination characteristics of *Solanum nigrum*. Weed Research, 49: 490-498.
42. Tang, D. S., Hamayun, M., Ko, Y.M., Zhang, Y.P., Kang, S.M., Lee, I.J. (2008): Role of red light, temperature, stratification and nitrogen in breaking seed dormancy of *Chenopodium album*. J. Crop Sci. Biotech, 11 (3): 199-204.
43. Teketay, D. (1998.): Environmental factors that control the germination of five *Solanum* species from Ethiopia. Tropical ecology, 39: 79-87.
44. Wagenvoort, W.A., Van Opstal, N.A. (1979.): The effect of constant and alternating temperatures, rinsing, stratification and fertilizer on germination of some weed species. Scientia Horticulturae, 10(1): 15-20.
45. Yamasue, Y., Matsui, Y., Kusanagi, T. (1992.): Differential dormancy patterns of soil-buried seeds of *Echinocloa crus galli* (Lnn.) Beauv. and *E. utilis* Ohwi et Yabuno, Proc. 1st Int. Weed Control Congr., 2:580.
46. Yogeessa, H.S., Upreti, K.K., Padmini, K., Bhanuprakash, K., Murti, G.S.R. (2006.): Mechanism of seed dormancy in eggplant (*Solanum melongena* L.). Seed Sci. & Technol., 34: 319-325.
47. Zdravković, J., Ristić, N., Girek, Z., Pavlović, S., Pavlović, N., Đorđević, M., Zdravković, M. (2011.): Dormantnost semena selekcionih linija plavog patlidžana (*Solanum melongena* L.). Selekcija i semenarstvo, 17(2): 17-34.

8. Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi učinkovitost različitih temperatura i metoda prekida dormantnosti sjemena crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) odnosno njihov utjecaj na klijavost i rast klijanaca. Uz kontrolni tretman primijenjeno je sedam tretmana za prekidanje dormantnosti: potapanje sjemena u destiliranu vodu, zagrijavanje u vodi na 60 °C, potapanje sjemena u 2%, 1% i 0,2% otopinu kalijevog nitrata (KNO_3) te tretiranje koncentriranom sumpornom kiselinom (H_2SO_4) u trajanju od 60 odnosno 15 sekundi. Sjeme je naklijavano na dva temperaturna režima, na konstantnoj (22 °C) i izmjeničnoj (20/30 °C) temperaturi. Temperatura je pokazala statistički značajan utjecaj samo na klijavost sjemena, dok njezin utjecaj na duljinu korijena i izdanka kao i na svježiu i suhu masu nije statistički dokazan. Najveća klijavost zabilježena je na izmjeničnoj temperaturi pri tretmanu sa sumpornom kiselinom u trajanju od 15 sekundi, iznosila je 62%, a najmanja na istoj temperaturi u tretmanu sa H_2O – 60 °C (0,7%). Ukupno gledajući najveći učinak na rast klijanaca (njihovu dužinu i težinu) imao je tretman sa potapanjem sjemena u 2% otopinu kalijevog nitrata.

Ključne riječi: crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L.), dormantnost, klijavost, temperatura, tretman

9. Summary

The aim of this study was to determine the effectiveness of different temperatures and methods of breaking seed dormancy of black nightshade (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) and their influence on germination and seedling growth. Along with the control, seven dormancy breaking treatments were applied: soaking seeds in distilled water, soaking seeds in hot water (60 °C), immersion of seeds in 2%, 1% and 0.2% solution of potassium nitrate (KNO₃) and treatment with concentrated sulfuric acid (H₂SO₄) for 60 respectively 15 seconds. The seeds were germinated at two temperature regimes, at a constant (22 °C) and alternating (20/30 °C) temperature. Temperature showed a statistically significant effect only on seed germination, while its impact on the length of root and shoot as well as the fresh and dry weight was not statistically proven. The highest germination was observed under alternating temperature in the treatment with sulfuric acid for 15 seconds where germination amounted up to 62%, while the lowest germination was recorded in the treatment with H₂O - 60 °C (0.7%) also under alternating temperature regime. Overall, the greatest effect on seedling growth (the length and weight) was in treatment where seeds were immersed in 2% solution of potassium nitrate.

