

**Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet**

Monika Nekić

**KLIJAVOST SJEMENA PRIMORSKOG VRISKA (*Satureja montana* L.) POD UTJECAJEM STRESA SUŠE I
PREDSJETVENIH TRETMANA**

Zagreb, 2019

Ovaj rad je izrađen na Zavodu za sjemenarstvo Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta pod vodstvom izv.prof.dr.sc. Klaudije Carović-Stanko i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2018./2019.

SADRŽAJ RADA

1. UVOD	1
1.1. Rasprostranjenost primorskog vriska	2
1.2. Sistematska podjela	3
1.3. Morfološke karakteristike i biološka svojstva	4
1.4. Kemijski sastav i upotreba	7
1.5. Predtretmani sjemena	7
1.6. Predtretmani sjemena u uvjetima stresa suše	8
2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA	10
3. MATERIJALI I METODE	11
3.1. Biljni materijal.....	11
3.2. Klimatske prilike za grad Senj.....	12
3.3. Predtretmani sjemena	15
3.4. Tretmani	16
3.5. Statistička obrada podataka	17
3.5.1. Svojstva klijavosti	17
3.5.2. Svojstva klijanaca	18
4. REZULTATI	19
4.1. Svojstva klijavosti.....	19
4.2. Svojstva klijanaca	22
5. RASPRAVA	26
5.1. Utjecaj predtretmana i tretmana na svojstva klijavosti	26
5.2. Utjecaj predtretmana i tretmana na svojstva klijanaca	28
6. ZAKLJUČCI	30
ZAHVALA	31
POPIS LITERATURE.....	32
Sažetak	36
Summary	37
ŽIVOTOPIS.....	38

1. UVOD

Primorski vrisak (*Satureja montana* L.) je višegodišnja biljna vrsta koja obrasta stijene i suhe kamenite obronke na području Sredozemlja (Hulina, 2011). Poznata je aromatična, začinska, ljekovita i medonosna biljka, koja nakon kadulje predstavlja najvažniju pčelinju pašu. U pučkoj medicini se koristi kod prehlade, želučanih tegoba i crijevnih nametnika, a kao začinska biljka upotrebljavao se umjesto papra (Kremer, 2018).

Uzgoj primorskog vrisaka u Hrvatskoj nije zabilježen osim uz okućnice za osobne potrebe, a najčešće se kao izvor sjemena za sjetvu koriste divlje populacije (Ozimec i sur., 2015). Na temelju istraživanja, izborom najboljih autohtonih populacija u uzgoju domaćeg primorskog vrisaka može se proizvoditi suhi list kao primarni proizvod te farmaceutski pripravci i med primorskog vrisaka kao sekundarni proizvod (Ozimec i sur., 2015).

Klijanje sjemena jedan je od najosjetljivijih razvojnih stadija biljnih vrsta te je često ograničen stresom izazvanim nedostatkom vode (Baloch i sur., 2012). Klijavost i vigor sjemena, te dužina izdanka korijena važni su pokazatelji za uspješnost proizvodnje, osobito u aridnim i semiaridnim područjima (Baloch i sur., 2012). Jedan od mogućih problema uvođenja primorskog vrisaka u poljoprivrednu proizvodnju je stres nedostatka vode, odnosno suša. Suša predstavlja jedan od najznačajnijih abiotičkih stresova te samim time i ograničavajući faktor u poljoprivrednoj proizvodnji zbog svojeg inhibirajućeg djelovanja na klijanje sjemena te usporavanje rasta i razvoja biljke.

Područje prirodne rasprostranjenosti primorskog vrisaka odlikuje se krškim reljefom. Brdsko područje Velebita vrlo je siromašno vodom, površinskih tokova je malo i kratki su, a vrlo rijetki potječu od stalnih izvora. Također, u području vapnenačkih naslaga voda ponire i gubi se, dok u kišnim razdobljima voda otječe do mora (Forenbacher, 1990).

Problem dormantnosti sjemena i slabe klijavosti moguće je djelomično riješiti predstjetvenim tretmanima sjemena (Nimac i sur., 2018). Predstjetveni tretmani dovode do fiziološkog stanja koje omogućava brže i ujednačenije klijanje, te snažnije i na abiotičke stresove otpornije mlade sadnice (Lutts i sur., 2016). Upotrebom predtretmana sjemena može se postići veća otpornost primorskog vrisaka na sušne uvjete, te na taj način potaknuti njegov uzgoj u Hrvatskoj.

1.1. Rasprostranjenost primorskog vrisaka

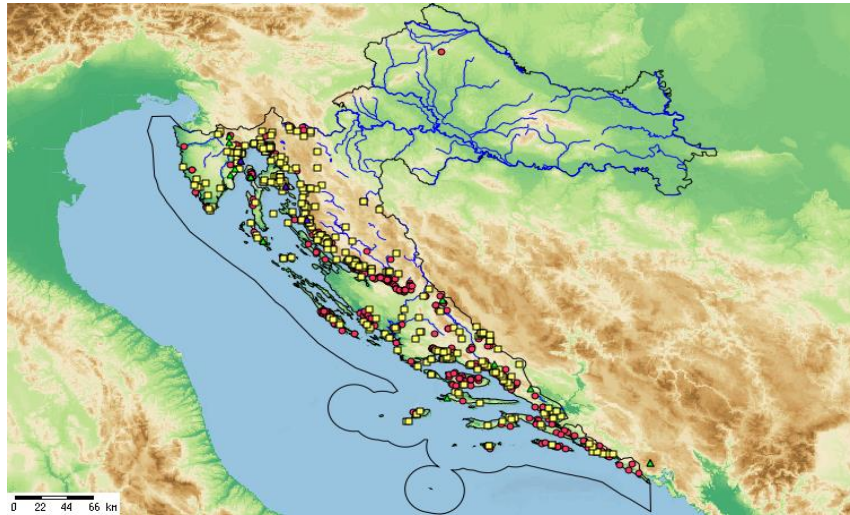
Primorski vrisak je prirodno rasprostranjen u umjerenim područjima južne Europe, Mediterana i Afrike (Encyclopedia of life, 2019) (Slika 1), dok je u Sjevernu i Južnu Ameriku te Australiju unesen, a u Ujedinjenom kraljevstvu naturaliziran (USDA, 2019).



Slika 1. Rasprostranjenost primorskog vrisaka u svijetu

Izvor: <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Satureja+montana&flags=coll:&res=320>

Autohtona je biljna vrsta područja Mediterana, rasprostire se duž Jadranske obale (Slika 2) i jedna je od najčešćih biljnih vrsta kamenjarskih pašnjaka pa i krša, stoga populacija nije ugrožena (Ozimec i sur., 2015). Raste od obale sve do pretplaninskih položaja (2-1400 m) (Forenbacher, 1990).



Slika 2. Rasprostranjenost primorskog vriska u Hrvatskoj

Izvor: <http://hirc.botanic.hr/fcd>

1.2. Sistematska podjela

U Tablici 1 prikazana je sistematska podjela primorskog vriska. Naziv roda „*satureja*“ potječe od latinske riječi „*satyr*“ što znači „afrodizijak“, odnosno ugodnog mirisa i okusa te se još u vrijeme starih Rimljana koristio kao naziv za začinsku biljku (Plantea, 2014). Ime vrste „*montana*“ na latinskom znači „brijeg“ ili „planina“ (Quattrocchi, 2012). Rod *Satureja* broji 30 vrsta čiji se centar rasprostranjenosti nalazi u istočnom dijelu mediteranske regije (Maksimović i sur., 2009).

Za primorski vrisak u upotrebi su i imena: primorski čubar, primorski vrijesak, kameni vrisak, kameni vrijesak, bijeli vrisak i bresina (Kovačić i sur 2008; Gelenčir i Gelenčir 1991).

Tablica 1. Sistematska podjela primorskog vriska

Izvor: (ITIS, 2019), <http://www.itis.gov>

Carstvo	Plantae
Divizija	<i>Tracheophyta</i>
Razred	<i>Magnoliopsida</i>
Red	<i>Lamiales</i>
Porodica	<i>Lamiaceae</i>
Rod	<i>Satureja</i> L.
Vrsta	<i>Satureja montana</i> L.

1.3. Morfološke karakteristike i biološka svojstva

Primorski vrisak (Slika 3) je višegodišnji, aromatični polugrm (10-40 cm) (Hulina, 2011) uspravnih ili povijenih grančica koje s vremenom odrvenjavaju, vitke su i obrasle finim dlačicama (Forenbacher, 1990). Korijen je snažan i vretenast (Gelenčir i Gelenčir, 1991).

Listovi su linearni do naopako suličasti, manje ili više srpasto povijeni, polukožasti trepavičasto dlakava ruba, dugi 1-3 cm, široki 2-5 mm (Kremer, 2018).

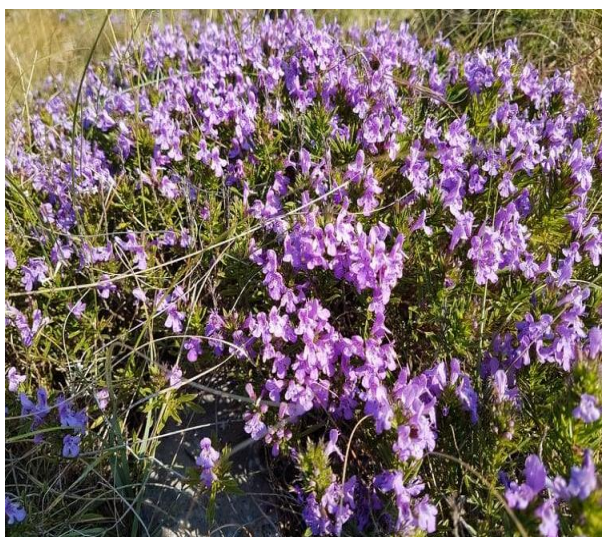
Cvjetovi su dugi oko 1 cm, na stapkama su i imaju kopljaste potporne listiće. Cvat (Slika 4) je metlica s 3-7 cvjetova (Skorup i sur., 2008). Vjenčić je bijele boje, cijev vjenčića je duža od čaške, a gornja usna okruglasta i plosnata. Donja usna je nešto duža s tri režnja od kojih je srednji malo nazubljen i s ljubičastim točkama (Forenbacher, 1990). Ima četiri prašnika i jedan tučak s nadržalom plodnicom. Plod je kalavac, koji se raspada na četiri jajasta, glatka, svjetlo smeđa orašića duga 1-1,5 mm (Forenbacher, 1990).



