

Učinak kapronske kiseline na otpornost klijanaca uljanog lana (*Linum usitatissimum* L.) na solni i stres

Vukomanović, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:647262>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEK
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marin Vukomanović
Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda
Smjer Bilinogojstvo

**Učinak kapronske kiseline na otpornost klijanaca uljanog lana
(*Linum usitatissimum* L.) na solni stres**

Završni rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEK
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marin Vukomanović

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

Učinak kapronske kiseline na otpornost klijanaca uljanog lana
(*Linum usitatissimum* L.) na solni stres

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv.prof.dr.sc. Dejan Agić, mentor
2. prof.dr.sc. Tihana Teklić, članica
3. prof.dr.sc. Miroslav Lisjak, član

Osijek, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Završni rad

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Marin Vukomanović

Učinak kapronske kiseline na otpornost klijanaca uljanog lana (*Linum usitatissimum* L.) na solni stres

Sažetak: Cilj ovog završnog rada bio je istražiti učinak predtretmana kapronskom kiselinom na otpornost klijanaca uljanog lana u uvjetima solnog stresa izazvanog natrijevim kloridom. Predtretman sjemena izvršen je močenjem sjemena u vodi, 0,5 mM i 1,0 mM otopinama kapronske kiseline u trajanju od 30 minuta, dok je za izazivanje solnog stresa sjeme naklijavano 7 dana na podlozi sa 100 mM otopinom natrijeva klorida, nakon čega su izmjereni klijavost sjemena, dužina korjenčića i stabljice te ukupna dužina i masa klijanca. Istraživanje je pokazalo da je predtretman sjemena uljanog lana 0,5 mM kapronskom kiselinom u uvjetima bez stresa imao pozitivan učinak na sve ispitivane parametre, dok je u slučaju predtretmana sjemena 1,0 mM otopinom kapronske kiseline utvrđen negativan učinak, osim na postotak klijavosti sjemena. U slučaju kada je sjeme lana izloženo uvjetima solnog stresa, predtretmani ispitivanim otopinama kapronske kiseline pokazali su pozitivan učinak na otpornost klijanaca uljanog lana. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da bi se 1,0 mM kapronska kiselina mogla koristiti za predtretman sjemena uljanog lana, a u svrhu povećanja otpornosti klijanaca uljanog lana na solni stres.

Ključne riječi: uljani lan, kapronska kiselina, predtretman, solni stres

24 stranica, 2 tablice, 8 slika, 5 grafikona, 18 literaturna navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek.

BASIC DOCUMENTATIO CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BscThesis

Marin Vukomanović

The influence of caproic acid on resistance of oilseed flax (*Linum usitatissimum* L.) seedlings under salt stress

Summary: The aim of this thesis was to investigate the effect of caproic acid pretreatment on the resistance of oilseed flax seedlings under conditions of salt stress caused by sodium chloride. Seed pretreatment was performed by soaking the seeds in water, 0.5 mM and 1.0 mM caproic acid solutions for 30 minutes, while to induce salt stress, the seeds were germinated for 7 days on a medium with 100 mM sodium chloride solution, after which the seed germination, root and stem length, and total seedling length and weight were measured. The study showed that pretreatment of oilseed flax with 0.5 mM caproic acid under stress-free conditions had a positive effect on all tested parameters, while in the case of seed pretreatment with 1.0 mM caproic acid solution a negative effect was found, except for the percentage of seed germination. In the case when flax seeds were exposed to conditions of salt stress, pretreatments with the tested solutions of caproic acid showed a positive effect on the resistance of oilseed flax seedlings. From the obtained results it can be concluded that 1.0 mM caproic acid could be used for pre-treatment of oilseed flax, in order to increase the resistance of flax seedlings to salt stress.

Keywords: oilseed flax, caproic acid, pretreatment, salt stress

24 pages, 2 tables, 8 figures, 5 charts, 18 references

Bsc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Rasprostranjenost i uzgoj lana u svijetu	2
1.2. Morfološka obilježja lana	3
1.2.1. Korijen lana	3
1.2.2. Stabljika lana	4
1.2.3. List lana	5
1.2.4. Cvijet lana	5
1.2.5. Plod i sjeme lana	6
1.3. Biološka svojstva lana	6
1.4. Agroekološki uvjeti uzgoja lana	7
1.4.1. Temperatura i toplina	7
1.4.2. Svjetlost.....	7
1.4.3. Voda	8
1.4.4. Tlo	8
1.4.5. Vlaga zraka.....	9
1.5. Priprema tla za sjetvu lana.....	9
1.6. Gnojidba i hraniva za lan.....	9
1.7. Sjetva lana	10
1.8. Žetva lana	11
1.9. Kapronska kiselina	12
1.10. Predsjetveni tretman sjemena	13
2. MATERIJAL I METODE	14
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	16
3.1. Klijavost sjemena	16
3.2. Dužina stabljice	18
3.3. Dužina korjenčića	11
3.4. Dužina klijanca	20
3.5. Masa klijanca.....	21
4. ZAKLJUČAK.....	22
5. POPIS LITERATURE.....	23

1. UVOD

Svila sjevera, kako je lan nazivan zbog svoje visoke kvalitete, govori nam o tome koliko su lanene tkanine cijenjene. No, lan se ne mora uvijek koristiti za proizvodnju tkanine. Naprotiv, danas su nam poznata dva osnovna tipa komercijalno uzgajanog lana - predivi lan te uljani lan (Slika 1), ili dolgunec i kudraš, a oboje dolaze od vrste lana pod imenom *Linum usitatissimum* L. (Pospišil, 2013). Prvi od ova dva uzgaja se za vlakno, a drugi za proizvodnju ulja. Dio imena *usitatissimum* dolazi iz latinskog za “visoko upotrebljiv” jer postoje mnogi načini korištenja, a vrsti je ime dao Karl von Line (Dambroth i Seehuber, 1988, prema Gadžo i dr, 2011: 152).

Kada je riječ o predivom lanu, on zauzima drugo mjesto kao sirovina u tekstilnoj industriji, odmah poslije pamuka. Količina ulja u sjemenki predivog lana kreće se od 33 % do 38 %. Koliko je predivi lan rasprostranjen govori nam činjenica da su se naše narodne nošnje i čipke radile upravo od njega. Međutim, još su stari Egipćani pravili iznimne tkanine od ovog materijala. Lan kao materijal je “jedno od najčvršćih biljnih vlakana” (Pospišil, 2013: 196) čemu svjedoči i činjenica da je najstariji očuvani tkani komad odjeće upravo lanenog materijala, a star preko 5,000 godina (UCL, 2016).



Slika 1. Polje uljnog lana
Izvor: Hudolin, 2022.

Sjeme uljanog lana sadrži količinu ulja između 38% i 45%. Upotreba uljanog lana je bila višestruka u prošlosti ali i u današnje doba. U pekarstvu se koristi za proizvodnju kruha s lanenim sjemenkama, za proizvodnju finih papira nakon baliranja stabljike, ali ima veliku upotrebu i u farmaceutskoj industriji, proizvodnji boja, sapuna, lakova, itd. Povrh toga, lan se koristi i za hranidbu domaćih životinja (Gagro, 1998; Pospišil, 2013). Visoka upotrebljivost ove biljke očituje se i u tome da je bila korištena u zdravstvene svrhe, i to od korijena do vrha, za tegobe poput zatvora, kašlja te opekline (Pospišil, 2013: 170), a danas se koristi i za liječenje visokog tlaka u kardiovaskularnih bolesnika (Parikh i dr., 2019).

Podrijetlo lana nije nam skroz poznato, pa postoji više teorija koje ga tumače. Primjerice, pretpostavka je da je lan nastao iz divljeg lana prije sedam tisuća godina, no više je teorija odakle točno (Gagro, 1998). Predivi (sitnosjemeni) potječe iz jugoistočne Azije, a Sredozemlje ili sjeverna Afrika uzima se kao pradomovina uljanog (krupnosjemenog) lana (Pospišil, 2013: 172). Bilo kako bilo, lan je kultura koja po mnogočemu prednjači - smatrana je "jednom od prvih ljekovitih biljaka" te je također jedna od najranijih poznatih uljanih kulutra na oranicama (Šatović 1987, prema Pospišil, 2013: 172).

