

Razvoj klijanaca *Zinnia elegans* L. pri različitim koncentracijama zaslanjenosti

Majer, Dora

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:151:082103>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-25**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dora Majer

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Razvoj klijanaca *Antirrhinum majus L.* pri različitim
koncentracijama zaslanjenosti**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dora Majer

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Razvoj klijanaca *Antirrhinum majus L.* pri različitim
koncentracijama zaslanjenosti**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. dr.sc. Monika Tkalec Kojić, mentor
2. izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković, član
3. Boris Ravnjak, mag.ing.agr.

Osijek, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Hortikultura

Završni rad

Dora Majer

Razvoj klijanaca *Antirrhinum majus L.* pri različitim koncentracijama zaslanjenosti

Sažetak: Za dokazivanje razvoja klijanaca pri različitim koncentracijama zaslanjenosti korišteno je sjeme jednogodišnje cvjetne vrste – *Antirrhinum majus L.* Cilj rada je bio dokazati i prikazati kako određene koncentracije NaCl u supstratu (podlozi) utječu na rast i razvoj klijanaca. Pri izvedbi pokusa korišteno je 18 petrijevih zdjelica, podijeljeno na 6 tretmana i 3 ponavljanja za svaki tretman s ciljem postizanja što točnijih rezultata. Prve 3 zdjelice predstavljaju kontrolu te je podloga bila nezaslanjena odnosno sjemenke su postavljene u destiliranu vodu. U sljedeće tri zdjelice dodana je otopina 20 mM NaCl, zatim 40 mM NaCl, 60mM NaCl, 80 mM NaCl i nakraju 100 mM NaCl. U svaku zdjelicu postavljeno je 50 sjemenki navedene cvjetne vrste. Rezultati pokusa za svaki tretman unešeni su u excel tablicu uz pomoć kojih je izračunata statistika te ista prikazana u grafikonima. Iz grafikona zaključujemo kako povećane koncentracije NaCl u supstratu ili podlogama za uzgoj inhibiraju klijanje te je rast i razvoj klijanaca otežan i usporen. Isto je potvrđeno i drugim znanstvenim istraživanjima.

Ključne riječi: *Antirrhinum majus L.*, jednogodišnja cvjetna vrsta, Zečić – zijevalica, salinitet, NaCl, utjecaj saliniteta na klijanje sjemenki, klijanje

25 stranica, 1 tablica, 8 grafikona, 12 slika, 28 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

Bsc Thesis

Dora Majer

Seedling growth of *Antirrhinum majus L.* at different salinity concentrations

Summary: For the purpose of studying different salinity levels and NaCl concentrations effects, author of this experiment used *Antirrhinum majus L.* seeds. Main goal of the experiment was examination and conclusion of different NaCl concentrations embedded in substrate affected growth of the *Antirrhinum* seedlings. 18 petri dishes divided into 6 treatments and with 3 repetitions for each treatment were used while performing the experiment with the intent of acquiring as precise results as possible. First three dishes are NaCl neutral, meaning they only contain distilled water without salt. 20 mM NaCl was added into the next 3 dishes, following with 40 mM NaCl into the next 3, 60 mM NaCl into the next 3, 80 mM NaCl into the next 3 and finally 100 mM NaCl into the last 3 dishes. 50 seeds of the above mentioned species were gently put into each dish. Results were added into an excel table after the experiment was finished. Author used this data to create statistics from which charts were derived. These charts show best how increased NaCl concentrations in the substrate inhibit germination, while also increase germination time seedlings need and making it harder for them to grow (properly). Other scientific experiments share the same conclusion.

Key words: *Antirrhinum majus L.*, annual plant, *Snapdragon*, salinity, NaCl, germination,

25 pages, 1 table, 8 charts, 12 pictures, 28 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical sciences in Osijek.

SADRŽAJ

1.	Uvod.....	1
1.1.	Porodica <i>Plantaginaceae</i>	2
1.1.1.	<i>Antirrhinum majus</i> L.....	2
1.1.2.	Etimologija.....	3
1.1.3.	Uzgoj.....	3
1.2.	Salinitet.....	4
1.2.1.	Vrste i oblici saliniteta s obzirom na prisutnost i utjecaj podzemnih voda i karakteristike tla.....	4
1.2.1.1.	Salinitet povezan sa podzemnim vodama.....	4
1.2.1.2.	Salinitet nepovezan sa podzemnim vodama, privremeni salinitet..	5
1.2.1.3.	Navodnjavanjem induciran salinitet.....	6
1.2.2.	Procjena, mjerenje saliniteta.....	6
1.2.3.	Utjecaj saliniteta na biljke.....	7
2.	Materijal i metode.....	8
3.	Rezultati i rasprava.....	14
4.	Zaključak.....	22
5.	Popis literature.....	23

1. UVOD

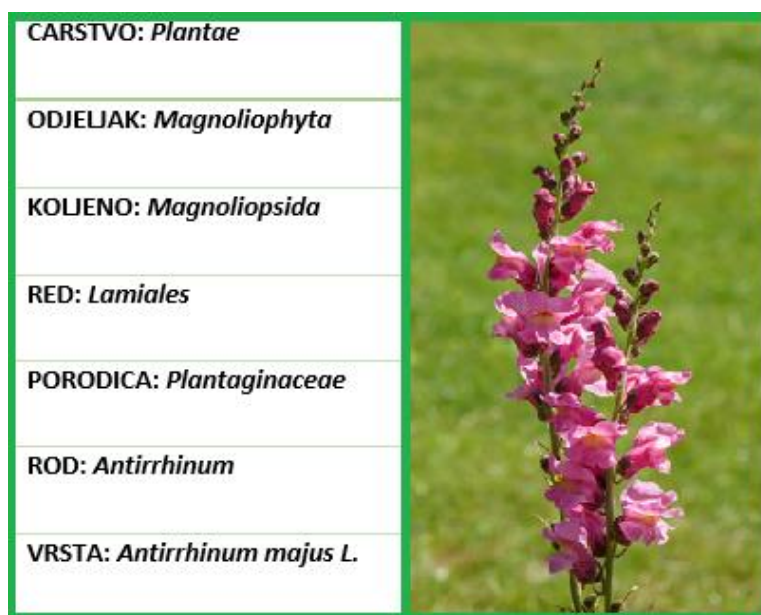
Jednogodišnje cvjetne vrste su monocikličke biljke (grč. *monos* – jedan, *cyclus* – tijek godine) koje traju jedan vegetacijski period unutar kojeg prolaze sve faze rasta i razvoja. Botanički ih nazivamo anuele (*annuelle*, lat. *Annus* – godina). Propadaju nakon cvatnje i dozrijevanja sjemena. Uzgajaju se u rano proljeće iz sjemena, u istoj godini stvaraju korijen i nadzemni dio koji sadrži izboje s listovima, cvjetove i plodove. U kasnu jesen nakon sazrijevanja plodova i sjemenki propadaju. Cvatnja se odvija tijekom ljeta zbog čega ih nazivamo i ljetno cvijeće ili ljetnice (Gligić, 1953.). Cvatnju od svibnja do studenog pa se zato sade u cvjetne posude koje krasi prozore i balkone ili vrtove. Mnoge vrste krasi interijere kao rezani cvijet u vazama. Ističu se jarkim bojama, mirisom te su vizualno lako prepoznatljive. Većina jednogodišnjica potječe iz Sredozemlja, južne Afrike, Australije i različitih dijelova Sjeverne i Južne Amerike. Osim na otvorenim površinama, cvijeće se proizvodi i u zaštićenom prostoru. Na taj je način omogućeno da se pojedine faze ili čitav razvoj odvija u umjetno stvorenoj mikroklimi i hladnijem dijelu vegetacijske sezone. Na taj način omogućava se opskrba tržišta cvijećem koje inače ne uspijeva u to doba. Staklenici su, uz moderne plastenike, najsavršeniji oblik zaštićenog prostora u kojem se mogu osigurati i regulirati svi vegetacijski činitelji u optimalnim granicama i postići najpovoljniji rezultati u proizvodnji. Degradacija tla moguća je i u staklenicima i plastenicima te se definira kao proces koji dovodi do smanjenja njegove plodnosti ili proizvodne sposobnosti. Jedan od bitnih procesa degradacije tla je zaslanjivanje tla (npr. korištenjem vode loše kakvoće za navodnjavanje, tla mogu biti zaslanjena, osobito u plastenicima i staklenicima). Velik sadržaj soli u tlu rezultira nerazvijanjem biljaka. Sjeme će slabo klijati, biljke će sporo rasti ili će biti zakržljale (nepravilne). U nastavku rada praktičnim pokusom dokazan je utjecaj soli na razvoj i klijanje jednogodišnje cvjetne vrste.