Slika 3. Primorski vrisak (*Satureja montana* L.)

Autor: M. Nekić

Pored primorskog vrisaka na istom području raste modri ili planinski vrisak (*Satureja supspicata* Bartling) (Slika 4), nizak busenast grmić visine 8-15 cm, četverobridnih golih grana (Forenbacher, 1990). Listovi se razlikuju po žljezdastim točkama na naličju te gornji često završavaju bodljicom. Po dva do pet cvjetova skupljeno je u kratke i guste cvatove poput klasova, dok je čaška ljubičaste boje s izraženim žilama (Forenbacher, 1990).



Slika 4. Planinski vrisak (*Satureja supspicata* Bartling)

Autor: M. Nekić

U hrvatskoj flori postoji sedam svojiti vrisaka, među kojima i neke endemske kao što je visianijev vrisak (*Satureja variegata* Host) (Slika 5), nađen i opisan na Pelješcu (Ozimec i sur., 2015). On se uz dvije već spomenute vrste nalazi i na Velebitskom području. Karakteriziraju ga pahuljaste čaške i svjetlo ljubičasti vjenčić, dok je gornja usna tamnija i s ljubičastim šarama (Forenbacher, 1990).



Slika 5. Visianijev vrisak (*Satureja variegata* Host)
Autor: M. Nekić

Primorski vrisak cvate od kolovoza do listopada (Forenbacher, 1990), počevši od viših nadmorskih visina prema nižim, što je karakteristično za ovu vrstu. Prema navodima lokalnog stanovništva, velebitskog i podvelebitskog kraja, primorski vrisak se najčešće javlja kao pionir vegetacije, odnosno biljna vrsta koja se prva pojavi nakon prirodnih nepogoda ili antropogenih šteta, kao što su požari, te na takvom ogoljenom tlu stvara uvjete za razvoj drugih biljaka, te omogućuje sukcesiju staništa.

Jedinke primorskog vrisaka se u početku vrlo sporo razvijaju, a klijanje se odvija od svibnja do lipnja. Sjeme brzo gubi klijavost, te se ona smanjuje svakom godinom za oko 30 % (Medved, 2016).

1.4. Kemijski sastav i upotreba

Primorski vrisak je ljekovita i aromatična biljna vrsta koja se tradicionalno koristi kao začin i prirodni konzervans (Mihajlov-Krstev i sur., 2014). Također se koristio kao stimulans, stomalitik, karminativ, ekspektorans, antidiuretik i afrodisijak (Ibraliu i sur., 2010). Med primorskog vrisaka je vrlo dobre kvalitete, a koristi se kod problema dišnog sustava. Sadrži sekundarne metabolite kao što su eterična ulja, steroidi, flavonoidi i tanini te je zbog toga važan u farmaceutskoj, prehrambenoj industriji i industriji parfema (Ketabi i sur., 2016). Eterično ulje sadrži triterpene, flavonoide i ružmarinsku kiselinu, a najviše karvakola i timola (Ibraliu i sur., 2010). Sastav eteričnog ulja primorskog vrisaka ovisi o uvjetima uzgoja, vremenu berbe, geografskom položaju i skladišnim uvjetima (Hassanein, 2014). Herba primorskog vrisaka sadrži od 0,5 do 2,5 % eteričnog ulja (Medved, 2016).

1.5. Predtretmani sjemena

Predtretmani sjemena (*seed priming*) utječu na klijanje i nicanje, kao i na budući rast i razvitak biljke (Lutts i sur., 2016). Tretirane sjemenke pokazuju smanjenu dormantnost i veću tolerantnost na patogene, a odabir tipa i uspješnost predtretmana ovisi o biljnoj vrsti, morfologiji i fiziologiji sjemena (Paparella i sur., 2015).

Paparella i sur. (2015) kao najčešće korištene predtretmane sjemena navode:

1. *Hidropriming*- namakanje sjemena u vodi uz optimalnu temperaturu
2. *Osmopriming* – namakanje sjemena u otopini vode i soli (natrija, kalija i magnezija)
3. *Thermopriming*- izlaganje sjemena različitim temperaturama
4. *Biopriming* -tretiranje sjemena biološkim spojevima i
5. *Chemopriming* – tretiranje kemijskim sredstvima.

U znanstvenoj literaturi često se spominje i tretiranje sjemena hormonima koje se naziva *hormonal priming* (Nawaz, 2013).

1.6. Predtretmani sjemena u uvjetima stresa suše

Suša, kao jedan od najvažnijih abiotičkih stresova utječe na klijavost sjemena i rast mnogih biljnih vrsta (Baloch i sur., 2012). Tolerantnost biljaka na stres suše može se povećati predtretmanima sjemena, a učinkovitost ovisi o vrsti predtretmana, biljnoj vrsti i intenzitetu suše (Yan, 2015). Ispitivanja klijavosti i tolerantnosti biljnih vrsta na stres suše najčešće se izvode pomoću polietilen glikola (PEG), koji izaziva osmotski stres, odnosno ovisno o koncentraciji, smanjuje količinu biljci pristupačne vode (Baloch i sur., 2012). U sušnim uvjetima vrlo je važno da biljka što prije razvije snažan i dubok korijenov sustav kako bi što prije doprijela do rezervi vlage u dubljim slojevima tla (Baloch i sur., 2012), prilikom čega predtretmani sjemena mogu biti od velikog značaja.

Osmopriming se temelji na namakanju sjemena u osmotski aktivnim otopinama u kojima je omogućena kontrola primanja vode u sjeme (Paparella i sur., 2015). Zbog niskog vodnog potencijala, voda polako ulazi u stanice, omogućava ranu aktivaciju klijanja, ali sprječava rast izboja, odnosno korijena (Lutts i sur., 2015). Kod *osmopriming-a* najčešće se koristi polietilen glikol (PEG), čije velike molekule ne ulaze u sjemenku i omogućavaju kontrolu ulaska vode. Od anorganskih soli najčešće se koriste NaCl, NaNO₃, MnSO₄, MgCl₂, K₃PO₄ i KNO₃, a od organskih komponenti koriste se glicerol i manitol (Paparella i sur., 2015). Predtretman otopinom kalijevog nitrata (KNO₃) rezultirao je bržim i ujednačenijim klijanjem kod sjemena kineskog kupusa u sušnim uvjetima (Yan, 2015). Kaya i sur. (2006) navode da predtretiranje sjemena suncokreta (*Helianthus annuus* L.) otopinom KNO₃ pokazuje bolje rezultate od kontrole u stresnim uvjetima suše i soli.

Hormoni rasta kao što su abcisinska kiselina, auksini, giberelini, etilen, poliamini i salicilna kiselina također se koriste u predtretmanima te imaju izravan utjecaj na metabolizam sjemena i omogućuju biljci veću tolerantnost na stres (Lutts i sur., 2015). Tretiranje sjemena hormonima naziva se *hormonal priming* (Nawaz, 2013).

Giberelini, kao jedni od glavnih regulatora rasta i razvoja biljaka, potiču staničnu diobu i rast, proizvodnju sekundarnih metabolita, te klijanje sjemena mnogih biljnih vrsta (Helaly i sur., 2016). Vrsta *Satureja khuzistanica* Jamzad pokazuje bolju klijavost sjemena tretiranih s giberelinskom kiselinom (GA3) i KNO₃ (Ramak i sur., 2011). GA3 ima pozitivne rezultate na klijanje nevena (*Calendula officinalis* L.) i komorača (*Foeniculum vulgare* L.) u uvjetima osmotskog stresa, odnosno stresa soli (Sedghi i sur., 2010).

2. OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA

Moguća problematika uzgoja primorskog vriska javlja se u sušnim periodima. Suša, kao jedan od najznačajnijih abiotskih stresova, predstavlja limitirajući čimbenik u poljoprivrednoj proizvodnji zbog svojeg inhibirajućeg djelovanja na primanje vode, klijanje sjemena te usporavanje rasta i razvoja biljke.

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj različitih predsjetvenih tretmana na svojstva klijavosti sjemena primorskog vriska te dužinu korijena i izdanka klijanca u uvjetima stresa suše izazvanog djelovanjem polietilen glikola. Na temelju dobivenih rezultata preporučiti će se predsjetveni tretmani sjemena koji povećavaju klijavost sjemena u uvjetima stresa suše te tako doprinijeti potencijalnom uvođenju primorskog vriska u proizvodnju.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Biljni materijal

U ovom istraživanju korišteno je sjeme primorskog vriska prikupljeno s prirodne populacije u mjestu Stolac (Slika 6) koje se nalazi u sastavu grada Senja i Ličko-senjske županije. Geografska širina mjesta Stolac je 44°55'49.55"S, a geografska dužina 14°59'32.80"I te se nalazi na 998 m nadmorske visine. Prikupljanje sjemena obavljeno je 03.09.2018. godine, a laboratorijski pokus je proveden tijekom veljače i ožujka 2019. godine, na Zavodu za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.