1.1. Rasprostranjenost i uzgoj lana u svijetu

Lan je prepoznatljiv po plavom cvijetu te "kao jednogodišnji cvijet proizvodi male pljosnate sjemenke koji variraju od zlatno-žute do crveno- smeđe boje" (Kajla i dr, 2015). No, lan je također specifičan i po ukusu te teksturi – zagrizanjem se može opaziti da je orašastog okusa i hrskave teksture. S druge strane, njegova su vlakna nealergenska, otporna na truljenje, te je lanena odjeća favorit tijekom vrućih ljeta jer je hladna na opip (Pospišil, 2013). Zbog raznolikosti u upotrebi, ne iznenađuje činjenica da je široko rasprostranjen po čitavom svijetu.

Prema podacima za 2021. koje je objavio FAOSTAT, najveće površine lana u svijetu nalaze se u Francuskoj (112,580 ha), zatim slijede Bjelorusija (42,300 ha), Rusija (36,483 ha), Belgija (15,390 ha) te Ujedinjeno Kraljevstvo (10,095 ha), kako pokazuje Tablica 1 ispod. Za usporedbu, FAOSTAT (2023.) navodi kako je ukupna površina ubranog lana u Hrvatskoj bila 0 ha (Tablica 1).

Tablica 1: Proizvodnja lana u svijetu, 2021. godina

DRŽAVA	POVRŠINA (ha)	PRINOS SJEMENA (t/ha)	PROIZVODNJA (t)
Francuska	112,580	6,0258	678,390
Bjelorusija	42,300	0,8435	35,682
Rusija	36,483	0,7112	25,947
Belgija	15,390	5,653	87,000
Ujedinjeno Kraljevstvo	10,095	1,4606	14744

Izvor: FAOSTAT, 2023

Iz podataka u Tablici 1 možemo još iščitati da najveću proizvodnju u tonama ima Francuska (678390), te zatim Belgija (87000) i Bjelorusija (35682). Također, najveći prinos po hektaru je u Francuskoj (6,0258).

U 2012. godini, predivi lan se uzgajao na površini od 304 097 hektara, a najveće udjele u toj površini imale se Bjelorusija, Francuska i Rusija. S druge strane, uljani lan tada se proizvodio na puno većim površinama (2,3 milijuna hektara), a gotovo četvrtina te površine nalazila se u Kanadi (582,200 hektara). Od azijskih država, vrijedi još istaknuti Kinu, Indiju i Kazahstan kao važne proizvođače uljanog lana (FAOSTAT, 2012, prema Pospišil, 2013: 170-171).

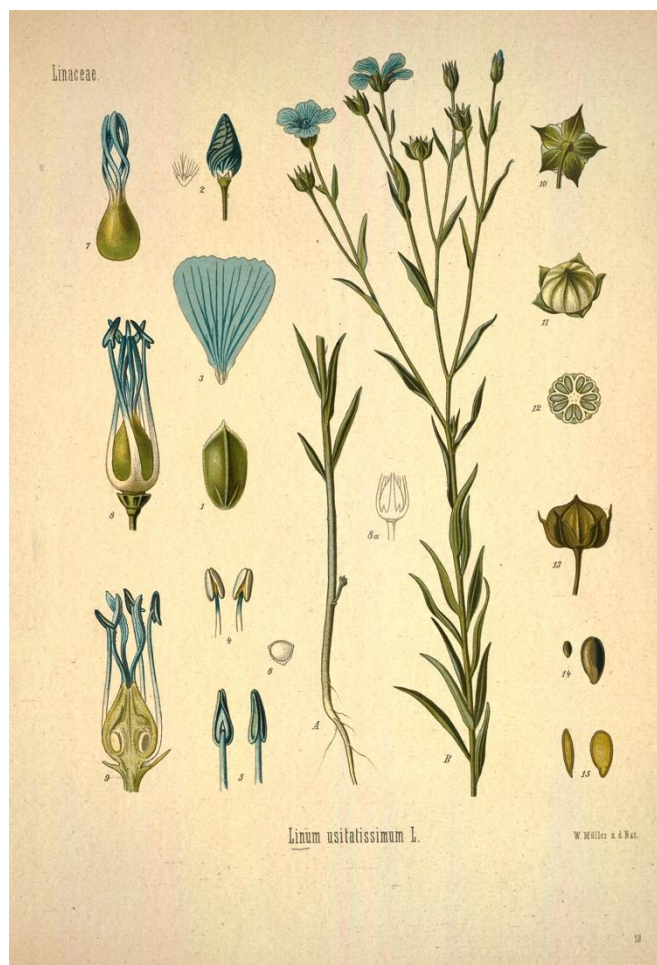
Što se tiče raspodjele po kontinentima, najveći dio lana u razdoblju od 1994. do 2021. godine proizveden je u Europi (76%), zatim u Aziji (2.3 %), Africi (1.1 %) te Amerikama (0.5 %) (FAOSTAT, 2023).

1.2. Morfološka obilježja lana

Lan je jednogodišnja biljka iz porodice Linaceae, a roda *Linum* koji se sastoji od 200 različitih vrsta. Neke od tih vrsta uzgajaju se za ukrasno bilje. Kada govorimo o morfologiji ove biljke, moramo naglasiti da se sastoji od korijena, stabljike, lista, cvijeta, te ploda i sjemena (Pospišil, 2013: 173-180) (Slika 2).

1.2.1. Korijen lana

Dok su oba vretenastog oblika, sustav korijena predivog i uljanog lana svejedno se razlikuje. Kod uljanog lana korjenski sustav je razvijeniji (Gadžo i dr, 2011: 158), te bolje podnosi sušu jer je nešto dublji. No, kod oba tipa na korijen otpada samo oko 10-15% mase. Povrh toga, glavni korijen naraste 60 do 100 cm u dubinu, dok tanko bočno korijenje, koje bude vrlo isprepletano u tlu, naraste tek 15 do 30 centimetara (Pospišil, 2013: 174). Zbog ovih osobina, korijen lana slabo upija (Gagro, 1998: 87).



Slika 2. Morfološka obilježja lana
Izvor: Brandt i dr, 2023.

1.2.2. Stabljika lana

“Stabljika lana je zeljasta, uspravna, okrugla, glatka, prevučena voštanom prevlakom” (Gagro, 1998: 87) koja štiti od prekomjerne transpiracije. U prosjeku, stabljika predivog lana naraste 60 do 120 centimetara u visinu, a uljanog je puno kraća, 50 do 60 centimetara. Stabljika predivog lana grana se samo u vršnom dijelu, a uljanog u gornjoj polovici. Predivi lan daje ispod 10 plodova, a koristi se za proizvodnju vlakna čiji udio u suhoj stabljici iznosi 30 do 40 %. S druge strane, uljani lan ima kratko i nekvalitetno vlako, ali je zato bogat plodovima, kojih zna biti između 35 i 50. Stabljika je obično svijetlozelene do sivozelene boje, a zna biti debljine od 0.5 do 3 milimetra, dok je optimalna debljina 1.5 do 2 milimetra (Pospišil, 2013; Gadžo i dr., 2011).

Ako gledamo poprječni presjek lana, razlikovat će se sljedeća tkiva (Gagro, 1998: 87-88):

- pokožica (cuticula)
- epidermis
- primarna kora s klorofilom

- sekundarna kora
- kambij
- drvenasti dio
- srčika
- šupljina

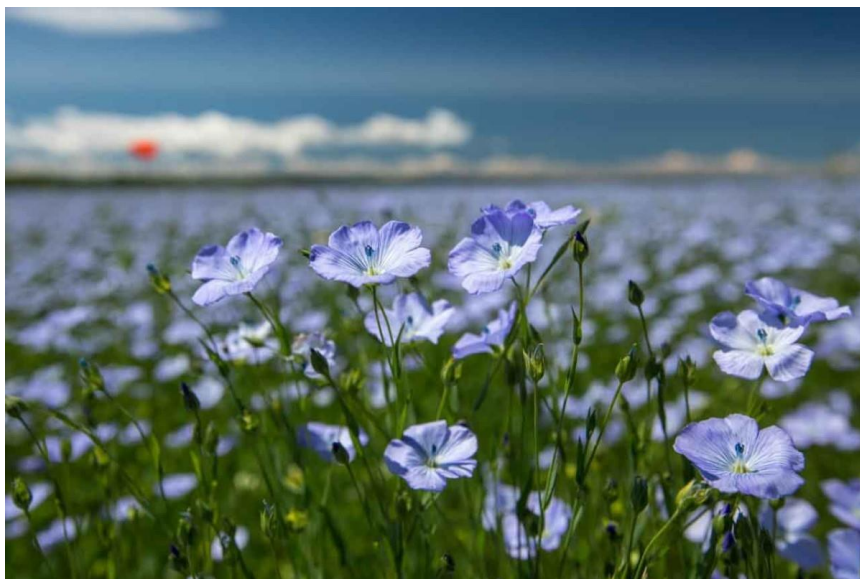
S tehnološkog gledišta, važno je naglasiti ulogu kambija koji “omogućuje odvajanje kore zajedno sa snopićima vlakana od "drvenog" dijela stabljike” (Pospišil, 2013: 176).

