Utjecaj različitih predtretmana na klijavost i energiju klijanja sjemena motra (Crithmum maritimum L.)

Nimac, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:053426

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

UTJECAJ RAZLIČITIH PREDTRETMANA NA KLIJAVOST I ENERGIJU KLIJANJA SJEMENA MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)

DIPLOMSKI RAD

Ana Nimac

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Biljne znanosti

UTJECAJ RAZLIČITIH PREDTRETMANA NA KLIJAVOST I ENERGIJU KLIJANJA SJEMENA MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)

DIPLOMSKI RAD

Ana Nimac

Mentor: doc.dr.sc. Klaudija Carović-Stanko

Zagreb, rujan, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ana Nimac**, JMBAG 0178092051, rođena 14.09.1993. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ RAZLIČITIH PREDTRETMANA NA KLIJAVOST I ENERGIJU KLIJANJA SJEMENA MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Ane Nimac**, JMBAG 0178092051, naslova **UTJECAJ RAZLIČITIH PREDTRETMANA NA KLIJAVOST I ENERGIJU KLIJANJA SJEMENA MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:		potpisi:
1. doc. dr. sc. Klaudija Carović-Stanko	mentorica	_____
2. doc. dr. sc. Martina Grdiša	članica	_____
3. doc. dr. sc. Marko Petek	član	_____

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici, doc.dr.sc. Klaudiji Carović-Stanko, na vremenu, strpljivosti, stručnim savjetima i velikoj pomoći koju mi je pružila tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se svim djelatnicima Zavoda za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta na pristupačnosti i ugodnoj atmosferi prilikom provedbe pokusa na kojem se temelji ovaj rad.

Također, hvala svim profesorima Agronomskog fakulteta koji su mi prenijeli svoje znanje i pozitivno obilježili jedan dio mog života.

Veliko hvala svim mojim dragim ljudima koji su mi bili potpora tijekom cijelog studija.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Cilj rada 3

2. PREGLED LITERATURE 4

2.1. Sistematska podjela 4

2.2. Morfološke karakteristike i biološka svojstva 4

2.3. Kemijski sastav i upotreba 6

2.4. Uzgoj 7

2.5. Predtretmani sjemena 7

3. MATERIJALI I METODE 9

3.1. Biljni materijal 9

3.2. Klimatske prilike mjesta Lopar 11

3.3. Predtretmani sjemena 15

3.4. Tretmani 15

3.5. Statistička obrada podataka 17

3.5.1 Svojstva klijavosti 17

3.5.2. Svojstva klijanaca 19

4. REZULTATI I RASPRAVA 20

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA 25

6. POPIS LITERATURE 26

ŽIVOTOPIS 28

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Ane Nimac**, naslova

UTJECAJ RAZLIČITIH PREDTRETMANA NA KLIJAVOST I ENERGIJU KLIJANJA SJEMENA MOTRA (*Crithmum maritimum* L.)

Motar (*Crithmum maritimum* L.) je višegodišnja biljna vrsta tolerantna na slanija tla. Zbog te otpornosti postoji mogućnost njegovog uzgoja na zahtjevnijim tlima. Za uzgoj motra i mogućnost njegovog kultiviranja potrebno je ispitati klijavost sjemena te definirati uvjete u kojima je klijavost najveća. U ovom radu sjeme motra, ukupno 700 sjemenki, izloženo je predtretmanu dH_2O ili 50 mM NaCl-om tijekom sedam dana nakon čega je ispitana njegova klijavost na podlogama vlaženim različitim koncentracijama soli natrijevog klorida (NaCl). Sjeme motra za ovo istraživanje sakupljeno je u njegovom prirodnom staništu, u mjestu Lopar na otoku Rabu. Koncentracije soli natrijevog klorida korištene u tretmanima iznosile su: 0 mM (kontrola), 50 mM, 100 mM i 150 mM. Unatoč tome što motar raste uz morsku obalu te je izložen utjecaju morske vode tijekom cijelog životnog razdoblja, ovo istraživanje dokazuje kako ova vrsta ne preferira visok postotak soli u vodi u fazi klijanja. Najveći broj proklijalih sjemenki dali su tretmani u kojima je sjeme naklijavano na podlozi vlaženoj destiliranom vodom (0 mM NaCl) te otopinom s minimalnom koncentracijom od 50 mM NaCl-a.

Ključne riječi: klijavost, motar, NaCl, slana tla

Summary

Of the master's thesis – student **Ana Nimac,** entitled

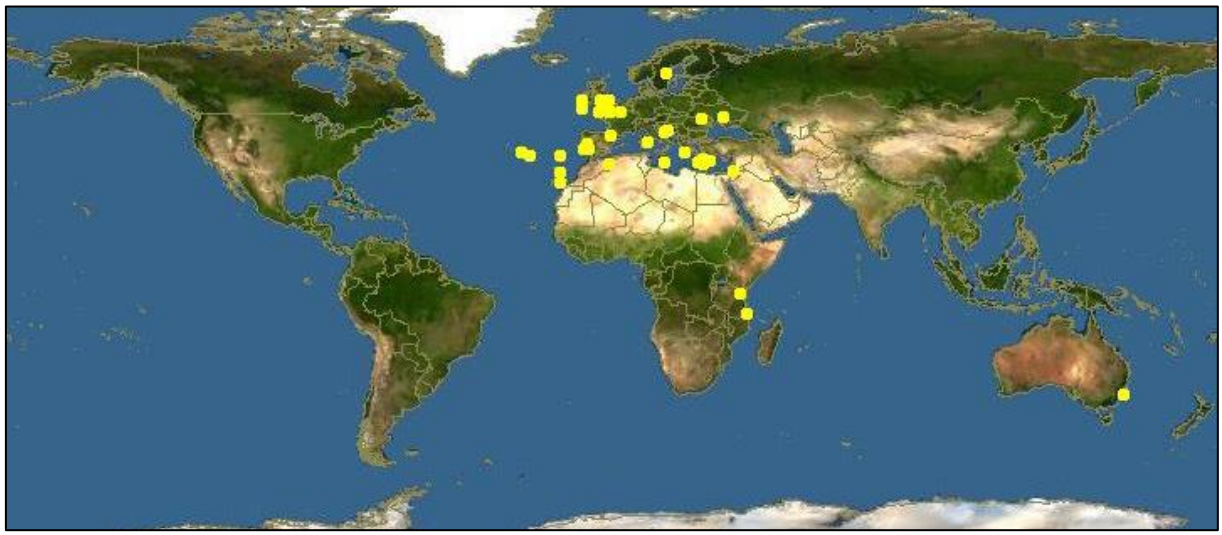
EFFECTS OF SEED PRIMING ON GERMINATION OF SEA FENNEL (*Crithmum maritimum* L.)

Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) is a perennial plant tolerant to the soil salinity. Because of that resistance there is possibility of cultivation on more demanding soils. For successful sea fennel cultivation, it is necessary to test the germinability of the seed and define the conditions in which it achieves maximum germinability. One of the necessary conditions is the optimal salinity of the soil or, more specifically, the water used during germination. In this research, a total of 700 seeds were exposed to priming treatments with dH_2O or 50 mM NaCl over seven days after which its germinability was tested on the substrates wet with different concentrations of sodium chloride (NaCl). Seed used in this research was collected in Lopar, Island of Rab. The concentration of sodium chloride salt used in treatments were: 0 mM (control), 50 mM, 100 mM and 150 mM. Despite the fact that sea fennel grows along the sea shore and is exposed to sea water throughout its life, this study shows that sea fennel does not prefer a high water salinity during germination. The most successful treatments were those where seeds were irrigated with distilled water (0 mM NaCl) and a solution with a minimum concentration of 50 mM NaCl.

