

Morfološka svojstva vinke (*Catharanthus roseus* L.) ovisno o kvaliteti vode za navodnjavanje

Barači, Rahela

Master's thesis / Diplomski 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:151:247513>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-29**



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

Rahela Barači

Diplomski sveučilišni studij Povrčarstvo i cvjećarstvo

**MORFOLOŠKA SVOJSTVA VINKE (*Catharanthus roseus L.*) OVISNO O
KVALITETI VODE ZA NAVODNJAVANJE**

Diplomski rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Rahela Barači

Diplomski sveučilišni studij Povrčarstvo i cvjećarstvo

**MORFOLOŠKA SVOJSTVA VINKE (*Catharanthus roseus L.*) OVISNO O
KVALITETI VODE ZA NAVODNJAVANJE**

Diplomski rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Rahela Barači

Diplomski sveučilišni studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**MORFOLOŠKA SVOJSTVA VINKE (*Catharanthus roseus L.*) OVISNO O
KVALITETI VODE ZA NAVODNJAVANJE**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada :

1. doc. dr. sc. Marija Ravlić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. dr. sc. Monika Tkalec Kojić, član

Osijek, 2020.

SADRŽAJ

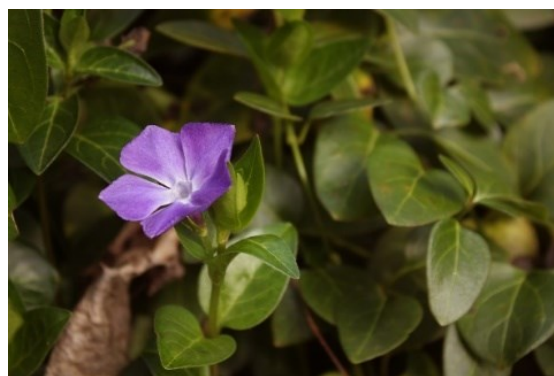
| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Vinka (<i>Catharanthus roseus L.</i>)..... | 2 |
| 1.1.1. Sorte vinke..... | 3 |
| 1.2. Morfologija vinke (<i>Catharanthus roseus L.</i>)..... | 6 |
| 1.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj vinke (<i>Catharanthus roseus L.</i>)..... | 7 |
| 1.3.1. Tehnologija proizvodnje..... | 7 |
| 1.3.2. Njega i održavanje..... | 8 |
| 1.3.3. Zahtjevi prema uvjetima okoline..... | 9 |
| 1.4. Navodnjavanje vinke (<i>Catharanthus roseus L.</i>)..... | 10 |
| 1.4.1. Sustavi za navodnjavanje..... | 10 |
| 1.4.2. Kvaliteta vode za navodnjavanje..... | 12 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 15 |
| 3. MATERIJAL I METODE RADA | 17 |
| 4. REZULTATI | 19 |
| 5. RASPRAVA | 23 |
| 6. ZAKLJUČAK | 28 |
| 7. POPIS LITERATURE | 29 |
| 8. SAŽETAK | 32 |
| 9. SUMMARY | 33 |
| 10. POPIS TABLICA | 34 |
| 11. POPIS SLIKA | 35 |
| 12. POPIS GRAFIKONA | 36 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA | |
| BASIC DOCUMENTATION CARD | |

1. UVOD

Globalno tržište cvijeća kreće se od 250 do 400 milijuna dolara godišnje, a kao najveći proizvođači se ističu zemlje Europske Unije, SAD-a i Japana (Chandler i Sanchez, 2012.). Porast tržišta bilježi se u Brazilu zbog pogodne klime i tla što pridonosi širenju uzgoja egzotičnih vrsta (Olivera i sur., 2017.). Uzimajući u obzir važnost uzgoja biljaka, neophodno je prepoznati vrste koje imaju potencijal za uzgoj odnosno navodnjavanjem s vodom s povećanom koncentracijom soli, na taj način se moguće područje uzgoja širi i na semiaridna područja svijeta.

Navodnjavanje cvjetnih kultura je najvažniji segment proizvodnje koji se sastoji od uzgoja sadnica, lončanica, vrtnih biljaka te doprinosi najvećem profitu i povećanju potencijala u tom sektoru poslovanja (Bezerra, 1997.). Međutim, dostupna količina i kvaliteta vode te neučinkovita primjena navodnjavanja postaje problem u uzgoju cvijeća (Munns, 2002., Singh i Gupta, 2009., Niu i sur., 2013.). Nastavno na ovu problematiku, sustavi proizvodnje traže alternativu u korištenju vode lošije kvalitete, te potiču uzgoj biljaka koje dobro podnose slanu vodu (Cassaniti i sur., 2012., Alvarez i Sanchez-Blanco, 2014., Garcia-Caparros i sur., 2016.).

Vinka (*Catharanthus roseus L.*) je cvjetna vrsta koji izvorno potječe s Madagaskara (slika 1.), ne zahtijeva previše njege, pa je popularna u kućnom uzgoju. Jednogodišnja je biljna vrsta, raste u širinu i visinu te joj je potrebno učestalo presađivanje.



Slika 1. Vinka

(izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Vinca>)

Vinka može biti grmolika ili padajuća, voli vlagu i svjetlost, te direktno sunce. Potrebno ju je redovno zalijevati te stoga u uzgoju vinke treba voditi računa o navodnjavanju. Vinka ima raznoliku primjenu u medicini poput antimikrobnog djelovanja, antioksidanta, za uništavanje parazitskih crva, negativno djeluje na životinje koje se hrane njome, antisterilna je, djeluje protiv dijareje te djeluje protiv dijabetesa. Nadalje vinku se koristi se pri liječenju leukemije, Hodginksove bolesti, malignih tumora, neuroblastoma, Wilmsovog tumora, Kaposijevog sarkoma, potiče rad krvotoka i smanjuje krvni tlak. Vinka se većinom sastoji od alkaloida od kojih ima dva najvažnija za protutumorno djelovanje koje je testirano na životinjama (De Pasquale, 1984.). Malezijsko ministarstvo zdravlja koristi logo vinke kao znak nade za pacijente oboljele od karcinoma (Paarakh i sur., 2019.).

Intenzivno se uzgaja na području SAD-a, Afrike, Australije, Kine, Indije, Španjolske i južne Europe. Otkrivena je 1850. u pjeskovitom području pored obale rijeka, u savanama te u suhim područjima. Iznimno dobro podnosi sol te se zbog toga često nalazi u primorskom području do 1 500 m.n.v. Povećana koncentracija soli općenito utječe na rast biljke tako što joj omogućuje da podnosi transport i metaboličke procese koji definiraju načine rasta biljke (Jaleel i sur., 2007.). Biljka najbrže raste i najbolje se uzgaja u vrućim i suhim podnebljima (Naeem i sur., 2017.). Cilj rada je proučiti utjecaj tretmana navodnjavanja različitom koncentracijom soli na rast i razvoj vinke.

1.1.Vinka (*Catharanthus roseus L.*)

Sistematika vinke prema USDA (2014.):

Carstvo: Plantae (biljke)

Podcarstvo: Tracheobionta (vaskularne biljke)

Koljeno: Spermatophyta (sjemenjače)

Potkoljeno: Magnoliophyta (cvjetnice)

Razred: Magnoliopsida-Dicotyledones

Podrazred: Asteridae

Red: Gentianales

Porodica: Apocynaceae

Rod: *Catharanthus* G. Don

Vrsta: *Catharanthus roseus* L.

Vinka (*Catharanthus roseus L.*) pripada rodu *Catharantus* i porodici *Apocynaceae*. Pripada u skupinu biljaka trajnica, iako se kod nas uzgaja kao jednogodišnja biljna vrsta. Tijekom 18. stoljeća prenesena je u Europu, a danas je široko rasprostranjena biljka te se može uzgajati kao sobna biljka. Jajoliki listovi imaju bijelo srednje rebro. Cvjetovi mogu biti različitih boja od bijele do ružičastocrvene. Traži dobro osvijetljeno, sunčano mjesto. Pogodna je umjerena temperatura u rasponu od 10 °C do 16 °C noću, a zimi ju je potrebno održavati na temperaturi od 10 °C do 20 °C kako bi se mogle dobiti reznice. Tlo ili supstrat treba biti stalno umjereno vlažno pa stoga zahtjeva redovito zalijevanje. Pogodna joj je vapnenasta mješavina supstrata (Herwig, 1975.). Biljka u prirodi raste u obliku grma, te može narasti do 90 cm u visinu (slika 2.).



Slika 2. Grm vinke

(izvor: <http://www.costafarms.com/plants/vinca-annual>)

Vinka sadrži mliječni sok što je jedna od osnovnih karakteristika porodice kojoj pripada. Popularna je kao ukrasna biljka zbog dugog cvjetnog razdoblja, u tropima cvjeta tokom cijele sezone, dok kod nas cvjeta od proljeća do kasne jeseni i to do prvih mrazova (Royal Botanic Gardens, 2014.).

1.1.1. Sorte vinke

Vinka cora biljka je zbijenog rasta, visine od 25 do 35 cm i širine 40 cm, ima veoma velike cvjetove cijelu sezonu od travnja do listopada (slika 3.). Cvjetovi dolaze u bijeloj, ljubičastoj, nekoliko nijansi roze i u crvenoj boji. Otporna je na visoke temperature i dobro uspijeva na

vrućim i sunčanim položajima. Sadi se u posude promjera 10 do 12 cm, a vegetacija traje 8 do 11 tjedana. Ova sorta specifična je po tome što je otporna na *Phytophthora* (slika 4.).



