

# Utjecaj navodnjavanja i sorte na prinos i kakvoću salate (*Lactuca sativa* L.)

---

**Avrelio, Anamaria**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*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:151:052190>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



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  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Avrelia

Diplomski studij Povrćarstva i cvjećarstva

**UTJECAJ NAVODNJAVANJA I SORTE NA PRINOS I KVALITETU SALATE**

*(Lactuca sativa L.)*

**Diplomski rad**

**Osijek, 2019.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Anamaria Avreljo

Diplomski studij Povrčarstva i cvjećarstva

**UTJECAJ NAVODNJAVANJA I SORTE NA PRINOS I KVALITETU  
SALATE (*Lactuca sativa* L.)**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. dr. sc. Marija Ravlić, predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. mr. sc. Miroslav Dadić, član

**Osijek, 2019.**

# SADRŽAJ

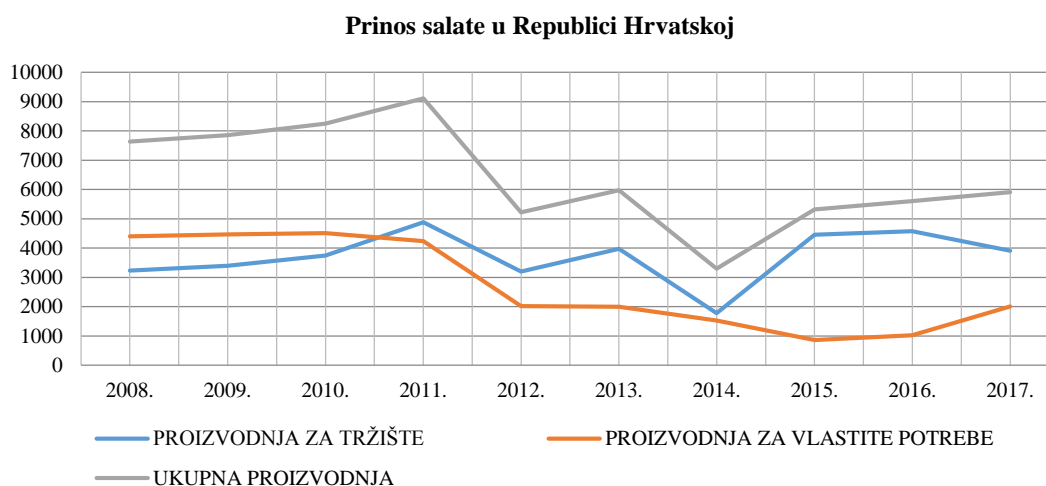
|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 1  |
| 1.1. Gospodarsko značenje .....  | 1  |
| 1.2. Morfologija salate .....  | 2  |
| 1.3. Agroekološki uvjeti.....  | 4  |
| 1.4. Agrotehnika uzgoja salate.....                                    | 5  |
| 1.5. Navodnjavanje salate .....  | 6  |
| 1.6. Sorte salate .....  | 9  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....  | 12 |
| 3. MATERIJAL I METODE.....   | 18 |
| 3.1. Poljski pokus.....  | 18 |
| 3.2. Uzgoj presadnica salate .....                                     | 19 |
| 3.3. Agrotehnika .....   | 20 |
| 3.4. Prikupljanje i obrada podataka .....                              | 21 |
| 4. REZULTATI.....  | 23 |
| 4.1. Vremenski uvjeti tijekom razdoblja vegetacije.....                | 23 |
| 4.2. Vodna bilanca tijekom razdoblja istraživanja.....                 | 26 |
| 4.3. Utjecaj navodnjavanja i sorte salate na promatrane varijable..... | 27 |
| 5. RASPRAVA .....  | 31 |
| 6. ZAKLJUČAK .....   | 34 |
| 7. LITERATURA.....   | 35 |
| 8. SAŽETAK.....  | 38 |
| 9. SUMMARY .....   | 39 |
| 10. POPIS TABLICA .....  | 40 |
| 11. POPIS SLIKA .....  | 41 |
| 12. POPIS GRAFIKONA.....   | 43 |