Keywords: germinability, NaCl, salinity, sea fennel

1. UVOD

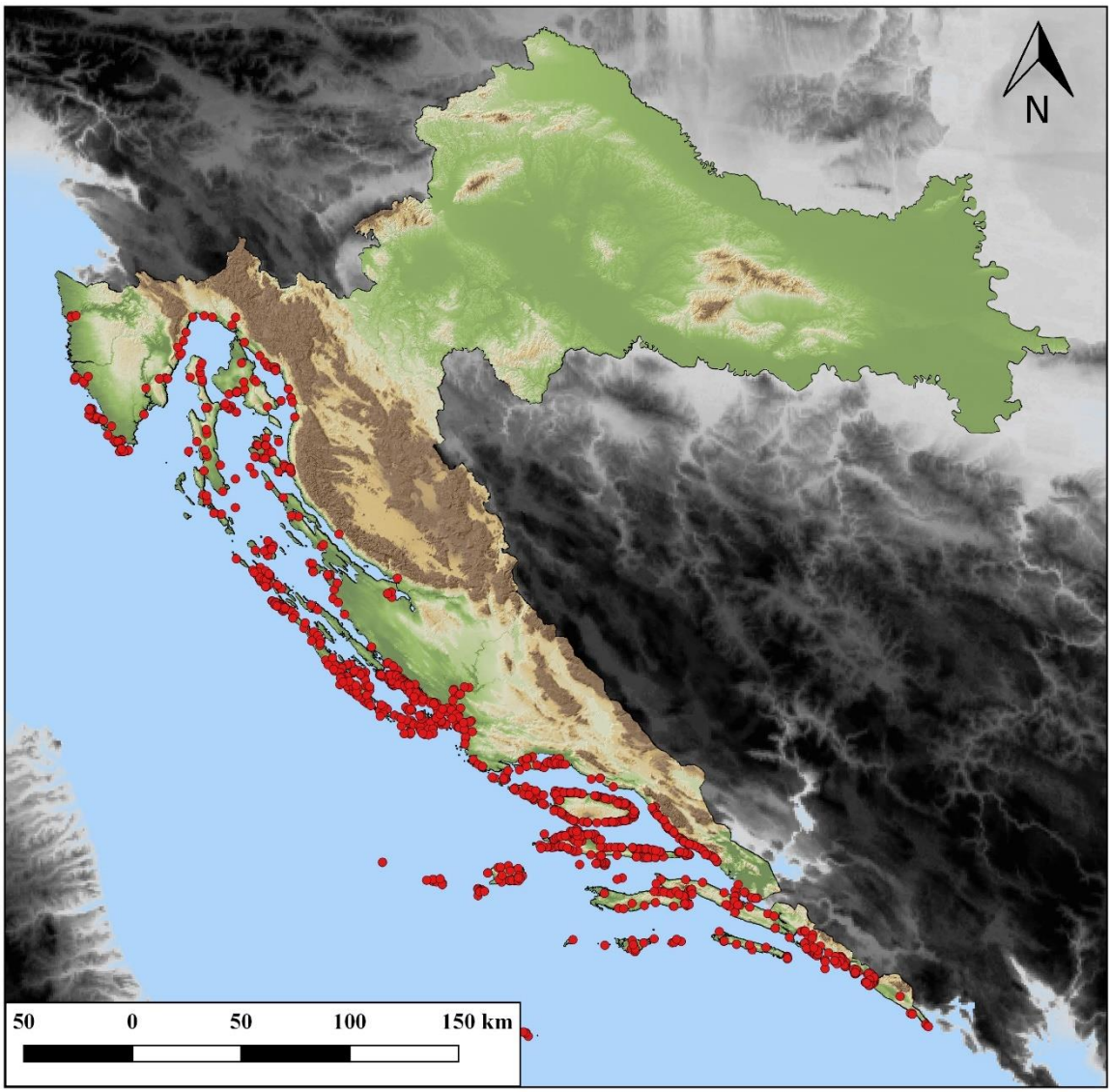
Motar (*Crithmum maritimum* L.) je višegodišnja biljna vrsta koja najviše raste na slanim tlima Mediterana (Bocchieri i Marchioni-Ortu 1983). U svijetu je rasprostranjen na gotovo svim europskim morskim obalama, zapadnoj i jugoistočnoj afričkoj obali, istočnoj australskoj obali te na sjeveru arapskog poluotoka (Encyclopedia of life 2017) (slika 1). Ova vrsta samoniklo raste na kamenim morskim obalama, klifovima te kamenim zidinama (Atia i sur. 2011). Cijela biljka je jestiva, a najčešće konzumirani dio biljke su listovi bogati vitaminom C, karotenoidima i flavonoidima (Grigoriadou i Maloupa 2008).



Slika 1. Rasprostranjenost motra u svijetu

izvor: http://eol.org/search?q=crithmum+maritimum+map&search=G

Morska obala je skup staništa pod različitim utjecajem mora, od zaslanjenih suhih obala do gornje granice plime (Nikolić 2017). Na hrvatskoj obali se halofitna vegetacija razvija u uskom pojasu, nekoliko metara udaljenom od mora (Stančić i sur. 2008). Halofitne biljke su biljke prilagođene životu na staništu bogatom lako topljivim solima. U Hrvatskoj, osim u moru, halofiti rastu na morskoj obali u pojasu prskanja mora, a mjestimice i podalje od mora, gdje je zbog snažnih vjetrova izražena posolica, pa je tlo zaslanjeno (Hrvatska enciklopedija 2017). Motar je vrlo značajna biljna vrsta iz te skupine, koja obuhvaća velik dio hrvatske jadranske obale (slika 2) (Terlević 2015). Raste u vegetaciji vapnenačkih obalnih grebena i stijena u zoni prskanja mora i vrlo je česta obalna biljka (Hrvatska enciklopedija 2017).



Slika 2. Rasprostranjenost motra na hrvatskoj obali i otocima

Izvor: Nikolić T. ur., uredio Varga F.

Poznato je da slana tla predstavljaju problem u poljoprivredi. Takva tla zbog otopljenih tvari koje vežu vodu mogu imati visoki osmotski tlak vodene faze tla. Ovakav osmotski tlak može onemogućiti biljci usvajanje vode (Vukadinović 2017).

Slana tla također su sklona stvaranju pokorice zbog kristalizacije soli na površini tla te pod utjecajem većih količina kiše konzistencija ovakvih tala postaje plastična i samim tim nepropusna za vodu i hraniva (Bensa i Miloš 2011). S obzirom da je motar halofit, odnosno, biljka prirodno tolerantna na slanost tla, ima veliki potencijal postati alternativna kultura na problematičnim tlima. Također, u njegovom kultiviranju i proizvodnji vidljiv je velik ekonomski potencijal budući da se eterična ulja ove vrste mogu uvelike koristiti u medicinskoj i farmaceutskoj industriji zbog svojih ljekovitih svojstava. Ulje dobiveno iz sjemenki ove vrste potencijalno je jestivo jer je po svome sastavu blisko ulju masline (Grigoriadou i Maloupa 2008).

Moguća problematika u uzgoju javlja se u fazi klijanja, odnosno, u određivanju optimalne slanosti tla, tj. vode potrebne za klijanje te dormantnost sjemena. U prirodnom okruženju sjeme motra dozrijeva i pada na tlo tijekom kasne jeseni. Dio sjemenki proklije nedugo nakon dolaska na tlo, no većina ostaje dormantna do proljeća (Okusanya 1977).