1.2.3. List lana

Biljke uljanog lana bogatije su opremljene lišćem od svojih predivih pandana. No, oni također otpadaju tijekom sazrijevanja biljke (Gadžo i dr, 2011: 159). Svaki list na lanu je “uzak i izdužen, na vrhu zašiljen” (Pospišil, 2013: 178). Može biti zeleni, sivozeleni ili tamnozeleni, a nijansa će ovisiti o debljini voštane prevlake na listu. Sitni listovi uobičajeno su dugi od 20 do 50 milimetara, a s obzirom na vrstu mogu biti široki tri do 10 milimetara (Pospišil, 2013; Gagro, 1998; Gadžo i dr, 2011).

1.2.4. Cvijet lana

Broj cvjetova na stabljici lana ovisit će o broju grana jer stabljika i njene grane završavaju cvijetom, a njegova boja može biti plava, ljubičasta, ružičasta pa čak i bijela (Slika 3). Uobičajeno, cvjetanje traje tri do pet dana (Gadžo i dr, 2011: 159). Cvjetovi lana su samooplodni, dvospolni i imaju “pet lapova, pet latica, pet prašnika i tučak” (Gagro, 1998: 88).



Slika 3. Plavkasto-ljubičasti cvijet uljanog lana

Izvor: Hudolin, 2022.

1.2.5. Plod i sjeme lana

Tip lana koji se uzgaja za ulje posjeduje plod u obliku kapsule ili tobolca koji većinom sadrži do 10 sjemenki. Sjemenke dolaze u ovalnom, lećastom obliku, a odlikuju se glatkom i sjajnom površinom. Što se tiče boje, sjemenke su većinom smečkaste do zlatne boje (Government of Canada, 2012). Uobičajeno je da su tobolci uljanog lana krupniji od onih predivog lana. Broj tobolaca kod uljanog lana varira između 35 i 50, dok ih predivi lan ima puno manje, i to između pet i 10. Najčešće je između šest i osam sjemenki u jednom tobolcu, a tobolac je podijeljen na pet dvodijelnih komora (Pospišil, 2013: 179). Za težinu od 10 grama, potrebno je skupiti oko 1,000 zrna krupnosjemenog lana, dok će isti broj zrna sitnosjemenog lana imati težinu četiri do pet grama (Gagro, 1998: 88).

1.3. Biološka svojstva lana

Za početak, treba reći kako postoje dvije vrste lana po godišnjem dobu u kojem se siju – jari (onaj koji se sije u proljeće) i ozimi (onaj koji se sije u jesen). Trajanje vegetacije ovisi od tipa do tipa pa tako je trajanje vegetacije jarog predivog lana trajanja od 100 do 110 dana. Što se tiče uljanog lana, jari ima vegetaciju u trajanju 110 do 120 dana, a ozimi 280 do 290 dana (Pospišil, 2013: 181). Lan pripada biljkama dugog dana, a njegov razvoj dijeli se na sljedeće faze: klijanje i nicanje u periodu sedam do 10 dana nakon sjetve, faza intenzivnog porasta u kojem se formira pupoljak i traje sve do cvjetanja, te je zadnja faza cvjetanje i sazrijevanje (Gadžo i dr, 2011: 160-161).

Tijekom sazrijevanja, razlikujemo četiri perioda tehnološke zrelosti, a uvjetovani su, između ostalog, bojom biljke. Prva faza naziva se *zelenom zrelošću*, a u njoj je nepotpuno formirano vlakno već sjajno, ali tanko, no može se upotrijebiti za izradu finih tkanina. Za vrijeme zelene zrelosti, sjeme je u mliječnoj zrelosti. *Rana žuta zrelost* druga je faza zrelosti lana, a u njoj je usjev žutozelene boje. U ovoj fazi vlakno je u najboljoj kvaliteti jer je potpuno formirano. Sjeme je ovdje u voštanoj zrelosti, što znači da je moguće dozrijevanje nakon žetve. Treća faza zrelosti naziva se *žutom* i u njoj je sjeme potpuno formirano, ali se zato smanjuje prinos dugog vlakna jer ono odrvenjava i ogrubljava. Konačno, *puna zrelost* je zadnja faza sazrijevanja, a karakterizira ju tamna boja cijelog usjeva. Tvrdo te sjajno sjeme je potpuno zrelo, a prinos dugih vlakana još je više smanjen jer vlakna počnu odrvenjavati gubeći elastičnost (Gadžo i dr, 2011: 161).

1.4. Agroekološki uvjeti uzgoja lana

Za uzgoj te uspjevanje lana vrlo su važni čimbenici poput temperature i topline, vode, svjetlosti, vlage zraka te, naravno, zemljišta.

1.4.1. Temperatura i toplina

Temperatura potrebna za uzgoj lana ovisi o vrsti lana, ali i o fazi rasta biljke. Predivi lan treba manje topline od uljanog, pa mu odgovaraju umjereno topla do čak prohladna područja s dovoljno vlage. S druge strane, uljani lan uspjeva u toplijim i sušnijim područjima s više svjetlosti (Gagro, 1998; Gadžo i dr, 2011).

Kako bi predivi lan klijao, potrebna je minimalna temperatura od 2 do 3°C, dok je ona optimalna 20°C. No uz dovoljnu vlagu, može klijati već na 6 °C (Pospišil, 2013). Ova vrsta lana može izdržati niske temperature do minus 5 °C. Ako je za vrijeme intenzivnog porasta predivi lan izložen temperaturnim kolebanjima, to će utjecati na njegov rast i razvoj (Gagro, 1998: 89). Previdi lan većinom se uzgaja kao jari te “za vegetacijsko razdoblje zahtijeva sumu temperatura od 1500 do 1800°C” (Pospišil, 2013: 182). Ako su temperature niske u vrijeme nicanja, mraz može potpuno uništiti usjev ili ga samo znatno prorijediti. No, u slučaju proljetnih mrazova, biljke koje imaju dva do tri para listova dobro će podnijeti temperature do minus 3°C. Koliko je predivi lan osjetljiv na visoke temperature te temperaturna kolebanja svjedoči činjenica da temperature preko 22 °C nepovoljno utječu na rast lana tijekom pupanja i cvjetanja (Pospišil, 2013).

S druge strane, uljani lan može se sijati i u proljetno (jari) i jesensko (ozimi) doba. Što se tiče jarog lana, on može izdržati niske temperature do minus 5 i minus 6 °C. S druge strane, ozimi može izdržati mraz do minus 12 °C, a ako je prekriven snijegom čak do minus 20 °C (Gagro, 1998).

1.4.2. Svjetlost

Lan je tzv. kultura dugog dana, a u slučaju kada bi se uzgajao za vrijeme kratkog dana, to bi dovelo do promjene biljke - točnije, biljka bi tada postala kraća te bi se više razgranala. Za predivi lan, najbolji uvjeti su “difuzna svjetlost, gust usjev i povećana oblačnost” (Gadžo i dr, 2011: 162) “koji se izmjenjuju s kraćim sunčanim razdobljima” (Pospišil, 2013: 182), te u takvim uvjetima lan daje više i kvalitetnije vlakno (Gagro, 1998).