Slika 3. *Vinka cora*
(izvor: <https://www.syngentaflowers.eu>)



Slika 4. Biljka oboljela od *Phytophthora*
(izvor: <https://www.ppws.vt.edu>)

Vinka blockbuster namjenjena je za uzgoj u lončanicama, lijepo razgranata sa širokim listovima i velikim cvjetovima koji dosežu veličinu 5,5 do 6 cm i održavaju svoju zaokruženu formu čak i u ekstremnim uvjetima (slika 5.). Cvjetovi ovog kultivara su različitih boja radi čega je rado sađena u vrtnim gredicama.



Slika 5. *Vinka blockbuster*

(izvor:

http://floranova.com/images/made/images/uploads/Vinca_Blockbuster_Apricot_360_360_c1ccc00.jpg)

Vinka cobra je specifična sorta po visokoj gustoći kad se uzgaja u gušćem sklopu (slika 6.). Otporna je na stres pa je pogodna za uzgoj u manje optimalnim uvjetima od onih koji su joj potrebni.



Slika 6. *Vinka cobra*

(izvor: http://floranova.com/images/made/images/uploads/cultural-information/Cobra_Apricot_Improved_360_360_c1_c_c_0_0.jpg)

Vinka nirvana uzgaja se u posudama, ima velike cvjetove (slika 7.). Posebna je po tome što je iznimno otporna na toplinu što je čini prikladnom za uzgoj na osunčanim dijelovima te cvjetanje i po velikim ljetnim vrućinama.



Slika 7. *Vinka nirvana*

(izvor: https://www.syngentaflowers-us.com/sites/g/files/zhg721/f/fr_70018378_12.jpg)

Vinka je uzgajana od 1920. godine, a do 1990. godine uzgojeni kultivari su imali različite nedostatke, slabu, tanku stabljiku, velika osjetljivost na vlažno vrijeme te sklonost bolestima. Rani kultivari vinke su kreirani radi boje i veličine cvjetova, a ne vigora biljke. U početku su kultivari također imali plitak korijenov sustav što je zahtijevalo pojačanu njegu biljke.

Današnji kultivari su otporni na bolesti i sušu te tolerantni na povećan sadržaj soli i uglavnom su stvoreni kako bi se prilagodili lokalnim agroekološkim uvjetima.

1.2. Morfologija vinke (*Catharanthus roseus L.*)

Cvjetovi vinke (*Catharanthus roseus L.*) se sastoje od pet latica, dolaze u svim nijansama od bijele, ružičaste do crvene boje. Listovi su sjajni, tamno zeleni i pravilnog, izduženo elipsastog oblika s izraženim srednjim nervom (slika 8.). Grananje je bazalno pa samim time ima gustu pokrovnost tla.



Slika 8. Listovi vinke

(izvor: <http://eagri.org/eagri50/HORT282/pdf/lec25.pdf>)

Ima žiličasti korjenov sustav koji je dobro razvijen i biljka je stabilnog rasta. Korijen vinke je gust i pruža se do 70 cm u dubinu.

1.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj vinke (*Catharanthus roseus L.*)

1.3.1. Tehnologija proizvodnje

Postoje različite metode uzgoja vinke, a tri osnovne tehnologije su prikazane u daljnjem tekstu. Presadnice vinke mogu biti uzgajane iz sjemena (ne starijeg od godinu dana). Sjeme može biti posađeno u zatvorenom prostoru ili izravno u tlo na polju, i to otprilike 2,5 kg/ha. Sjeme se miješa s oko 25 kg mokrog, sitnog pijeska kako bi se postigla dobra ujednačenost. Sadi se u redovima na razmaku od 45 cm. Uzgoj vinke iz sjemena je vrlo zahtjevan proces te često dolazi do gubitaka.

Treći način tehnologije uzgoja je uzgoj iz presadnica. Dva mjeseca prije presađivanja u tlo, uzgajaju se presadnice u kontejnerima u zaštićenim prostorima. Sjemenu treba oko 10 dana da bi se razvilo i 60 dana da postane pogodno za presađivanje u tlo i samostalan razvoj. Na slici 9. prikazan je uzgoj presadnica vinke u kontejnerima.



Slika 9. Uzgoj presadnica vinke

(izvor: <https://nkkconsult.ru/hr/katarantus-uhod-v-domashnih-usloviyah-vyrashchivanie-i-razmnozhenie.html>)

Prilikom uzgoja u zaštićenim prostorima treba voditi računa o svjetlosti te prozračnosti jer vinka ima velike zahtjeve prema svjetlosti, te dobro uspijeva u prozračnim prostorima gdje često dolazi do miješanja zraka. Nadalje, potrebno je imati na umu kako vinka ima potpuno drugačije zahtjeve prema hranivima u odnosu na kadificu, begoniju, petuniju i druge cvjetne vrste.

1.3.2. Njega i održavanje

Tijekom razdoblja vegetacije vinke provode se određene agrotehničke mjere. Plijevi se prvi put 60 dana nakon presađivanja, a drugi put nakon slijedećih 60 dana. Orezuje se nakon 12 mjeseci od sadnje. Reže se dio biljke 7,5 cm iznad tla.

Nakon presađivanja presadnica važno je obratiti pozornost na EC otopine koja ja ne bi trebala biti veća od 1 dS/cm jer visoka koncentracija soli inhibira rast korijena vinke koji je najvažniji čimbenik u uzgoju. Nadalje, presađivanje u toplo tlo obogaćeno hranivima također povećava stres što posebice ostavlja negativne posljedice na korijen vinke. Međutim treba imati na umu kako će presađivanje u hladno tlo obogaćeno hranivima također izazvati stres kod vinke. Stoga je preporučeno presađivati u supstrat ili tlo kojem nije dodano hranivo. Nakon početnog porasta korijena, vinka se prihranjuje visoko koncentriranim dušičnim gnojivima 50 ppm, 15-2-20 formulacije. Nakon pojave prvih listova koncentracija hraniva se povećava na 120 ppm.

Od travnja do rujna vinku je potrebno prihranjivati dva puta mjesečno. Koriste se mineralni kompleksi s visokim sadržajem P i K, a prije cvatnje preporučuje se prihrana organskim gnojivima. Ranija istraživanja su pokazala kako je vinka osjetljiva na oblik gnojiva. Thomas i sur. (2012.) navode kako je sadržaj NH_4^+ veći od 25 ppm štetan za vinku.

Vinka je izrazito osjetljiva na nedostatak N i P kao i prekomjernu prihranu. Nedostatak N se očituje postupnim žućenjem listova, primarno kod nervatura listova. Naposljetku, biljci se usporava rast. Nedostatak K u uzgoju vinke je prilično rijedak, a očituje se u povijanju donjih listova. Nadalje se javljaju nekrotične mrlje između nervatura listova. Nedostatak P je također rijedak i teško vizualno prepoznatljiv. U početnoj fazi se nedostatak P manifestira kroz tamno zeleno lišće te pojava purpurne boje između nervatura lišća. Nedostatak Mg je čest i lako prepoznatljiv problem u uzgoju vinke. Na početku se javlja kloroza na donjem lišću koja se zatim širi i na gornje dijelove biljaka. Na samom listu se kloroza širi s rubnih dijelova prema unutrašnjosti lista. Nedostatak Ca se očituje pojavom sjajnog sloja prvenstveno na mlađem, a potom i na starijem lišću koje na posljetku postaje nekrotično. Nedostatak Fe je najčešći problem u uzgoju vinke, a očituje se polaganim žućenjem mladog lišća što se na kraju širi na cijelu biljku. Također je prisutno i oštećenje korijenovog sustava.

1.3.3. Zahtjevi prema uvjetima okoline

Vinka je biljka dugog dana, jako dobro podnosi direktnu svjetlost što je čini povoljnom cvjetnom vrstom za uzgoj i držanje na osunčanim dijelovima vrtova. Da bi uspješno cvala, vinka zahtijeva 3 do 4 sata direktne sunčeve svjetlosti. Što se tiče temperature vinka je termofilna biljka najbolje se osjeća na temperaturi od 20 do 25 °C. Iz tog razloga, za uspješan uzgoj vinki preporuča se dogrijavanje zaštićenih prostora. Zimi je potrebno osigurati razdoblje odmora i sniziti temperaturu na 12 do 18 °C. Ako to nije moguće, potrebno je dodatno osvjetljenje jer će se u protivnom stabljike izdužiti i biljka će izgubiti svoja dekorativna svojstva.

Vinka ne podnosi prevlažan supstrat te zadržavanje vode na površini supstrata ili listova. Količina vode koja je potrebna za navodnjavanje vinke je iznenađujuće mala, 810 mL po biljci je potrebno da bi se održala optimalna vlažnost ($0,47 \text{ m}^2/\text{m}^3$) za 40 dana ili u prosjeku 20 mL dnevno po biljci. Kako je već naglašeno, vinka jako dobro podnosi direktnu svjetlost što naravno povećava evapotranspiraciju (ET), odnosno povećava količinu vode koju je potrebno nadoknaditi navodnjavanjem. Na biljkama se vodni stres izazvan nedostatkom vode očituje u skupljanju listova, to je najočitiji indikator sušenja.

U pogledu tla ili supstrata, vinka zahtijeva dobro ocjedita, porozna tla odnosno supstrate. U slučaju teškog glinastog tla, moguća mjera popravka je dodavanje organske tvari, pijeska i perlita. U slučaju da je pH tla $>5,6$ lako će se uočiti nedostatak mikroelemenata. Navedeno se posebice odnosi na Fe jer vinka nije u mogućnosti usvojiti Fe ako je pH $>5,8$. U tom slučaju je preporučena folijarna prihrana.