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je ispitati utjecaj različitih predtretmana na klijavost i energiju klijanja sjemena motra u različitim uvjetima te prema dobivenim rezultatima preporučiti optimalne uvjete za naklijavanje ove vrste.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Sistematska podjela

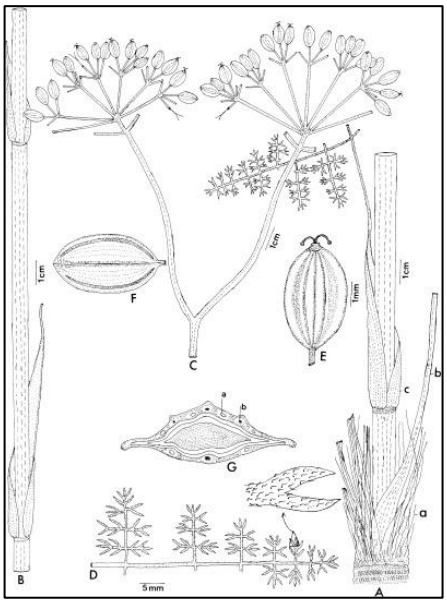
U Tablici 1. je prikazana sistematska podjela motra. Riječ *Crithmum* potječe od grčke riječi *krithe* što znači 'ječam, slično zrnu ječma'; a *maritimum* znači 'od mora' (Atia i sur. 2011).

Tablica 1. Sistematska podjela motra

CARSTVO	**Plantae**
DIVZIJA	**Magnoliophyta**
RAZRED	**Magnoliopsida**
RED	**Apiales**
PORODICA	**Apiaceae**
ROD	***Crithmum***
VRSTA	***Crithmum maritimum* L.**

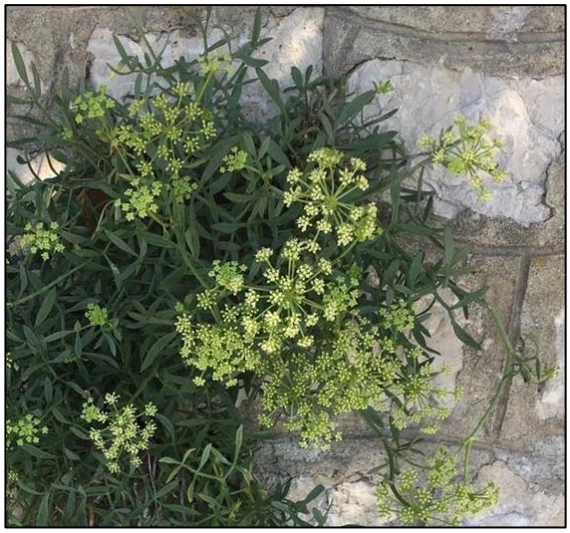
2.2. Morfološke karakteristike i biološka svojstva

Motar (slika 3) je višegodišnja halofilna biljka glatke, žućkasto-zelene, vrlo razgranate 30 do 60 cm visoke stabljike. Korijen motra je jak i gust. Listovi su mesnati i sočni (sukulentni), modro-zeleni, perasti s duguljasto-lancetastim liskama, a formiraju rozetu. Liske su dugačke od 2 do 5 cm, široke 0,6 cm s konusnim ili, ponekad, šiljastim vrhom (Atia i sur. 2011).



Slika 3. Morfološke karakteristike motra
Izvor: https://www.researchgate.net/figure/230119429_fig1_Figure-1-Ferula-coskunii-H-Duman-M-Sagiroglu-sp-nov-A-lower-part-of-plant-Aa

Sitni cvjetovi (slika 4) skupljeni su u štitcima i imaju 5 žućkasto-zelenkastih ili zelenkasto-bjelkastih, okruglastih ili široko ovalnih latica (Franke 1981). Motar cvate između lipnja i rujna (Atia i sur. 2011).



Slika 4. Cvat motra
Autor: A. Nimac

Plod motra je kalavac veličine 5 - 6 mm (Kovačić i sur. 2008). Sjeme motra dugo je oko 5 mm, široko 1,5 - 2,5 mm, žućkaste, zelenkaste ili ljubičaste boje (slika 5). Sjeme motra dozrijeva od početka listopada do prosinca (Atia i sur. 2011). Prema iskustvima lokalnog stanovništva na lokaciji Lopar, klijanje sjemena motra odvija se od kraja travnja/početka

svibnja do sredine i prema kraju mjeseca lipnja. Atia i sur. (2010) navode kako je još uvijek nejasno na koji način sjeme ove vrste ostaje vijabilno s obzirom na utjecaj soli kroz period dormantnosti. Cvatnja se odvija kroz tri mjeseca, započinje sredinom srpnja i traje do kraja rujna.



Slika 5. Sjeme motra
Autor: A. Nimac

2.3. Kemijski sastav i upotreba

Motar ima veliku ljekovitu i etnobotaničku vrijednost. Od davnina se koristi u prehrani ljudi. U prošlosti je bio neizostavan sastojak u raznim jelima prvih europskih farmera. Biljka se jela u svježem ili ukiseljenom obliku. Također su ga u velikim količinama konzumirali mornari jer je sprečavao skorbut zbog visoke koncentracije vitamina C u listovima. U tradicionalnoj medicini koristio se kod probavnih tegoba i nadutosti zbog svog karminativnog djelovanja. Osim u navedene svrhe, koristio se i u liječenju tegoba urinarnog trakta te kod problema s kolikama. Osim u medicini koristio se u iste svrhe i u veterini, osobito u ishrani zečeva (Atia i sur. 2011). Dobar je izvor minerala, a farmeri su ga tradicionalno koristili u prehrani (Grigoriadou i Maloupa 2008).

Guil-Guerrero i sur. (1998) utvrdili su da su u ulju dobivenom iz listova bile prisutne visoke koncentracije omega 3 i omega 6 masnih kiselina. Ove masne kiseline igraju važnu ulogu u moduliranju ljudskog metabolizma i imaju pozitivan učinak na koronarne bolesti i bolesti srca. Meot-Duros i Magne (2009) su utvrdili da eterično ulje, ekstrahirano iz listova motra, ima visok sadržaj fenola te ima antibakterijsko djelovanje. Točnije, djeluje protiv velikog broja patogenih bakterija u ljudskom organizmu, npr. na salmonelu (*Salmonella* sp.).

Zbog svog aromatičnog okusa, listovi motra sve se više počinju upotrebljavati kao začin u mnogim jelima ili se jedu u svježem stanju kao sastojak raznih salata (Renna i Gonella 2012). Listovi su bogati vitaminom C, karotenoidima i flavonoidima te bioaktivnim tvarima koje se mogu koristiti u aromatske, medicinske, antimikrobne i insekticidne svrhe (Grigoriadou i Maloupa 2008).

2.4. Uzgoj

Kako je već spomenuto, motar je halofit te je kao takav svojom građom prilagođen slanim uvjetima, npr. odbacivanje nekih dijelova u kojima je nakupljena sol u prevelikoj količini (Devčić 2017). Osim tolerantnosti na sol, karakterizira ga i tolerantnost na visoke i niske temperature te na vodni stres (Waisel 1972). Njegova tolerancija i prilagodba na slana tla tema su raznih znanstvenih radova pa su tako Grigoriadou i Maloupa (2008) proučavale njegovu tolerantnost na sol te mogućnost mikropropagacije jer je motar kultura koju je vrlo lako uzgojiti *in vitro*. Kroz razna istraživanja utvrđeno je kako ga se može vrlo lako kultivirati te uzgajati na zaslanjenim tlima.

Preporučuje se uzgoj iz presadnica (slika 6). Mlade biljke potrebno je navodnjavati morskom ili blago slanom vodom. No, bez obzira na otpornost motra na slanu vodu u vegetativnoj fazi, za klijanje i uzgoj presadnica, sjeme je potrebno navodnjavati neslanom vodom ako se želi postići što bolja klijavost (Atia i sur. 2011).