Slika 6. Mjesto Stolac

Autor: M. Nekić

Biljke su praćene tijekom vegetacijske sezone 2018. godine. Slika 7 prikazuje primorski vrisak prije cvatnje, u fazi cvatnje i fazi pune zriobe, kada je i obavljeno prikupljanje sjemena. Nakon prikupljanja, sjeme je uključeno u Kolekciju ljekovitog i aromatičnog bilja Zavoda za Sjemenarstvo Agronomskog fakulteta u okviru Nacionalnog programa očuvanja i održive

uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u Republici Hrvatskoj pod brojem MAP02980.

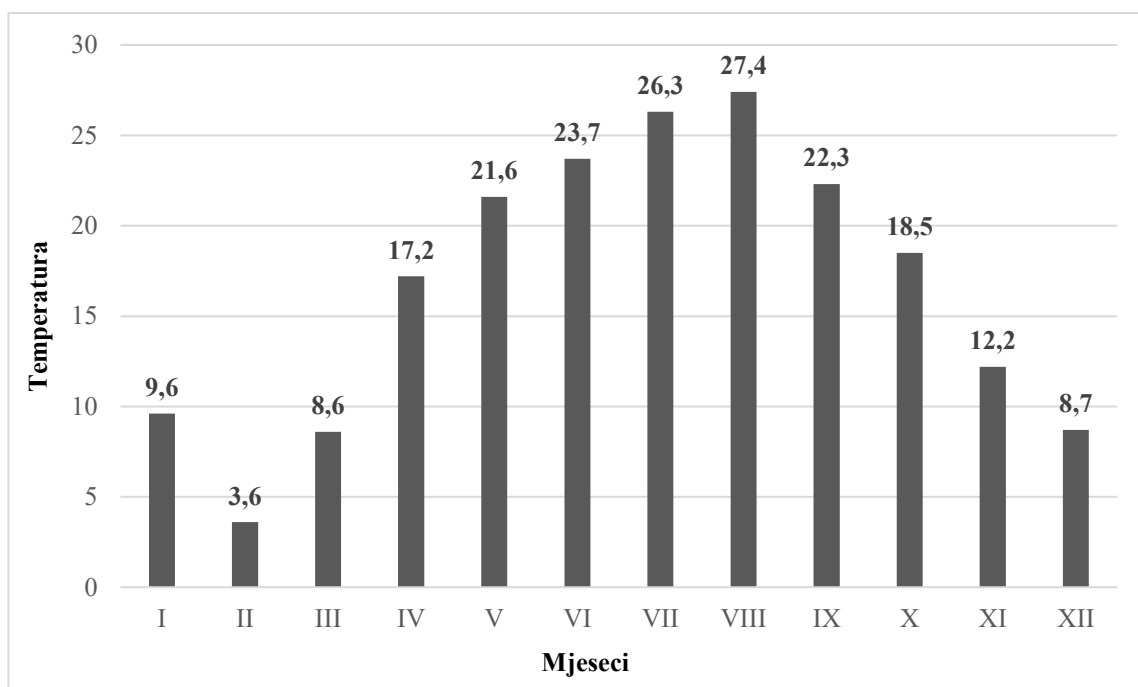


Slika 7. Različite faze razvoja primorskog vriska

Autor: M. Nekić

3.2. Klimatske prilike za grad Senj

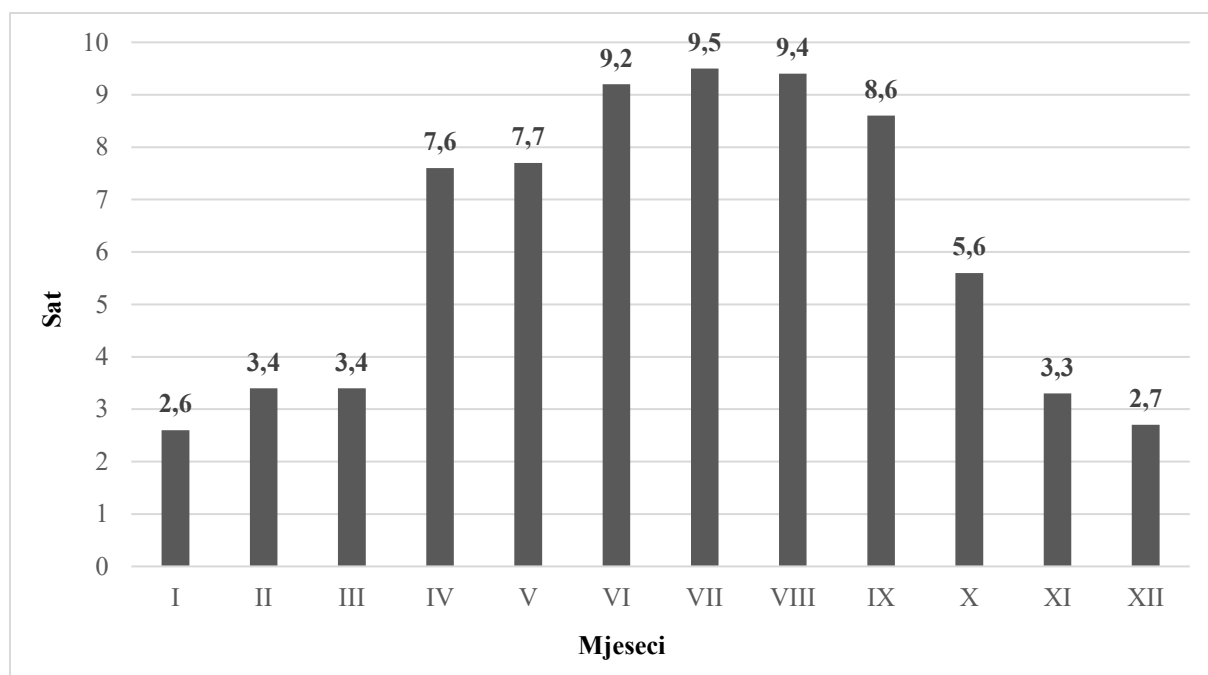
Područje Senja i okolice pripada sredozemnom dijelu Hrvatske, te je pod utjecajem blage mediteranske klime. Mjesto Stolac nalazi se na primorskoj padini Velebita, a karakterizira ga utjecaj Jadranskog mora koji znatno slabi s porastom nadmorske visine (PPUG Senja, 2014). Srednje dnevne temperature ljeti se kreću od 23,7 °C do 27,4 °C, a zimi od 3,6 °C do 12,2 °C (Grafikon 1) (Državni hidrometeorološki zavod, 2019).



Grafikon 1. Prosjek srednjih dnevnih temperatura zraka (°C) po mjesecima za grad Senj za 2018. godinu

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr/>

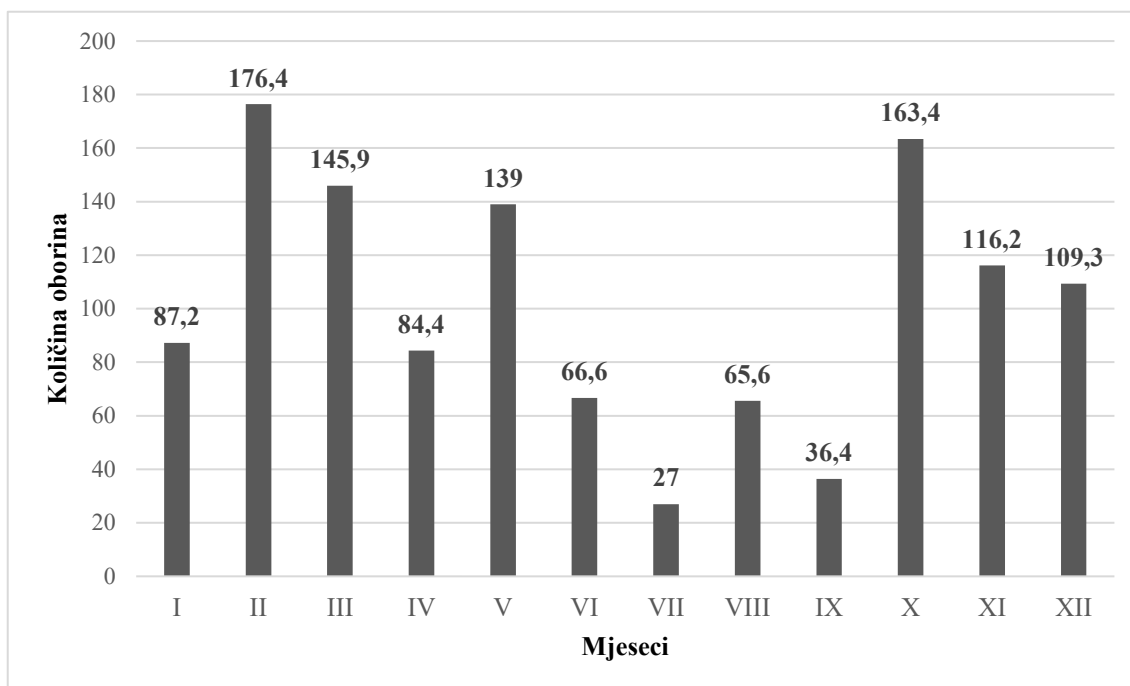
Dnevna insolacija u najtoplijim mjesecima ljeti iznosi od 9,2 h do 9,5 h, dok se u zimskim mjesecima kreće od 2,6 h do 3,3 h (Grafikon 2) (Državni hidrometeorološki zavod 2019).



Grafikon 2. Prosječno dnevno trajanja insolacije (h) po mjesecima za grad Senj za 2018. godinu

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr/>

S obzirom da primorski vrisak u našem podneblju klije tijekom svibnja i lipnja, iz grafikona 1 je vidljivo da se prosječne dnevne temperature tijekom navedenog razdoblja kreću od 21,6 do 23,7 °C, a iz grafikona 3 vidljivo je da se količina oborina kreće od 139 do 66,6 mm (Državni hidrometeorološki zavod, 2019).