1.1. Porodica *Plantaginaceae*

Porodica trpučevke, lat. *Plantaginaceae* nekada je spadala u red *Scrophulariales*, a reorganizacijom je postala dio reda *Lamiales*. Radi se o porodici jednogodišnjih ili trajnih zeljastih biljaka koje imaju nerazdijeljene listove u prizemnoj rozeti i pravilne dvospolne cvjetove, a također se rabi i naziv trpuci. Ovoj porodici pripada 110 rodova, među kojima i u radu istraživana *Antirrhinum*.

1.1.1 *Antirrhinum majus* L.

Zijevalica ili zečić, lat. *Antirrhinum majus* L. uzgaja se kao jednogodišnja cvjetna vrsta, no ovisno o podneblju često prezimljava i ponaša se kao trajnica (u područjima u kojima zimi temperatura nije niža od -6°C). Rasprostranjena je na području Južne Europe, sjeverozapada Afrike i zapadnoj Aziji. Osim u vrtovima ili kao rezani cvijet možemo ju pronaći i u njezinom prirodnom staništu, naročito uzduž naše obale u pukotinama stijena. Zijevalica ili zečić, lat. *Antirrhinum majus* L. zeljasta je biljka čija uspravna i razgranata stabljika naraste do 0,5 - 1 m visine, rijetko do 2 m. Listovi su nasuprotni, široko lancetasti, kopljastog oblika, od 1 - 7 cm dugi i 2 - 2,5 cm široki. Cvjetovi se nalaze na visokoj stabljici. Skupljeni su u klasove uzduž vrha stabljike. Svaki je cvijet dug 3,5 - 4,5 cm. Mogu biti bijele, crvene, ružičaste, narančaste ili žute boje, a u nekih sorti su i višebojni. Divlje biljke imaju ružičasto do ljubičasto cvijeće, često žute usne. Cvate od lipnja do listopada. Plod je u obliku tobolca (kapsula) koja sadrži u sebi brojne male sjemenke.



Slika 1: original, autor Dora Majer. Identifikacijska kartica.

1.1.2 Etimologija

Latinski naziv roda *Antirrhinum* potječe od grčkih riječi *anti* (protiv, umjesto, ovdje u smislu sličnosti) i *rhis* (nos), zbog čahure koja se u dozrijelom stanju uspoređuje s licem majmuna. Ime vrste *majus* komparativ je pridjeva *magnus* (velik) za srednji rod. Na engleskom jeziku poznatija je po nazivu „*snapdragon*“ (Gligić, 1953.).

1.1.3 Uzgoj

Raste na izravnom suncu, laganom i dobro dreniranom tlu. Sije se u rano proljeće (ožujak) u zaštićenom prostoru te se u vrt presađuje u svibnju. Za kasniju cvatnju može se u lipnju izravno posijati na vrtnu gredicu. Pesađuje se na razmak od 20 - 30 cm. Kada biljka naraste do 10 cm, ukloni se vrh s ciljem poticanja rasta bočnih izboja te biljka poprima grmolik izgled. Cvjeta već prve godine. Iz cvjetova se razvijaju plodovi tobolci, puni sitnih crnih sjemenki. Uspješno se sama zasijava pri čemu se križa. Osim sjemenom razmnožava se i drvenastim reznicama. Uzimaju se početkom jeseni ili u proljeće te ukorjenjuju u propusnom supstratu. Za klijanje im je nužno svjetlo, pa ih pri sjetvi ne treba prekrivati zemljom, potrebno ih je samo malo pritisnuti. Redovnim uklanjanjem ocvalih cvjetova postizemo dugotrajniju cvatnju. Ostavljanjem pokojeg tobolca da dozre, sjemenke će padati na tlo te će na tom mjestu niknuti mnogo mladih biljaka koje mogu poslužiti kao presadnice. Otporna je na sušu, no mlade biljke, naročito one posijane u posude potrebno je redovno zalijevati. Gnojidba je moguća u vrijeme cvatnje no nije nužna. Najbolje uspijevaju na gredicama koje sunce obasjava cijeli dan, u sjeni slabije cvatu. Listovi koji budu dugo prekriveni sitnim kapljicama vode stradavaju od sive plijesni i hrđe koje se na lišću manifestiraju u obliku narančastih pjega koje nakon nekog vremena posmeđe. Te su bolesti jedan od glavnih razloga zašto se zijevalica uzgaja kao jednogodišnja biljka jer lišće koje je stalno vlažno može jako stradati. Tlo za uzgoj zijevalice najpogodnija je mješavina ilovače, pijeska, zrelog komposta i treseta – mora biti stalno umjereno vlažno, jer se za suše ubrzano razvijaju sjemenke (Gligić, 1953.).

1.2 Salinitet

Salinitet tla se očituje u prirodnim ili ljudskom rukom potaknutim procesima čiji je rezultat akumulacija topljivih soli u slojeve tla. Kad govorimo o salinitetu tla, mislimo na koncentraciju i sastav topljivih soli. Ioni koji se razlažu u vodi imaju direktan utjecaj na rast usjeva, a kationi koji su upijeni u čestice tla mogu dugoročno utjecati na strukturu tla i imaju neizravan utjecaj na kvalitetu usjeva. FAO izvještajem iz 2000. godine procijenjeno je da na svijetu postoji 831 mil. hektara tala koja u sebi imaju soli i natrija (Martinez - Beltran i Manzur, 2005.). Salinitet tla ima implikacije na produktivnost poljoprivrede, zdravlje okoliša i ekonomsku dobrobit. Sve vrste tla, bez obzira na morfološku, fizičku, kemijsku i biološku različitost mogu biti pod utjecajem saliniteta. Soli akumulirane u tlu mogu biti uzrok porasta saliniteta podzemnih voda, budući da se (soli) olakšano kreću uz pomoć navodnjavanja, duboke drenaže i sl.

1.2.1 Vrste i oblici saliniteta s obzirom na prisutnost i utjecaj podzemnih voda i karakteristike tla

1.2.1.1 Salinitet povezan sa podzemnim vodama

U zapuštenijim dijelovima krajolika, podzemne vode izviru na površinu tla donoseći u svom sastavu razložene soli. Zbog isparavanja, voda i soli se mogu lagano kretati vertikalno prema gore. Kad je voda dovoljno blizu površine, maksimalna količina soli se taloži u slojevima zemlje koji su najbliže površini. Akumulacija soli je najpotentnija kada je razina podzemne vode 1.5 m ili manje ispod površine tla. Tad je kapilarni uspon vode vrlo bitan faktor, jer dolazi do taloženja soli u površinskim slojevima tla (Talsma, 1963.). Međutim, ova granica (razine vode) varira ovisno o hidrauličkim svojstvima tla i klimatskim uvjetima područja. Jedan od oblika degradacije tla je erozija nastala kao posljedica saliniteta tla koji je povezan sa podzemnim vodama. Općenito je voda bliže površini kada postoje nepravilnosti u tlu, npr. nagibi, pukotine i sl. te na ravnim površinama kada je tlo na određenoj nadmorskoj visini. Prema Rengasamyu, salinitet podzemnih voda je bio iznad prosječno visok u uvjetima autohtone vegetacije, gdje slana podzemna voda kroz propustljivije slojeve tla omogućuje taloženje soli u dubokim slojevima tla. Zanimljivo je da su podzemne vode sa povišenim salinitetom također iznadprosječno dobro provodile struju (15-150 ds/m). Kada je razina vode bila 4 m ili dublje ispod površine, tada slana podzemna voda nije imala nikakav utjecaj na autohtonu vegetaciju na površini. Sa razvojem poljoprivrede i utjecajem čovjeka, razina podzemne vode se mijenjala. U nižim predjelima voda koja sadrži razložene soli prodire na površinu kroz gornje slojeve tla, što rezultira podizanjem razine podzemnih voda. Promjena

razine podzemnih voda i razvoj poljoprivrede su zato imali slijedeći utjecaj na salinizaciju tla - uvođenje i primjena usjeva i pašnjaka dovela je do slabljenja efekta isparavanja kišnice u usporedbi sa isparavanjem u uvjetima autohtone vegetacije, što posljedično vodi do podizanja razine podzemnih voda, jer tlo tada ima manju potrebu za vodom. Kako slana podzemna voda dolazi bliže površini tla, površinski slojevi tla (1 metar) su iznimno slani i natopljeni vodom. Navedeno se može u velikom postotku pripisati efektu kapilarnog uspona slane vode (Rengasamy, 2016.).