Slika 6. Uzgojena presadnica motra
Autor: A. Nimac

2.5. Predtretmani sjemena

Problem dormantnosti sjemena i slabe klijavosti moguće je djelomično riješiti predsjetvenim tretmanima sjemena. Predtremani sjemena sve se više koriste za poboljšanje klijavosti i energije klijanja, ne samo motra već i drugih kultura. Primarna zadaća predtretmana je pokrenuti primarni metabolizam u sjemenu prije sjetve. Oni utječu na poboljšanje vigora sjemena.

Najčešće korišteni predtretmani su:

1. *hidropriming*, odnosno, namakanje sjemena u vodi uz optimalnu temperaturu,
2. *osmopriming*, u kojem se sjeme namače u otopini vode i soli, najčešće su to soli natrija, magnezija i kalija,
3. *thermopriming* ili izlaganje sjemena različitim temperaturama s ciljem poboljšanja klijavosti,
4. *biopriming*, predtretiranje biološkim spojevima, i
5. *chemopriming* ili predtretiranje kemijskim sredstvima.

Odabir vrste predtretmana ovisi o biljnoj vrsti, morfologiji i fiziologiji sjemena (Paparella i sur. 2015).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Biljni materijal

U ovom istraživanju korišteno je sjeme motra prikupljeno s prirodne populacije u uvali Javorno u mjestu Lopar na otoku Rabu (slika 7).



Slika 7. Uvala Javorno, Lopar, otok Rab
Autor: A. Nimac

Prikupljanje sjemena i provođenje pokusa odvijalo se u periodu od 28.10.2016. godine do 24.05.2017. godine, nakon čega je slijedila analiza prikupljenih podataka.

Sjeme motra ili, kako ga na ovom području zovu, petrovca prikupljeno je 28.10.2016. godine. Sjeme je prikupljeno s nekoliko različitih biljaka koje su rasle duž kamenog zida uvale (slika 8).



Slika 8. Biljke motra u kamenom zidu
Autor: A. Nimac

Biljke rastu unutar kamenih blokova na malo pjeskovitog tla (slika 9).



Slika 9. Pjeskovito tlo u kombinaciji s kamenom
Autor: A. Nimac

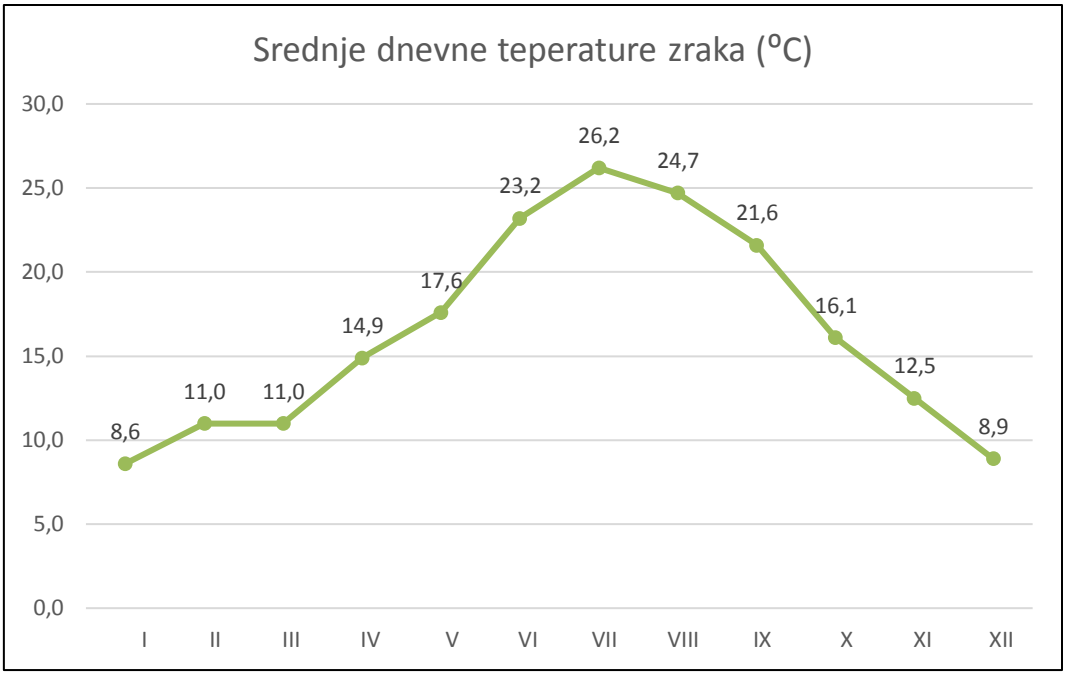
Biljke su na prirodnim staništu praćene u različitim fazama rasta i razvoja (slika 10), a u fazi zriobe, prije nego se sjeme prirodnim putem otreslo iz cvata, sakupljeno je u papirnate vrećice i pohranjeno u komoru Zavoda za sjemenarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.



Slika 10. Različite faze rasta i razvoja motra
Autor: A. Nimac

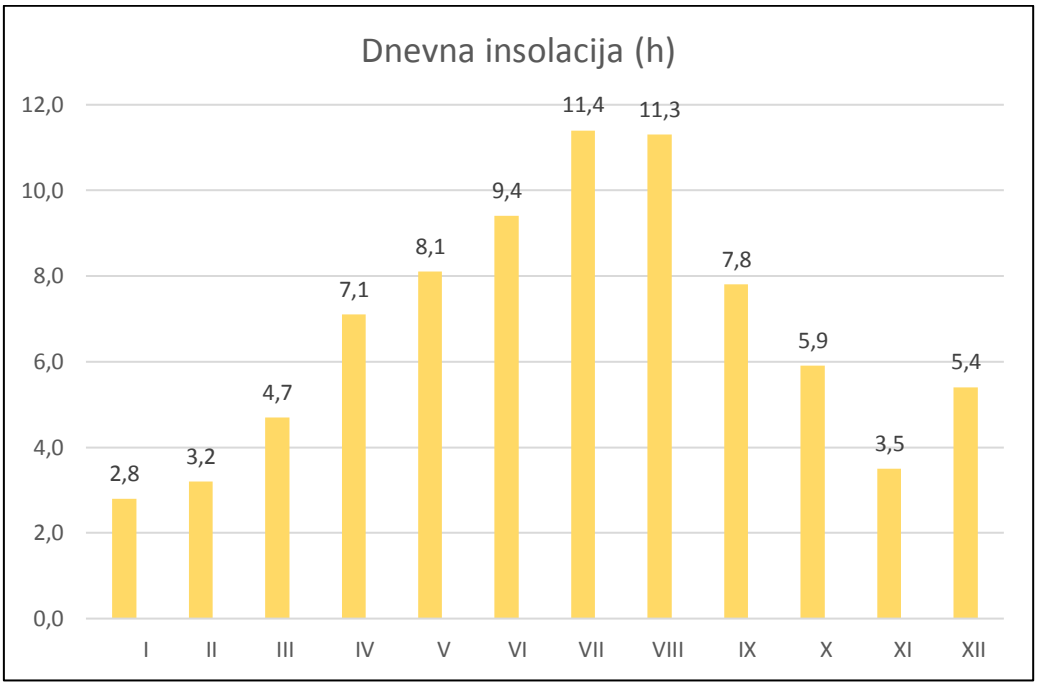
3.2. Klimatske prilike mjesta Lopar

Područje Lopara je, u klimatskom pogledu, sredozemni dio Hrvatske pod utjecajem blage mediteranske klime (Nikolić i Topić 2005). Srednje dnevne temperature ljeti se kreću od 23,2 do 24,7 °C, a zimi od 8,6 do 16,1 °C (grafikon 1). Dnevna insolacija ljeti iznosi od 9,4 do 11,3 h, a zimi od 2,8 do 5,9 h (grafikon 2) (Državni hidrometeorološki zavod 2017). Salinitet mora oko otoka Raba iznosi 37-38 ‰ (Španjol 1995).