## 1. UVOD

Salata (*Lactuca sativa* L.) pripada u skupinu lisnatog povrća iz porodice glavočika (lat. Asteraceae). Jednogodišnja je zeljasta biljka često korištena u prehrani. Potječe iz zapadne Azije, osobito iz Egipta gdje se kao prehrambena namirnica koristi već 2 500 godina. Iz Egipta se proširila u Grčku, a zatim u srednju Europu gdje se uzgaja još od 8. stoljeća. Listovi salate konzumiraju se u svježem stanju te kao prilog raznovrsnim jelima. Salata ima kratku vegetaciju te se proizvodi iz sjemena ili iz presadnica.

### 1.1. Gospodarsko značenje

Salata je u svijetu uzgajana na oko 800.000 ha. U 2013. godini ukupno je proizvedeno 24,5 milijuna tona salate, od toga je 13,5 milijuna tona proizvedeno u Kini. Najveći izvoznici salate u svijetu su Indija, Španjolska i Sjedinjene Američke Države. U Hrvatskoj se uzgaja na površini od 3.000 ha. Od ukupne površine proizvodnje salate u Hrvatskoj 30% površina se koristi za proizvodnju u zaštićenom prostoru. Također, salata je kultura koja se može uzgajati i u vanjskim uvjetima. Prinosi salate u zadnjih deset godina u Hrvatskoj iznose 64.185 tona od čega je za tržište proizvedeno 37.139 tona, a 27.046 tona za vlastite potrebe (Državni zavod za statistiku, 2018.). Prinos salate u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2017. godine je prikazan grafikonom 1.



Grafikon 1. Prinos salate u Republici Hrvatskoj od 2008. do 2017. godine

## 1.2. Morfologija salate

Salata je jednogodišnja povrtna kultura koja se uzgaja zbog cvata, odnosno glavice (Slika 1.). Sadrži prosječno 94 % vode, 2 % šećera, 0,6 % sirove celuloze, 0,6 % mineralnih tvari te 1,2 % sirovih proteina. Bogata je vitaminom C, B1, B2 i mnogim drugim elementima.



Slika 1. Salata (*Lactuca sativa* L.)

(izvor: <https://bit.ly/2SBCSLL>)



Slika 2. Korijen salate

(izvor: <https://bit.ly/2WVgbBe>)

Korijen salate je razgranat i mesnat što je vidljivo na slici 2. Glavnina korijena nalazi se na dubini od 30 cm. Iz glavnog korijena izbijaju postrane žilice prvog i drugog reda. Korijen u promjeru odgovara promjeru rozete.

Listovi salate su ovalni, okrugli, sjedeći ili nazubljeni, ovisno o sorti salate. Formirani su u oblik rozete, a boja, oblik i struktura variraju ovisno o sorti. Vanjsko lišće rozete je položenije i tamnije boje, a lišće glavice je uspravnije i svjetlije. Listovi se također mogu razlikovati i u nijansama crvenkasto – smeđe boje što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Raznolikost boja salate

(izvor: <https://bit.ly/2Dp5LB8>)



Slika 4. Cvijet salate

(izvor: <https://bit.ly/2E2g3Zj>)

Cvjetno stablo je razgranato, a na vrhu se nalaze glavičaste cvati sa žutim cvjetovima (Slika 4.). Stabljika se u prvoj godini vegetacije sastoji od nodija i internodija. U drugoj godini se naglo izdužuje, grana te doseže visinu do 1,5 metar. Tada stabljika završava sitnim glavičastim cvatima (Slika 5.). Cvati su sastavljene od dvospolnih jezičastih cvjetova. Salata je samooplodna kultura, ali je moguća i stranooplodnja zbog mnogih kukaca. Plod salate naziva se roška (Slika 6.). Može biti sive, crne i smeđe boje. Duguljastog je oblika i dužine je 3 do 9 mm te je zaoštrena na oba kraja.