1.2.1.2 Salinitet nepovezan sa podzemnim vodama, privremeni salinitet

Na prostorima gdje je razina vode duboko ispod površine (dublje od 10 m), sol se nakuplja u slojevima tla tisućama godina, uz pomoć mnogo faktora, uključujući vjetar i kišu. U uvjetima neplodnosti, kišnica dosad nije bila dovoljna da bi se sva sol akumulirana na dubini korijenja autohtone vegetacije probila dublje do podzemnih voda. Slojevi gline u dubljim slojevima otežavaju kretanju vode i soli kroz tlo. Kao rezultat toga nastaje grumenje soli nakupljeno na približno 4 -10 m dubine. Takve nakupine soli su prvi put uočene u Australiji (Holmes, 1960.) i nedavno potvrđene od strane geofizičkih eksperimenata, koji primjenjuju morderne tehnike kao što su zračni elektromagnetski valovi (Lawrie, 2005). Tla u čijem sastavu prevladavaju natrijeve soli imaju visok stupanj disperzije. Natrijem zasićeni dublji slojevi su veoma gusti i otežavaju ili čak sprječavaju protok vode i ograničavaju infiltraciju soli, proces koji vodi do akumulacije soli u područje tla gdje se nalazi korijenje u količinama koje su nužne za rast biljaka. Privremeni salinitet varira sa dubinom, a koncentracija i utjecaj ovog tipa saliniteta na rast biljaka se mijenja u skladu s godišnjim dobima i količinom padalina. No slane podzemne vode ni na koji način ne utječu na ovaj oblik saliniteta. Problem koji salinitet nepovezan za podzemnim vodama implicira je da se ne može ograničiti na određeno područje - oko 5.8×10^6 km² tla širom svijeta su zasićena natrijem sa disperznim slojevima, zbog čega su potencijalno pogodna za salinizaciju (Bui, 1998.). Akumulacija soli, osim što povećava osmotski potencijal slane vode, također može privući visoke koncentracije bora i mikroelemenata kao što su aluminij, željezo i mangan, koji su otrovni za biljke. Kao rezultat klimatskih promjena predviđenih u budućnosti se salinitet koji nije potpomognut podzemnim vodama može znatno povećati u regijama gdje je manje padalina, a temperature su više. Tad je prodiranje soli kroz čestice tla smanjeno, a koncentracija soli pojačana zbog jačeg isparavanja. U regijama gdje ima više padalina, salinitet tla na koji utječu podzemne vode će također biti u porastu.

1.2.1.3 Navodnjavanjem induciran salinitet

Poljoprivredna proizvodnja širom svijeta je u prošlom stoljeću zabilježila izniman porast upravo zbog navodnjavanja. Međutim, salinitet tla koji nastaje kao posljedica navodnjavanja postaje rastući problem u poljoprivredno razvijenijim regijama. FAO izvještaj iz 1991. navodi da je oko 20-30 mil. hektara zemlje koju se navodnjavalo zabilježilo visok utjecaj saliniteta tla na kvalitetu usjeva, dok je još 80 mil. hektara zabilježilo slabije posljedice. Soli koje se pojavljuju u vodi za navodnjavanje se akumuliraju u zoni korijena biljaka, a razlog tomu je nedostatak prostora za prolazak soli kroz čestice tla skupa s vodom, odnosno tlo je gusto pa voda prolazi, a sol ostaje. Slana voda za navodnjavanje, niska hidraulična provodljivost slojeva tla (osobito kod glinastog i visoko disperznog tla) i povoljni uvjeti za isparavanje – svi ovi faktori su akceleratori salinizacije. Ljudski pokušaji da se slane podzemne vode potisnu s ciljem smanjenja razine vode u tlu, a zatim njeno ponovno korištenje za navodnjavanje su imali za posljedicu salinizaciju slojeva tla u regijama gdje se primjenjuje navodnjavanje (npr. Australija) (Rengasamy i Olsson, 1993.). Suvremena praksa korištenja industrijskih otpadnih voda i rekilirane vode u svrhu navodnjavanja također uzrokuje i potiče salinizaciju i strukturni raspad tla (Umali, 1993.).

1.2.2 Procjena, mjerenje saliniteta

Utjecaj saliniteta na biljke ovisi o topljivosti soli – što je izraženije svojstvo topljivosti, više je razloženih iona i bolja je električna provodljivost slane vode. Prema tome, mjerenjem intenziteta provodljivosti struje slane vode moguće je izmjeriti salinitet tla. Zbog toga što je sol u površinskim slojevima tla na različitim područjima nejednako raspoređena, ova metoda procjene saliniteta je veoma skupa i iziskuje mnogo vremena. Najčešće se koristi metoda elektromagnetske indukcije u kombinaciji sa uzimanjem uzoraka tla za efektivne i precizne rezultate mapiranja slanih tala (Doolittle i Brevik, 2014.). Jedinica za mjerenje provodljivosti struje je dS/m, što je isto kao i mS/cm ili mmho/cm. Provodljivost struje koja ima vrijednost 1 ds/m je ekvivalentna 640 mg/L razloženih soli u vodi. 1 dS/m je također ekvivalentno 10 mmol/L kationa ili aniona u slanim vodenim otopinama (varira ovisno o kationskom i anionskom sastavu soli) (Rengasamy, 2016.).

1.2.3 Utjecaj saliniteta na biljke

Efekt osmoze saliniteta je posljedica nakupljenih soli u tlu koje utječu na smanjenje osmotskog potencijala slane vode i prema tome negativno utječe na sposobnost biljke da učinkovito povuče vodu iz tla, što ima za posljedicu smanjenje stope rasta biljke, odnosno biljka raste sporije. Efekti saliniteta su najuočljiviji kad velike količine soli sadržane u vodi uđu u biljku, uzrokujući oštećenja listova i još veći pad stope rasta biljke (Greenway, Munns, 1980.). Ove posljedice se mogu događati odvojeno ili istovremeno u raznim stadijima razvoja biljke. Različite biljke imaju različite stupnjeve tolerancije na sol. Ista se mjeri usporedbom proizvedene biomase slanog tla nasuprot proizvedene biomase neslanog tla. Postoje izvještaji koji navode postojanje biljnih vrsta otpornih na sol, no podaci često vrijede samo za jednu biljku, vrstu ili ograničen broj kultivara na nekom području, zbog čega nisu nužno predstavnici tolerantne biljne vrste (Shabala, 2013.). Zagovornici tolerancije biljaka na sol uglavnom svoje argumente uzimaju iz istraživanja o provodljivosti struje podzemnih voda, ali u različitim uvjetima se sastav slane vode mijenja ovisno o sezonskim klimatskim uvjetima, a koncentracija soli koju biljke upiju također varira. Ostali faktori također imaju utjecaja na toleranciju biljaka na sol: prisutnost toksičnih iona npr. borati, kemijske posljedice natapanja tla vodom i tekstura tla. Podaci o toleranciji biljaka na soli mogu biti korisni u proučavanju varijacije raznih biljnih vrsta u odnosu na zaslanjenost tla.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno 2020. godine u Laboratoriju za povrćarstvo i cvjećarstvo na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. U laboratorijskom istraživanju pri izvedbi pokusa – ispitivanje klijavosti jednogodišnje cvjetne vrste *Antirrhinum majus* L. pri različitim koncentracijama zaslanjenosti. Sjemenke zijevalice (zečića) korištene u ovom pokusu tj. istraživanju komercijalnog su proizvođača i kupljene su u specijaliziranoj trgovini.

Zečić – Green Garden

Proizvođač/izvoznik:

FRANCHI SEMENTI S.P.A. – ITALY (Italija)



Slika 2: original, autor Dora Majer. Slika prikazuje prednju i stražnju stranu pakiranja sjemenki.