Grafikon 3. Prosječne količine oborina (mm) za grad Senj po mjesecima za 2018. godinu

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod, <http://meteo.hr/>

3.3. Predtretmani sjemena

Od ukupne količine prikupljenog sjemena izdvojeno je 1200 sjemenki od kojih je po 300 korišteno u svakom predtretmanu (Tablica 2). Predtretman s GA3 je trajao 48 sati u mraku, dok je predtretman s KNO₃ trajao 72 sata u mraku. Predtretmani su završeni 22.02.2019. godine i sjeme je postavljeno na klijanje.

Tablica 2. Predtretmani sjemena

Broj predtretmana	Kemijska tvar	Koncentracija
Predtretman 1 (PT1)	Giberelinska kiselina- GA3	100 ppm
Predtretman 2 (PT2)	Giberelinska kiselina- GA3	400 ppm
Predtretman 3 (PT3)	Kalijev nitrat KNO ₃	0,2 w/v%
Predtretman 4 (PT4)	Kalijev nitrat KNO ₃	0,6 w/v%

3.4. Tretmani

Za simulaciju stresa suše korištena su tri (3) tretmana s različitim koncentracijama polietilen glikola (PEG 6000). U tretmanu 1 (TR1) klijanje se odvijalo na destiliranoj vodi (dH₂O) (kontrola), u tretmanu 2 (TR2) na otopini PEG-a od -0,8 MPa, te u tretmanu 3 (TR3) na otopini PEG-a od -2,5 MPa. Svaki je tretman bio postavljen u četiri repeticije (4 petrijeve zdjelice) s po 25 sjemenki. Na dno petrijevih zdjelica postavljeni su tanki sloj vate i filter papir koji su služili kao podloga za klijanje. Tablicom 3 prikazane su sve kombinacije predtretmana i tretmana korištene u pokusu.

Tablica 3. Kombinacije predtretmana i tretmana

PREDTRETMAN	TRETMAN
PT1 -100 ppm GA3	TR1 dH ₂ O
	TR2 -0,8 PEG
	TR3 -2,5 PEG
PT2 -400 ppm GA3	TR1 dH ₂ O
	TR2 -0,8 PEG
	TR3 -2,5 PEG
PT3 -0,2 w/v% KNO ₃	TR1 dH ₂ O
	TR2 -0,8 PEG
	TR3 -2,5 PEG
PT4 -0,6 w/v% KNO ₃	TR1 dH ₂ O
	TR2 -0,8 PEG
	TR3 -2,5 PEG

Nakon postavljanja pokusa, petrijeve zdjelice su stavljene u komoru za naklijavanje (Slika 8), na konstantnu temperaturu od 22 °C te režim svjetla 16 h dan i 8 h noć.



Slika 8. Sjeme primorskog vriska u komori za naklijavanje

Autor M. Nekić

Svakih 48 sati kroz 21 dan (ISTA, 1993) utvrđivan je broj prokljalih sjemenki, a prokljalom sjemenkom se smatrala ona kod koje je korijenčić veličine ≥ 2 mm.

3.5. Statistička obrada podataka

3.5.1. Svojstva klijavosti

1. Klijavost (Germinability, G; %) je broj klijavih sjemenki izražen u postotku (Ranal i sur., 2009).
2. Prosječno vrijeme klijanja (Mean germination time, MT; dan).

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

pri čemu t_i označava vrijeme od početka pokusa do vremena opservacije (t^{th}), a k je zadnji dan klijanja (Ranal i sur., 2009).

3. Indeks klijavosti (Germination indeks, GI;)

Indeks klijavosti izražen je preko formule (Farooq i sur., 2005):

$$GI = \frac{\text{broj prokljalih sjemenki}}{\text{broj dana od prvog prebrojavanja}} + \dots + \frac{\text{broj prokljalih sjemenki}}{\text{broj dana do konačnog prebrojavanja}}$$

4. Broj normalnih klijanaca od ukupnog broja prokljalih klijanaca izražen u postotku (N; %)

Dvosmjerna analiza varijance provedena je u svrhu utvrđivanja signifikantnih razlika između predtretmana i između tretmana, te interakcije predtretmana i tretmana za navedena svojstva. Izračun je proveden pomoću naredbe PROC GLM u programu SAS (SAS Institute

2004). Razlike između prosječnih vrijednosti za sve izvore varijabilnosti utvrđene su pomoću Tukeyjevog testa ($P < 0.05$).

3.5.2. Svojstva klijanaca

Klijanci primorskog vriska skenirani su pomoću Epson Perfection V700 skenera (Seiko Epson Corporation, Nagano, Japan). Za analizu slika dobivenih skeniranjem korišten je WinRHIZO Pro softver (Regent Instruments Inc., Quebec, QC, Canada). Pri tom su analizirani dužina korijena (*Root length*, RL; cm) i izdanka (*Lenght*, L; cm), te ukupna dužina klijanca (*Total lenght*, TL; cm). Digitalna analiza fotografija pouzdan je način mjerenja karakteristika korijena i prikupljanja velikog broja podataka u kraćem vremenskom razdoblju (Petar i Kontek, 2016). U sušnim uvjetima važno je da biljka što prije razvije optimalnu dužinu korijena, kao i ukupnu dužinu izdanka, da bi se mogla lakše oduprijeti stresnim uvjetima (Baloch i sur., 2012).

4. REZULTATI

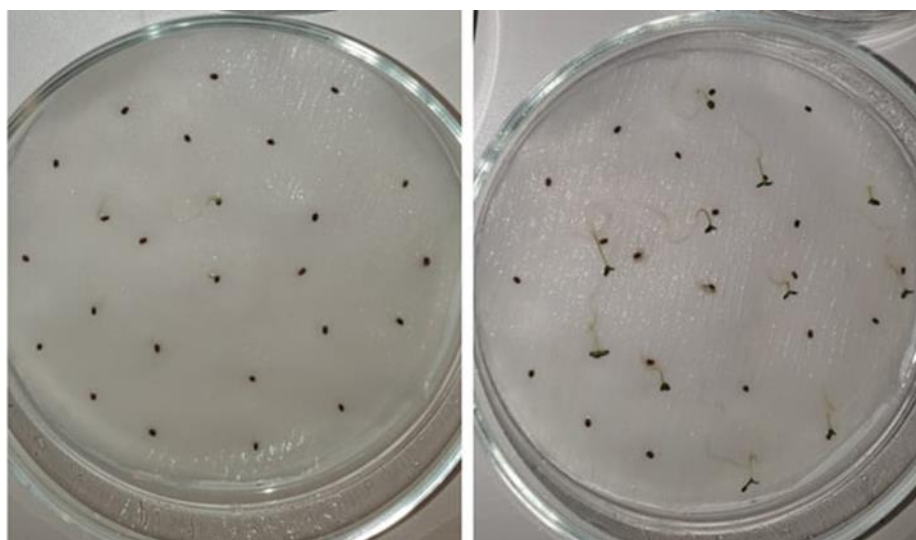
4.1. Svojstva klijavosti

Analizom varijance utvrđene su visoko signifikantne razlike svih istraživanih svojstava klijavosti između korištenih predtretmana te svih svojstava klijavosti osim broja normalnih klijanaca (N) između korištenih tretmana. Dok je signifikantni interakcijski učinak (PT x TR) utvrđen za svojstvo prosječno vrijeme klijanja (MT; dan) (Tablica 4). Slika 9 prikazuje klijavost sjemena primorskog vriska kod predtretmana 3 i tretmana 3 na početku (lijevo) i na kraju ispitivanja (desno).

Tablica 4. Analiza varijance (ANOVA) za svojstva klijavosti

Izvor varijabilnosti	n-1	G	MT	GI	N
Predtretman (PT)	3	***	***	***	***
Tretman (TR)	2	***	***	***	n.s.
PT x TR	6	n.s.	***	n.s.	n.s.

n.s. - nije statistički značajno, $P > 0.05$, $0.05 > P > 0.01$, $0.01 > P > 0.001$, $*** < 0.001$