S druge strane, uljani lan ima puno veće potrebe za svjetlošću pa mu najbolje odgovaraju topla ljeta s mnoštvom sunčanih dana. U takvim uvjetima, uljani lan proizvest će više sjemena s većim postotkom ulja (Pospišil, 2013).

1.4.3. Voda

Jedno od obilježja predivog lana je to da ima velik broj puči na sebi te slabo razvijen korjenski sustav. Upravo iz tih razloga, lan za vlakno lako gubi vodu pa ju zato i neracionalno puno koristi (Gagro, 1998). Dakle, potrebno mu je puno vode te ima visok transpiracijski koeficijent koji se kreće od 400 do 780 (Jevtić, 1986, prema Butorac, 2009: 48). Predivi lan za vrijeme svog kratkog vegetacijskog razdoblja zahtjeva 440mm/m² oborina. U razdoblju od nicanja do cvatnje, predivi lan zahtjeva vlažnost tla 60 do 70 % vodnog poljskog kapaciteta. Zatim se potreba za vlagom smanjuje u fazi od cvjetanja do zriobe te najpovoljnije na lan tada utječe suho vrijeme te vlažnost tla između 50 i 55% poljskog vodnog kapaciteta (Pospišil, 2013: 182).

Vrlo bolji u podnošenju kraće suše je uljani lan jer ima manje potrebe za vlagom. No, i predivi i uljani lan imaju najveće potrebe za vodom za vrijeme pupanja i cvatnje. U slučaju da u vrijeme dozrijevanja dođe do obilnijih oborina, to će dovesti do naglog razvoja korova, a moguće je i da će doći do razvoja bolesti na stabljici (Pospišil, 2013).

1.4.4. Tlo

I predivi i uljani lan imaju velike zahtjeve prema tlu, točnije “njegovim fizikalnim i biološkim svojstvima” (Pospišil, 2013: 183) iz razloga što imaju “slabo razvijen korjenski sustav i kratak period usvajanja hranjiva” (Gadžo i dr, 2011: 163). Ne odgovaraju mu tla velike prirodne plodnosti jer dovode do polijeganja stabljike, a niti tla koja su suha i pjeskovita ili tla na kojima duže vrijeme stoji površinska voda (Butorac, 2009: 48-49), a niti teška glinovita tla (Pospišil, 2013).

Kako bi lan uspio, potrebno mu je srednje plodno, duboko tlo, “s dobrim vodo-zračnim režimom (pjeskovito-ilovasta, ilovasto-pjeskovita tla, koja su propusna i slabo kisele do alkalne reakcije, pH od 6,2 do 7,2)” (Butorac, 2009: 48-49). Što se tiče predivog lana, također mu ne odgovara tlo bogato krečom, jer negativno utječe na kvalitetu vlakana (Gadžo i dr, 2011).

Za razliku od predivog lana, uljani može uspjeti i na tlima manje plodnosti (Gagro, 1998). Što se tiče pjeskovitih tala, na njima neće dobro uspjeti tijekom sušnih godina, no uvijek

dobro uspjeva na tlima pogodnima za žitarice. Bilo kako bilo, najpogodnija su mu pak ilovasta tla koja mogu dobro zadržati vlagu koja mu je potrebna (Pospišil, 2013: 183).

1.4.5. Vlaga zraka

Kako bi lan uspio, najpovoljnija je vlaga zraka od oko 80 %. Vrući i suhi vjetrovi mu ne odgovaraju (Pospišil, 2013: 183).

1.5. Priprema tla za sjetvu lana

Kod sjetve lana, važno je koristiti metodu plodoreda, a najbolji predusjevi za lan su "prava žita, krumpir, mahunarke i crvena djetelina" (Gadžo i dr, 2011: 164). Kad je riječ o ozimom lanu, bitno je birati kulture koje napuštaju tlo kako bi se pravodobno pripremiло tlo za sjetvu kulture lana (Gagro, 1998: 90). U slučaju uzgoja suncokreta ili šećerne repe kao predusjeva lanu, bitna je gnojidba kalijem jer ga ove kulture dosta iznose (Gadžo i dr, 2011).

Prije nego se sjetva obavi, važno je dobro obraditi zemljište i otkloniti sve korove. Što se tiče oranja, dubina treba biti između 20 i 25 centimetara nakon ranih pretkultura. Nakon ljetnog oranja, također bi bilo poželjno poravnati zemlju. U slučaju kasnijih pretkultura, dovoljno je plice porati te onda oko dva tjedna pred sjetvu obaviti predsjetveno oranje (Gagro, 1998).

U zimu valja obaviti tanjuranje kako bi tlo jednoliko zamrzlo, a onda u proljeće prije oranja potrebno je obaviti drljanje zemljišta. Duboko oranje ne preporučuje se za uzgoj lana jer se u tom slučaju pridonosi razvoju korjenskog sustava, a to u konačnici utječe na slabiji porast lanene stabljike. Pošto je sjeme lana dosta malo s puno ulja i bjelančevina, mora upiti dosta vode da bi klijalo pa je kvalitetna obrada tla pred sjetvu ključna (Gagro, 1998; Pospišil, 2013).

1.6. Gnojidba i hraniva za lan

Isključivo mineralna gnojiva se koriste za gnojidbu lana. Dakle, potrebno je prihraniti lan dušikom, fosforom te kalijem. Gnojidba se mora obaviti u ranom periodu vegetacije jer lan posjeduje slabo razvijen korjenski sustav s malom snagom upajanja te usvaja hraniva u relativno kratkom roku (Pospišil, 2013: 184).

Dušik je važno gnojivo koje će povećati prirod vlakna i sjemena. No, treba pripaziti da se lan ne prihrani prevelikim količinama dušika jer će doći do manjeg prinosa vlakana, a povećat će se debljina stabljike. U slučaju da se pak lanu doda premala količina dušika, stabljika će ostati pretanka s premalom količinom vlakana. Kada je riječ o fosforu i kaliju,

oni su potrebni kako bi lan dovoljno narastao i razvio se, kako bi sjeme i vlakna bila povećane kakvoće te kako bi se ubrzalo sazrijevanje (Gagro, 1998: 91).

Kako bi se postigao prinos od šest do osam tona po hektaru na osrednje plodnim tlima, potrebno je osigurati između 80 i 100 kilograma dušika na jedan hektar zemlje, zatim “oko 120 kg/ha P₂O₅ i oko 140 kg K₂O po hektaru” (Gagro, 1998: 91). Isto tako, četvrtina dušičnih gnojiva i polovica do dvije trećine fosfora i kalija dodaje se u pripremi za sjetvu ili jesenjoj obradi. Zatim, ostatke fosfora i kalija te polovicu ostatka dušika dajemo tlu pred sjetvu, a ostatak dušika tek nakon sjetve kao prihranu. Kod jarog lana, sva gnojidba može se odvititi pred sjetvu. Najpoželjniji oblik dušičnih gnojiva je u obliku urea ili amonijak. Pošto se uljani lan sije na slabije plodnim tlima, njemu je još više potreban fosfor i kalij jer vegetacijski period traje dulje i treba osigurati da sjeme dovede do potpune zriobe (Gagro, 1998). Dakle, kod uljanog lana “za prinos sjemena od 2,5 t/ha treba primjeniti 125 kg/ha N, 60 kg/ha P₂O₅ i 136 kg/ha K₂O” (Pospišil, 2013: 192). Gnojiva fosfora i kalija treba unijeti na dubinu tla od 20-ak centimetara, a dušična gnojiva moraju biti osigurana neposredno pred sjetvu i kada biljka dosegne stabljiku od pet do 10 centimetara.

Za vrijeme faze sporog rasta 20 do 25 dana nakon nicanja, lan treba prihraniti dušikom u nitratnom obliku. No kako naglašava Pospišil (2013.), pozornost također treba obratiti i na mikroelemente jer je moguće da nekim tlima nedostaje cinka, mangana, ili bora što bi negativno utjecalo na rast i razvoj lana.