Slika 5. Stabljika sa glavičastim cvatima

(izvor: <https://bit.ly/2E2g3Zj>)



Slika 6. Jednosjemeni plod roška

(izvor: <https://bit.ly/2E2dJBz>)

Sjeme salate je tamnosmeđe, crne ili sivobijele boje, dužine je 3 do 4 mm i širine 0,3 do 0,5 mm (Slika 7.).



Slika 7. Sjeme salate

(izvor: <https://bit.ly/2I3u1hS>)

### 1.3. Agroekološki uvjeti

**Temperatura** je od velike važnosti za uzgoj salate. Najpogodnije vrijeme uzgoja salate na otvorenom je proljeće i jesen. Tada temperatura nije previsoka za uspješan uzgoj. Sjeme niče pri temperaturi 15 do 20 °C za 2 do 4 dana. Ovisno o sorti, za 45 do 55 dana salata postiže maksimum rasta. Ukoliko je temperatura viša od 20 °C, a tlo i zrak suhi, nepovoljno će djelovati na kvalitetu i visinu prinosa.

**Voda** je vrlo važna u uzgoju salate, sve do početka glavičanja. Ukoliko dođe do nedostatka vode tijekom formiranja glavice ili previsoke vlažnosti tla, može doći do pojave otvorenih glavica (Madjar i Šoštarić, 2009.). Salati pogoduje rahlo humusno tlo koje dobro zadržava vlagu. Navodnjavanje je potrebno primijeniti kada nisu jako oblačni dani, ukoliko je to moguće.

**Tlo** je također važan čimbenik za uzgoj svake kulture. Utvrđeno je da se uzgojem salate na plodnom i rastresitom zemljištu postižu visoki i kvalitetni prinosi. Važno je obratiti pozornost na sadržaj soli u tlu, jer je salata osjetljiva na visoku koncentraciju soli u tlu. Optimalna pH vrijednost tla za salatu je 6 do 7 (Parađiković, 2009.).



#### 1.4. Agrotehnika uzgoja salate

Salatu se može uzgajati i na otvorenom i u zatvorenom prostoru. Vrlo lako se uzgaja u staklenicima i plastenicima. Staklenici su prvenstveno namijenjeni uzgoju osjetljivih stakleničkih kultura kao što su krastavci, paprika i rajčica. Salata se kao kultura s relativno kratkom vegetacijom uspješno uklapa u staklenički plodored. Ima vrlo skromne zahtjeve prema toplini i svjetlošću pa se uzgaja i u zimskom razdoblju. U kontinentalnom dijelu Hrvatske se najčešće uzgaja kao predusjev ostalim povrtlarskim kulturama.

Ukoliko se salata sije za uzgoj presadnica, ona će za tri tjedna biti dovoljno razvijena za lako presađivanje. S presadnicama je potrebno posebno oprezno rukovati, jer su oštećene presadnice izrazito osjetljive na sivu plijesan.

**Sjetva** se obavlja oko 20. listopada, a rasađivanje mjesec dana kasnije, ukoliko je cilj da se berba provede početkom prosinca. Berbu je potrebno obaviti kroz 5 do 10 dana. U suvremenoj stakleničkoj proizvodnji presadnice se uzgajaju u posebno pripremljenim presanim tresetnim kockicama veličine 3 do 4 cm. Sjetva se obavlja piliranim sjemenom pomoću stroja koji ulaže jednu po jednu sjemenku u svako udubljenje kockica. Zasiјano sjeme potrebno je zaliti i pokriti plastičnom folijom dok sjeme ne počne nicati. Pri optimalnim uvjetima presadnice će biti spremne za otprilike 20 dana. Da bi se postigao navedeni rok uzgojenih presadnica, potrebno je do nicanja održavati temperaturu 15 do 18 °C, a nakon nicanja 10 do 12 °C. Relativna vlažnost zraka se održava između 60 do 70 % (Parađiković, 2009.). Ukoliko se salata sadi u proljetnim mjesecima, kada su temperature zraka niže, potrebno ju je prekriti agrotekstilnim materijalom kako bi se osigurao jednolik rast i razvoj biljke.