Za provedbu pokusa, bio je potreban sljedeći materijal:

- Filter papir
- Petrijeve zdjelice (18 komada)
- Škare
- Flomaster
- Destilirana voda
- 20 mM NaCl, 40 mM NaCl, 60 mM NaCl, 80 mM NaCl, 100 mM NaCl u vodenoj otopini od 1L
- Ravnalo
- Pinceta

- Sjeme *Antirrhinum majus L* – zijevalice, zečiča
- Klima komora
- Pipeta
- Laboratorijska vaga
- Plastične vrećice

Metode rada: Ispitivanje klijavosti sjemena *Antirrhinum majus L*. u petrijevim zdjelicama pri različitim tretmanima zaslanjenosti podloge, 6 tretmana, 3 ponavljanja

Za provedbu pokusa pripremljeno je ukupno 18 petrijevih zdjelica (Slika 4). Prije postavljanja filter papira u zdjelice, na velikom filter papiru flomasterom je ocrtan oblik zdjelice, zatim izrezan škarama i nakon toga postavljen u zdjelice na način da su veličina i oblik papira prilagođeni zdjelici (Slika 3).



Slika 3. Postavljanje filter papira u zdjelice, original autor Dora Majer



Slika 4. 18 Petrijevih zdjelica, original autor Dora Majer

Petrijeve zdjelice su zatim podijeljene na 6 tretmana po 3 ponavljanja za svaki tretman. Prve 3 zdjelice predstavljaju kontrolu i označene su oznakama K1, K2 i K3, nakon čega je pipetom dodavana destilirana voda. Sljedeće tri zdjelice nose oznaku 20 mM NaCl (1,2,3), 40 mM NaCl (1,2,3), 60 mM NaCl (1,2,3), 80 mM NaCl (1,2,3) i na kraju 100 mM NaCl (1,2,3). Pipetom je dodavana određena količina otopine na filter papir (Slika 5). Prije svakog ponavljanja pipeta je ispirana destiliranom vodom, kako bi rezultati bili što precizniji. Nakon dodavanja otopine NaCl u različitim koncentracijama (mM NaCl) petrijeve zdjelice su zatvorene kako tekućina ne bi ishlapila.



Slika 5. Dodavanje pipetom otopinu na filter papir, original autor Dora Majer

U svaku petrijevu zdjelicu postavljeno je 50 sjemenki *Antirrhinum majus L.* – zečića. (Slika 6) Nakon postavljanja sjemenki na filter papir tretmani su odvojeno spremljeni u vrećice zatim u klima komoru na $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ na 8 dana (Slika 8).



Slika 6. Veličina i oblik sjemenki odabrane cvjetne vrste na bijelom A4 papiru, original autor Dora Majer

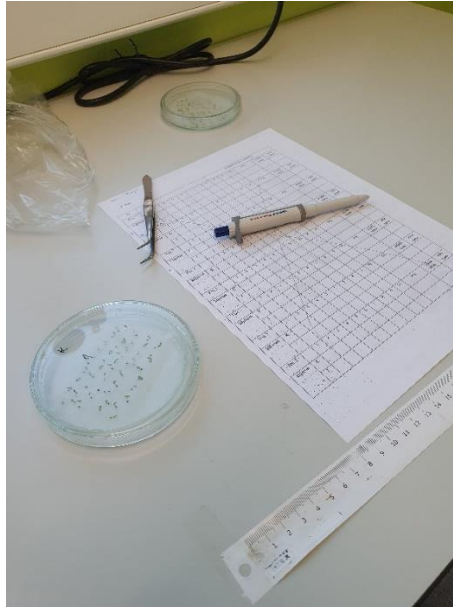


Slika 7. Način postavljanja sjemenki na filter papir u zdjelice, original autor Dora Majer

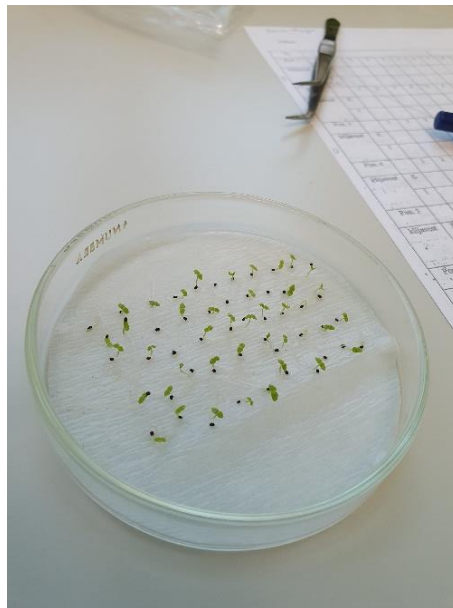
Nakon 8 dana mirovanja u klima komori, pokus je završen. Petrijeve zdjelice sa prokljalim sjemenkama vade se iz klima komore te slijedi provjera za svaki tretman posebno. Svih 18 petrijevih zdjelica detaljno je proučeno, nakon čega slijedi mjerenje za svaki tretman i svako ponavljanje – dužina hipokotila, dužina korijena izraženo u cm uz pomoć ravnala (za mjerenje odabrano je 20 klijanaca koji predstavljaju prosjek svih prokljalih sjemenki). Zatim je izvagana njihova svježa i suha masa (nakon što se klijanaci osuše) (Slika 11). Osim vaganja i mjerenja bilježeno je i koliko je od ukupno 50 sjemenki prokljalo, a koliko su od prokljalih pravilni odnosno nepravilni klijanaci (Slika 9).



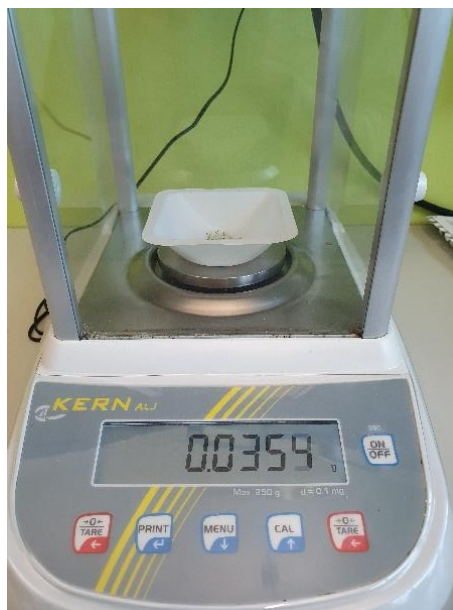
Slika 8. Zdjelice sa sjemenkama spremljene u klima komoru, original autor Dora Majer



Slika 9. Pribor potreban za mjerenje i pregled klijanaca, original autor Dora Majer



Slika 10. Zdjelica sa 50 klijanaca od kojih je 20 odabrano za eksperiment, original autor Dora Majer



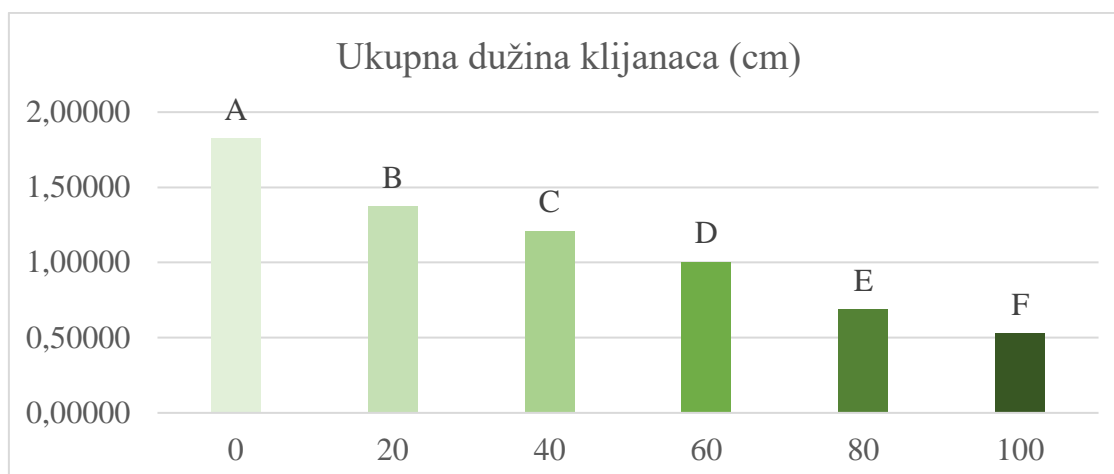
Slika 11. Precizna laboratorijska vaga koja se koristila za vaganje svježe i suhe mase klijanaca, original autor Dora Majer

Dobivene informacije unesene su u excel tablicu. Ukupna dužina je dobivena zbrajanjem dužine hipokotila i dužine korijena na odabranih 20 klijanaca koji su mjereni. Suha i svježa masa su unesene u tablicu kao i broj pravilnih klijanaca, nepravilnih klijanaca i neprokljanih sjemenki od ukupno 50 sjemenki iz petrijeve zdjelice. Nakon unesenih podataka izračunata je klijavost izražena u %. Podaci u excel tablici su potrebni za prikaz opće statistike u obliku grafikona.