1.4. Navodnjavanje vinke (*Catharanthus roseus L.*)

Navodnjavanje je neizostavna agrotehnička mjera u uzgoju vinke jer je nasad najčešće uzgajan u zaštićenim prostorima gdje navodnjavanje ima dvojaku ulogu; dodavanje vode i hraniva. Pored prihrane, navodnjavanje je najvažnija agrotehnička mjera u uzgoju vinke koja omogućuje pravilan razvoj korjenovog sustava. U slučaju visoke koncentracije hraniva u supstratu ili tlu koje nije dovoljno vlažno, može doći do solnog udara posebice kod mladih tek presađenih biljaka. Također, prekomjerna vlažnost supstrata će uzrokovati propadanje korijenovog sustava.

1.4.1. Sustavi za navodnjavanje

Lokalizirano navodnjavanje čini vrlo moderna i sofisticirana oprema kojom se voda dovodi i raspodjeljuje do svake biljke "lokalno", vrlo precizno i štedljivo, pomoću posebnih hidrauličnih naprava. Metoda lokaliziranog navodnjavanja primjenjuje se na dva načina : navodnjavanjem kapanjem ("kap po kap") i navodnjavanje mikrorasprskivačima. Navodnjavanje kap po kap (slika 10.) jedan je od najnovijih načina u praksi umjetnog dodavanja vode. Sustavi navodnjavanja kapanjem su proizvodi potpuno automatizirani i programirani, te tijekom svoga rada gotovo ne zahtijevaju prisustvo čovjeka. Ovaj sustav štedi vodu, te sa minimalnom količinom postiže maksimalne učinke u biljnoj proizvodnji. Voda se dovodi cijevima do svake biljke i vlaži vrlo mali dio zemljišta, što smanjuje gubitke vode te se stoga naziva još "lokalizirano " navodnjavanje. Osim tehničke superiornosti, uređaji za navodnjavanje "kap po kap" imaju s agronomskog gledišta posebnu vrijednost, jer se pomoću njih sadržaji vode u tlu mogu neprestano održavati u optimalnim granicama za biljku. To se postiže tako da se laganim, ali vremenskim neprekinutim dodavanjem malih količina vode vlažnosti tla zadržava oko poljskog vodnog kapaciteta. Navodnjavanjem kapanjem je najprecizniji način umjetnog dodavanja vode u tlu. Sustavi navodnjavanja kapanjem sastoje se od : pogonskog dijela s filtrom, cijevi i kapljača. Pogonski dio s filtrom je njegov središnji dio koji upravlja cijelim sustavom. Tu se nalazi pumpa za zahvaćanje vode iz izvorišta, mjerači protoka i regulatori pritiska te filtri za pročišćavanje vode. Filtri su nužno potrebni kod navodnjavanja kapanjem kako bi se spriječilo začepljenje kapaljki. Plastične cijevi koje se upotrebljavaju pri navodnjavanju kapanjem su obično od polietilena. Voda se od crpne stanice do parcele doprema tlačnim cjevovodom. Kod ovog načina navodnjavanja cjevovod pripada među najveće investicijske troškove u izgradnji sustava. Kapaljke su hidrauličke

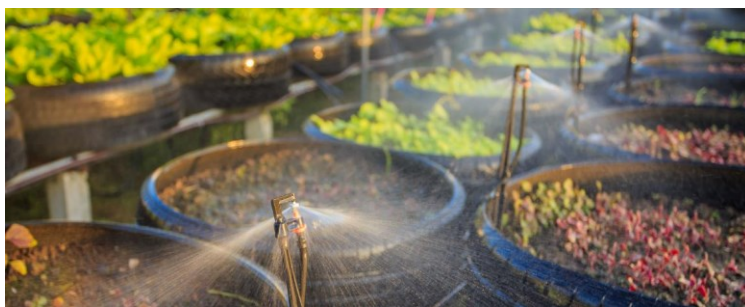
naprave koje raspodjeljuju vodu na tlo u formi pojedinačnih kapi. Izrađene su od plastike, a ima ih mnogo vrsta i tipova. Kapaljke su vrlo jednostavne i male naprave sa sitnim rupicama ili posebnim izvedbama kuda protječe voda gubeći svoj pritisak, tako da se pri izlasku formiraju kapi. Uređaji za navodnjavanje kapanjem troše malo energije i vode, vlaže samo malu zonu oko biljke i unutar redova, a među redni prostor ostaje suh, postižu se veći prinosi i bolja kvaliteta plodova uzgajanih kultura.



Slika 10. Sustav za navodnjavanje kap po kap

(izvor:<https://hr.masinealati.rs/crijevo-za-navodnjavanje-kapanjem-pogledi-odabir-upute-za-uporabu-530>)

Sustavi navodnjavanja mikrorasprskivačima (slika 11.) slični su sustavima kapanja. Glavna razlika je što su kapaljke zamijenjene mikrorasprskivačima. Mikrorasprskivači raspršuju vodu u obliku sitnih kapljica, pod tlakom do 3,5 bara i u dometu do 5 m. Izrađeni su od plastičnih materijala te ga je moguće jednostavno postaviti i na kraju vegetacije demontirati i spremiti za iduću sezonu. Sastoji se od: crpke na izvorištu vode, regulatora tlaka, vodomjera, raznih kontrolnih ventila, plastičnih cijevi za dovođenje i razvođenje vode po parceli i mikrorasprskivača. Zbog većeg protoka i radnog tlaka mikrorasprskivači se manje začepljuju u odnosu na kapaljke. Temeljna je odlika lokaliziranog navodnjavanja kapanja i mikrorasprskivačima da se svi dijelovi uređaja mogu jednostavno i brzo zamijeniti (Madjar i Šoštarić, 2009.).



Slika 11. Navodnjavanje mikrorasprskivačima

(izvor : <https://www.granum.ba/webstore/16/mikrorasprskiva%C4%8Di>)

1.4.2. Kvaliteta vode za navodnjavanje

Za navodnjavanje je vrlo važno poznavati kakvoću vode je voda koju se koristi za navodnjavanje mora imati odgovarajuća kemijska, biološka i fizikalna svojstva. Primjerice, kod lokaliziranog navodnjavanja je izuzetno važno da u vodi za navodnjavanje nema mehaničkih čestica koje bi mogle dovesti do začepljenja kapaljki, a time oštećenja sustava, nejednake distribucije vode te gubitaka u proizvodnji.

Pogodnost vode za navodnjavanje je definirana:

- Fizikalnim značajkama – temperatura i količina krutih čestica. Navodnjavanje toplom ili prehladnom vodom može izazvati temperaturne šokove biljci. Površinske vode su toplije od podzemnih pa je pri korištenju podzemnih voda za navodnjavanje poželjno izgraditi bazene ili lagune za temperiranje vode. Općenito se smatra da je za većinu usjeva u vegetacijskom razdoblju najpovoljnija temperatura natapanje vode oko 25 °C. U vodi ne bi smjelo biti krutih čestica koje bi mogle oštetiti dijelove sustava za navodnjavanje. U odnosu prema granulometrijskom sustavu, Kostjakov smatra da su nanosi čestica veličine veće od 0,1 mm nepoželjni u natapanoj vodi jer se lako talože u kanalima i drugim melioracijskim građevinama. Nanosi veličine od 0,1 do 0,005 mm mogu povoljno utjecati na fizikalna svojstva tla, ali imaju slabu hranjivu vrijednost. Nanosi manji od 0,005 mm, a naročito manji od 0,001 mm imaju veliku hranidbenu vrijednost za biljke, ali mogu pogoršati fizikalna svojstva tla, jer smanjuju vodopropusnost i aeraciju.
- Biološkim značajkama – važno je da voda ne sadrži uzročnike bolesti pa se stoga provodi dezinfekcija vode.

- Kemijskim značajkama – kemijska analiza vode je nužna kako bi se mogli predvidjeti problemi, odnosno spriječiti neželjene posljedice. U vodi koja se koristi za navodnjavanje nalaze se određene količine otopljenih soli, a vrsta soli i koncentracija određuju kakvoću vode i njezinu pogodnost za navodnjavanje (Madjar i Šošarić, 2009.).

Za navodnjavanje se može koristiti voda iz prirodnih ili umjetnih jezera, vodotoka ili bunara. Najkvalitetnija voda za navodnjavanje je kišnica ili bilo koja meka voda, ali u intenzivnom uzgoju na velikim površinama količine kišnice nisu dovoljne pa se koristi voda iz otvorenih vodotokova ili kopanih zdenaca. Prije uporabe bilo koje vode obavezno je provesti kemijsku analizu vode i ponavljati ju tijekom navodnjavanja u vegetaciji.

Upotreba vode za natapanje koje sadrže veće ili manje količine otopljenih soli povezan je s nizom različitih problema koje treba razmatrati u odnosu prema biljci, tlu, vodi, okolini i klimi. Sadržaj minerala u vodi vrlo je važan za njezinu učinkovitu upotrebljivost u natapanju. Kada je ukupan sadržaj soli visok, voda redovito sadrži u većoj mjeri upravo one komponente koje nepovoljno utječu na rast bilja. Stupanj zaslanjenosti mjeri se kao elektroprovodljivost (EC) vode, a izražava se u dS/m .

Soli mogu biti štetne za biljku na tri načina: toksičnim djelovanjem iona pojedinih elemenata, veći postotak nekih soli u vodi može stvoriti netopljive spojeve s nužnim hranjivim komponentama i osmotski tlak rastvora soli može biti tako visok da onemogućiti biljci apsorpciju potrebne količine vlage za razvoj. Uobičajeni sastav soli koji je važan sa stajališta mogućnosti upotrebe natapne vode jesu 4 bazična i 5 kiselih iona. Kationi su kalcij, magnezij, natrij i kalij, a anioni karbonati, bikarbonati, kloridi, sulfati i nitrati. Ostali sastojci koji mogu biti prisutni u natapnoj vodi uključuju aluminij, bor, fluor, željezo, selen, silicij. Pri određivanju kvalitete natapnih voda najveću pozornost treba obratiti na: ukupnu koncentraciju topljivih soli, relativnom odnosu Na prema ostalim kationima, koncentraciji bora ili drugih elemenata koji mogu biti toksični, utvrditi uvjete koncentracije bikarbonata u odnosu prema koncentraciji Ca i Mg.