1.7. Sjetva lana

Za sjetvu lana treba birati sorte otporne na bolesti, a kod sjetve uljanog lana treba tražiti sjeme kojemu je najmanja klijavost 85%, a najmanja čistoća 99%. Isto tako, treba birati sjeme koje je staro dvije ili više godina jer takvo sjeme daje kvalitetnije vlakno, a pritom ne gubi klijavost. Pri sjetvi, temperatura tla treba biti barem 7°C. Kod naših klimatskih uvjeta, optimalno vrijeme za svjetvu je između 15. ožujka i 15. travnja, a kod ozimog lana u ranu jesen, tj. drugoj polovici rujna (Pospišil, 2013). Za sjetvu uljanog lana, potrebno je 60 do 80 kilograma sjemena po hektaru. Tijekom sjetve koristi se žitna ili sijačica za sitnosjemene kulture. Razmak između redova uljanog lana tijekom sjetve treba biti 15 do 30 centimetara na dubini od dva do tri centimetra, a “optimalan sklop uljanog lana je 700-800 biljaka/m² u žetvi (Pospišil i dr, 2004, cit. prema Pospišil, 2013: 193), dok je gustoća sklopa lana za vlakno oko 2000. Što se tiče njege lana, ako nakon sjetve izbije korov, njega će biti teško

mehanički istrijebiti jer je lan gusta kultura pa je zato najbolje odabrati herbicid prema vrsti i populaciji korova (Gagro, 1998; Pospišil, 2013).

1.8. Žetva lana

U lipnju se žanje ozimi lan, a jari u srpnju ili početkom kolovoza. Prilikom žetve, lan se čupa ili ručno ili posebnom mehanizacijom. Berba lana za vlakno optimalna je tijekom rane žute zriobe, a predivi lan čupa se zajedno s korijenom. Lan se može čupati ručno, u kojem slučaju počupane stabljike moraju ostati polegnute u manjim rukohvatima na tlu kako bi se ukrutile. No, “u suvremenoj proizvodnji lana za čupanje koriste se posebni strojevi, koji čupaju lan, baliraju i tako se u rolbalama odvozi u tvornicu na preradu” (Gagro, 1998: 94).



Slika 4. Žetva uljanog lana kombajnom
Izvor: OPG Željeznjak, 2017.

Tek tamo se odvaja sjeme ručno ili strojevima, a mora se sušiti na manje od 10 % vode. U suvremenoj proizvodnji, isto tako, stabljika se namače pet dana u zagrijanoj vodi, a onda se odvaja vlakno posebnim strojevima (Gagro, 1998). S druge strane, uljani lan žanje se žitnim kombajnom (Slika 4) za vrijeme pune zriobe jer je tada sjeme potpuno zrelo, a u to vrijeme vlaga je ispod 14 %. Kod kombajna je vrlo važno podesiti "razmak između bubnja i podbubnja te brzinu okretanja bubnja da ne dođe do pucanja sjemena” (Pospišil, 2013: 194).

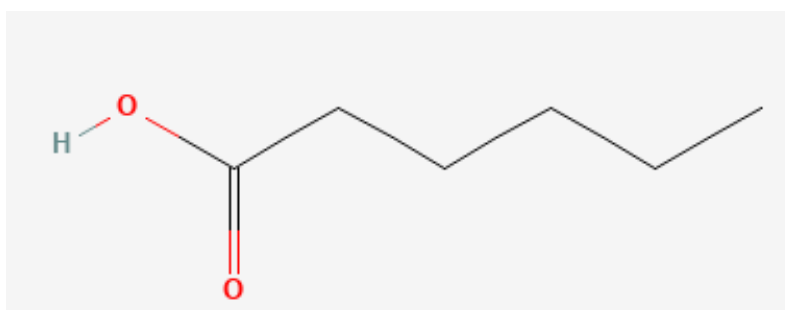
Nakon što je žetva obavljena, sjeme se mora očistiti od primjesa te sušiti na temperaturi između 28 i 40°C. Sjeme s vlagom ispod 9% može se čuvati u vrećama u rinfuzi (Pospišil, 2013).

1.9. Kapronska kiselina

Kapronska, iliti heksanska kiselina, je organska kiselina izvedena iz heksana, a kemijska joj je formula $C_6H_{12}O_2$ (Slika 5). Ova karboksilna kiselina je bezbojna, a pri sobnoj temperaturi je u krutom stanju te slabo topiva u vodi. Ova kiselina prvi put je izolirana iz maslaca 1816., a to je učinio francuski znanstvenik Michel Eugène Chevreu (List, 2023). Kapronska kiselina dobila je ime po latinskom za “jarac” - *caper*.

Kod sjemenja suncokreta koje je osjetljivo na sol, ova kiselina se pokazala kao dobar odgovor na solni stres (Gogna i Bhatla, 2020). Iz toga su Gogna i Bhatla (2020.) zaključili kako je heksanska kiselina, iako pristuna u vrlo malim količinama, moguće uključena u sintezu nekih signalizirajućih molekula potrebnih da ova biljka funkcionira u uvjetima solnog stresa. Isto tako, zanimljivo je da proizvodnja kapronske kiseline korelira s proizvodnjom linolenske kiseline za borbu protiv stresa tijekom biotski stresnih uvjeta.

Aranega-Bou i dr. (2014) govore o utjecaju ove kiseline na biljke koje su pod napadom patogena te kažu kako upotreba kapronske kiseline za predtretman sjemenja pomaže biljci da izazove obrambeni odgovor na patogene. Primjerice, Llorens i dr. (2016, prema Gogna i Bhatla, 2020) govore o učinku predstjetvenog tretmana ovom kiselinom kod rajčice tako što se na listovima rajčice očituje manje nekrotičnih lezija. Isto tako, tretman kapronskom kiselinom na sjeme jagode prije sjetve pomaže u borbi protiv hladnog stresa (Fu i dr, 2011, prema Gogna i Bhatla, 2020).



Slika 5. Formula kapronske kiseline
Izvor: National Center for Biotechnology Information, 2023.

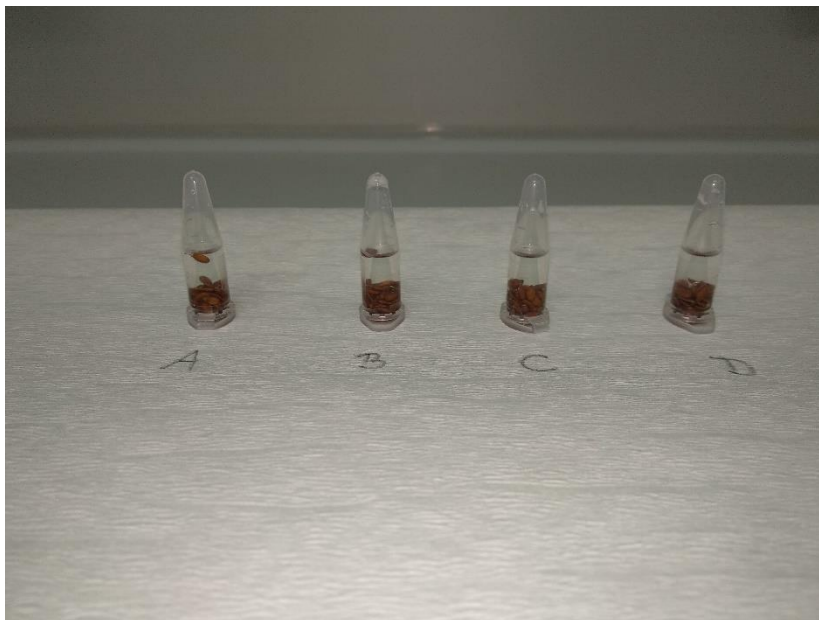
1.10. Predsjetveni tretman sjemena

“Predsjetveni tretmani sjemena pozitivno utječu na svojstva klijavosti ili kvalitetu sjemena i sadnica u stresnim uvjetima” (Vidak i dr, 2021). Ovo je dakako jako bitno jer je upravo u stadiju sjemena biljka najosjetljivija na stresove poput suše, solni stres, itd. Predsjetveni tretman sjemena dakle uobičajeno se koristi kako bi se povećao postotak i stopa klijanja sjemena. Još se 1933., a onda i kasnije u 80-im godinama prošlog stoljeća govorilo o predsjetvenom tretmanu sjemena, tj. senzitivizaciji kako se pojam tada oslovljavao, kao najvažnijim fenomenom u sustavnom imunom odgovoru biljaka. No, tada još nije bilo dovoljno sustavnih istraživanja. Tek se zahvaljujući istraživanjima u 21. stoljeću može sa sigurnošću govoriti o predsjetvenom tretmanu sjemena kao ključnom procesu za sustavni imunitet biljke (Conrath i dr, 2015). Sada se može govoriti i o predsjetvenom tretmanu sjemena kao procesu u stvaranju otpornosti biljke na razne bolesti.