Cilj istraživanja bio je ispitati klijavosti jednogodišnje cvjetne vrste *Antirrhinum majus L.* pri različitim koncentracijama zaslanjenosti.

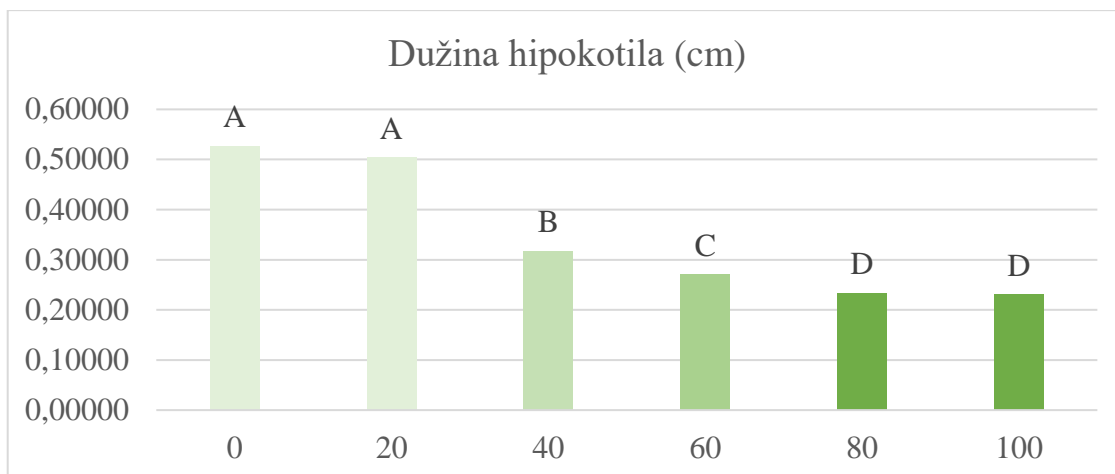
Za mjerenje odabrano je 20 klijanaca koji naočigled predstavljaju prosjek svih prokljalih sjemenki.

3. REZULTATI I RASPRAVA



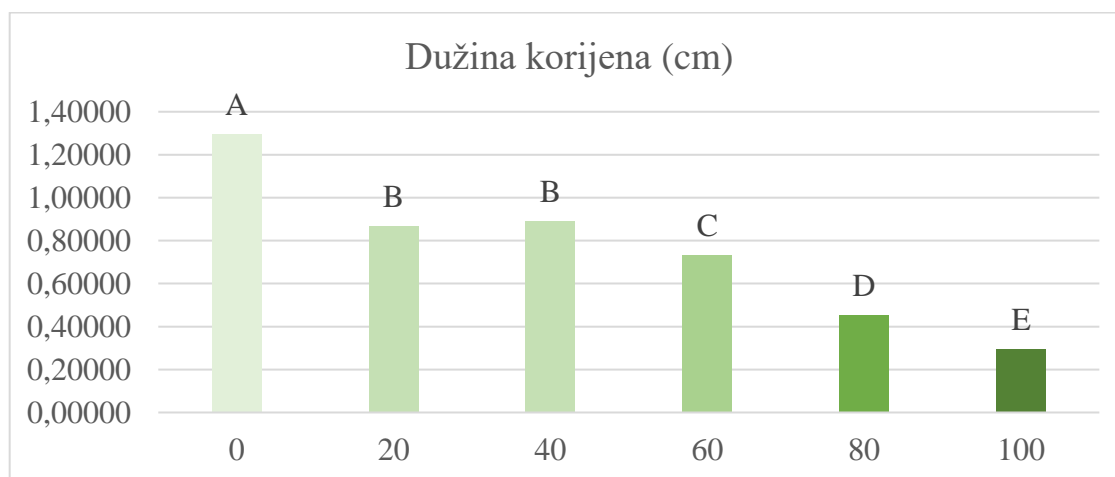
Grafikon 1. Ukupna dužina klijanaca

Statističkom obradom je utvrđena najveća ukupna prosječna dužina kod klijanaca koji su pripadali kontroli. Vrijednosti ukupne prosječne dužine spomenutih klijanaca se značajno razlikuju među svim tretmanima. Značajno niže ukupne prosječne vrijednosti dužine klijanaca su zabilježene pri tretmanima 60, 80 i 100 mM u odnosu na kontrolu, gdje je zabilježena smanjena ukupna prosječna dužina klijanaca povećanjem koncentracije soli. Na x osi grafikona prikazane su različite koncentracije NaCl u vodenoj otopini od 1L (mM), dok su na y osi prikazane prosječne vrijednosti dužine klijanaca dobivene kroz tri ponavljanja za svaki tretman. Grafikon 1 pokazuje obrnuto proporcionalni odnos koncentracije NaCl u vodenoj otopini na razvoj klijanaca u kontroliranim uvjetima. Zajednički nazivnik svih istraživanja koja se dotiču ove teme je sljedeće: jedan od inicijalnih efekata saliniteta na biljke je smanjenje u stopi rasta biljke. Iz grafikona je vidljivo da klijanci tretirani sa destiliranom vodom u koju nije dodavan NaCl (uzgajani na podlozi koja nije tretirana zaslanjenom otopinom) je puno veća od ukupne dužine klijanaca (dužina hipokotila + dužina korijena) koji su uzgajani na podlozi koja je tretirana sa otopinom 20 mM NaCl, dok razlika ukupne dužine klijanaca tretiranih sa otopinom 20 mM NaCl i 40 mM NaCl te 60 i 80 mM pokazuju značajno manja odstupanja u dužini. Iz priloženog grafikona možemo zaključiti da zaslanjenost otopine odnosno podloge ima negativan utjecaj na rast i razvoj klijanaca. Što je zaslanjenost tla veća, stopa rasta i razvoja opada.



Grafikon 2. Dužina hipokotila

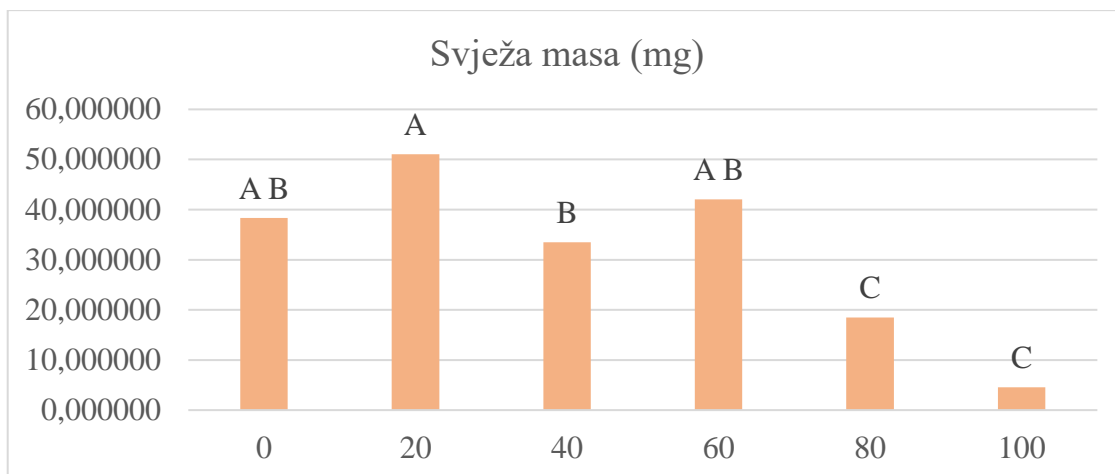
Najveća prosječna dužina hipokotila je utvrđena statističkom obradom kod klijanaca koji pripadaju kontroli. Vrijednosti prosječne dužine hipokotila se ne razlikuju značajno pri tretmanima od 0 i 20 mM NaCl. U odnosu na kontrolu, statistika bilježi nadalje značajan pad prosječne dužine hipokotila sa povećanjem koncentracije soli pri tretmanima 40, 60, 80 i 100 mM NaCl. Najveća je razlika u dužini zabilježena pri tretmanu 40 mM u odnosu na 0 (kontrola) i 20 mM NaCl, dok se statističke vrijednosti prosječnih dužina hipokotila međusobno značajno razlikuju, osim kod tretmana 80 i 100 (Grafikon 2).