Količina soli u tlu povećava se proporcionalno dodavanjem vode natapanjem s povećanim sadržajem soli. Najveći se dio dodane vode troši evapotranspiracijom tako da se koncentracija soli u tlu neprekidno povećava. Da bi se spriječilo povećanje koncentracije soli na sadržaj koji bi mogao ugroziti biljku, potrebno je ukloniti višak soli iz tla. Opće prihvaćena metoda u čitavom svijetu je ispiranje viška soli.

Vode niskog saliniteta mogu se upotrijebiti za većinu usjeva i na većini tala, sadrže 64 - 160 mg/l/soli. Vode srednjeg saliniteta mogu se normalno upotrebljavati samo ako se tlo povremeno ispire. Te vode sadrže 160 - 480 mg/l/soli. Vode visokog saliniteta nisu prikladne za natapanje u normalnim okolnostima, ali se ponekad mogu upotrijebiti u posebnim uvjetima. Tlo mora biti jako propusno, a odvodnja besprijekorna. Znatne količine vode moraju se upotrebljavati za ispiranje, a uzgajati se mogu samo otporne biljke. Te vode sadrže od 480 do 3200 mg/l soli.

Odvodnja je najčešća mjera pri natapanju kako bi se izbjeglo zaslanjivanje tla jer se vrlo često navodnjavanjem povisuje razina podzemne vode. Ako je razina podzemne vode duboka dolazi do povećanja sadržaja soli u tlu radi nedostataka biljci pristupačne vode. U slučajevima kada je podzemna voda blizu površine tla, drenažu bi bilo povoljno graditi istovremeno s natapanom mrežom jer se tako štede investicije.

Drugi problem koji se javlja u pogledu kvalitete vode za navodnjavanje je toksičnost koja nastaje pod utjecajem pojedinih iona koje biljka usvaja i akumulira najčešće u listu do koncentracije iona koja izaziva oštećenja. Najčešće toksični ioni su ioni klora, natrija i bora. Prema tome, prilikom kemijske analize vode potrebno je voditi računa o toksičnim elementima i koncentraciji soli (Kos i sur., 1997.).

2. PREGLED LITERATURE

Genhua i sur. (2010.) navode kako je urbanim sredinama često korištena voda za navodnjavanje lošije kakvoće, posebice za navodnjavanje parkova i okućnica. Autori su proveli istraživanje; a) tijekom ljetnog razdoblja za zasjenom (25 %), b) te zimskog razdoblja u stakleniku pri čemu su biljke bile navodnjavane vodom sa slijedećim koncentracijama soli: 0,8 (kontrolni tretman), 2,8, 4,0, 5,1 te 7,4 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ dodavanjem NaCl, MgSO_4 i CaCl_2 . U istraživanju tijekom ljetnog razdoblja biljke navodnjavane vodom 7,4 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ su imale statistički manju suhu masu korijena u odnosu na kontrolni tretman. Suha masa izdanka te indeks rasta je linearno smanjen povećanjem koncentracije soli u vodi za navodnjavanje. U istraživanju koje je provedeno tijekom zimskog razdoblja nije zabilježeno značajno smanjenje suhe mase korijena pa stoga autori zaključuju kako se štete nastale uslijed povećane koncentracije soli mogu očekivati kod koncentracija $>4,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Jaleel i sur. (2008.) su proučavali utjecaj koncentracije soli u supstratu na rast i sastav *Catharanthus roseus* uzgajan u posudama. Tretmani su bili kako slijedi: 25, 50, 75 te 100 mM i to 30, 45, 60 i 75 dan nakon sadnje. Tretman je imao statistički opravdan utjecaja na sva morfološka svojstva te rast vinke, odnosno zabilježena je smanjen rast biljaka te niža koncentracija elemenata u biljkama povećanjem koncentracije soli.

Mohamed i sur. (2007.) su proučavali reakciju *Catharanthus roseus* L. na navodnjavanje vodom s različitom koncentracijom soli (kontrola, 100 i 150 mM) te na interval navodnjavanja (kontrola, dva tjedna i tri tjedna) tijekom razdoblja od 4 mjeseca. Zabilježen je ukupan sadržaj proteina, aminokiselina te prolina prije i nakon tretmana. Oba tretmana su značajno smanjila sadržaj proteina te povećala sadržaj aminokiselina. Sadržaj prolina je rastao povećanjem stresa.

Olivera i sur. (2017.) su postavili istraživanje s dva čimbenika; voda za navodnjavanje s različitim koncentracijama soli (0,6 - kontrola, 1,2, 1,8, 2,4, 3,0 te 3,6 dS m^{-1}) te metoda navodnjavanja (kišenjem i lokalizirano navodnjavanje). Istraživanje je provedeno u split-plot shemi u četiri ponavljanja. U rezultatima istraživanja autori navode smanjen rast na svim tretmanima s povećanom koncentracijom soli. Što se tiče metode navodnjavanja, autori ne navode idealnu metodu međutim naglašavaju kako je zabilježen utjecaj metode navodnjavanja kišenjem na specifičnu lisnu površinu.

Jaleel i sur. (2006.) istraživali su klijavost sjemena *rosea* i *alba* sorte vinke čije su sjeme uzgajali u različitim koncentracijama (15, 30, 45 i 60 Mm) natrijevog klorida (NaCl). Cilj istraživanja je bio proučiti kako zaslanjenost vode za navodnjavanje utječe na klijavost biljke odnosno duljinu korijena, duljinu izdanka te veličinu sadnice. Zaključili su da je klijanje usporeno pri nižim koncentracijama soli te je izostalo pri višim koncentracijama NaCl. Tretman NaCl uzrokovao je značajno smanjenje rasta presadnica i slab ili nikakav razvoj korijena. Zabilježena je značajno veća koncentracija glicina i prolina u obje vrste vinke.

Rai i sur. (2003.) proučavali su otpornost šest sorti vinke na povećan sadržaj soli. Sjemenke vinke su tretirane vode s 250 mM NaCl. U rezultatima istraživanja autori navode kako su sve sorte pokazale tolerantnost na povećanu koncentraciju soli. Presadnice su uglavnom akumulirale veće količine prolina pod tretmanima na kojima je bio prisutan stres izazvan sušom.

Neves i sur. (2018.) u rezultatima istraživanja navode granicu zaslanjenosti vode za navodnjavanje od $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ kao tolerantnu granicu kod uzgoja vinke. Autori tvrde kako navedena koncentracija nema negativan učinak na morfološka i fiziološka svojstva.

Cartimill i sur. (2012.) navode graničnu vrijednost od 40 mM NaCl za uzgoj vinke. Autori navode povećanu koncentraciju klorofila, sintezu prolina, te povećanu ukupnu antioksidativnu aktivnost kod povećanih koncentracija soli. Nasuprot tome, sadržaj K, Ca, Mg i Fe u listu je bio smanjen na tretmanima s povećanom koncentracijom soli. Autori navode slab utjecaj zaslanjenosti vode za navodnjavanje na usvajanje N, ali ističu smanjenu aktivnost nitrat reduktaze na tretmanima s povećanom koncentracijom soli što je povezano sa smanjenim sadržajem K i Fe u listu vinke. Nadalje autori ističu drastično smanjenje K/Na odnosa na tretmanima s povećanom koncentracijom soli.

Darwati i sur. (2000.) su postavili dvočimbenično istraživanje u tri ponavljanja kojim su proučavali utjecaj različitih tretmana navodnjavanja te sorte na morfološka svojstva vinke. Tretmani navodnjavanja su bili: 100 %, 80 %, 60 % i 40 % poljskog vodnog kapaciteta (PVK). Promatrali su visinu biljke, broj grana, broj listova, površinu lista te suhu i svježu masu listova, korijena i cvjetova. Sorta je značajno utjecala na morfološka svojstva, osim na visinu biljaka dok je navodnjavanje značajno utjecalo na sva morfološka svojstva, osim na masu suhog korijena. Autori navode granicu od 80 % PVK nakon čega dolazi do smanjenja rasta i narušavanja kakvoće vinke.

3. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno tijekom razdoblja vegetacije vinke 2020. godine u Orahovici u zaštićenom prostoru (plastenik). Vinke su uzgojene iz presadnica (slika 12.) koje su nabavljene na lokalnoj tržnici. U istraživanju su korištene vinke jednake sorte te boje cvjetova kako bi se što jasnije uočio utjecaj tretmana navodnjavanja s različitim sadržajem soli na promatrana svojstva te estetsku vrijednost cvjetova.



Slika 12. Presadnice vinke (fotografija: Barači, R., 2020.)

Presadnice vinke su 25. travnja 2020. godine presađene u PVC posude promjera 12 cm te visine 10 cm. Korišten je univerzalni supstrat za uzgoj lončanica, komercijalni supstrat marke SUSBSTRAL® Terra Osmocote proizvođača Evergreen Garden Care, Varšava, Poljska (slika 13.). Supstrat je mješavina treseta, perlita i hranjivih tvari, pH vrijednost (CaCl_2) je 5,3 do 6, a sadržaj soli (KCl) g/l: < 3 . Pokus je postavljen po slučajnom blok rasporedu u pet ponavljanja. Posude su bile položene u plastične kontejnere za presadnice kako bi svaka posuda dobila jednaku količinu vode za navodnjavanje odnosno obroka (i norme) navodnjavanja. Trenutak početka navodnjavanja određen je prema vanjskom izgledu biljaka, odnosno procjenom vlažnosti supstrata u posudama po pojedinom tretmanu.