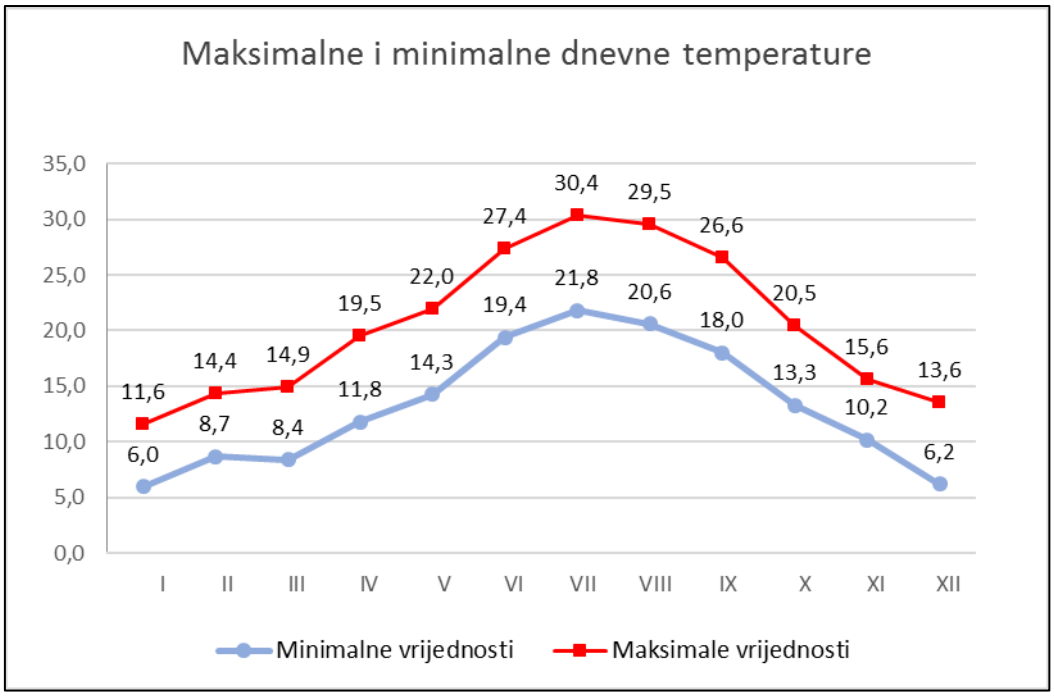
Grafikon 1. Srednje dnevne temperature zraka (°C) za mjesto Lopar za 2016. godinu

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



Grafikon 2. Insolacija (h) za mjesto Lopar za 2016. godinu

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

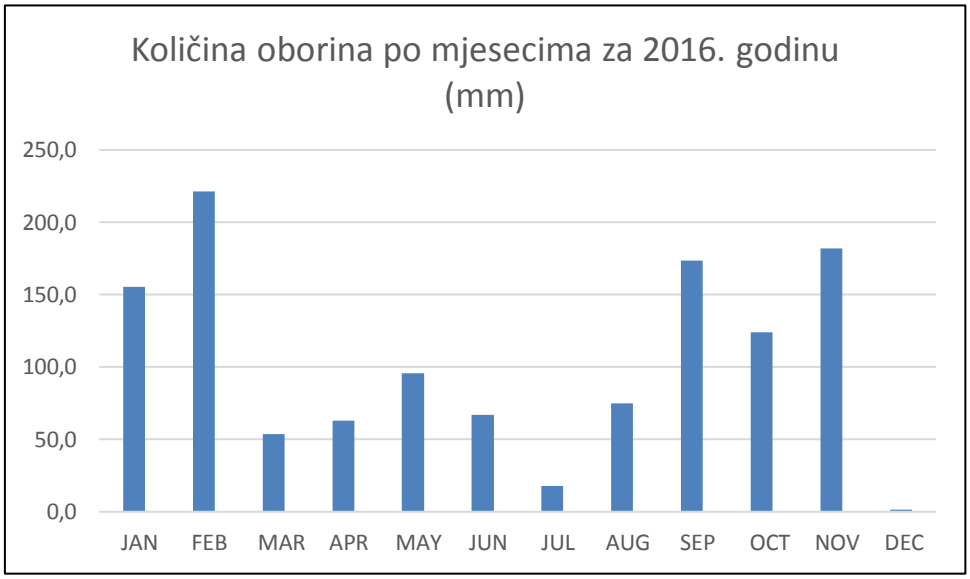


Grafikon 3. Minimalne i maksimalne dnevne temperature zraka (°C) za mjesto Lopar za 2016.godinu

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

Grafikonom 3. prikazane su minimalne i maksimalne temperature po mjesecima za mjesto Lopar za 2016. godinu. Prema navedenim podacima može se zaključiti da se minimalne temperature za vrijeme klijanja motra za ovo područje kreću od 11,8 do 19,4 °C, a maksimalne od 19,5 do 27,4 °C (Državni hidrometeorološki zavod 2017).

Količina oborina za to razdoblje u 2016. godini kretala se od 55 do 100 mm (grafikon 4).



Grafikon 4. Količina oborina (mm) po mjesecima za mjesto Lopar tijekom 2016. godine

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

3.3. Predtretmani sjemena

Sjeme koje se koristilo u pokusu dezinficirano je u 70%-tnom etanolu kroz tri minute, isprano u tekućoj vodi kroz tri minute, potom isprano u destiliranoj vodi te osušeno između filter papira.

Od dezinficiranog i osušenog sjemena izdvojeno je sveukupno 700 sjemenki. 300 sjemenki koje su tretirane u predtretmanu 1, 300 sjemenki koje su tretirane u predtretmanu 2 te 100 sjemenki koje nisu tretirane i korištene su kao kontrola.

Predtretmani sjemena trajali su 7 dana, a bazirali su se na močenju sjemena u destiliranoj vodi (PREDTRETMAN 1) ili u 50mM NaCl (PREDTRETMAN 2). Predtretmani su započeti 20.04.2017. godine, a završeni su 27.04.2017.godine.

3.4. Tretmani

Pokus se sastojao od ukupno 7 tretmana pri čemu je svaki tretman bio postavljen u četiri repeticije (4 petrijeve zdjelice s po 25 sjemenki). Na dno petrijevih zdjelica postavljena je vata i filter papir koji su služili kao podloga za naklijavanje. Podloga je močena s 50, 100 ili 150 mM NaCl-om ili destiliranom H_2O (dH_2O) u slučaju kontrole. U tablici 2. prikazani su svi korišteni tretmani.

Svakih 48 sati kroz 24 dana utvrđivan je broj proklijalih sjemenki, a proklijalom sjemenkom smatrala se ona kod koje je korjenčić veličine ≥ 2mm.

Tablica 2. Tretmani korišteni u pokusu

BROJ TRETMANA	OPIS TRETMANA
Tretman 1	predtretman u destiliranoj vodi + 50mM NaCl
Tretman 2	predtretman u destiliranoj vodi + 100mM NaCl
Tretman 3	predtretman u destiliranoj vodi + 150mM NaCl
Tretman 4	predtretman u 50mM NaCl-u + 50mM NaCl
Tretman 5	predtretman u 50mM NaCl-u + 100mM NaCl
Tretman 6	predtretman u 50mM NaCl-u + 150mM NaCl
Tretman 7	KONTROLA, bez PT + dH_2O

Legenda: PT - predtretman

Sjeme je na naklijavanje stavljeno u komoru za ispitivanje klijavosti pri kontroliranim uvjetima isti dan nakon završetka predtretmana (27.04.2017.) (slika 11). Korištena temperatura komore bila je stalna i iznosila je 25 °C dok je svjetlosni režim postavljen po principu 16 h dan i 8 h noć.