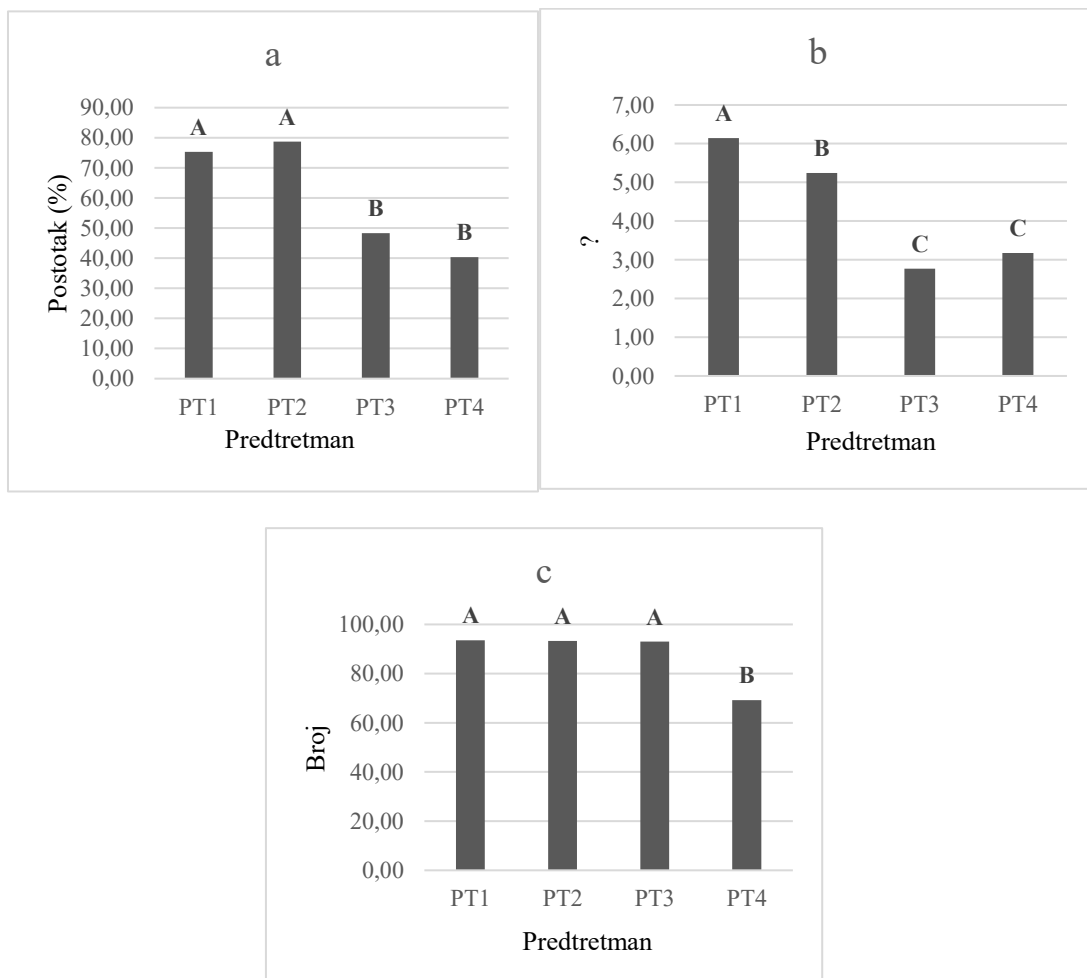
Slika 9. Klijavost primorskog vriska na početku i na kraju ispitivanja kod predtretmana 3 i tretmana 3

Autor: M. Nekić

Grafikonom 4 prikazane su prosječne vrijednosti svojstava klijavosti (G; %) (4 a), indeksa klijavosti (GI) (4 b) i broja normalnih klijanaca (N) (4 c) utvrđene u pojedinim tretmanima. Statistički značajno veći postotak klijavosti (Grafikon 4 a) utvrđen je kod PT1 (75,33 %) i PT2 (78,67 %) u odnosu na PT3 (48,33 %) i PT4 (40,33 %).

Najveći indeks klijavosti (Grafikon 4 b) utvrđen je kod PT1 (6,14), a najmanji kod PT3 (2,77) i PT4 (3,18) koji se međusobno nisu razlikovali.

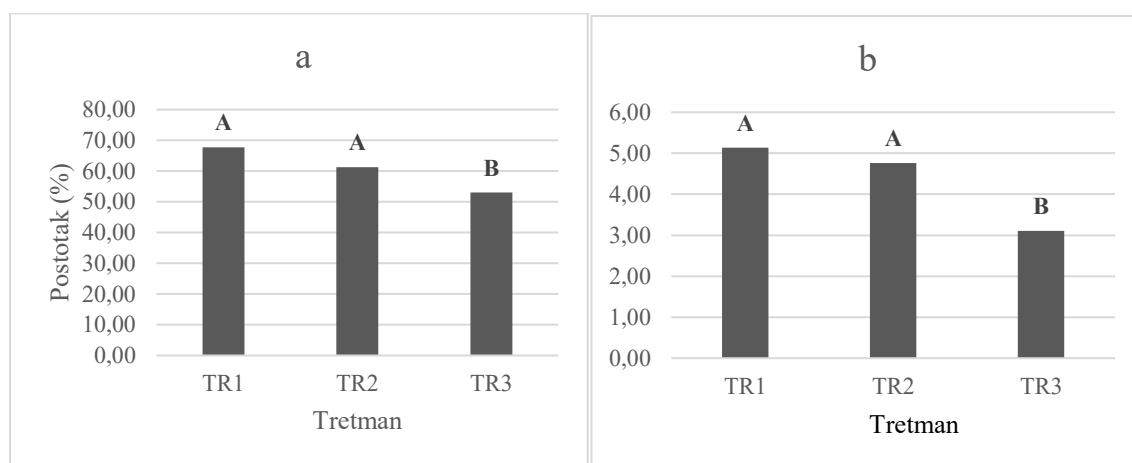
Signifikantno manji broj normalnih klijanaca (Grafikon 4 c) utvrđen je u PT4 (69,22) u odnosu na ostale predtretmane PT1 (93,52), PT2 (93,28) i PT3 (93,03) između kojih nisu utvrđene statistički značajne razlike.



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

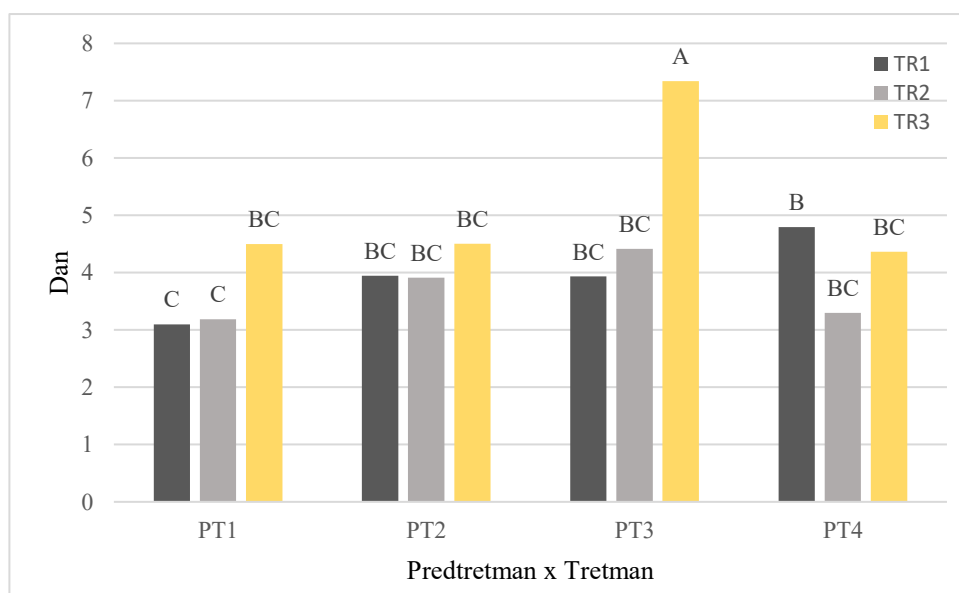
Grafikon 4. Utjecaj predtretmana na svojstva klijavosti; a) Klijavost (G;%), b) Indeks klijavosti (GI) i c) Broj normalnih klijanaca (N)

Grafikonom 5 prikazane su prosječne vrijednosti svojstava klijavosti (G; %) (5 a) i indeksa klijavosti (GI) (5 b). Značajno veći postotak klijavosti (Grafikon 5 a) utvrđen je kod TR1 (67,75 %) i TR2 (61,25 %) u odnosu na TR3 (53,00 %). Između TR1 i TR2 nije utvrđena signifikantna razlika u postotku klijavosti. Statistički značajno manji indeks klijavosti utvrđen je u TR3 (3,11) u odnosu na TR1 (5,13) i TR2 (4,76) koji se međusobno ne razlikuju značajno.



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

Grafikon 5. Utjecaj tretmana na svojstva klijavosti; a) Klijavost (G;%), b) Indeks klijavosti (GI)



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

Grafikon 6. Interakcija predtretmana i tretmana na prosječno vrijeme klijanja (MT; dan)

Interakcijski učinak PT x TR za prosječno vrijeme klijanja (MT; dan) prikazan je grafikonom 6. Statistički značajno najduže prosječno vrijeme klijanja utvrđeno je za PT3 x TR3 (7,34 dana). Također, duže prosječno vrijeme klijanja utvrđeno je kod PT4 x TR1 (4,79 dana) dok je najkraće vrijeme klijanja zabilježeno kod PT1 x TR1 (3,09 dana) te PT1 x TR2 (3,18 dana).

4.2. Svojstva klijanaca

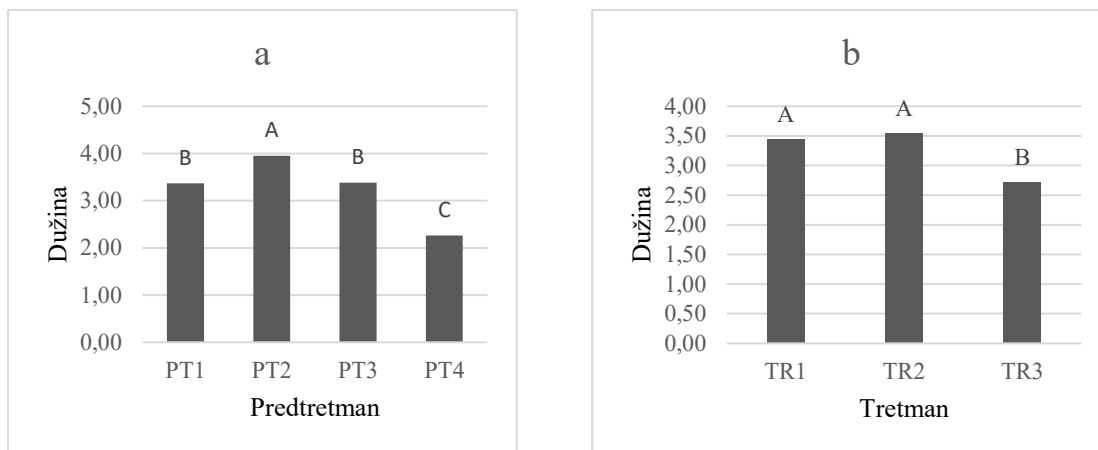
Tablica 5 prikazuje analizu varijance za svojstva dužine klijanaca, gdje se može vidjeti visoko signifikantna razlika između predtretmana i između tretmana za sva ispitivana svojstva. U interakciji predtretmana i tretmana uočena je signifikantna razlika za dužinu korijena (RL) i dužinu izdanka (L), dok razlika za ukupnu dužinu klijanaca (TL) nije statistički značajna.