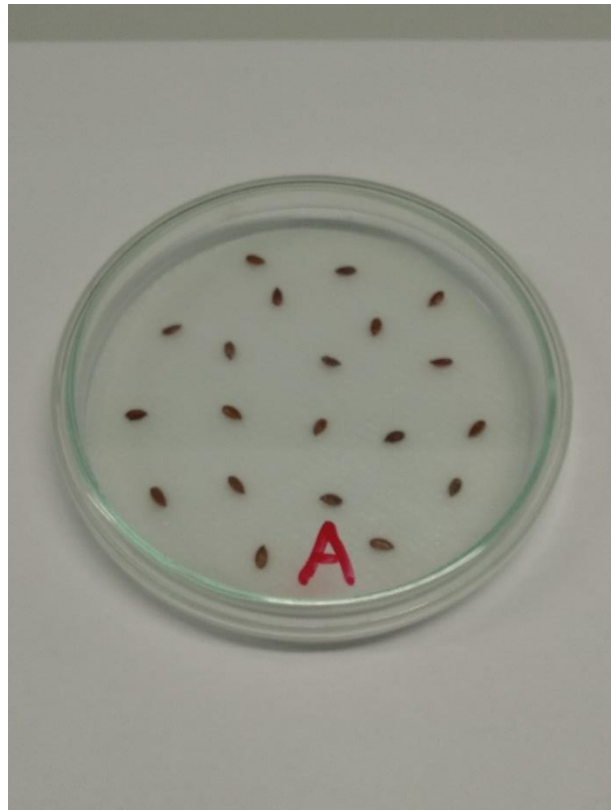
Cilj ovog završnog rada bio je istražiti učinak predtretmana kaprnskom kiselinom na otpornost klijanaca uljanog lana u uvjetima solnog stresa izazvanog natrijevim kloridom.

2. MATERIJAL I METODE

Predsjetveni tretman izvršen je močenjem sjemena uljanog lana (*Linum usitatissimum* L.) proizvođača BIOVERI (Dąbrówka Wielka, Poljska), u 0,5 mM i 1,0 mM otopinama kapronske kiseline (Kap.kis.), proizvođača KEMIKA (Zagreb, Hrvatska), u vremenu od 30 minuta (Slika 6). Nakon predtretmana sjeme je posijano u petrijevim zdjelicama $\varphi=90$ mm na podlozi filter papira navlaženim s 4 mL destilirane vode (kontrola) dok se za izazivanje solnog stresa koristila 100 mM vodena otopina natrijeva klorida (NaCl), proizvođača Kemika (Zagreb, Hrvatska) (Slika 7). Sjeme je zatim naklijavano u klima komori ARALAB FitoClima 600 (Rio de Mouro, Portugal), pri stalnoj temperaturi od 22 °C i 50 % relativne vlažnosti zraka (Slika 8). Klijavost sjemena, masa klijanca te morfološki parametri (dužina korjenčića, stabljičice i ukupna dužina klijanca) izmjereni su nakon 7 dana. Veličina osnovnog uzorka bila je 20 sjemenki po tretmanu, a svaki je tretman izvršen u četiri ponavljanja. Za vaganje klijanaca korištena je analitička vaga KERN ABT 220-4M (Balingen, Njemačka) dok je statistička obrada podataka izvršena u programskom paketu SAS Enterprise Guide 7.1. (2021 SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, SAD).



Slika 6. Predtretman sjemena uljanog lana



Slika 7. Naklijavanje sjemena u petrijeve zdjelice

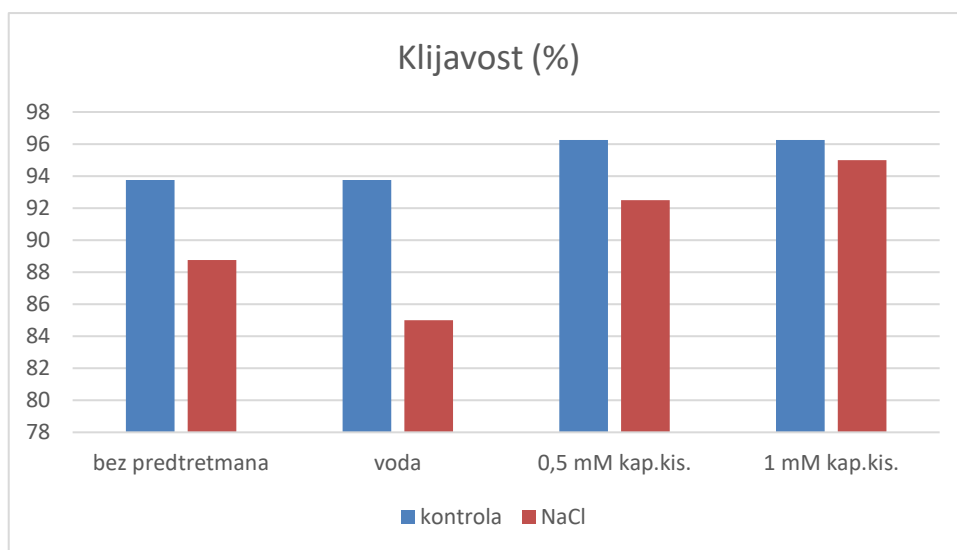


Slika 8. Sjeme uljanog lana po tretmanima u klima komori

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Klijavost sjemena

Rezultati statističke analize varijance (Tablica 2) kazuju nam da su predtretmani kapronske kiseline nisu značajno utjecali na postotak klijavosti sjemena u uvjetima solnog stresa izazvanog 100 mM NaCl. Najviša vrijednost postotka klijavosti sjemena u kontrolnoj skupini utvrđena je kod klijanaca u predtretmanu s 0,5 i 1 mM kaprnskom kiselinom (96,25 %), dok je ta vrijednost kod klijanaca u uvjetima solnog stresa bila u predtretmanu s 1 mM kaprnskom kiselinom (95 %) (Grafikon 1). Također, iz Tablice 2 je vidljivo da su u uvjetima solnog stresa oba predtretmana kaprnskom kiselinom i vodom imali izražen pozitivan učinak na klijavost sjemena u usporedbi s klijancima bez predtretmana, iako ne statistički značajan.



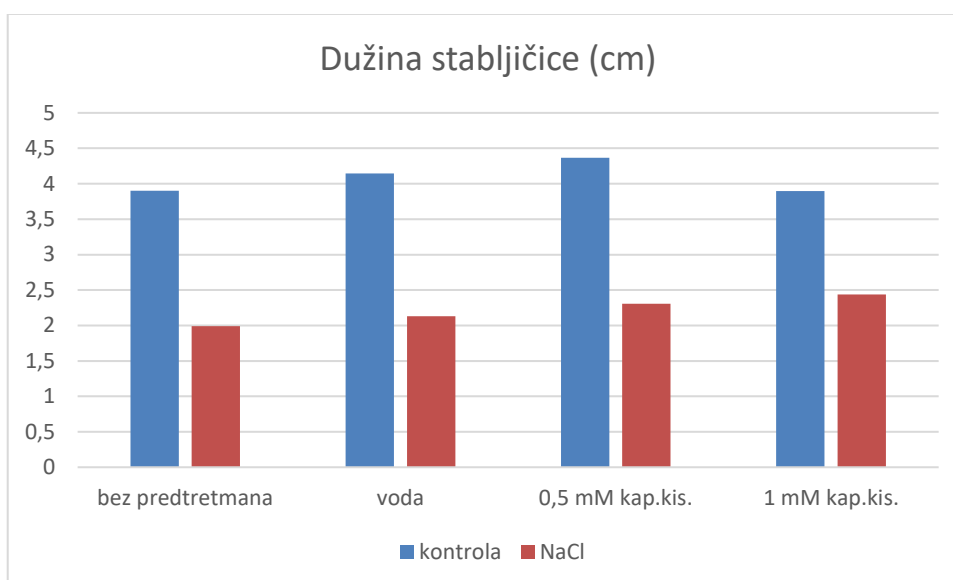
Grafikon 1. Postotak klijavosti sjemena uljanog lana

Tablica 2. Utjecaj predtretmana sjemena uljanog lana vodom, 0,5 i 1 mM kaprnskom kiselinom (kap.kis.) u uvjetima bez stresa (kontrola) te uz solni stres izazvan 100 mM otopinom NaCl na dužinu stabljice, dužinu korjenčića, dužinu klijanca, masu klijanca i klijavost sjemena.