Slika 11. Sjeme motra u komori za klijanje
Autor: A. Nimac

Kao što je već navedeno, svakih 48 sati utvrđivana je promjena broja proklijalih sjemenki. Kao primjer praćenja u daljnjem tekstu, prikazana je jedna repeticija kontrole (7/IV) na početku, u sredini i na kraju ispitivanja (slika 12).



Slika 12. Repeticija kontrole (7/IV) na početku, u sredini i na kraju ispitivanja
Autor: A. Nimac

3.5. Statistička obrada podataka

3.5.1 Svojstva klijavosti

1. Klijavost (*Germinability*, *G*; %) je broj isklijalih sjemenki izražen u postotku (AOSA, 1990).

2. Prosječno vrijeme klijanja (*Mean germination time*, *MGT*; dan)

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

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

3. Koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (*Coefficient of variation of the germination time*, CV_t; %)

$CV_t = \frac{St}{t} x100$

pri čemu je *St* standardna devijacija, a t prosječno vrijeme klijanja (Ranal i sur., 2009).

4. Pouzdanost procesa klijanja (*Uncertainity of the germination process*, *U*)

$$U = -\sum_{i=1}^{k} f_i \log_2 f_i$$, odnosno, $$f_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$$

pri čemu je n_i= broj proklijalih sjemenki u vremenu t^{th}.

5. Sinkronizacija procesa klijanja (*Synchrony of the germination process*, *Z*)

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

pri čemu Z predstavlja kvocijent između sume parcijalne kombinacije proklijalih sjemenki u vremenu t_i i konačnog broja proklijalih sjemenki na kraju pokusa, pretpostavljajući da se klijanje sjemenki koje su klijale u određenom vremenu događalo simultano.

6. Indeks klijavosti (*Germination indeks, GI*)

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

$$GI=\frac{broj\ proklijalih\ sjemenki}{broj\ dana\ do\ prvog\ prebrojavanja}+\ldots+\frac{broj\ proklijalih\ sjemenki}{broj\ dana\ do\ konačnog\ prebrojavanja}$$

Jednosmjerna analiza varijance provedena je u svrhu utvrđivanja signifikantnih razlika između tretmana za navedena svojstva. Izračun je proveden pomoću naredbe PROC GLM u programu SAS (SAS Institute 2004). Razlike između prosječnih vrijednosti kvantitativnih svojstava između tretmana utvrđene su pomoću Tukeyjevog testa ($P < 0.05$). Izvorne vrijednosti svojstava *G* i CV_t izraženih u postotku su prije analize transformirane pomoću formule y = arcsin (x/100).

3.5.2. Svojstva klijanaca

Klijanci motra skenirani su pomoću Epson Perfection V700 skenera (slika 13) (Seiko Epson Corporation, Nagano, Japan). Za analize slika dobivenih skeniranjem odnosno svojstva korijena i klijanaca korišten je WinRHIZO Pro softver (Regent Instruments Inc., Quebec, QC, Canada).



Slika 13. Klijanci motra skenirani pomoću Epson Perfection V700 skenera
Autor: A. Nimac

1. Duljina (*Length, L*; cm)
2. Površina (*Surface area. S*; cm^2)
3. Prosječni promjer (*Average diameter, D*; mm)
4. Volumen korijena (*Root volume, V*; mm^3)

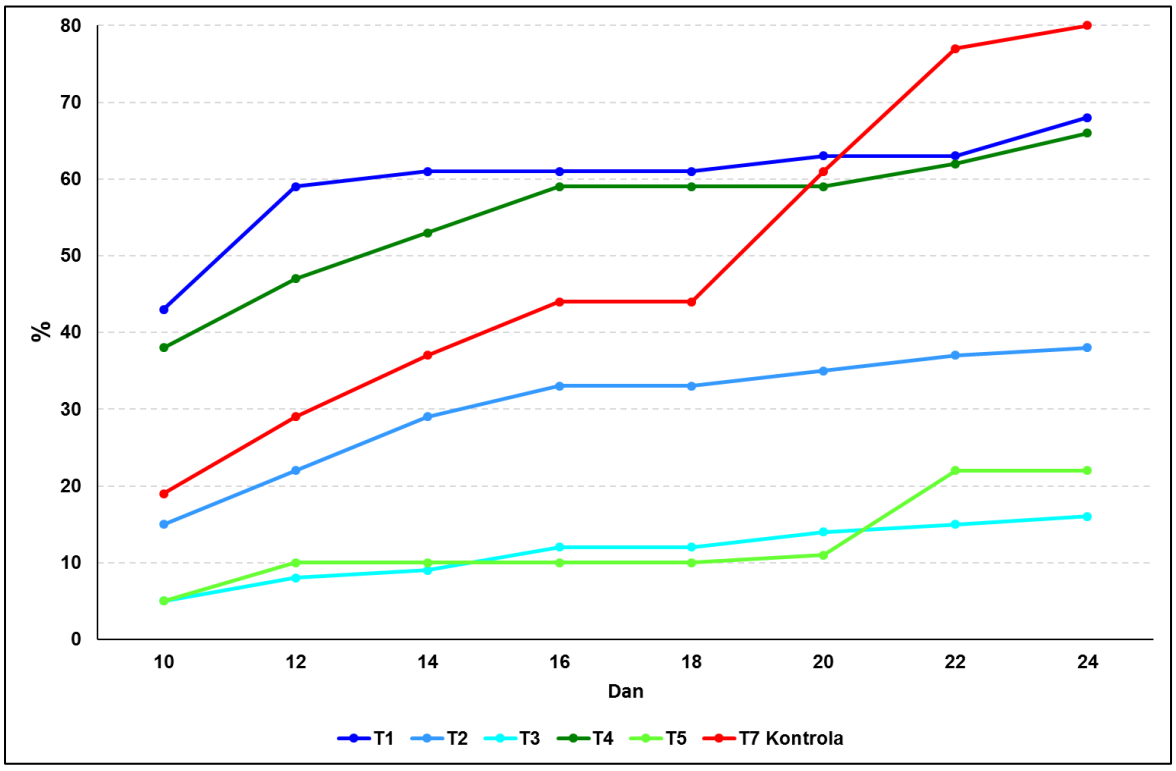
Kako navode Petar i Kontek (2016), mjerenje karakteristika korijena digitalnom analizom fotografija pokazalo se kao pouzdan način prikupljanja velikog broja podataka u kraćem vremenskom razdoblju. Mjerenje ovih svojstava uz pomoć navedenog softvera svedene su na minimalnu pogrešku (Wang i Qiang 2009).

4. REZULTATI I RASPRAVA

U okviru istraživanja ispitivana je klijavost sjemena motra kroz 7 različitih tretmana. Kod svakog tretmana proklijao je značajan broj sjemenki osim u tretmanu broj 6 (50mM NaCl + 150 mM NaCl), stoga je zbog valjanosti statističke analize taj tretman izbačen iz analiza. Kroz 24 dana, u 4 repeticije (ukupno 100 sjemenki) kod tretmana broj 6, proklijale su samo dvije sjemenke. Pretpostavlja se da je loša klijavost u ovom tretmanu uzrokovana visokom koncentracijom soli kojom je podloga bila vlažena. Atia i sur. (2006) proveli su slično istraživanje u kojem se sjeme motra, sakupljeno duž sjeverne obale Tunisa, pri jednakoj koncentraciji soli kao u tretmanu 6 (150 mM NaCl) ponašalo jednako.

Nakon 24 dana najviši postotak klijavosti ostvarilo je sjeme kod tretmana broj 7 (kontrola) zatim u tretmanima 1 (dH_2O + 50 mM NaCl), 4 (50 mM NaCl + 50 mM NaCl), 2 (dH_2O + 100mM NaCl) i 5 (50 mM NaCl + 100mM NaCl), a poprilično nisku klijavost ostvarilo je sjeme kod tretmana 3 (Grafikon 6).