**Plodored** nije najbitnija stavka u uzgoju salate, jer ona podnosi dugotrajni uzgoj na sitoj površini, ali ipak je poželjna barem jedna predkultura iz druge porodice. Zbog kratke vegetacije moguće je uzgojiti 2 do 3 usjeva godišnje, a salata se nerijetko uzgaja i kao međukultura. Najbolji predusjevi salati su kulture gnojene stajskim gnojem, a najčešće su to rajčica, paprika i krastavci.

**Obrada tla** se vrši na dubini 20 do 25 cm. Mineralna gnojiva nije potrebno zaoravati, jer se korijenov sustav salate razvija plitko. Poželjno je u jesen u tlo zaorati stajskog gnoja ili zrelog komposta. Na mjestima gdje je došlo do zbijanja tla uslijed uzgoja prethodne kulture potrebno je provesti mjeru podrivanja sa podrivačem. Ova mjera će omogućiti rahljenje tla i prozračivanje do 40 cm dubine.

**Gnojdbu** je potrebno provesti predsjetveno u proljeće. Koristi se oko 150 kg/ha mineralnog gnojiva NPK 7:14:21. Tijekom vegetacije usjev je potrebno prihranjivati KAN-om, 80 do 100 kg/ha. Obzirom na to da je salata biljka kratke vegetacije, kod gnojidbe salate dušičnim gnojivima potrebno je paziti, jer može doći do akumuliranja nitrata u biljku (Parađiković, 2009.).

**Berba** salate vrši se u više navrata. Glavice se sijeku tek kada postignu određenu veličinu, oblik i tvrdoću. Zrelost se određuje blagim dodiranjem dlana na vrh glavice. Potrebno je biti pažljiv prilikom rezanja glavice, jer su one gotovo uvijek vlažne te vrlo osjetljive na dodire. Salata se reže odmah iznad prvog prstena, odnosno lišća u rozeti. Nakon berbe, salata se slaže u kutije ili gajbe te se prenosi u hladnjače. Uspješno se čuva 2 do 3 tjedna na temperaturi 1 do 2 °C i relativna vlaga zraka 95 %. Berbu je moguće obaviti ručno i mehanički.

### **1.5. Navodnjavanje salate**

Navodnjavanje poljoprivrednih kultura primjenjuje se još od postanka mnogih civilizacija u prošlosti. Glavni cilj navodnjavanja je umjetnim načinom dovesti vodu u tlo koje je opisano kao tlo sa smanjenom vlažnosti. Danas postoje mnoge metode navodnjavanja koje su primjenjivane u povrćarstvu. Također, ne postoji univerzalan način navodnjavanja salate. Svaki način je dobar, ukoliko će za posljedicu imati visok, uravnotežen i kvalitetan prinos uzgajane kulture.

Navodnjavanje kao uzgojna mjera se provodi kao osnovno i dopunsko. Osnovno navodnjavanje je potrebno na tlima gdje godišnja količina oborina ne prelazi 375 mm, dok je dopunsko potrebno na tlima gdje se godišnja količina oborina kreće između 375 i 750 mm.

Povrtne kulture imaju povećane potrebe za vodom tijekom vegetacije. Ta potreba za većom količinom vode proizlazi iz građe biljaka, odnosno te kulture imaju veće i deblje listove. Korijen salate je slabe usisne moći i vrlo je slabo razvijen. Glavna masa korijena se razvija na dubini od 10 do 20 cm sloja tla gdje se voda vrlo teško i slabo zadržava. Tijekom vegetacije provode se navodnjavanja po potrebi, s time da je potrebno održavati vlažnost tla od 80 % do 90 % od vrijednosti poljskog vodnog kapaciteta (PVK).

Glavičaste sorte salate zahtijevaju više vode u vrijeme formiranja glavica, ali isto tako i prevelika vlažnost tla može imati negativan utjecaj na razvoj salate. Dolazi do razvijanja

otvorenih glavica niske kvalitete, usporenog rasta i razvoja bolesti. Takva pojava se može spriječiti smanjivanjem turnusa ili obroka navodnjavanja. U vrijeme tehnološkog dozrijevanja salate najveću pažnju treba usmjeriti ka navodnjavanju.