Tablica 5. Analiza varijance (ANOVA) za svojstva dužine klijanca

Izvor varijabilnosti	n-1	RL	L	TL
Predtretman (PT)	3	***	***	***
Tretman (TR)	2	***	***	***
PT x TR	6	**	**	n.s.

n.s. - nije statistički značajno, $P > 0.05$, $*0.05 > P > 0.01$, $**0.01 > P > 0.001$, $*** < 0.001$

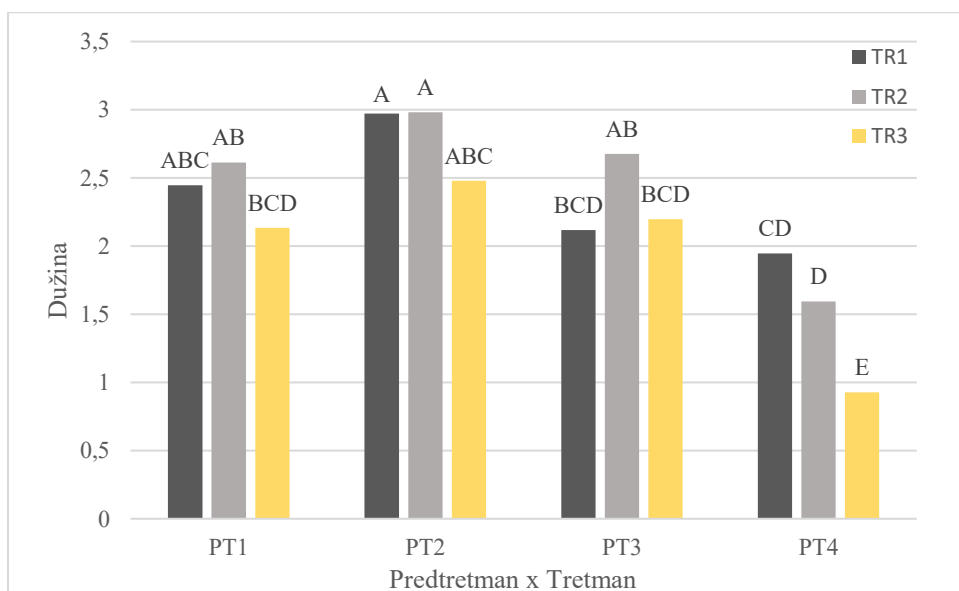
Grafikonom 7 prikazani su ukupna dužina klijanaca po predtretmanima (TL; cm) (7 a) i ukupna dužina klijanaca po tretmanima (TL; cm) (7 b). Najmanju ukupnu dužinu klijanca pokazuje PT4 (2,26 cm), a najdužu PT2 (3,95 cm), dok se PT1 (3,37 cm) i PT3 (3,38 cm) statistički razlikuju od navedenih predtretmana. Između TR1 (3,45 cm) i TR2 (3,55 cm) ne postoji statistički značajna razlika, dok se oni signifikantno razlikuju od TR3 (2,72 cm) koji pokazuje najmanju ukupnu dužinu klijanaca.



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

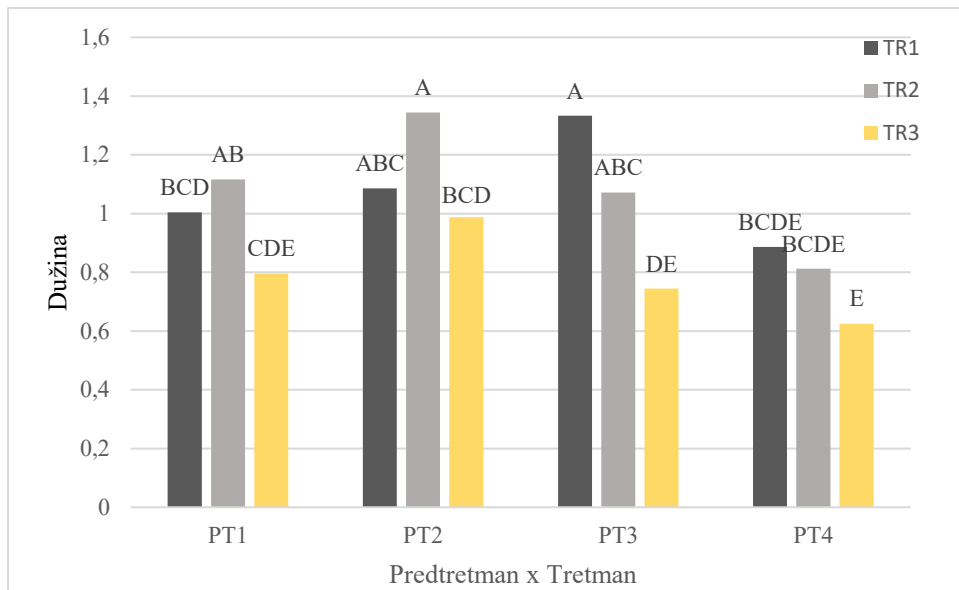
Grafikon 7 a) Ukupna dužina klijanca (TL; cm), a) po predtretmanim a i b) po tretmanima

Interakcijski učinak PT x TR za dužinu korijena prikazan je grafikonom 8. Najveću dužinu korijena pokazuje PT2 x TR1 (2,97 cm) i PT2 x TR2 (2,98 cm) koji se međusobno statistički ne razlikuju, dok najmanju dužinu korijena pokazuje PT4 x TR3 (0,92 cm) te PT4 x TR 2 (1,59 cm) koji se međusobno statistički značajno razlikuju.



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

Grafikon 8. Interakcija predtretmana i tretmana za dužinu korijena (RL; cm)

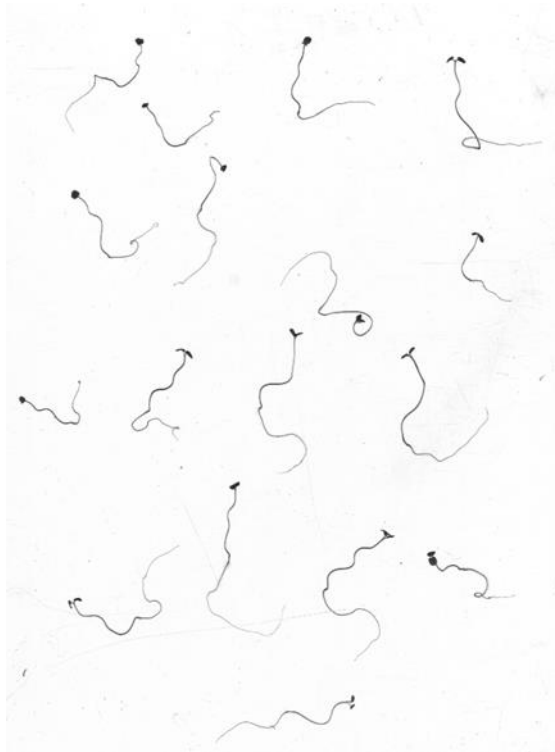


Vrijednosti u stupcima označene istim slovom se ne razlikuju na temelju Tukeyjevog testa

Grafikon 9. Interakcija pretretmana i tretmana za dužinu izdanka (L; cm)

Interakcija PT x TR za dužinu izdanka (L; cm) prikazana je grafikonom 9. Najmanju dužinu izdanka pokazuje PT4 x TR3 (0,62 cm) i PT3 x TR3 (0,74 cm) koji se međusobno statistički ne razlikuju. Najveću dužinu izdanka pokazuju PT2 x TR2 (1,34 cm) i PT3 x TR1 (1,33 cm), te se oni međusobno statistički ne razlikuju.

Slika 10 prikazuje klijance primorskog vriska na 21. dan istraživanja skenirane pomoću Epson Perfection V700 skenera.



Slika 10. Klijanci primorskog vriska skenirani Epson Perfection V700 skenerom
Autor: M. Nekić

5. RASPRAVA

Klijavost sjemena i početni rast klijanaca vrlo su važna svojstva u poljoprivrednoj proizvodnji. Budući da u fazi klijanja sjemena često vladaju stresni uvjeti kao što je nedostatak vode (suša), predtretanjem sjemena se mogu poboljšati navedena svojstva (Muhie, 2018).

5.1. Utjecaj predtretmana i tretmana na svojstva klijavosti

Predtretmani s giberelinskom kiselinom (GA3) pokazuju značajno bolji postotak klijavosti (G; %) u odnosu na predtretman s KNO₃. Kod predtretmana s KNO₃ klijavost značajno opada, dok kod predtretiranja s GA3 neznatno opada, s povećanjem razine stresa suše.

Mohammadi i Amiri (2010) navode da predtretiranje sjemena uljane repice (*Brassica napus* L.) s KNO₃ pokazuje značajno bolja svojstva klijavosti od predtretiranja vodom u uvjetima stresa suše.

Kod analize utjecaja predtretmana na indeks klijavosti (GI), predtretman s GA3, također, pokazuje znatno bolje rezultate u odnosu na predtretman s KNO₃. Indeks klijavosti (GI) je približno jednak kod naklijavanja na destiliranoj vodi i nižoj koncentraciji PEG-a (-0,8 MPa), dok značajno opada s povećanjem koncentracije PEG-a na -2,5 MPa.

Slično istraživanje na divljoj raži (*Secale montanum* Guss.) proveli su Ansari i sur. (2013). Sjeme raži predtretirano je s dvije koncentracije (25 ppm i 50 ppm) GA3 tijekom 15 sati. Navedeni predtretman poboljšalo je svojstva klijavosti u uvjetima stresa suše, induciranog s polietilen glikolom koncentracije -14 bara.