UVJETI	TRETMANI	dužina stabljice (cm)	dužina korjenčića (cm)	dužina klijanca (cm)	masa klijanca (g)	klijavost (%)
BEZ STRESA (KONTROLA)	bez predtretmana	3,90±0,05	4,60±0,50	8,50±0,46	0,039±0,002 AB	93,75±2,5
	voda	4,14±0,43	4,58±0,40	8,72±0,71	0,042±0,002 A	93,75±4,8
	0,5 mM kap.kis.	4,37±0,32	4,78±0,38	9,15±0,32	0,042±0,003 A	96,25±4,8
	1 mM kap.kis.	3,90±0,18	4,46±0,15	8,36±0,23	0,037±0,002 B	96,25±4,8
	F test	2,52	0,48	2,16	4,38	0,44
	P	0,1075	0,7038	0,1462	0,0267	0,7256
SOLNI STRES 100 mM NaCl	bez predtretmana	1,99±0,22	3,22±0,20	5,21±0,25	0,031±0,000	88,75±6,3
	voda	2,13±0,31	3,09±0,17	5,22±0,44	0,030±0,001	85,00±14,1
	0,5 mM kap.kis.	2,31±0,10	3,41±0,34	5,72±0,43	0,031±0,002	92,50±6,5
	1 mM kap.kis.	2,44±0,22	3,34±0,42	5,78±0,56	0,033±0,002	95,00±7,1
	F test	3,06	0,88	2,04	3,45	0,92
	P	0,0694	0,4792	0,1623	0,0515	0,4586

3.2. Dužina stabljice

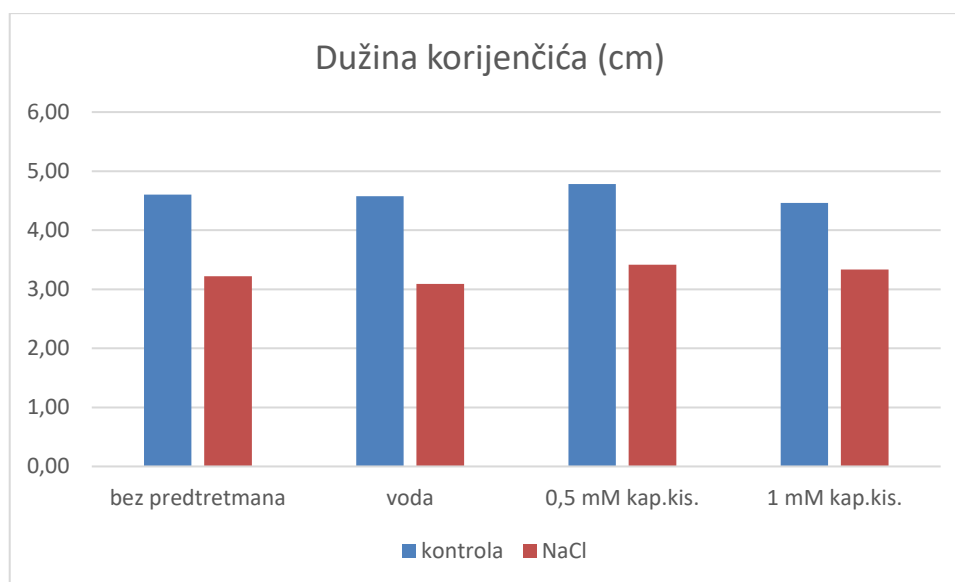
Predtretman klijanaca uljanog lana kaprnskom kiselinom nije imao značajan utjecaj na dužinu stabljice u uvjetima solnog stresa izazvanog 100 mM NaCl. U uvjetima solnog stresa najboljim se pokazao predtretman s 1 mM kaprnskom kiselinom kod kojeg je prosječna dužina stabljice iznosila 2,44 cm. Također, u uvjetima stresa, tretman sjemena nižom koncentracijom kaprnske kiseline imao je bolji utjecaj na dužinu stabljice (2,31 cm) u odnosu na tretman s vodom (2,13 cm) (Grafikon 2). Klijanci uljanog lana predtretirani 0,5 mM kaprnskom kiselinom imali su najviše prosječne vrijednosti dužine stabljice u uvjetima bez solnog stresa (4,37 cm) (Tablica 2).



Grafikon 2. Prosječna dužina stabljice uljanog lana

3.3. Dužina korjenčića

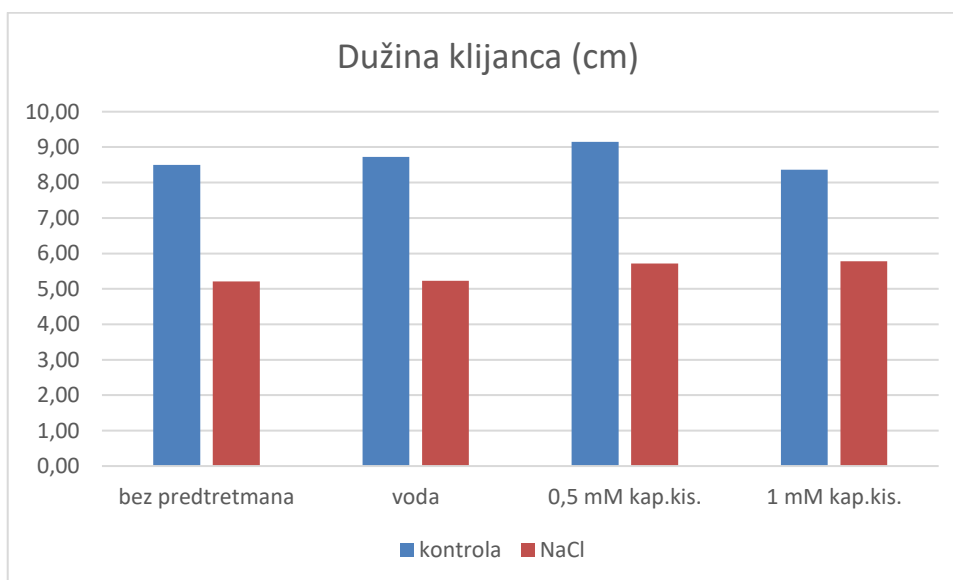
Statističkom analizom (Tablica 2) nije ustanovljen značajni utjecaj predtretmana kaprnskom kiselinom na dužinu korjenčića uljanog lana naklijavanog u kontrolnoj skupini i uvjetima solnog stresa izazvanog 100 mM otopinom NaCl. Uspoređujući ispitivane predtretmane u uvjetima solnog stresa najniže vrijednosti prosječne dužine korjenčića utvrđene su kod klijanaca u predtretmanu s vodom (3,09 cm), dok su najviše vrijednosti izmjerene kod klijanaca predtretiranih 0,5 mM kaprnskom kiselinom (3,41 cm) (Grafikon 3). U kontrolnoj skupini klijaneci predtretirani nižom koncentracijom kaprnske kiseline također su se pokazali najduljima; s najvišim vrijednostima prosječne dužine korjenčića koja je iznosila 4,78 cm.