Navodnjavanje sustavom „kap po kap“ je najnovija i najučinkovitija metoda navodnjavanja salate. Ovaj sustav navodnjavanja je proizvod modernih tehnologija. Sustav radi na principu da se voda pod vrlo malim pritiskom dovodi mrežom gusto razgranatih plastičnih cjevovoda do svake biljke i vlaži dio površine zemljišta (Slika 8.).



Slika 8. Navodnjavanje „kap po kap“ na otvorenom polju

(izvor: <https://bit.ly/2SJRQPS> )

Vlaženje vrlo malog dijela zemljišta za posljedicu ima smanjen gubitak vode te se stoga ovaj sustav navodnjavanja naziva i „lokalizirano“ navodnjavanje. Radni pritisak je 0,8 do 1,5 bara. Voda se ispušta pomoću kapljača koji su postavljeni na određenom razmaku koji ovisi o kulturi koja se navodnjava (Slika 9.).



Slika 9. Raspored cijevi kod sustava navodnjavanja „kap po kap“  
(izvor: <https://bit.ly/2SrAMyw>)



Slika 10. Polietilenske (PE) cijevi za navodnjavanje sustavom „kap po kap“  
(izvor: <https://bit.ly/2Gope8N> )

Sustav navodnjavanja kapanjem predstavlja ravnomjerno, sporo i precizno navodnjavanje biljaka. Sustav je potpuno automatiziran i praktički ne zahtjeva prisustvo čovjeka. Sustav čini pogonski dio s filtrom, polietilenske (PE) cijevi (Slika 10.) i kapljači. Sustav navodnjavanja „kap po kap“ ima posebnu vrijednost, jer se pomoću njega sadržaj vode u tlu može neprestano održavati u optimalnim granicama za biljku. Neke od prednosti ovoga sustava su visoki prinosi, automatiziran rad te niski troškovi održavanja. Dok su nedostaci visoka cijena izgradnje i opreme sistema, često začepljenje kapljača, problem slaganja i sakupljanja cijevi te otežano kretanje mehanizacije.

## 1.6. Sorte salate

Osnovna podjela salate je po tome je li stvarana glavica ili ima samo listovi:

- a) Salata glavatica – lat. *Lactuca sativa* var. *capitata*
- b) Lisnata salata – lat. *Lactuca sativa* var. *crispa*
- c) Dugolisna salata – lat. *Lactuca sativa* var. *longifolia*
- d) Salata romana – lat. *Lactuca sativa* var. *romana*
- e) Salata stablašica – lat. *Lactuca sativa* var. *angustana*

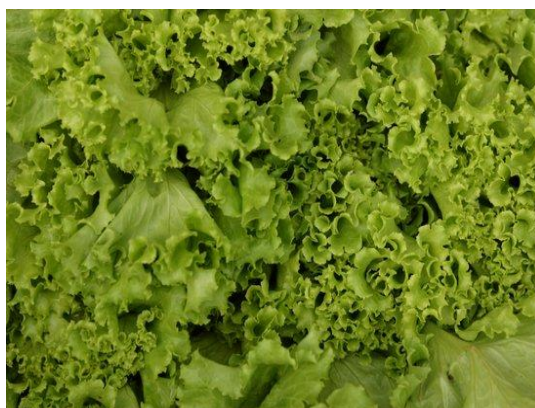
**Salata glavatica** u drugoj polovini vegetativne faze tvori glavicu u kojoj se vanjski listovi dobro preklapaju, a unutrašnji se nastavljaju razvijati unutar glavice. Vanjski listovi glavice su znatno veći. Boja im varira od svijetlo zelene do tamno zelene nijanse. Unutrašnji listovi glavice su nježniji, sitniji, a boja im varira od svijetlo zelene do svijetlo žute boje. Formirana glavica je ovalnog ili okruglog oblika te je manje ili više nabijena. Baza glavice mora biti dobro zatvorena, bez proraslica.