Slika13. Supstrat za lončanice (fotografija: Barači, R., 2020.)

Čimbenik u istraživanju je bila voda za navodnjavanje različite kakvoće, odnosno sadržaja soli. Voda za navodnjavanje odnosno otopine s različitim sadržajem soli su pripravljene dodavanjem NaCl, MgSO₄ i CaCl₂ u vodu iz lokalnog gradskog vodovoda. U istraživanju su korišteni slijedeći tretmani: s₀ = kontrolni tretman (voda iz lokalne vodoopskrbne mreže, <1 dS m⁻¹), s₁ = 3 dS m⁻¹, s₂ = 4,5 dS m⁻¹ i s₃ = 6 dS m⁻¹. EC otopina je provjeravan nekoliko puta tijekom razdoblja istraživanja pomoću EC metra, HM Digital – COM-80 EC/TDS (Total Dissolved Salts) čije je umjeravanje automatsko.

Posađeno je pet biljaka po tretmanu navodnjavanja, odnosno sveukupno 100 biljaka (5 biljaka x 4 tretmana x 5 ponavljanja). Tijekom istraživanja prosječna temperatura zraka u plasteniku je bila 25,6 °C, ± 1,3 °C. Biljke su navodnjavane ručno tako da je svaka biljka, odnosno svaka posuda dobila jednaku količinu vode.

Po završetku vegetacije izmjerene su slijedeće varijable za svaki tretman navodnjavanja: visina biljke (cm), broj grana (n), broj cvjetova (n), duljina korijena (cm), zelena nadzemna masa (g). Tijekom vegetacije promatran je izgled biljke u smislu komercijalne vrijednosti, boje i veličine cvjetova te listova. Duljina promatranih svojstava je mjerena metrom, a masa preciznom digitalnom vagom. Podaci su zabilježeni, statistički obrađeni te grafički prikazani. Provedena je dvosmjerna, jednofaktorijalna analiza varijance, ANOVA pomoću računalnog programa STATISTICA12 (StatSoft, Tulsa, SAD).

4. REZULTATI

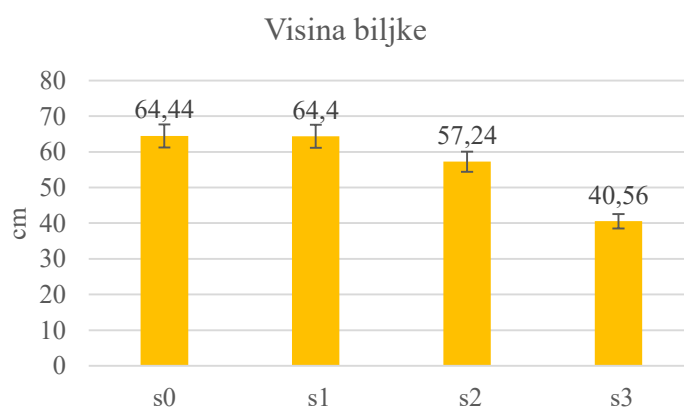
Različita koncentracija soli u vodi za navodnjavanje je značajno ($p < 0,05$) utjecalo na visinu biljke (tablica 1.). Visina vinke je bila u rasponu od 40,56 cm (s3) do 64,44 cm (s0).

Tablica 1. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na visinu vinke (cm)

| Izvor variranja | S0 | S1 | S2 | S3 | LSD | | F | | Značajnost |
|-----------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | |
| Visina biljke | 64,44 | 64,4 | 57,24 | 40,56 | 15,73 | 21,84 | 3,29 | 5,42 | * |

s0 = kontrolni tretman, s1 = 3 dS m⁻¹, s2 = 4,5 dS m⁻¹, s3 = 6 dS m⁻¹; * = p<0,05;
**p<0,01

Visina biljaka na s4 tretmanu, odnosno na tretmanu s najvećom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje je bila značajno manja u odnosu na preostala tri tretmana (grafikon 1.).



Grafikon 1. Visina biljaka (cm) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje

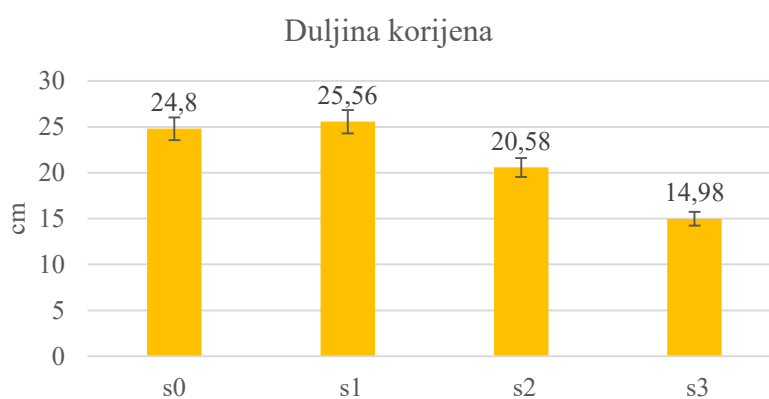
Kako je vidljivo iz tablice 2., duljina korijena vinke je vrlo značajno ($p < 0,01$) varirala po tretmanima navodnjavanja vodom s različitom koncentracijom soli. Duljina korijena bila je u rasponu od 25,56 cm (s1) do 14,98 cm (s3).

Tablica 2. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na duljinu korijena vinke (cm)

| Izvor variranja | S0 | S1 | S2 | S3 | LSD | | F | | Značajnost |
|------------------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | |
| Duljina korijena | 24,8 | 25,56 | 20,58 | 14,98 | 1,89 | 2,61 | 3,239 | 5,292 | ** |

s0 = kontrolni tretman, s1 = 3 dS m⁻¹, s2 = 4,5 dS m⁻¹, s3 = 6 dS m⁻¹; * = p<0,05; **p<0,01

Na s1 tretmanu navodnjavanja duljina korijena biljaka je bila za 3 % veća u odnosu na kontrolni tretman (grafikon 2.). Na s2 tretmanu navodnjavanja je duljina korijena bila za 17% manja u odnosu na kontrolni tretman te za 39,6 % na s3 tretmanu u odnosu na kontrolni tretman.



Grafikon 2. Duljina korijena (cm) po tretmanima navodnjavanja s različitim koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje

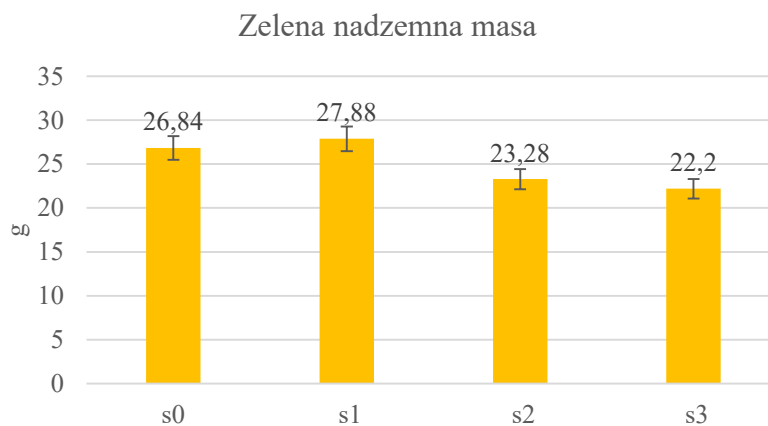
Tretmani navodnjavanja s različitim koncentracijama soli u vodi za navodnjavanje su vrlo značajno ($p < 0,01$) utjecali na zelenu nadzemnu masu (tablica 3.). U prosjeku je zelena nadzemna masa bila od 27,88 cm na s1 do 22,2 na s3 tretmanu navodnjavanja. Na s1 tretmanu je zelena nadzemna masa bila za 3,9 % viša u odnosu na kontrolni tretman.

Tablica 3. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na zelenu nadzemnu masu (g)

| Izvor variranja | S0 | S1 | S2 | S3 | LSD | | F | | Značajnost |
|----------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | |
| Zelena nadzemna masa | 26,84 | 27,88 | 23,28 | 22,2 | 1,31 | 1,81 | 3,239 | 5,292 | ** |

s0 = kontrolni tretman, s1 = 3 dS m⁻¹, s2 = 4,5 dS m⁻¹, s3 = 6 dS m⁻¹; * = p<0,05; **p<0,01

Na s2 i s3 tretmanu navodnjavanja je zelena nadzemna masa bila vrlo značajno (p<0,01) manja u odnosu na kontrolni i s1 tretman (grafikon 3.). Na s2 tretmanu je zelena nadzemna masa bila za 13,3 % manja u odnosu na kontrolni tretman (p<0,01) te za 16,5 % u odnosu na s1 tretman navodnjavanja. Na s3 tretmanu je zelena nadzemna masa bila za 17,3 % manja u odnosu na kontrolni tretman te za 20,4 % u odnosu na s1 tretman navodnjavanja.