Postotak klijavosti sjemena kretao se u negativnom smjeru povećanjem koncentracije soli i u istraživanju Okusanye (1977).



Grafikon 6. Postotak klijavosti sjemena motra

Iz tablice 3. možemo vidjeti da predtretman sjemena, tj. močenje u destiliranoj vodi ili 50 mM NaCl-u, nije pokazao veliku razliku, što se tiče same klijavosti sjemena, između predtretmana jer su tretmani 1 (dH_2O + 50 mM NaCl) i 4 (50 mM NaCl + 50 mM NaCl) dali gotovo iste rezultate za to svojstvo. Atia i sur. (2006) navode kako nema razlike između predtretmana u djelovanju tretmana na klijavost, no, njihovo provođenje je preporučljivo jer ubrzava klijanje sjemena.

Što se tiče ispitivanih svojstava klijavosti sjemena motra, tretmani se međusobno signifikantno razlikuju u postotku klijavosti (*G*). Velik utjecaj na klijavost imale su više koncentracije soli kod otopina kojima se vlažila podloga. Povećanjem koncentracije soli paralelno se smanjivao i postotak klijavosti, pri čemu se tretmani 1, 4 i 7 signifikantno ne razlikuju u ovome svojstvu. Također, tretman 5 se u ovome svojstvu signifikantno ne razlikuje od tretmana 2 i 3. Iako je tretman 7 (kontrola) nakon 18 dana bio slabiji od tretmana 1 i tretmana 4, najveći postotak klijavosti nakon 24 dana postigao je tretman 7, u kojem nije bilo predtretmana, a podloga je močena destiliranom vodom. Najniži postotak klijavosti ostvarilo je sjeme u tretmanu broj 3. Ovo sjeme bilo je predtretirano s dH_2O, a podloga je bila vlažena s 150 mM NaCl-om.

Razlike u prosječnom vremenu klijanja (*MGT*) također su slabe signifikantnosti, pri čemu je najviše dana za klijanje trebalo sjeme u tretmanu broj 5, a najmanje u tretmanu broj 1.

Za svojstvo koeficijent varijabilnosti vremena klijanja (CV_t) nije utvrđena signifikantna razlika u tretmanima jednako kao ni za svojstvo sinkronizacija procesa klijanja (*Z*).

Slaba signifikantnost također je prisutna u razlici pouzdanosti procesa klijanja (*U*), pri čemu se tretman 4 signifikantno ne razlikuje od tretmana 3, 5 i 7 jednako kao i tretmani 1 i 2. Tretmani 3 i 5 također se međusobno signifikantno ne razlikuju.

Visoka signifikantnost utvrđena je za razliku između tretmana za svojstvo indeks klijavosti (*GI*), pri čemu se signifikantno ne razlikuju tretmani 1, 4 i 7 te se tretman 5 signifikantno ne razlikuje od tretmana 2 i 3 (tablica 3.). Najveći indeks klijavosti imalo je sjeme kod tretmana broj 1, a najmanji kod tretmana broj 3.

Tablica 3. Svojstva klijavosti sjemena motra (*Crithmum maritimum* L.) pri različitim tretmanima (srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Tretman	*G* (%)		*MGT* (dan)		CV_t (%)		*U*		*Z*		*GI*	
T1	68.00 ± 8.64	a	11.96 ± 0.61		32.79 ± 7.33		1.33 ± 0.07	ab	0.45 ± 0.07		1.52 ± 0.24	a
T2	38.00 ± 12.44	b	13.13 ± 1.05		28.33 ± 6.72		1.79 ± 0.33	ab	0.24 ± 0.09		0.77 ± 0.22	b
T3	16.00 ± 7.30	c	13.45 ± 3.46		19.29 ± 13.44		1.05 ± 0.81	b	0.44 ± 0.38		0.30 ± 0.08	c
T4	66.00 ± 14.79	a	12.45 ± 1.41		27.68 ± 11.15		1.57 ± 0.28	ab	0.39 ± 0.13		1.41 ± 0.29	a
T5	22.00 ± 4.00	bc	17.33 ± 4.32		24.07 ± 17.16		0.92 ± 0.77	b	0.57 ± 0.35		0.37 ± 0.14	bc
T7 Kontrola	80.00 ± 3.27	a	16.21 ± 1.55		30.07 ± 5.85		2.30 ± 0.34	a	0.20 ± 0.07		1.36 ± 0.16	a
P(*F*)	***		*		ns		*		ns		***	

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

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

Svojstva klijanaca proučavana u ovom pokusu su duljina, površina, prosječni promjer i volumen korijena. U tablici 4. prikazane su razlike u navedenim svojstvima između tretmana.

Tablica 4. Svojstva klijanaca motra (*Crithmum maritimum* L.) prilikom različitih tretmana (srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Tretman	*L* (cm)		*S* (cm^2)		*D* (mm)	*V* (mm^3)	
T1	3.65 ± 0.65	a	0.38 ± 0.08	a	0.33 ± 0.01	3.18 ± 0.68	ab
T2	1.75 ± 0.19	bc	0.19 ± 0.03	bc	0.34 ± 0.02	0.68 ± 1.71	cd
T3	1.19 ± 0.33	c	0.13 ± 0.03	c	0.39 ± 0.06	1.71 ± 0.33	d
T4	2.51 ± 0.23	bc	0.28 ± 0.04	bc	0.35 ± 0.02	0.33 ± 1.23	bc
T5	1.34 ± 0.42	c	0.16 ± 0.04	c	0.39 ± 0.03	1.23 ± 0.25	d
T7 Kontrola	3.63 ± 0.20	a	0.40 ± 0.01	a	0.36 ± 0.02	0.25 ± 2.50	a
P(F)	***		***		ns	***	

P(*F*) - signifikantnost F-testa: $^{ns}P > 0.05$, $^{*}0.05 > P > 0.01$, $^{**}0.01 > P > 0.001$, $^{***}P < 0.001$
Vrijednosti u stupcima označene istim slovom signifikantno se ne razlikuju na temelju Tukeyjevog testa

Razlika među tretmanima visoko je signifikantna za sva svojstva osim za prosječni promjer (*D*).

Prosječna najveća duljina klijanaca (*L*) bila je kod tretmana 1, a najmanja kod tretmana 3.

Tretmani 1 i 7, 2 i 4 te 3 i 5 međusobno se nisu signifikantno razlikovali u svojstvima duljina klijanaca (*L*) i površina (*S*). Također se tretmani 2 i 4 nisu signifikantno razlikovali od tretmana 3 i 5.

Signifikantna razlika između tretmana 3 i 5 nije utvrđena za svojstvo volumen korijena (*V*). Tretman 2 nije se signifikantno razlikovao od tretmana 3 i 5, a tretman 1 se nije signifikantno razlikovao od tretmana 7.

Što se tiče rasta klijanaca, prema Hamed i sur. (2007), sadržaj soli od 50 mM NaCl-a djeluje stimulativno na rast, 100 Mm NaCl-a neutralno, a 300 mM inhibitorno, no bez stvaranja toksičnih supstanci u klijancima.

Kod rasta korijena rezultati su drugačiji. Rast je drastično smanjen pri količini soli od 100 i 300 mM NaCl-a.

Slično istraživanje provelo je nekoliko autora čiji se rezultati nisu jako razlikovali od rezultata ovog istraživanja. Atia i sur. (2011) navode kako visoka razina soli nužno ne mijenja vijabilnost sjemena, ali može utjecati i/ili blokirati određene fizičke procese što dokazuju prethodno navedeni i objašnjeni rezultati ovog diplomskog rada.