Salata glavatica se dijeli na maslenke i kristalke. Maslenke ili putarice formiraju manje i sitnije glavice, a listovi su joj mekani i vrlo sočni. Listovi su ovalnog oblika, glatke površine i cjelovitog ruba (Slika 11.). Salata kristalka ima veću rozetu, ali je vrlo krhka. Listovi su nazubljenog ruba, naborane su površine i hrskave strukture sa izraženim žilama (Slika 12.).



Slika 11. Salata maslenka

(izvor: <https://bit.ly/2GEPpYe> )



Slika 12. Salata kristalka

(izvor: <https://bit.ly/2Str1Qw> )

**Lisnata salata** je poznata po bogatoj rozeti zelene, žutozelene i smeđe-crvene boje (Slika 13.). Ova vrsta salate ima bogatu rozetu ravnog lišća. Listovi rozete mogu biti glatke ili naborane površine. Rub listova može biti ravan, manje ili više nazubljen te urezan. Berba ovisi o sorti. Kod nekih sorti se ubiru pojedinačni listovi, a kod drugih se bere cijela rozeta. **Dugolisna salata** ima uspravnu rozetu uskog i glatkog lišća sa izraženim srednjim rebrom (Slika 14.). Ova salata se prije vezala kako bi unutarnji listovi rozete bili nježni i žuti. Kod novijih kultivara vrhovi listova se preklapaju i pri tome tvore rahlu izduženu glavicu. Najzastupljenija je u južnoj Europi, Italiji i Francuskoj. Razlog je taj što joj najbolje odgovaraju visoke temperature i kasnije tjera cvjetnu stabljiku. Dugolisna salata se konzumira u svježem stanju, ali može se pripremiti i kao varivo.



Slika 13. Lisnata salata  
(izvor: <https://bit.ly/2GoVwjY>)



Slika 14. Dugolisna salata  
(izvor: <https://bit.ly/2SsIVUC>)

**Salata romana** je tip salate koji raste u visinu, za razliku od drugih tipova koji tvore rozetu (Slika 15.). Tijekom rasta se izdužuje, a njezin središnji dio na poprečnom presjeku je žute boje, dok su vanjski listovi tamno zeleni.



Slika 15. Salata romana  
(izvor: <https://bit.ly/2GEPpYe>)



Slika 16. Salata stablašica  
(izvor: <https://bit.ly/2N1ttaP> )

**Salata stablašica** se ističe visokim stablom oko 25 do 30 cm. Listovi se nekada pojavljuju, a nekada ne. Kada se pojave, okusom su gorki. Cilj uzgoja ove salate je upravo ta debela stabljika (Slika 16.). Unutrašnjost stabljike je nježna i blaga. Može se konzumirati u svježem stanju, ali se može pripremiti i na mnoge druge načine.

## 2. PREGLED LITERATURE

Acar i sur. (2008.) proveli su istraživanje utjecaja različitih tretmana navodnjavanja i dušika na prinos i kvalitetu salate u stakleničkom uzgoju. Tretmani navodnjavanja nisu imali značajan utjecaj na kvalitetu salate. Masa glavice salate je bila u rasponu od 355,17 do 340,31 g/biljci, a najviša masa ostvarena je na 80 % Class A evapotranspiracije iako nije statistički opravdano. Nedostatkom vode izazvana je manja masa i promjer glavice te manji broj listova. Količina dušika nije značajno utjecala na izmjerene parametre.