Grafikon 3. Dužina korijena

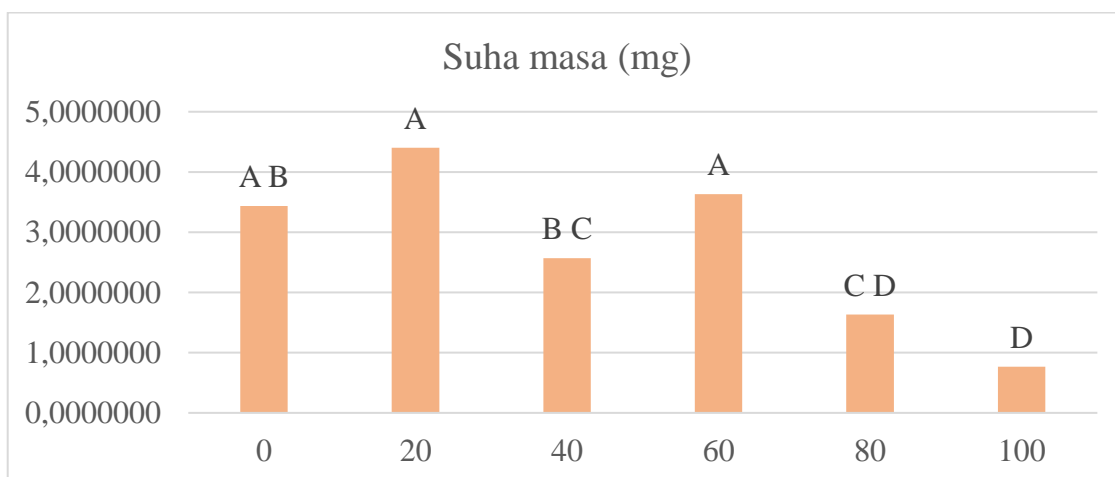
Najveće ukupne prosječne dužine korijena pripadaju kontroli i tu se vidi najveća statistička razlika u odnosu na ostale tretmane, dok pri tretmanima od 20 i 40 mM NaCl nije zabilježena značajnija razlika. Najveća razlika u prosječnoj dužini korijena klijanaca je vidljiva pri 0 mM (kontrola) u odnosu na tretmane od 80 i 100 mM NaCl.

Ukupna dužina klijanaca je zbroj dužine hipokotila i dužine korijena. Kao što grafikoni 2 i 3 pokazuju, moguće je u određenim slučajevima da je dužina hipokotila veća od dužine korijena i obrnuto, ali je ukupna dužina klijanaca, tj. njihov razvoj bez obzira na to je li hipokotil odnosno korijen duži ili kraći pod negativnim utjecajem zaslanjenosti podloge. Dužina korijena klijanaca razvijenih na podlozi koja je tretirana sa otopinom 80 mM NaCl je veća od dužine korijena klijanaca tretiranih otopinom 100 mM NaCl, dok im je dužina hipokotila jednaka. Odstupanje je gotovo neprimjetno, svega 0,003 cm. Kao jedan od glavnih pokazatelja negativnog učinka saliniteta na biljke je smanjenje stope rasta (Gupta i Huang, 2014.). Rezultati istraživanja koje je proveo Wu (2015.) na Sveučilištu tehnologije u Lanzhou su također pokazali da je salinitet u visokom intenzitetu (200 mM) inhibirao klijanje i povećao vrijeme potrebno za klijanje kod biljke suncokreta (jednogodišnja cvjetna vrsta). U istom istraživanju je otkriveno da su koncentracije 25-200 mM NaCl znatno utjecale na smanjenje dužine stabljike te da povećane razine saliniteta imaju određene implikacije na nutritivne poremećaje u biljkama. “Sa povećanjem koncentracije NaCl, vidljiv je rastući trend u povećanju Na⁺ u stabljici i korijenu, ali u manjem stupnju u korijenu nego u stabljici. U lišću je koncentracija Na⁺ ostala nepromijenjena, dokle god je u otopini kojom se tretirala biljka bilo manje od 100mM NaCl. Do vrtoglavog povećanja od čak 41x je došlo kada su biljke izlagane koncentraciji od 200 mM NaCl u otopini. Nadalje, koncentracija K⁺ u korijenu pokazuje opadajući trend sa povećanjem koncentracije NaCl. Ni niže razine (5-10 mM) ni više razine saliniteta (100 i 200 mM) nisu značajno utjecale na koncentraciju K⁺ u stabljici i listu, dok srednje količine (25-50 mM) pokazuju iznimno pozitivan utjecaj na akumulaciju K⁺ od strane biljke suncokreta.“ (Guo-Qiang Wu, 2015.). Iz navedenih Wuovih opažanja se može izvesti zanimljiv zaključak da se biljke zapravo prilagođavaju povećanoj količini soli tako što reguliraju distribuciju Na⁺ i K⁺ održavajući na taj način visoku razinu selektivne absorpcije K⁺ u odnosu na Na⁺, akumulirajući neesencijalnu aminokiselinu prolin i potrebne količine topljivog šećera. Također je bitno napomenuti da se u Wuovom istraživanju dužina hipokotila tretirane biljke drastično smanjivala pri povećanju koncentracije NaCl u sljedećim omjerima: pri tretiranju biljki sa 50 mM NaCl, dužina hipokotila je smanjena za 5 %, pri 100 mM za 6 %, dok je pri 200 mM zabilježen skok na čak 20 % smanjenja dužine hipokotila. Spomenuti rezultati se podudaraju sa istraživanjem iz prethodne godine (Anuradha, 2014.) koja također pokazuju povećana smanjenja u dužini hipokotila pri različitim povećanjima u koncentracijama NaCl.



Grafikon 4. Svježa masa klijanaca

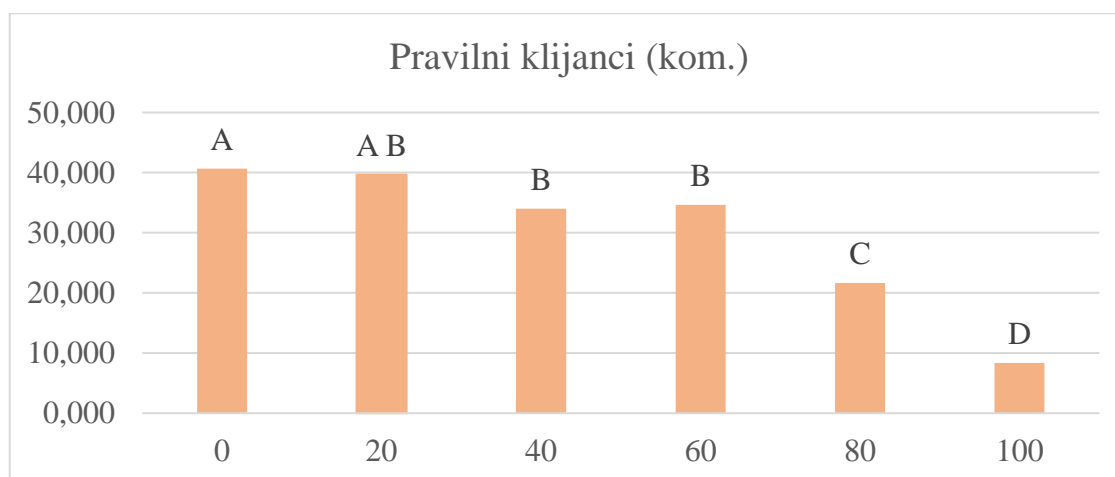
Masa klijanaca je utvrđena pomoću precizne laboratorijske vage. Statističkom obradom je utvrđeno da se tretmani 60, 20 i 0 statistički značajno ne razlikuju, također tretman 40 se razlikuje od tretmana 20, ali ne i od 0 i 60, dok se tretmani 80 i 100 razlikuju od svih ostalih. Pri tretmanu 20 mM NaCl utvrđena je najveća svježa masa. Manje odstupanje u odnosu na 20 mM je zabilježeno pri tretmanu od 60 mM, dok su svježe mase pri ostalim tretmanima bilježile drastične razlike u odnosu na 20 i 60 mM, kao i međusobno (Grafikon 4).



Grafikon 5. Suha masa klijanaca

Najveća suha masa klijanaca je zabilježena pri tretmanu od 20 mM NaCl. U odnosu na spomenuti tretman, statističko mjerenje pokazuje značajne razlike pri ostalim tretmanima, a najmanja razlika u odnosu na 20 mM je pri 0 odnosno kontroli (Grafikon 5).