Kaydan i Yagmur (2008) mjerili su jednaka svojstva klijanaca pšenoraži. Sjemenke su tretirali otopinom soli natrijevog klorida te PEG 6000 (polietilen glikol 6000). Svojstva

klijanaca pratili su zasebno kod većih i manjih sjemenki. Rezultati pokazuju kako bolja obilježja pokazuju klijanci koji su se razvili iz sjemena tretiranog otopinom NaCl-a nego oni tretirani PEG 6000 te ujedno oni koji su se razvili iz većih sjemenki. NaCl nije blokirao klijanje niti razvoj klijanaca, no povećavao je osmotski potencijal koji je smanjio postotak klijavosti i usporio rast klijanaca.

Isto takvo istraživanje proveli su Okcu i sur. (2005) na različitim kultivarima graška, mjerena su slična svojstva klijanaca i klijavosti. Utvrđeno je da NaCl ne blokira klijanje te ga značajno ne smanjuje niti povećava, dok je u primjeni PEG 6000 zabilježen veliki pad klijavosti i usporen razvoj klijanaca.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

- Motar je vrlo vrijedna kultura čija se vrijednost počela cijeniti tek unazad par godina i to uglavnom u kulinarstvu.
- Rezultati ovog istraživanja pokazali su da visoke koncentracije soli u podlozi za naklijavanje djeluju nepovoljno na klijanje sjemena.
- Iako je tretman 7 (kontrola) nakon 18 dana imao slabiju klijavost od tretmana 1 (dH_2O + 50 mM NaCl) i tretmana 4 (50 mM NaCl + 50 mM NaCl), nakon 24 dana su najbolji rezultati ostvareni u tretmanu 7 kod kojeg nije provođen predtretman, a podloga je vlažena destiliranom vodom te kod tretmana 1 kod kojeg je sjeme bilo predtretirano destiliranom vodom, a podloga je vlažena najnižom koncentracijom soli, odnosno, 50 mM otopinom NaCl-a.
- Prema ovome istraživanju i proučavanju ostalih, tematski sličnih, istraživanja može se zaključiti kako je motar vrsta koja se može sijati na blago zaslanjenim tlima te bi upravo zbog toga trebala imati veći agronomski značaj no što ima trenutno.

6. POPIS LITERATURE

1. Association of Official Seed Analysis (1990). Rules for testing seeds. J Seed Technol 12:1-112.
2. Atia A., Debez A., Rabhi M., Athar H., Abdelly C. (2006). Alleviation of salt induced seed dormancy in the perennial halophyte *Crithmum maritimum* L. (Apiaceae). Pakistan Journal Of Botany. 38 (5), 1367-1372.
3. Atia A., Ahmed D., Zouhaier B., Smaoui A. (2010). The mericarp of the halophyte *Crithmum maritimum* (Apiaceae): Structural features, germination, and salt distribution. Biologia. 65 (3), 489-495.
4. Atia A., Barhoumi Z., Mokded R., Abdelly C., Smaoui A. (2011). Environmental eco-physiology and economical potential of the halophyte *Crithmum maritimum* L. (Apiaceae). Academic journals. 5 (16), 3564-3571.
5. Bensa A., Miloš B. (2011). Morfologija tla. Autorizirana prezentacija. Međusveučilišni studij mediteranska poljoprivreda, Split.
6. Bocchieri E., Marchioni-Ortu A. (1983). A study of the germination responses of a Sardinian population of sea fennel (*Chritmum maritimum* L.). Canadian Journal of Botany. 62 (9), 1832-1835.
7. Državni hidrometeorološki zavod (2017). http://meteo.hr/ Pristupljeno 12. kolovoza 2017.
8. Devčić I. (2017). Biljke otporne na sol. Internetski članak. www.agroklub.com Pristupljeno 07. rujna 2017.
9. Encyclopedia of life (EOL) (2017). http://eol.org/search?q=crithmum+maritimum+map&search=G Pristupljeno 17. rujna 2017.
10. 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.
11. Franke W. (1982). Vitamin C in sea fennel (*Crithmum maritimum*), an edible wild plant. Economic Botany. 36 (2), 163-165.
12. Grigoriadou K., Maloupa E. (2008). Micropropagation and salt tolerance of in vitro grown *Chritmum maritimum* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 94, 209.
13. Guil-Guerrero J., Gimenez Martínez J.J., Torija Isasa M.E. (1998). Mineral nutrient composition of edible wild plants. Journal of Food Composition and Analysis. 11 (4), 322-328.
14. Hamed K.B, Castagna A., Elkahoui S., Ranieri A., Abdelly C. (2007). Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. Plant Growth Regulation. 53 (3), 185-194.
15. Hrvatska enciklopedija (2017). Leksikografski zavod Miroslav Krleža. www.enciklopedija.hr Pristupljeno 08. kolovoza 2017.

16. Kaydan D., Yagmur M. (2008). Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. African Journal of Biotechnology. 7 (16), 2862-2868.

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, Zagreb.

18. Meot-Duros L., Magne C. (2009). Antioxidant activity and phenol content of *Crithmum maritimum* L. leaves. Plant Physiology and Biochemistry. 47 (1), 37-41.

19. Nikolić T., Topić J. (2005). Crvena knjiga vaskularne flore Republike Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

20. Nikolić T. ur. (2017). Flora Croatica Database. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. http://hirc.botanic.hr/fcd Pristupljeno 16. rujana 2017.

21. Okcu G., Kaya M.D., Atak M. (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 29, 237-242.

22. Okusanya O.T. (1977). The effect of sea water and temperature on the germination behaviour of *Chritmum maritimum* L. Physiologia Plantarum. 41 (4), 265-267.

23. 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.

24. Petar A., Kontek M. (2016). Morfološke karakteristike korijenovog sustava pšenice i njihova uloga u usvajanju fosfora. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.

25. 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.

26. Renna M., Gonella M. (2012). The use of the sea fennel as a new spice-colorant in culinary preparations. International Journal of Gastronomy and Food Science. 1 (2), 111-115.

27. SAS Institute (2004). SAS/STAT® 9.1 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.

28. Stančić Z., Brigić A., Liber Z., Rusak G., Franjić J., Škvorc Ž. (2008). Adriatic coastal plant taxa and communities of Croatia and their threat status. Acta Botanica Gallica. 155 (2), 179-199.

29. Španjol Ž. (1995). Prirodna obilježja Raba. Tiskara Rijeka, Rijeka.

30. Terlević A. (2015). Vegetacija stjenovitih morskih obala Hrvatske. Seminarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

31. Vukadinović V. (2017). Plodnost (produktivnost) tla. Priručnik Osječko-baranjske županije, Osijek.

32. Waisel Y. (1972). Biology of halophytes. Academic press, Tel-Aviv, Israel.

33. Wang M.B., Qiang Z. (2009). Issues in using the WinRHIZO system to determine physical characteristics of plant fine roots. Acta Ecologica Sinica. 29 (2), 136-138.

ŽIVOTOPIS

Ana Nimac rođena je 14.09.1993. godine u Zagrebu. Pohađala je osnovnu školu Gornje Vrapče u Zagrebu, nakon čega upisuje opću gimnaziju Tituša Brezovačkog u Zagrebu koju završava s odličnim uspjehom. Godine 2012. upisuje preddiplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Preddiplomski studij završava 2015. godine obranom završnog rada na temu „Procjena faza rasta i razvoja različitih kultivara soje“ nakon čega, iste te godine upisuje diplomski studij Biljne znanosti na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Tijekom studiranja, na matičnom fakultetu, sudjelovala je u volonterskom radu na projektima „ Izobrazba kao priprema za posao u ukrasnoj hortikulturi“, „Studenti tutori“ te kao vodič na danu otvorenih vrata Agronomskog fakulteta.