Bozkurt i sur. (2009.) proveli su istraživanje kako različiti tretmani navodnjavanja i oblici dodanog dušika utječu na prinos, kvalitetu te iskorištenost vode za salatu (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. *Lital*). Salata je uzgajana u stakleniku od studenog 2003. do veljače 2004. godine. Istraživanje je provedeno s četiri tretmana navodnjavanja sustavom „kap po kap“ te dodavanjem amonijevog nitrata i amonijevog sulfata. Prilikom istraživanja promatran je prinos i komponente prinosa salate što uključuje: prosječna masa, broj listova, promjer biljke, visina biljke, svježa i suha masa biljke i promjer glavice. Dokazano je da oblik dodanog dušika značajno utječe na promjer glavice i broj listova, dok na prinos nema većeg utjecaja. Tretmani navodnjavanja nisu imali statistički opravdan utjecaj na suhu masu salate. Rezultati su pokazali da je najniži prinos zabilježen na kontrolnom tretmanu navodnjavanja ETc gdje je salata navodnjavana samo prilikom presađivanja biljaka, dok su najveći prinos i najbolje komponente prinosa zabilježene na tretmanu navodnjavanja sa ETc 125 % gdje je dodana norma navodnjavanja od 431,5 mm.

Bozkurt i Mansuroglu (2011.) proveli su istraživanje s ciljem utvrđivanja učinka različitih metoda i tretmana navodnjavanja na prinos, kvalitetu i učinkovitost vode salate (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. *Lital*). Salata je uzgajana u grijanom stakleniku u razdoblju od 7. listopada 2009. do 3. prosinca 2009. Metode navodnjavanja su se sastojale od: tradicionalnog površinskog navodnjavanja kapanjem (TDI), podzemnog navodnjavanja kapanjem s cijevima na dubini od 10 cm (SDI10) i podzemnog navodnjavanja kapanjem s cijevima na dubini od 20 cm (SDI20). Tretmani navodnjavanja određeni su prema evapotranspiraciji: 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, 1,0 % i 1,25 %. Proučavan je prinos i kvaliteta salate: masa glavice, broj listova, indeks lisne površine, visinu i promjer biljke, promjer jezgre glavice, sadržaj klorofila u listu, ukupne



topive soli, električnu provodljivost i pH. Metode navodnjavanja nisu imale utjecaja na prinos, dok je značajan utjecaj zabilježen za promjer, visinu i suhu masu biljke te čvrstoću glavice. Učinkovitost vode (Water Use Efficiency, WUE) i učinkovitost norme navodnjavanja (Irrigation Water Use Efficiency, IWUE) je rasla smanjenjem norme navodnjavanja.

Fonseca (2004.) je proveo istraživanje utjecaja sadržaja vode u tlu u poljskim uvjetima na prinos salate. Istraživanje je provedeno tako što je posljednje navodnjavanje bilo u tri različita termina – 24, 16 i 6 dana prije berbe salate. Salata koja je posljednje navodnjavanje dobila 6 dana prije berbe imala je 10 % veću masu, ali je bila kraćeg roka trajanja nego što su biljke navodnjavane 24 dana prije berbe. Nije bilo većih razlika između biljaka koje su navodnjavane 24. dan i 16. prije berbe. Nadalje, promatrana je salata koja je ubrana prvi i sedmi dan nakon kiše te je utvrđeno da vlaga nakon kiše u glavici salate ostaje tijekom sedam dana. Dokazano je da ranim prestankom navodnjavanja potencijalno dolazi do smanjena mase salate, ali isto tako prekomjernim kasnim navodnjavanjem neće se postići veća razlika u masi.

Ganiyu i sur. (2015.) su proveli terensko istraživanje kako bi proučili prinos i rast salate (*Lactuca sativa* var. *crispa*) koja je navodnjavana različitim tretmanima navodnjavanja. Istraživanje je provedeno u slučajnom blok rasporedu u četiri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja su bili: TRT1 – slobodna procjena uzgajivača, TRT2 – 100 % ETo, navodnjavano svako jutro tijekom svih faza razvoja, TRT3 – 100 % ETo, navodnjavano svaku večer tijekom svih faza razvoja, TRT4 – 100 % ETo, obrok navodnjavanja je podijeljen 50 % ETo u jutarnjim satima i 50 % u večernjim satima. ETo je izračunata za sva četiri tretmana pomoću CROWPAT programa. Rezultati su pokazali da su biljke uzgajane u TRT4 tretmanu zdravije i više od ostalih biljaka. Visina biljaka je bila 23,3 cm, imale su 9 listova, širenje lista je iznosilo 25,03 cm, indeks lisne površine je bio 5,25, masa svježe tvari lista 43 g, prinos 28,3 t/ha te produktivnost vode 7,2 kg/m<sup>3</sup>. Istraživanjem se utvrdilo da je za bolji i kvalitetniji prinos salate potrebno navodnjavati podijeljenim obrokom, odnosno 50 % u jutarnji satima i 50 % u večernjim satima.