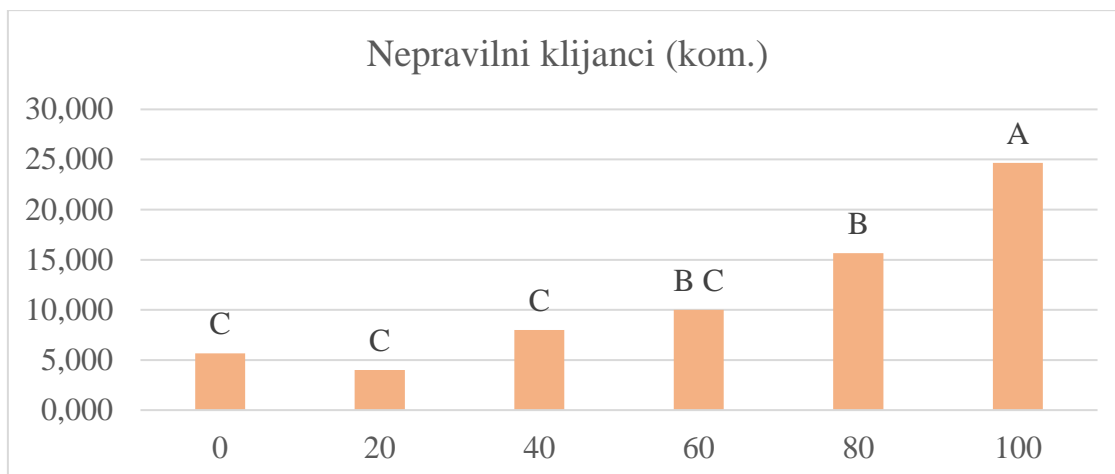
Kod mase klijanaca zečića tretiranih sa otopinom 20 mM NaCl zabilježena je najveća masa dok je kod klijanaca tretiranih sa otopinom 100 mM NaCl zabilježena najmanja masa. Zanimljivo je to što je kod klijanaca tretiranih otopinom u kojoj je koncentracija soli maksimalna zabilježena najmanja i suha i svježna masa, što bi trebalo, po logici, upućivati na to da će pri tretiranju klijanaca otopinom u kojoj uopće nema soli biti najveća masa, no mjerenja pokazuju drugačije. Najveće suhe i svježne mase su izvagane pri otopinama od 20 mM NaCl i 60 mM NaCl, 0,051033 g i 0,42033 g svježne te 0,0044000 g i 0,0036333 g suhe mase, respektivno. Pad mase pri visokim koncentracijama soli javlja se kao posljedica loše sposobnosti apsorpiranja vode iz medija u kojem se uzgaja zbog fiziološke suše¹ (Munns, Tester 2008). U istraživanju iz 2015. je otkriveno smanjenje svježne mase korijena pri 10-200 mM, dok je suha masa korijena bilježila značajniji pad tek pri 200 mM, što se može pripisati smanjenju količine vode u tkivima biljke pri 100 i 200 mM NaCl (Wu, 2015.).



Grafikon 6. Broj pravilnih klijanaca

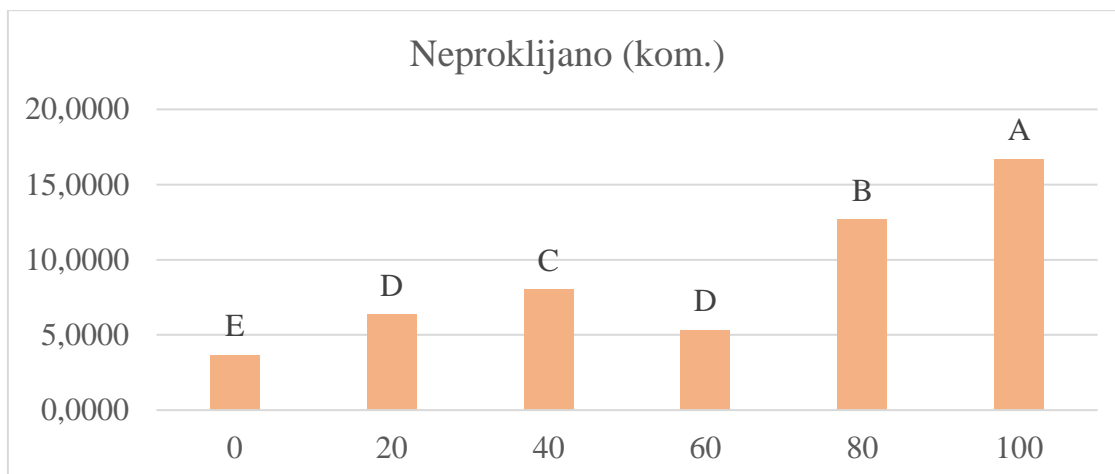
Statističkim mjerenjem utvrđeno je da najveći broj pravilnih klijanaca pripada kontroli i tretmanu od 20 mM NaCl. Manji broj pripada tretmanima 40 i 60 koji se međusobno ne razlikuju, dok se povećanjem koncentracije soli bilježi značajan pad broja pravilnih klijanaca pri 80 i 100 mM NaCl. Tretmani 80 i 100 također bilježe značajna odstupanja međusobno i u odnosu na sve ostale tretmane.

¹ U tlu ima dovoljno vode ali je njeno usvajanje korijenom ograničeno zaslanjenošću, nepovoljnom temperaturom, anoksijom, itd.
http://ishranabilja.com.hr/literatura/osnove_agroekologije/Voda%20i%20temp.pdf [26.8.2020]



Grafikon 7. Broj nepravilnih klijanaca

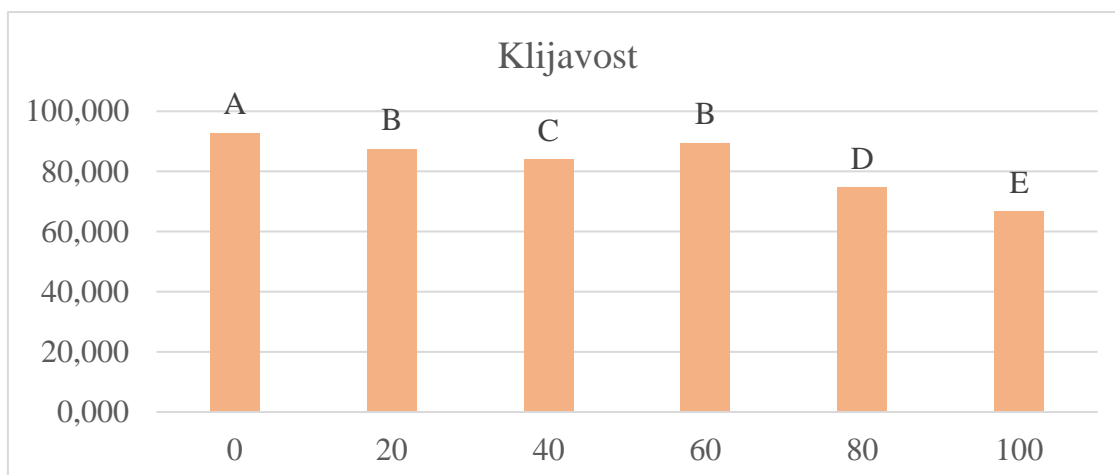
Najveći broj nepravilnih klijanaca pripada tretmanu od 100 mM NaCl, dok najmanji broj pripada kontroli, 20 i 40 mM NaCl. Značajna su odstupanja vidljivija u rasponu povećanja od tretmana 40 pa do 100. Normalni klijanci, zavisno od biljne vrste, sadrže specifičnu kombinaciju određenih struktura neophodnih za rast i razvitak, i to: – korijenov sustav (primarni korijen, sekundarni i seminalni korijen); – izdanak (hipokotil, epikotil, mezokotil, vršni - tjemeni pupoljak); – kotiledoni. Grafikon 6 prikazuje broj pravilno prokljalih klijanaca za svaki tretman, dok grafikon 7 prikazuje broj nepravilno prokljalih klijanaca. Nepravilni klijanci su svi oni kojima nedostaje ili nije potpuna (funkcionalna) bilo koja struktura neophodna za rast i razvoj. Vidljivo je kako najveći broj pravilnih klijanaca raste u uvjetima gdje uopće nema ili je količina soli minimalna. S druge strane, 24 nepravilno prokljalih sjemenki od ukupno 50 postavljenih razvilo se u uvjetima maksimalne zaslanjenosti podloge. Iz svega navedenog zaključujemo kako će se nepravilni klijanci u većem postotku razviti na zaslanjenijoj podlozi, dok podloga koja sadrži manje količine soli garantira razvoj većeg broja pravilno prokljalih sjemenki u odnosu na nepravilno prokljane sjemenke.