Key words: black nightshade (*Solanum nigrum* L.), dormancy, germination, temperature, treatment

10. Popis tablica

Red. br.	Naziv tablice	Str.
Tablica 1.	Temperature i tretmani prekida dormantnosti	8
Tablica 2.	Prosječna klijavost sjemena crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena	12
Tablica 3.	Prosječna duljina korijena klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena	15
Tablica 4.	Prosječna duljina izdanka klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena	17
Tablica 5.	Prosječna svježa masa klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena	20
Tablica 6.	Prosječna suha masa klijanaca crne pomoćnice pod utjecajem temperature i različitih tretmana prekida dormantnosti sjemena	24

11. Popis slika

Red. br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Utjecaj različitih tretmana prekida dormantnosti pri izmjeničnom temperaturnom režimu: a) kontrola; b) H ₂ O (24 h); c) H ₂ SO ₄ (15 sec)	25
Slika 2.	Utjecaj različitih tretmana prekida dormantnosti pri izmjeničnom temperaturnom režimu: a) kontrola; b) H ₂ SO ₄ (60 sec); c) H ₂ O (60 °C)	25
Slika 3.	Utjecaj različitih tretmana prekida dormantnosti pri izmjeničnom temperaturnom režimu: a) kontrola; b) 0,2% KNO ₃ ; c) 2% KNO ₃	26

12. Popis grafikona

Red. br.	Naziv grafikona	Str.
Grafikon 1.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na klijavost sjemena crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C	10
Grafikon 2.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na klijavost sjemena crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C	11
Grafikon 3.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu korijena klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C	13
Grafikon 4.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu korijena klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C	14
Grafikon 5.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu izdanka klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C	16
Grafikon 6.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na duljinu izdanka klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C	17
Grafikon 7.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na svježu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C	19
Grafikon 8.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na svježu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C	20
Grafikon 9.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na suhu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 22 °C	22
Grafikon 10.	Utjecaj tretmana prekida dormantnosti na suhu masu klijanaca crne pomoćnice pri temperaturi od 20/30 °C	23

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

Diplomski rad

Dormantnost i klijavost sjemena crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L.)

Branimir Grgić

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi učinkovitost različitih temperatura i metoda prekida dormantnosti sjemena crne pomoćnice (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) odnosno njihov utjecaj na klijavost i rast klijanaca. Uz kontrolni tretman primijenjeno je sedam tretmana za prekidanje dormantnosti: potapanje sjemena u destiliranu vodu, zagrijavanje u vodi na 60 °C, potapanje sjemena u 2%, 1% i 0,2% otopinu kalijevog nitrata (KNO_3) te tretiranje koncentriranom sumpornom kiselinom (H_2SO_4) u trajanju od 60 odnosno 15 sekundi. Sjeme je naklijavano na dva temperaturna režima, na konstantnoj (22 °C) i izmjeničnoj (20/30 °C) temperaturi. Temperatura je pokazala statistički značajan utjecaj samo na klijavost sjemena, dok njezin utjecaj na duljinu korijena i izdanka kao i na svježiu i suhu masu nije statistički dokazan. Najveća klijavost zabilježena je na izmjeničnoj temperaturi pri tretmanu sa sumpornom kiselinom u trajanju od 15 sekundi, iznosila je 62%, a najmanja na istoj temperaturi u tretmanu sa H_2O – 60 °C (0,7%). Ukupno gledajući najveći učinak na rast klijanaca (njihovu dužinu i težinu) imao je tretman sa potapanjem sjemena u 2% otopinu kalijevog nitrata.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević

Broj stranica: 40

Broj grafikona i slika: 13

Broj tablica: 6

Broj literaturnih navoda: 47

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L.), dormantnost, klijavost, temperatura, tretman

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr sc. Vlatka Rozman, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Renata Baličević, mentor
3. Doc. dr. sc. Anita Liška, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agriculture

University Graduate Studies, Plant Production, course Plant protection

Dormancy and germination of black nightshade (*Solanum nigrum* L.)

Branimir Grgić

Abstract

The aim of this study was to determine the effectiveness of different temperatures and methods of breaking seed dormancy of black nightshade (*Solanum nigrum* L. emend. Miller) and their influence on germination and seedling growth. Along with the control, seven dormancy breaking treatments were applied: soaking seeds in distilled water, soaking seeds in hot water (60 °C), immersion of seeds in 2%, 1% and 0.2% solution of potassium nitrate (KNO₃) and treatment with concentrated sulfuric acid (H₂SO₄) for 60 respectively 15 seconds. The seeds were germinated at two temperature regimes, at a constant (22 °C) and alternating (20/30 °C) temperature. Temperature showed a statistically significant effect only on seed germination, while its impact on the length of root and shoot as well as the fresh and dry weight was not statistically proven. The highest germination was observed under alternating temperature in the treatment with sulfuric acid for 15 seconds where germination amounted up to 62%, while the lowest germination was recorded in the treatment with H₂O - 60 °C (0.7%) also under alternating temperature regime. Overall, the greatest effect on seedling growth (the length and weight) was in treatment where seeds were immersed in 2% solution of potassium nitrate.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Renata Baličević, Associate Professor

Number of pages: 40

Number of figures: 13

Number of tables: 6

Number of references: 47

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: black nightshade (*Solanum nigrum* L.), dormancy, germination, temperature, treatment

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD Vlatka Rozman, Full Professor, chair
2. PhD Renata Baličević, Associate Professor, mentor
3. PhD Anita Liška, Assistant Professor, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d