Grafikon 3. Zelena nadzemna masa (g) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje

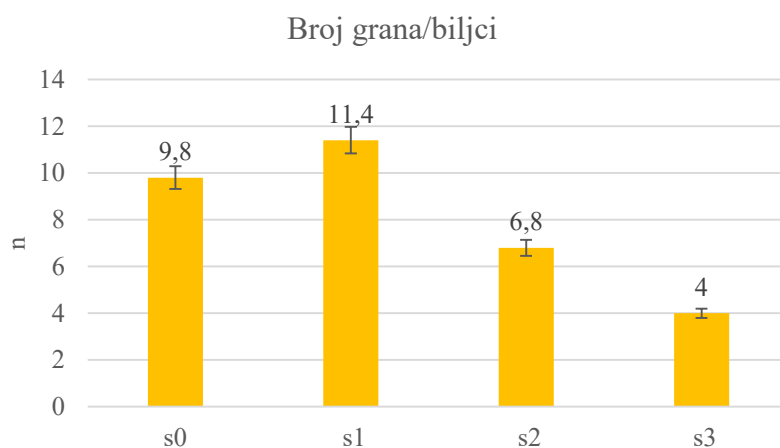
Broj grana/biljci je vrlo značajno (p<0,01) varirao u odnosu na navodnjavanje vodom s različitim koncentracijama soli (tablica 4.). Broj grana/biljci je bio u rasponu od 11 (s0) do 4 (s3).

Tablica 4. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na broj grana/biljci (n)

| Izvor variranja | S0 | S1 | S2 | S3 | LSD | | F | | Značajnost |
|-----------------|-----|------|-----|----|------|------|-------|-------|------------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | |
| Broj grana | 9,8 | 11,4 | 6,8 | 4 | 3,61 | 4,99 | 3,239 | 5,292 | ** |

s0 = kontrolni tretman, s1 = 3 dS m⁻¹, s2 = 4,5 dS m⁻¹, s3 = 6 dS m⁻¹; * = p<0,05; **p<0,01

Na s1 tretmanu zabilježeno je 16 % više grana u odnosu na kontrolni tretman navodnjavanja (s0, grafikon 4.). Na s2 tretmanu broj grana je bio za 30,6 % manji u odnosu na kontrolni tretman te za 40,4 % u odnosu na s1 tretman navodnjavanja (p<0,01). Na s3 tretmanu zabilježen je za 60 % manji broj grana/biljci u odnosu na s0 te za 64,9 % u odnosu na s1 tretman navodnjavanja.



Grafikon 4. Broj grana (n) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje

5. RASPRAVA

U početnom dijelu istraživanja, odmah nakon presađivanja biljke su bile navodnjavane čistom, pitkom vodom iz lokalnog vodovoda kako bi se potaknuo početni rast te što bolje postigla ujednačenost po tretmanima. Tjedan dana nakon presađivanja (1. svibanj) primijenjeni su tretmani navodnjavanja s različitim koncentracijama soli. U početnom dijelu vegetacije, deset dana nakon presađivanja uočena je prva pojava pupova i otvaranje cvjetova (slika 14.) na tretmanu navodnjavanja s1 (3 dS m^{-1}).



Slika 14. Pojava cvjetova i otvaranje pupova na s1 (3 dS m^{-1}) tretmanu navodnjavanja (fotografija: R. Barači, 2020.)

Manje promjene u koncentraciji soli u vodi za navodnjavanje su dovoljne da bi se usporio vegetativni rast i razvoj biljke te da bi došlo do promjene u fiziologiji koje mođe mogu imati direktan ili indirektan utjecaj na rast biljke (Ghasemmi i Jakeman, 1995.). Kako navodi Takeno (2012.), iskusniji istraživači su uočili raniju cvatnju kod biljaka koje su bile izložene stresu (toplinskom, svjetlosnom, nedostatak ili višak hraniva i td.) što se ranije pripisivalo fenomenu dok je u novije vrijeme inducirana cvatnja u stresnim uvjetima često spominjana u znanstvenoj literaturi (Wada i Takeno, 2010.).

Tijekom prvih deset dana primjene tretmana uočene su promjene na listovima vinke na tretmanu s najvećim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje (s3). Žuta boja listova je u početku bila uočljivija na rubnim dijelovima listova, a potom i između nervature lista (slika 15.).



Slika 15. Promjena boje lista na tretmanu navodnjavanja s povećanim sadržajem soli
(fotografija: R. Barači, 2020.)

Dva tjedna nakon što su primijenjeni tretmani navodnjavanja zamijećene su nekrotične pojave na s2 i s3 tretmanu navodnjavanja (slika 16.) uslijed čega je u slijedeća dva dana došlo do potpunog odumiranja listova te sušenja preko 70 % biljaka na s3 te preko 55 % biljaka na s2 tretmanu navodnjavanja. Rezultati ovog istraživanja su u skladu s Niu i sur. (2010.) koji također navode ugibanje biljaka na tretmanima s povećanim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje. U njihovom istraživanju se promjena boja listova i nekrotične pojave na listovima javile na tretmanu sa 7 dS m^{-1} .



Slika 16. Nekrotične pojave na listovima na s3 tretmanu navodnjavanja
(fotografija: R. Barači, 2020.)

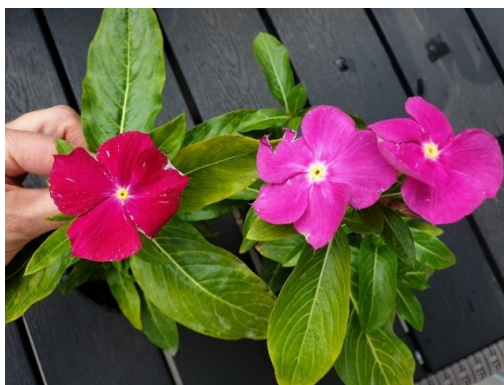
Rezultati istraživanja su u skladu s Kozłowski (1997.) koji navodi kako povećan sadržaj soli zaustavlja rast, a u većim koncentracijama uzrokuje morfološke promjene, te promjene u anatomiji biljaka, a u konačnici letalne količine mogu uzrokovati ugibanje biljaka.

Spomenute promjene nekrotične pojave na listovima u ovom istraživanju bile su popraćene svjetlijim bojama cvijeta što je vidljivo iz slike 17. U ovom slučaju je važno napomenuti kako su u istraživanju korištene biljke jednake sorte, odnosno boje cvjetova. Navedeno je od važnosti u proizvodnji cvijeća radi činjenice kako je cvijeće i ukrasno bilje uzgajano radi estetske vrijednosti koja je u slučaju navodnjavanja vodom s povećanom koncentracijom soli znatno narušena.



Slika 17. Promjena boje cvjetova vinke na tretmanu s povećanim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje (fotografija: R. Barači, 2020.)

Na slici 18. vidljivo je kako je u kasnijem dijelu istraživanja pored promjene boje cvijeta uočena i fizička oštećenja na cvjetovima. Nawaz i sur (2010.) navodi kako su oštećenja izazvana povećanom koncentracijom prvo uočljiva na starijem lišću te da se oštećenja na mlađem lišću odvijaju postepeno tijekom stresa. Uslijed oštećenja smanjuje se intenzitet fotosinteze te usporava rast te odgađa dozrijevanje sjemena (Munns, 2002.).



Slika 18. Promjena boje cvjetova vinke na tretmanu s povećanim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje (fotografija: R. Barači, 2020.)

Na s1 tretmanu pred kraj razdoblja vegetacije je na 34 % biljaka uočena potpuna promjena boje listova što je najvjerojatnije posljedica potpunog disbalansa hraniva u supstratu te nedostatka biljci pristupačnih hraniva uslijed promjene pH, odnosno nemogućnosti usvajanja vode (slika 19.). Boja cvjetova na spomenutom tretmanu nije bila promijenjena niti su na njima zamijećena oštećenja.



Slika 19. Žuta boja listova na s1 tretmanu navodnjavanja na kraju razdoblja vegetacije (fotografija: R. Barači, 2020.)

Kako je vidljivo iz tablice 1., visina biljaka između s0 (kontrola) i s1 (3 dS m⁻¹) tretmana je bila identična (s0 = 64,44 cm; s1 = 64,4 cm), odnosno povećana koncentracija soli nije utjecala na visinu biljaka na s1 tretmanu. Na s2 tretmanu biljke su u prosjeku bile niže za 11,2 % u odnosu na kontrolni tretman te za 37 % na s3 tretmanu u odnosu na kontrolni tretman. Zapryanova i Atanassova (2009.) su proučavali utjecaj navodnjavanja s različitom koncentracijom soli na rast i razvoj *Ageratum* i *Tagetes* L. U rezultatima istraživanja navode značajan utjecaj koncentracije soli na visinu promatranih ukrasnih biljaka. U njihovom istraživanju je utjecaj različitih koncentracija soli na promjer biljaka bio ovisan o kulturi što potvrđuje važnost sorte, odnosno kako tolerantnost na povećanu koncentraciju soli ovisi o sorti ili promatranj kulturi.

Što se tiče duljine korijena vinke (grafikon 2.), blagim povećanjem koncentracije soli na s1 tretmanu zabilježen je i porast duljine korijena, premda ne statistički opravdano. Daljnjim povećanjem koncentracije soli na s2 i s3 tretmanu navodnjavanja gdje je zabilježena vrlo značajno ($p < 0,01$) manja duljina korijena u odnosu na s0 i s1 tretman navodnjavanja.

Prema navedenom, uočena je određena razina tolerantnosti vinke na povećanu koncentraciju soli u vodi za navodnjavanje. Niu i sur. (2010.) navode kako je razina tolerantnosti ovisna o biljnoj vrsti, klimatskim uvjetima, tipu tla ili supstrata te metodi navodnjavanja. U ovom istraživanju je kontroliran EC vode za navodnjavanje tijekom razdoblja vegetacije vinke, međutim nije mjeren EC supstrata pa je za pretpostaviti kako je tijekom vremena došlo do povećanog EC na tretmanima s povećanim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje. Količina nakupljene soli u supstratu će ovisiti o fizikalnim i kemijskim svojstvima supstrata, fazi razvoja biljke te uvjetima okoliša (Miyamoto i sur., 2005.).