Na povećanje broja normalnih klijanaca (N) predtretman s 0,6 w/v% KNO₃ ne djeluje povoljno za razliku od ostalih predtretmana. Povećanje razine osmotskog stresa nema utjecaja na pojavu normalnih klijanaca.

Kaya i sur. (2006) navode da predtretiranje sjemena suncokreta (*Helianthus annuus* L.) s KNO₃ također, nije rezultiralo povećanjem broja normalnih klijanaca u uvjetima stresa suše.

Za prosječno vrijeme klijanja (MT; dan) zabilježena je statistički značajna interakcija predtretmana i tretmana. Predtretman s 100 ppm GA3 dao je najkraće prosječno vrijeme klijanja, koje se značajno poveća pri -2,5 bara PEG-a. Predtretman s 400 ppm GA3 pokazuje prosječne rezultate na svim razinama PEG-a. Kod predtretmana s 0,2 w/v% KNO₃ prosječno vrijeme klijanja se na -2,5 bara PEG-a visoko signifikantno povećava, dok je na manjim koncentracijama u skladu s prosjekom. Iz navedenog se može zaključiti da djelovanje tog tretmana nije povoljno djelovalo kod intenzivnijih suših uvjeta. Za razliku od prethodnog navedenog predtretmana, tretman s 0,2 w/v% KNO₃ pokazuje najduže prosječno vrijeme klijanja kod naklijavanja na dH₂O, te pokazuje bolje rezultate kod naklijavanja na višim koncentracijama PEG-a, čime odstupa od svih ostalih predtretmana.

5.2. Utjecaj predtretmana i tretmana na svojstva klijanaca

Na ukupnu dužinu klijanca (TL; cm) najbolje djelovanje ima predtretman s 400 ppm GA3, a najlošije predtretman s 0,2 w/v% KNO₃. S obzirom na djelovanje tretmana, uočeno je da se dužina izdanka značajno smanjuje na najvećoj razini PEG-a (-2,5 MPa).

U sličnom istraživanju Heydariyan i sur. (2014) navode da predtretiranje sjemena kapara (*Capparis spinosa* L.) sa 125 ppm, 250 ppm i 500 ppm giberelinske kiseline povećava postotak klijavosti, indeks klijavosti i dužinu korijena kapara pri različitim razinama stresa suše.

Između predtretmana i tretmana postoji statistički značajna interakcija u dužini korijena (RL; cm). Najbolje djelovanje, kao i kod ukupne dužine klijanca ima predtretman s 400 ppm GA3, ali se dužina korijena pri najvećoj koncentraciji PEG-a značajno smanjuje. Predtretmani s 100 ppm GA3 i 0,2 w/v% KNO₃, pokazuju dobre rezultate dužine korijena (RL; cm) u manje sušnim uvjetima, značajno bolje od naklijavanja na destiliranoj vodi. Predtretman s koncentracijom 400 ppm GA3 pokazuje statistički istu dužinu korijena na -2,5 bara kao i predtretman s 100 ppm GA3 na destiliranoj vodi. Uočena je visoko signifikantna razlika kod predtretiranja s 0,6 w/v% KNO₃, kod kojeg se svi korišteni tretmani razlikuju od ostalih kombinacija predtretmana i tretmana, a dužina korijena se značajno smanjuje s povećanjem razine osmotskog stresa.

Kaya i sur. (2006) navode da *hidropriming* i *osmopriming* s KNO₃ pokazuju bolji rast korijena suncokreta u uvjetima sušnog i solnog stresa.

S obzirom na dužinu izdanka (L; cm) predtretmani s giberelinskom kiselinom u obje koncentracije pokazuju povoljno djelovanje kod blažih sušnih uvjeta, iako predtretiranje s 400 ppm GA3 pokazuje veću dužinu izdanka i na -2,5 bara PEG-a koje se statistički ne razlikuje od tretiranja destiliranom vodom kod predtretmana s 100 ppm. Naklijavanje sjemena na -2,5 bara PEG-a u svim predtretmanim značajno smanjuje dužinu izdanka. Predtretiranjem sjemena s KNO₃ u obje koncentracije dužina izdanka se smanjuje s povećanjem razine osmotskog stresa,

dok predtretman s 0,2 w/v% KNO_3 , pokazuje najbolje rezultate kod naklijavanja na destiliranoj vodi. U posljednjem predtretmanu s 0,6 w/v% KNO_3 uočena je visoko signifikantna razlika kod naklijavanja na -2,5 bara, koji se razlikuje od svih ostalih kombinacija predtretmana i tretmana, kao i prethodno navedena dužina korijena (RL; cm).

Slično istraživanje proveli su Tsegay i Andargie (2018) koji navode da su predtretmani sjemena giberelinskom kiselinom GA3 značajno poboljšali postotak klijavosti, smanjili prosječno vrijeme klijanja, te povećali dužinu izdanka i korijena kod kukuruza (*Zea mays* L.), graška (*Pisum sativum* L.) i sjekirice (*Lathyrus sativus* L.) u uvjetima osmotskog stresa, odnosno solnog stresa.

6. ZAKLJUČCI

- Primorski vrisak je vrijedna ljekovita, začinska i medonosna biljna vrsta čija je vrijednost u posljednje vrijeme zanemarena.
- Rezultati ovog istraživanja pokazali su da visoka razina stresa suše djeluje nepovoljno na klijanje sjemena, te da se to djelovanje može ublažiti upotrebom predstjetvenih tretmana.
- Najbolje rezultate pokazuje predtretman s GA3 u koncentraciji 400 ppm (PT2) u svojstvima: klijavost, indeks klijavosti, broj normalnih klijanaca, ukupna dužina klijanca, kao i dužina korijena i izdanka, dok se predtretman s 100 ppm GA3 (PT1) neznatno razlikuje od PT2, te pokazuje bolje prosječno vrijeme klijanja.
- Predtretman sjemena s KNO₃ se u literaturi često navodi kao predtretman od izbora zbog povoljnog učinka na klijavost no u našem je istraživanju najlošije rezultate pokazao predtretman s 0,6 w/v% KNO₃.
- Na temelju istraživanja može se zaključiti kako je primorski vrisak vrsta koja se može sijati u umjereno sušnim do sušnim predjelima pri čemu predtretman sjemena s GA3 znatno pridonosi toleriranju takvih stresnih uvjeta.

ZAHVALA

- *Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Klaudiji Carović-Stanko na iskazanom povjerenju, uloženom trudu, vremenu, stručnim savjetima i velikoj pomoći koju mi je pružila tijekom izrade ovog rada.*
- *Također, zahvaljujem doc. dr. sc. Borisu Lazareviću na pomoći.*
- *Hvala svim djelatnicima Zavoda za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta na pristupačnosti i ugodnoj atmosferi tijekom provedbe pokusa na kojem se temelji ovaj rad.*
- *Veliko hvala mojim roditeljima, obitelji i prijateljima na podršci.*

POPIS LITERATURE

1. Ansari O., Azadi M.S., Sharif-Zadeh F., Younesi E. (2013). Effect of Hormone Priming on Germination Characteristic and Enzyme Activity of Mountain Rye (*Secale montanum*) Seeds under Drought Stress Conditions. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 9(3), 61-71.
2. Baloch M.J., Dunwell J., Khakwani A.A., Dennett M., Jatoi W.A., Channa S.A. (2012). Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research*. 50 (3), 299-310.
3. Državni hidrometeorološki zavod. (2017). Dostupno: <http://meteo.hr/> Pristupljeno 01. travnja 2019.
4. Encyclopedia of life (EOL). (2019). Dostupno: <https://eol.org/> Pristupljeno 11 ožujka 2019.
5. Farooq M., Basra S.M.A., Ahmad N., Hafeez K. (2005). Thermal Hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*. 47 (2), 187-193.
6. Forenbacher S. (1990). Velebit i njegov biljni svijet. Školska knjiga. Zagreb.
7. Gelenčir J., Gelenčir J. (1991). Atlas ljekovitog bilja. Prosvjeta. Zagreb.
8. Hassanein H.D., Said-Ali A.H., Abdelmohsen M.M. (2014). Antioxidant Polyphenolic constituents of *Satureja montana* L. growing in Egypt. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 7 (7), 329-334 .
9. Helaly A.A., Abdelghafar M.S., AL-Abd M.T., Alkharpotly A.A. (2016). Effect of soaked *Allium cepa* L. bulbs in growth regulators on their growth and seed production. *Advances in Plants & Agriculture Research*. 4 (3), 283-288.
10. Heydariyan M., Basirani N., Sharifi-Rad M., Khmmari I., Rafat Poor S. (2014). Effect of Seed Priming on Germination and Seedling Growth of the Caper (*Capparis spinosa*) Under Drought Stress. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2, 2381-2389 .
11. Hulina N. (2011). Više biljke-stablašice, Sistematika i gospodarsko značenje. Golden marketing-Tehnička knjiga. Zagreb.
12. Ibraliu A., Singh Dhillon B., Faslina N., Stich B. (2010). Variability of essential oil composition in Albanian accessions of *Satureja montana* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4 (14), 1359- 1364.