Grafikon 8. Ukupan broj neproključanih sjemenki

U uvjetima maksimalne zaslanjenosti podloge najviše ima neproključanih sjemenki, za razliku od nepostojećeg saliniteta gdje je broj neproključanih sjemenki minimalan u odnosu na ukupan broj.

Pri 0 mM NaCl je zabilježeno samo tri neproključane sjemenke od ukupno 50, dok je pri 100 mM NaCl zabilježeno čak 16 njih, odnosno malo više od 5x toliko (Grafikon 8). To jasno pokazuje kako sol izravno umanjuje sposobnost pravilnog klijanja.



Grafikon 9. Ukupna klijavost izražena u %

Statistički je utvrđen najveći postotak klijavosti pri tretmanu od 0 mM NaCl, dok je najveća razlika u odnosu na kontrolu ona pri 100 mM NaCl (Grafikon 9).

Visoka koncentracija (100 mM) NaCl dovodi do pada % klijavosti. Rezultati pokazuju da visok salinitet inhibira klijavost sjemena te odgađa sam proces klijanja. Isti zaključak

možemo pronaći i u Wuovom istraživanju iz 2015., gdje “visoke koncentracije soli (200 mM NaCl) vode ka drastičnom padu postotka klijavosti prema indeksu stope klijavosti (GRI) za čak 23%. Slični efekti su zabilježeni i kod riže i pšenice.“ (Wu, 2015.) Iako je pri svim navedenim koncentracijama postotak klijavosti relativno visok, klijavost je najveća pri 0 (destilirana voda bez NaCl) i 60 mM NaCl. Omjer pravilnih i nepravilnih klijanaca u uvjetima bez NaCl je u odnosu 40:5 odnosno 8:1, a u otopini 60mM NaCl 34:10 odnosno 3,4:1. Iznenadjuće je visoka klijavost pri maksimalnoj koncentraciji NaCl (100 mM), no ako pogledamo grafove 5 i 6 možemo uočiti da je 3x više nepravilnih klijanaca u odnosu na pravilne (24:8 odnosno 3:1), što znači da visoka razina soli direktno utječe smanjen broj pravilnih klijanaca i povećan broj nepravilnih , odnosno potiče defekt, nepravilno klijanje.

4. ZAKLJUČAK

Zbog efekta kapilarnog uspona, voda ima sposobnost vertikalnog uspona prema gore iz dubljih slojeva tla u površinske slojeve, odnosno zonu korijena, gdje dolazi do taloženja soli u prekomjernim količinama te kroz korijen biljke usvajaju vodu sa velikom koncentracijom NaCl. Prekomjerna količina soli uzrokuje inhibiranje klijavosti te direktno utječe na rast i razvoj klijanaca i povećava vrijeme potrebno za klijanje. Prekomjerne količine soli uzrokuju pojavu nutritivnih poremećaja u biljkama - biljke se prilagođavaju uvjetima u kojima se nalaze kako bi „preživjele“ u slučaju povećane koncentracije NaCl u tlu biljke selektivno apsorbiraju povećane količine K^+ a manje količine Na^+ iona. U ovom radu je dokazano kako povećane koncentracija NaCl direktno utječe na smanjenje dužine hipokotila, korijena i prema tome ukupne dužine klijanaca, iz prikazanih grafikona je vidljivo kako se s povećanjem koncentracije NaCl dužina klijanaca smanjuje odnosno rast i razvoj je otežan i usporen. U radu je dokazano i potvrđeno kako masa klijanaca opada pri povećanoj koncentraciji NaCl, razlog tomu je smanjena sposobnost apsorbiranja vode iz podloge. Iz svega navedenoga se da zaključiti kako visoke razine saliniteta garantiraju pad postotka uspješne klijavosti, pri većim koncentracijama NaCl u supstratu (tlu, podloga za uzgoj) će biti značajno više nepravilnih klijanaca u odnosu na one pravilne odnosno manje zaslanjena podloga garantira veći postotak klijavosti te više pravilnih klijanaca u odnosu na one nepravilne.

5. POPIS LITERATURE

1. Auguštin, D. (2003.): Cvjećarstvo 1. Školska knjiga.
2. Auguštin, D. (2001.): Cvjećarstvo 2. Školska knjiga.
3. Bhargava, B., Chand Gupta, Y., Sharma, P. (2014.): Performance of Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) Under Protected and Open Field Conditions in Himachal Pradesh. *CrossMark*, 86(1): 65-69.
4. Biovrt – u skladu s prirodom: Zijevalica – *Antirrhinum majus*. 12.01.2010. <https://www.biovrt.com/zijevalica-antirrhinum-majus/> (26.07.2020)
5. Bui, E.N., Krogh, L., Lavado, R. S., Nachtergaele, F. O., Toth, T., Fitzpatrick, R. W. (1998.): Distribution of sodic soils: The world scene. In M. E. Sumner, & R. Naidu (Eds.), *Sodic soils: Distribution, properties, management, and environmental consequences*, 19-33.
6. Carter, T.C., Grieve, M.C. (2008.): Mineral Nutrition, Growth, and Germination of *Antirrhinum majus* L. (*Snapdragon*), when Produced Under Increasingly Saline Conditions. *HortScience*, 43(3): 710-718.
7. Cvijet.info: Zijevalica – Antirrhinum majus. http://www.cvijet.info/ljetnice/zijevalica_antirrhinum_majus/46870.aspx (25.07.2020.)
8. Doolittle, A.J., Brevik, E.C. (2014.): The use of electromagnetic induction techniques in soil studies. *Geoderma*, 223–225: 33–45.
9. Gligić, V. (1953.): Etimološki botanički rečnik. Veselin Masleša, Sarajevo. 256.
10. Greenway, H., Munns, R. (1980.): Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31: 149–190.
11. Gupta, B., Huang, B. (2014.): Mechanism of Salinity Tolerance in Plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. *International Journal of Genomics*, Article ID 701596: 1-18.
12. Holmes, J. W. (1960.): Water balance and the water table in deep sandy soils of the Upper South-East Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 11: 970–988.
13. Kaya, D.M., Ipek, A., Ozturk, A. (2003.): Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Turk J Agric For* 27, 2003: 221-227.

14. Lawrie, K.C. (2005.): Salinity hazard and risk mapping: A multidisciplinary approach for complex regolith landscapes in Australia. Proceedings of the International Salinity Forum, 281–284.
15. Li, M., Zhang, D., Gao, Q (2019.): Genome structure and evolution of *Antirrhinum majus* L. Nature Plants (5): 174 -183.
16. Martinez-Beltran, J., Manzur, CL., (2005): Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. Proceedings of the international salinity forum, 311–313.
17. Priroda i biljke: Zijevalica, *Antirrhinum majus*. <https://www.plantea.com.hr/zijevalica/> (28.07.2020)
18. Rengasamy, P. (2016.): Soil Salinization. Oxford Research Encyclopedia, 1-28.
19. Rengasamy, P., Olsson, K.A. (1993.): Irrigation and sodicity. Australian Journal of Soil Research, 31: 821–837.
20. Shabala, S. (2013.): Learning from halophytes: Physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. Annals of Botany, 112: 1209–1221.
21. Talsma, T. (1963.): The control of saline groundwater (PhD thesis). University of Wageningen. Reprint of Bulletin of University of Wageningen, 63: 1–68.
22. The Plant List, A working list of all plant species, <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew-2642724> (28.07.2020.)
23. Umali, D.L. (1993): Irrigation-induced salinity—a growing problem for development and the environment. World Bank Technical Paper Number 215, 31(3): 389-390.
24. Vrt.hr svijet kroz cvijet: Jednogodišnje cvijeće. <https://vrt.hr/jednogodisnje-cvijece/> (02.08.2020.)
25. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2016.): Tlo, gnojidba i prinos. Što uspješan poljoprivrednik mora znati o tlu, usjevima, gnojidbi i tvorbi prinosa. Osijek. 282.
26. Wikipedia The Free Encyclopedia: *Antirrhinum majus*. https://en.wikipedia.org/wiki/Antirrhinum_majus (15.07.2020.)
27. Wu, G.Q., Jiao, Q., Shui, Q.Z. (2015.): Effect of salinity on seed germination, seedling growth, and inorganic and organic solutes accumulation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant Soil Environ, 61(5): 220-226.
28. Zapryanova, N., Atanassova, B. (2009.): Effects of Salt Stress on Growth and Flowering of Ornamental Annual Species. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 23(2009): 177-179.