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog istraživanja bio je proučiti utjecaj tretmana navodnjavanja s različitim sadržajem soli na promatrana svojstva te estetsku vrijednost cvjetova vinke..

Vinka (*Catharanthus roseus* L.) je biljka koja zahtjeva redovno zalijevanje, stoga u uzgoju treba voditi računa o navodnjavanju. Isto tako vinka se najčešće uzgaja u zaštićenim prostorima gdje navodnjavanje ima dvojaku ulogu; dodavanje vode i hraniva. Pored prihrane, navodnjavanje je najvažnija agrotehnička mjera u uzgoju vinke koja omogućuje pravilan razvoj korijenovog sustava. U slučaju visoke koncentracije hraniva u supstratu ili tlu koje nije dovoljno vlažno, može doći do solnog udara.

Tijekom istraživanja promatran je utjecaj različite koncentracije soli na visinu biljke, duljinu korijena, bujnost nadzemne mase i broj grana po biljci. Rezultati istraživanja pokazali su da velika koncentracija soli uzrokuje značajno slabiji razvoj i kvalitetu biljke. Soli mogu biti štetne za biljku na tri načina: toksičnim djelovanjem iona pojedinih elemenata, veći postotak nekih soli u vodi može stvoriti netopljive spojeve s nužnim hranjivim komponentama i osmotski tlak rastvora soli može biti tako visok da onemogući biljci apsorpciju potrebne količine vlage za razvoj. Sva tri negativna učinka koncentracije soli dokazana su tijekom istraživanja. Što je koncentracija soli bila veća to je razvoj biljke bio lošiji. Visina biljke, broj grana, duljina korijena, bujnost nadzemne mase i broj grana po biljci do 3dS m^{-1} bila su jednaka ili bolje razvijena u odnosu na vodu iz lokalne vodoopskrbne mreže, ali kod većih koncentracija soli oštećenja i loš razvoj biljke bili su jasno vidljivi. Važno je naglasiti da je vinka zapravo vrlo tolerantna biljka, ali da je njezina tolerantnost različita, ona ovisi o klimatskim uvjetima, tipu supstrata ili tipu tla, o metodi navodnjavanja i o samoj sorti biljke.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdul Jaleel C., Gopi R., Sankar B., Manivannan P., Kishorekumar A., Sridharan R., Panneerselvam R. (2006.): Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress. South African Journal of Botany, 73(2): 190-195.
2. Alvarez S., Sanchez-Blanco M.J. (2014.): Long-term effect of salinity on plant quality, water relations, photosynthetic parameters and ion distribution in *Callistemon citrinus*. Plant biology, 16(4): 757-764.
3. Cassaniti C., Romano D., Flowers T.J. (2012.): The Response of Ornamental Plants to Saline Irrigation Water. In book: Irrigation - Water Management, Pollution and Alternative Strategies, 131-158.
4. Cartmill A.D., Valdez-aguilar L.A., Cartmill D.L., Volder A., Alarcón A. (2012.): Arbuscular mycorrhizal colonization does not alleviate sodium chloride-salinity stress in vinca [*Catharanthus roseus* (L.) g. don]. Journal of Plant Nutrition, 6(1): 164-178.
5. Chandler S.F., Sanchez D. (2012.): Genetic modification; the development of transgenic ornamental plant varieties. Plant Biotechnology Journal, 10(8): 891-903.
6. De Pasquale (1984.): Pharmacognosy: the oldest modern science. Journal of Ethnopharmacol, 11(1):1-16.
7. García-Caparrós P., Llanderal A., Pestana M., Correia P.J., Lao M.T. (2016.): Tolerance mechanisms of three potted ornamental plants grown under moderate salinity. Scientia Horticulturae, 201: 84-91.
8. Genhua N., Rodriguez D.S., Starman T. (2010.): Response of Bedding Plants to Saline Water Irrigation. American Society of Horticultural Science, 45(4): 628-636.
9. Ghassemi F., Jakeman A., Nix, H. (1995.): Salinisation of land and water resources: Human causes. Extent. Management and Case studies. UNSW Press. Sydney. Australia and CAB International. Wallingford. UK.
10. Herwig R. (1975.): Sobno i vrtno cvijeće. Zagreb.
11. Jaleel C.A., Manivannan P., Kishorekumar A., Sankar B., Panneerselvam R. (2007.): Alterations in osmoregulation, antioxidant enzymes and indole alkaloid levels in *Catharanthus roseus* exposed to water deficit. Comptes Rendus Biologies 59(2): 150-157.

12. Jaleel C.A., Gopi R., Manivannan P., Panneerselvam R. (2008.): Soil salinity alters the morphology in *Catharanthus roseus* and its effects on endogenous mineral constituents. *EurAsian Journal of BioSciences*, 2: 18-25.
13. Kos Z., Tedeschi S., Tomić F., Gereš D., Romić D. (1997.): Priručnik za hidrotehničke melioracije, knjiga 6, kvaliteta i raspoloživost vode za natapanje.
14. Kozłowski, T. (1997.): Responses of woody plants to flooding and salinity-Tree physiology monograph: 13 - 15.
15. Madjar S., Šoštarić J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Osječko-baranjska županija.
16. Miyamoto, S., A. Chacon, M. Hossain, Martinez I. (2005): Soil salinity of urban turf areas irrigated with saline water. I. Spatial variability. *Landsc. Urban Plan.* 71:233–241.
17. Munns R. (2002.): Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25: 239-250.
18. Naeem M., Aftab T., Masroor M., Khan A. (2007.): *Catharanthus roseus*, Current Research and Future Propects. Springer International Publishing, India.
19. Nawaz K., Hussain K., Majeed A., Khan F., Afghan S., Ali K. Fatality of salt stress to plants ? : Morphological, physiological and biochemical aspects. *Afr. J .Biotechnol.* 2010;9:5475–5480.
20. Neves, Antônia L. R., Lacerda, Claudivan F. de, Oliveira, Adriana C. de, Sousa, Carlos H. C., Oliveira, Francisco I. F., & Ribeiro, Maria da S. de S.. (2018.): Quantitative and qualitative responses of *Catharanthus roseus* to salinity and biofertilizer. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(1), 22-26. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n1p22-26>
21. Niu G., Starman T., Byrne D. (2013.): Responses of growth and mineral nutrition of garden roses to saline water irrigation. *Hort Science*, 48: 756-761.
22. Oliveira J.M.F., Graças Souza A., José Smiderle O., Santos J.L., Dall’Agnese L. (2017.): Seedling production *Cattleya eldorado* in substrates with nutritive solution under shading screens. *Acta Iguazu, Cascavel*, 6(4): 114-125.
23. Oliveira F.I.F., de Medeiros W.J.F., de Lacerda C.F., Neves A.L.R., Oliveira D.R. (2017.): Saline water irrigation managements on growth of ornamental plants. *Agriambi*, 21(11): 739-745.
24. Royal Botanic Gardens (2014.): *Catharanthus roseus* (Madagascar periwinkle). Dostupno na: www.kew.org/plants-fungi/Catharanthus-roseus.htm (04. 03. 2020.; 08:59)

25. Rai S., Luthra R., Kumar S. (2003.): Salt-tolerant mutants in glycophytic salinity response (GSR) genes in *Catharanthus roseus*. Theoretical and applied genetics, 106(22): 221-230.
26. Singh B., Gupta M.K. (2009): Pattern of use of personal protective equipments and measures during application of pesticides by agricultural workers in a rural area of Ahmednagar district, India. Indian journal of occupational and environmental medicine, 13(3):127-30
27. Sukarman Darwati, I. Rusmin, D. (2000.): Morphological and physiological characteristics of vinca at different water stress levels. Industrial Crops Research Journal, 6(2): 50-54.
28. USDA (2014.): Vinca classification. Dostupno na: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=VINCA> (04. 03. 2020. ; 08:52)
29. Takeno, K. (2012.): Stress-induced flowering. In: Ahmad PPrasad MNV, eds. Abiotic stress responses in plants: metabolism, productivity and sustainability. New York: Springer, 331–345.
30. Thomas P., Woodward J., Stegelin F., Pennisi B. (2017.): A Guide for Commercial Production of Vinca. Dostupno na: https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201219_3.PDF (04. 03. 2020.; 10:15).
31. Zapryanova, N., Atanassova, B. (2009.): Effects of Salt Stress on Growth and Flowering of Ornamental Annual Species. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 177 – 179.
32. Wada, K.C., Kondo, H., Takeno, K. (2010.): Obligatory short-day plant, *Perilla frutescens* var. *crispa* can flower in response to low-intensity light stress under long-day conditions. Physiologia Plantarum, 138: 339–345.