Grafikon 3. Prosječna dužina korjenčića uljanog lana

3.4. Dužina klijanca

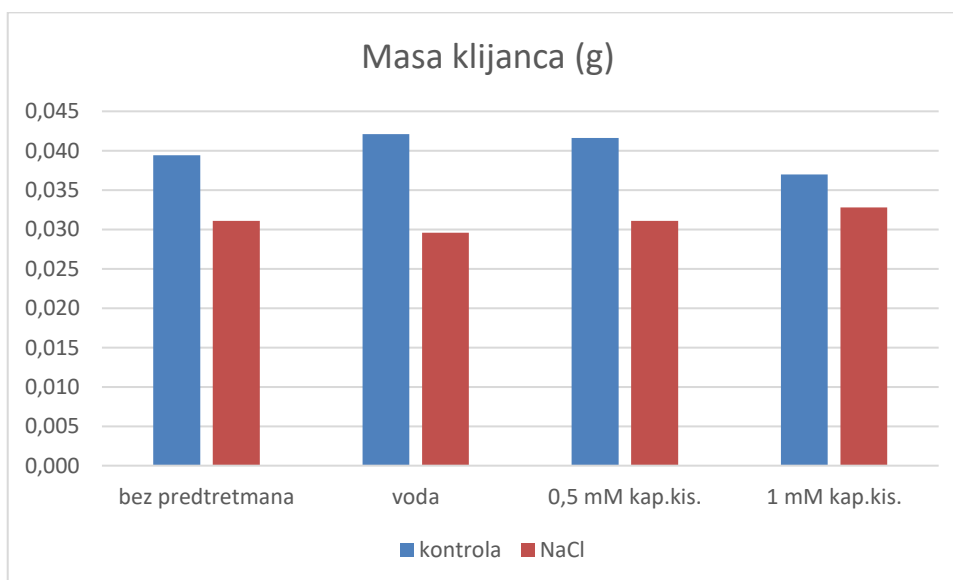
Prema rezultatima statističke analize varijance predtretmani kaprnskom kiselinom nisu značajno utjecali na prosječnu dužinu klijanaca uljanog lana naklijavanih u uvjetima solnog stresa (Tablica 2). Kod klijanaca izloženih solnom stresu izazvanim 100 mM NaCl s najvišom prosječnom vrijednošću dužine klijanaca isticali su se klijanci predtretirani 1 mM kaprnskom kiselinom (5,78 cm), dok su nešto niže vrijednosti izmjerene kod klijanaca u predtretmanu s 0,5 mM kaprnskom kiselinom (5,72 cm) (Grafikon 4). Najviše vrijednosti prosječne dužine klijanaca kod sjemena naklijavanog u uvjetima bez stresa imali su klijanci predtretirani nižom koncentracijom kaprnske kiseline (9,15 cm).



Grafikon 4. Prosječna dužina klijanca uljanog lana

3.5. Masa klijanca

Značajan utjecaj predtretmana sjemena uljanog lana kaprnskom kiselinom utvrđen je u kontrolnoj skupini, u uvjetima bez stresa (Tablica 2). U kontrolnoj skupini najviše vrijednosti prosječne mase klijanaca utvrđene su kod klijanaca predtretiranih vodom i 0,5 mM kaprnskom kiselinom (0,0420 g), a najmanja prosječna masa klijanca utvrđena je kod klijanaca predtretiranih 1 mM kaprnskom kiselinom (0,037 g). Prosječna masa klijanaca bez predtretmana u kontrolnoj skupini nije se značajno razlikovala od prosječne mase predtretiranih klijanaca. Prosječne mase klijanaca uljanog lana uzgajanih u uvjetima solnog stresa izazvanog 100 mM otopinom NaCl nisu se međusobno značajno razlikovale. Najviša prosječna vrijednost mase klijanaca iznosila je 0,033 g, a najniža 0,030 g (Grafikon 5).



Grafikon 5. Prosječna masa klijanca uljanog lana

4. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu utvrđeno je da tretman sjemena uljanog lana kaprnskom kiselinom pokazuje učinak na klijavost sjemena, dužinu stabljice, dužinu korjenčića, dužinu klijanca i masu klijanca izloženih solnom stresu izazvanim 100 mM otopinom NaCl. Predtretman sjemena 0,5 mM kaprnskom kiselinom u uvjetima bez stresa imao je pozitivan učinak na sve ispitivane parametre, dok je u slučaju predtretmana sjemena 1,0 mM otopinom kaprnske kiseline utvrđen negativan učinak, osim na postotak klijavosti sjemena. U slučaju kada je sjeme lana izloženo uvjetima solnog stresa, predtretmani otopinama kaprnske kiseline pokazali su pozitivan učinak na otpornost klijanaca lana.

Prema ovom istraživanju može se zaključiti da bi se ispitivana niža koncentracija kaprnske kiseline mogla koristiti kao metoda predstjetvenog tretmana sjemena uljanog lana za poboljšanje ranog rasta i razvoja klijanaca u uvjetima bez stresa. Primjena više koncentracije kaprnske kiseline kao predtretmana sjemena mogla bi se koristiti u svrhu povećanja otpornosti klijanaca uljanog lana na solni stres.

5. POPIS LITERATURE

1. Aranega-Bou, P. i dr., 2014. Priming of plant resistance by natural compounds. Hexanoic acid as a model. *Frontiers in Plant Science*, Svezak 5.
2. Brandt, W. i dr., 2023. *Flax*.
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44484717> (15.09.2023.)
3. Butorac, J., 2009. *Predivo bilje*. Zagreb: Kugler d.o.o..
4. Canada, G. o., n.d. *The Biology of Linum usitatissimum L. (Flax)*.
<https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/linum-usitatissimum-l-flax-/eng/1330979709525/1330979779866> (14.09.2023.)
5. Conrath, U., Beckers, G., Langenbach, C. & Jaskiewicz, M., 2015. Priming for Enhanced Defense. *Annual Review of Phytopathology*, Svezak 53, pp. 97-119.
6. FAOSTAT, 2023. *FAOSTAT*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (15.09.2023.)
7. Gadžo, D., Đikić, M. & Mijić, A., 2011. *Industrijsko bilje*. Sarajevo: Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu.
8. Gagro, M., 1998. *Ratarstvo obitljeskoga gospodarstva: industrijsko i krmno bilje*. Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo.
9. Gogna, M. & Bhatla, S. C., 2020. Salt-tolerant and -sensitive seedlings exhibit noteworthy differences in lipolytic events in response to salt stress. *Plant Signaling & Behavior*, 15(4).
10. Hudolin, V., 2022. *Šire površine pod novom kulturom - siju sjemenski uljani lan*.
<https://www.agroklub.com/ratarstvo/sire-povrsine-pod-novom-kulturom-siju-sjemenski-uljni-lan/80120/> (15.09.2023.)
11. Kajla, P., Sharma, A. & Sood, D. R., 2015. Flaxseed - a potential functional food source. *J Food Sci Technology*, 52(4), pp. 1857-1871.
12. List, G. R., n.d. *Michel Eugène Chevreul (1786-1889)*.
[https://lipidlibrary.aocs.org/resource-material/the-history-of-lipid-science-and-technology/michel-eugène-chevreul-\(1786-1889\)](https://lipidlibrary.aocs.org/resource-material/the-history-of-lipid-science-and-technology/michel-eugène-chevreul-(1786-1889)) (14.09.2023.)

13. National Center for Biotechnology Information, 2023. *PubChem Compound Summary for CID 8892, Caproic Acid* <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Caproic-Acid> (19.09.2023.)
14. OPG Želježnjak, 2017. https://www.facebook.com/270693619961235/photos/a.271062206591043/470943136602948/?type=3&paipv=0&eav=AfZL48PpXR3qDPHCHqEa_RmlV2vsEY8w4hgVT S8W_EY_OJ7HkZPuyeHSyFB9POKPR0E&_rdr (18.09.2023.)
15. Parikh, M. i dr., 2019. Dietary Flaxseed as a Strategy for Improving Human Health. *Nutrient*, May.11(5).
16. Pospišil, M., 2013. *Ratarstvo - II. dio - Industrijsko bilje*. Čakovec: Zrinski d.d..
17. UCL, 2016. *UCL Petrie Museum's Tarkhan Dress: world's oldest woven garment*. <https://www.ucl.ac.uk/news/2016/feb/ucl-petrie-museums-tarkhan-dress-worlds-oldest-woven-garment> (14.09.2023.)
18. Vidak, M., Duvančić, A., Šatović, Z. & Carović-Stanko, K., 2021. Utjecaj predsjetvenih tretmana na klijanje sjemena nevena (*Calendula officinalis* L.) pri stresnim uvjetima. *Sjemenarstvo*, 32(1), pp 25-38.