13. Integrated Taxonomic Information System on-line database (ITIS). (2019). Dostupno: <http://www.itis.gov> Pristupljeno 11. ožujka 2019.
14. International Seed Testing Association (ISTA) (1993). International Rules for Seed Testing. ISTA, Zurich
15. Kaya M.D., Okcu G., Atak M., Cikili Y., Kolsarici Ö. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.), European Journal of Agronomy 24. 291-295.
16. Ketabi H.Z., Khazaei H.R., Nezami A., Reza S., Aghdaei T. (2016). Estimation of cardinal temperatures for germination of four *Satureja* species growing in Iran. Herba polonica. 62 (1), 7-21.
17. Kovačić S., Nikolić T., Ruščić M., Milović M., Stamenković V., Mihelj D., Jasprica N., Bogdanović S., Topić J. (2008). Flora jadranske obale i otoka. Školska knjiga d.d. Zagreb.
18. Kremer D. (2018). Ljekovito bilje Farmaceutskog botaničkog vrta „Fran Kušan“. Slikoviti vodič. Javna ustanova "Maksimir". Zagreb.
19. Lutts S., Benincasa P., Wojtyła L., Kubala S., Pace R., Lechowska K., Quinet M., Garnczarska M. (2015). Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique, New Challenges in Seed Biology. Intech. 1 (1), 2-37.
20. Maksimović M., Vidic D., Cavar S., Šolić M.E. (2009). Comparison of Essential Oil Profiles of *Satureja montana* L. and Endemic *Satureja visianii* Šilić, Journal of Essential oil-bearing plants. Biotechnology & Biotechnological Equipment 24 (2), 455-459
21. Medved I. (2016). Uzgoj primorskog vriska. Dostupno: <https://www.agroportal.hr/ljekovite-biljke/25600>. Pristupljeno 11. ožujka 2019.
22. Mihajlov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Stankov Jovanović V., Mitić V., Stojanović-Radić Z., Zlatković B. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidative and anticholinesterase activity of *Satureja montana* L. ssp. *montana* essential oil. Central European Journal of Biology. 38, 51-57.
23. Mohammadi G.R., Amiri F. (2010). The Effect of Priming on Seed Performance of Canola (*Brassica napus* L.) Under Drought Stress. American- Euroasian J. Agric. & Environ. Sci. 9 (2), 202-207.
24. Muhie S.H. (2018). Seed Priming with Phytohormones to Improve Germination Under Dormant and Abiotic Stress Conditions. Advances in Crop Science and Technology. 6(6), 403.

25. Nawaz J., Hussain M., Jabbar A., Nadeem G.A., Sajid M., Subtain M., Shabbir I. (2013). Seed Priming A Technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6 (20), 1373-1381.
26. Nikolić T. ur. (2015). Flora Croatica baza podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pristupljeno 11.ožujka 2019.
27. Nimac A., Lazarević B., Petek M., Vidak M., Šatović Z., Carović- Stanko K. (2018). Effects of Salinity and Seed Priming on Germination of Sea Fennel (*Crithmum maritimum* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 83 (2), 181-185.
28. Ozimec R., Karlogan Kontić J., Maletić E., Matotan Z., Strikić F. (2015). Tradicijske sorte i pasmine Dalmacije. Program Ujedinjenih naroda za razvoj. Zagreb.
29. Paparella S., Araújo S.S., Rossi G., Wijayasinghe M., Carbonera D., Balestrazzi A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*. 34 (8), 1281-1293.
30. Petar A., Kontek M. (2016). Morfološke karakteristike korijenovog sustava pšenice i njihova uloga u usvajanju fosfora. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
31. Plantea. (2014). Priroda i biljke. Dostupno: <https://www.plantea.com.hr/primorski-vrisak/> Pristupljeno: 20. ožujka 2019.
32. Položaj, značaj i posebnost područja grada Senja u odnosu na prostor i sustav županije i države. (2014). Službene stranice grada Senja. Dostupno: <http://www.senj.hr/>, Pristupljeno 01. travnja 2019.
33. Quattrocchi U. (2012). CRC World Dictionary od Medicinal and Poisonous Plants: Common Names, Scientific Names, Eponyms, Synonyms and Etymology. 5, 1- 3960.
34. Ramak P., Sharifi M., Osaloo S.K., Ebrahimzadeh H., Behmanesh M. (2011). Studies on seed germination and in vitro shoot multiplication of *Satureja khuzistanica* Jamzad, an important medicinal plant. *African Journal of Biotechnology*. 10(83), 19407-19414.
35. Ranal M.A., Garcia de Santana D., Resende Ferreira W., Mendes-Rodrigues C. (2009). Calculating germination measurements and organizing spreadsheets. *Brazilian Journal of Botany*. 32 (4), 849-455.
36. SAS Institute. (2004). SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
37. Sedghi M., Nemati A., Esmailpour B. (2010). Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. *Emir. J. Food Agric*. 2010. 22 (2), 130-139.

38. Skorup V., Kovačić S., Kremer D., Mihelj D. (2008). Velebitski botanički vrt, oaza na 1500 m, Javna ustanova Nacionalni park „Sjeverni Velebit“. Javna ustanova Nacionalni park „Sjeverni Velebit“. Krasno.
39. Tsegay B.A., Andargie M. (2018). Seed Priming with Gibberellic Acid (GA3) Alleviates Salinity Induced Inhibition of Germination and Seedling Growth of *Zea mays* L., *Pisum sativum* Var. *Abyssinicum* A. Braun and *Lathyrus sativus* L. The Korean Society of Crop Science. 6, 76-84.
40. U.S. Department of Agriculture (USDA) .(2019). Dostupno: <https://www.usda.gov/> Pristupljeno 11. ožujka 2019.
41. Yan M. (2015). Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. South African Journal of Botany. 99, 88-92.

Sažetak

Od rada studentice **Monike Nekić**, naslova

KLIJAVOST SJEMENA PRIMORSKOG VRISKA (*Satureja montana* L.) POD UTJECAJEM STRESA SUŠE I PREDSJETVENIH TRETMANA

Primorski vrisak (*Satureja montana* L.) je višegodišnji polugrm koji predstavlja važnu ljekovitu, začinsku i medonosnu biljnu vrstu. Prirodno je rasprostranjen u mediteranskim, krškim područjima, u kojima često vlada nedostatak vode. Za uzgoj primorskog vrisaka i mogućnost njegovog kultiviranja potrebno je ispitati klijavost sjemena te definirati uvjete pri kojima je klijavost najveća. Sjeme primorskog vrisaka za ovo istraživanje sakupljeno je u njegovom prirodnom staništu, u mjestu Stolac (998 m nadmorske visine). Ukupno 1200 sjemenki izloženo je predtretmanu s giberelinskom kiselinom (GA3) u koncentracijama od 100 ppm i 400 ppm tijekom 48 sati u mraku, te predtretmanu s kalijevim nitratom (KNO₃) u koncentracijama od 0,2 w/v% i 0,6 w/v% tijekom 72 sata u mraku. Nakon primjene predtretmana, ispitana je klijavost sjemena na podlogama vlaženim različitim koncentracijama polietilen glikola (PEG) te dH₂O. U prvom tretmanu podloga je vlažena s destiliranom vodom, u drugom s -0,8 MPa PEG-a, te u trećem tretmanu s -2,5 MPa PEG-a. Unatoč tome što primorski vrisak raste u sušnijim područjima, u ovom istraživanju je dokazano da izrazito sušni uvjeti nepovoljno djeluju na klijanje sjemena, ali se navedeno djelovanje može ublažiti predsjetvenim tretmanima. Na svojstva klijavosti i početni razvoj klijanaca najbolje djelovanje ima predtretman s giberelinskom kiselinom, osobito u koncentraciji 400 ppm GA3.

Ključne riječi: klijavost, primorski vrisak, stres suše, GA3, KNO₃

Summary

Of thesis – student **Monika Nekić**, entitled

EFFECTS OF SEED PRIMING ON GERMINATION UNDER WATER STRESS IN WINTER SAVORY (*SATUREJA MONTANA L.*)

Winter savory (*Satureja montana L.*) is perennial subshrub that represents an important medicinal, aromatic and honey plant species. It is naturally widespread in Mediterranean, karst areas where often lacks water. For the winter savory growing and the possibility of cultivating it, it is necessary to examine germinability of the seed and define the conditions in which it achieves maximum germinability. The seeds for this study were collected in natural habit, in Stolac (998 m above sea level). In this research, a total of 1,200 seeds were exposed to priming treatments with gibberellic acid (GA3) at concentrations of 100 ppm and 400 ppm for 48 hours in the dark and priming treatment with potassium nitrate (KNO₃) at concentrations of 0,2 w/v% i 0,6 w/v% for 72 hours in the dark. After priming treatments, the germinability of seeds was tested by using different concentrations of polyethylene glycol (PEG) and distilled water. In the first treatment the substrate was wet with distilled water, in the second with -0,8 MPa PEG, and in the third treatment with -2,5 MPa PEG. Despite the fact that the species grows in dry areas, the study shows that extremely dry conditions have adverse effects on seed germination, but also that it can be alleviated by seed priming. The priming treatments with gibberellic acid, particularly at concentration of 400 ppm GA3, showed the best effect on germination properties and initial germination development.

Key words: germinability, winter savory, drought stress, GA3, KNO₃

ŽIVOTOPIS

Monika Nekić rođena je 19.07.1995. godine u Rijeci. Pohađala je osnovnu školu Silvija Strahimira Kranjčevića u Senju, nakon čega upisuje opću gimnaziju u Srednjoj školi Pavla Rittera Vitezovića u Senju. Godine 2014. upisuje preddiplomski studij Biljne znanosti na Agronomski fakultetu u Zagrebu. Preddiplomski studij završava 2017. godine obranom završnog rada pod nazivom „Ljekovite biljne vrste koje potiču zdravlje i ljepotu kože“, nakon čega, iste godine upisuje diplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Koautor je istraživačkog rada pod nazivom „Utjecaj dodatka sirutke u prahu voluminoznoj krmu na kemijski sastav kolostruma i mlijeka krava Charolais pasmine“ koji je prezentiran na 54 hrvatskom i 14 međunarodnom simpoziju agronoma, 2019. godine. U sklopu Agronomskog fakulteta sudjeluje u edukacijskoj radionici „Upoznajmo domaće životinje“ na Centru za travnjaštvo.