8. SAŽETAK

Istraživanje utjecaja tretmana navodnjavanja s različitim sadržajem soli na morfološka svojstva Vinke (*Catharanthus roseus L.*) provedeno je tijekom razdoblja vegetacije vinke 2020. godine u Orahovici u zaštićenom prostoru (plastenik). Cilj istraživanja bio je proučiti utjecaj tretmana navodnjavanja s različitim sadržajem soli na promatrana svojstva te izgled biljke (cvjetova) jednake sorte i jednake boje kako bi promijene bile jasno vidljive. Vinke su uzgojene iz presadnica koje su nabavljene na lokalnoj tržnici. Presadnice su presađene u PVC posude u kojima je korišten univerzalni supstrat za uzgoj lončanica, komercijalni supstrat marke SUSBSTRAL Terra Osmocote proizvođača Evergreen Garden Care, Varšava. Pokus je postavljen po slučajnom blok rasporedu u pet ponavljanja. Posude su bile položene u plastične kontejnere za presadnice kako bi svaka posuda dobila jednaku količinu vode za navodnjavanje odnosno obroka navodnjavanja. Posađeno je pet biljaka po tretmanu navodnjavanja, odnosno sveukupno 100 biljaka (5 biljaka x 4 tretmana x 5 ponavljanja). Biljke su navodnjavanje ručno tako da je svaka biljka, odnosno posuda dobila jednaku količinu vode. U istraživanju su korišteni slijedeći tretmani: s0 = kontrolni tretman (voda iz lokalne vodoopskrbne mreže $<1\text{dS m}^{-1}$), s1 = 3dS m^{-1} , s2 = $4,5\text{dS m}^{-1}$, s3 = 6dS m^{-1} . Rezultati istraživanja pokazala su da je povećana koncentracija soli u vodi za navodnjavanje uzrokovala jednaku visinu biljke, veću duljinu korijena, veći broj grana i bogatiju nadzemnu masu kod koncentracije soli do 3dS m^{-1} u odnosu na vodu iz lokalne vodoopskrbe. Kod koncentracija soli u vodi za navodnjavanje većih od 3dS m^{-1} razvoj biljke je bio manji i oštećenja su bila jasno vidljiva te je većina biljaka uginulo prije završetka vegetacije.

9. SUMMARY

The research was conducted in greenhouse during vinca growing season (Orahovica, 2020). The goal of the research was to study the effect of irrigation with different amount of salts (s_0 = control (tap water), $s_1 = 3 \text{ dS m}^{-1}$, $s_2 = 4,5 \text{ dS m}^{-1}$, $s_3 = 6 \text{ dS m}^{-1}$) on following morphological characteristics: plant height (cm), root length (cm), plant fresh weight (g), number of brunches/plant. Vinca was grown from the transplants from the local market. The transplants were transplanted into containers filed with substrate (commercial substrate, SUBSTRAL Terra osmocote by the producer Evergreen Garden Care, Warsaw). The experiment was conducted as completely randomised block design in five replicates. Flower containers were placed on trays, so that each container would get the same amount of irrigation water. Five plants were planted per irrigation treatment, all together 100 plants (5 plants x 4 treatments x 5 replicates). The plants were irrigated by hand so that each plant, container, would receive the same amount of water. According to study results, the s_1 irrigation treatment (3 dS m^{-1}) did not significantly affect the plant height, root length and plant fresh weight. The number of brunches/plant was higher for 16% higher than control yet not statistically significant. The higher salt concentrations, above 3 dS m^{-1} , significantly reduced the plant height, root length, number of branches/plant and fresh weight in comparison with the control (s_0) and s_1 treatment. It is important to emphasize that the higher salt concentration caused damages of plant tissue.

10. POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na visinu vinke (cm) | 19 |
| Tablica 2. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na duljinu korijena vinke (cm) | 20 |
| Tablica 3. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na zelenu nadzemnu masu (g) | 21 |
| Tablica 4. Utjecaj navodnjavanja različitom koncentracijom soli na broj grana/biljci (n) | 22 |

11. POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1. Vinka | 1 |
| Slika 2. Grm vinke | 3 |
| Slika 3. <i>Vinka cora</i> | 4 |
| Slika 4. Biljka oboljela od <i>Phytophthora</i> | 4 |
| Slika 5. <i>Vinka blockbuster</i> | 4 |
| Slika 6. <i>Vinka cobra</i> | 5 |
| Slika 7. <i>Vinka nirvana</i> | 5 |
| Slika 8. Listovi vinke | 6 |
| Slika 9. Uzgoj presadnica vinke | 7 |
| Slika 10. Sustav za navodnjavanje kap po kap | 11 |
| Slika 11. Navodnjavanje mikrorasprskivačima | 12 |
| Slika 12. Presadnice vinke | 17 |
| Slika 13. Supstrat za lončanice | 18 |
| Slika 14. Pojava cvjetova i otvaranje pupova na s1 (3 dS m ⁻¹) tretmanu navodnjavanja | 23 |
| Slika 15. Promjena boje lista na tretmanu navodnjavanja s povećanim sadržajem soli | 24 |
| Slika 16. Nekrotične pojave na listovima na s3 tretmanu navodnjavanja | 24 |
| Slika 17. Promjena boje cvjetova vinke na tretmanu s povećanim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje | 25 |
| Slika 18. Promjena boje cvjetova vinke na tretmanu s povećanim sadržajem soli u vodi za navodnjavanje | 26 |
| Slika 19. Žuta boja listova na s1 tretmanu navodnjavanja na kraju razdoblja vegetacije | 26 |

12. POPIS GRAFIKONA

| | |
|---|----|
| Grafikon 1. Visina biljaka (cm) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje | 19 |
| Grafikon 2. Duljina korijena (cm) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje | 20 |
| Grafikon 3. Zelena nadzemna masa (g) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje | 21 |
| Grafikon 4. Broj grana (n) po tretmanima navodnjavanja s različitom koncentracijom soli u vodi za navodnjavanje | 22 |

Morfološka svojstva vinke (*Catharanthus roseus L.*) ovisno o kvaliteti vode za navodnjavanje

Rahela Barači

Sažetak: Istraživanje utjecaja tretmana navodnjavanja s različitim sadržajem soli na morfološka svojstva Vinke (*Catharanthus roseus L.*) provedeno je tijekom razdoblja vegetacije vinke 2020. godine u Orahovici u zaštićenom prostoru (plastenik). Cilj istraživanja bio je proučiti utjecaj tretmana navodnjavanja s različitim sadržajem soli na promatrana svojstva te izgled biljke (cvjetova) jednake sorte i jednake boje kako bi promijene bile jasno vidljive. Vinke su uzgojene iz presadnica koje su nabavljene na lokalnoj tržnici. Presadnice su presađene u PVC posude u kojima je korišten univerzalni supstrat za uzgoj lončanica, komercijalni supstrat marke SUSBSTRAL Terra Osmocote proizvođača Evergreen Garden Care, Varšava. Pokus je postavljen po slučajnom blok rasporedu u pet ponavljanja. Posude su bile položene u plastične kontejnere za presadnice kako bi svaka posuda dobila jednaku količinu vode za navodnjavanje odnosno obroka navodnjavanja. Posađeno je pet biljaka po tretmanu navodnjavanja, odnosno sveukupno 100 biljaka (5 biljaka x 4 tretmana x 5 ponavljanja). Biljke su navodnjavanje ručno tako da je svaka biljka, odnosno posuda dobila jednaku količinu vode. U istraživanju su korišteni slijedeći tretmani: s0 = kontrolni tretman (voda iz lokalne vodoopskrbne mreže $<1\text{ dS m}^{-1}$), s1 = 3 dS m^{-1} , s2 = $4,5\text{ dS m}^{-1}$, s3 = 6 dS m^{-1} . Rezultati istraživanja pokazala su da je povećana koncentracija soli u vodi za navodnjavanje uzrokovala jednaku visinu biljke, veću duljinu korijena, veći broj grana i bogatiju nadzemnu masu kod koncentracije soli do 3 dS m^{-1} u odnosu na vodu iz lokalne vodoopskrbe. Kod koncentracija soli u vodi za navodnjavanje većih od 3 dS m^{-1} razvoj biljke je bio manji i oštećenja su bila jasno vidljiva te je većina biljaka uginulo prije završetka vegetacije.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijeku

Mentor: doc. dr. sc. Monika Marković

Broj stranica: 36

Broj grafikona i slika: 23

Broj tablica: 4

Broj literaturnih navoda: 32

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: vinka, navodnjavanje, koncentracija soli u vodi, morfološka svojstva

Datum obrane: 25.09.2020.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. doc. dr. sc. Marija Ravlić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. dr. sc. Monika Tkalec Kojić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnici fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilištu u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Plant production

Graduate thesis

Catharanthus roseus L. morphological characteristics respond to quality of irrigation water

Rahela Barači

Abstract: The research was conducted in greenhouse during vinca growing season (Orahovica, 2020). The goal of the research was to study the effect of irrigation with different amount of salts (s_0 = control (tap water), s_1 = 3 dS m⁻¹, s_2 = 4,5 dS m⁻¹, s_3 = 6 dS m⁻¹) on following morphological characteristics: plant height (cm), root length (cm), plant fresh weight (g), number of brunches/plant. Vinca was grown from the transplants from the local market. The transplants were transplanted into containers filed with substrate (commercial substrate, SUBSTRAL Terra osmocote by the producer Evergreen Garden Care, Warsaw). The experiment was conducted as completely randomised block design in five replicates. Flower containers were placed on trays, so that each container would get the same amount of irrigation water. Five plants were planted per irrigation treatment, all together 100 plants (5 plants x 4 treatments x 5 replicates). The plants were irrigated by hand so that each plant, container, would receive the same amount of water. According to study results, the s_1 irrigation treatment (3 dS m⁻¹) did not significantly affect the plant height, root length and plant fresh weight. The number of brunches/plant was higher for 16% higher than control yet not statistically significant. The higher salt concentrations, above 3 dS m⁻¹, significantly reduced the plant height, root length, number of branches/plant and fresh weight in comparison with the control (s_0) and s_1 treatment. It is important to emphasize that the higher salt concentration caused damages of plant tissue.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Assistant professor, Monika Marković

Number of pages: 36

Number of figures: 23

Number of tables: 4

Number of references: 32

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: Irrigation, Vinca, salt concretation in irrigation water, morphological properties

On date: 25.09.2020.

Reviewers:

1. Assistant professor Marija Ravlić, president of the Commission
2. Assistant professor Monika Marković, mentor
3. PhD Monika Tkalec Kojić, member of the Commission

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.