Hakkwan (2016.) je istraživao kako će salinitet vode utjecati na salatu i kineski kupus. Istraživanje je postavljeno u stakleniku kao slučajni blok raspored u tri ponavljanja, a navodnjavano je vodom s različitim koncentracijama soli. Rezultati su pokazali da je

salinitet vode značajno utjecao na prinos, dok na broj, dužinu i širinu listova nije bilo značajnog utjecaja. Nadalje, rezultati su pokazali da prinos opada s povećanjem koncentracije soli iznad 0,9 dS/m za salatu i 1,5 dS/m za kineski kupus. Ukoliko se nastavi kontinuirano navodnjavati s vodom povećane koncentracije u stakleniku, može doći do značajno veće električne provodljivosti (EC) i povećanog sadržaja natrijevih kationa u tlu i listovima.

Kirnak i sur. (2016.) proveli su istraživanje u negrijanom plasteniku od prosinca do veljače s ciljem utvrđivanja utjecaja različitih tretmana navodnjavanja na prinos salate. Biljke salate navodnjavane su sustavom kap po kap u četiri tretmana navodnjavanja tijekom sedam dana. Tretmani navodnjavanja su: Kp1 = 1,0, Kp2 = 0,75, Kp3 = 0,50 i Kp4 = 0,25. Najveći prinos salate dobiven je u tretmanu Kp1 navodnjavanja. Također, navodnjavanje i evapotranspiracija na Kp1 tretmanu bila je 118 mm i 125 mm. Između Kp1 i Kp2 tretmana navodnjavanja nisu uočene značajnije razlike u prinosu. Rezultati istraživanja pokazali su da se sedmodnevni interval navodnjavanja s Kp2 tretmanom može upotrijebiti za navodnjavanje salate u negrijanom stakleniku bez većih gubitaka prinosa, ali s povećanom učinkovitosti i iskorištenosti vode.

Kizil i sur. (2012.) proučavali su kako vodni stres utječe na uzgajanu salatu. Istraživanje je provedeno u uvjetima *in vitro* s tri tretmana navodnjavanja u četiri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja bili su 33 %, 66 % i 100 % poljskog vodnog kapaciteta (PVK). Prema rezultatima istraživanja smanjenjem obroka za navodnjavanje dolazi do nižih biljaka, manjeg promjera biljke, manjeg broja listova, također i smanjenog prinosa.

Kuslu i sur. (2008.) su proveli istraživanje kako će različite norme navodnjavanja utjecati na salatu (*Lactuca sativa* var. *crispa* cv. *Bohemia*). Mjereni parametri tijekom istraživanja su bili: evapotranspiracija, prinos, komponente prinosa, učinkovitost korištenja vode i sadržaj minerala. Tretmani navodnjavanja bili su: T - 100 (100%), T - 80 (80%), T - 40 (40%) i T - 20 (20%). Prosječna evapotranspiracija je bila 232 mm u T-100, dok je u T - 20 evapotranspiracija bila 121 mm. Prosječni prinos bio je 39,49 Mg/ha u T-100 i 14,57 Mg/ha u T-20. Učinkovitost vode na T-100 bila je 168,88 kg/ha/mm, a na T-20 117,39 kg/ha/mm. Najniže biljke s najmanjim brojem listova, najmanjim sadržajem mikro i makro elemenata te najmanjim promjerom glavice dobivene su na T-20 tretmanu navodnjavanja.

Nagaz i sur. (2013.) su proveli dvogodišnje istraživanje u kojem su proučavali utjecaj navodnjavanja slanom vodom na salinitet tla, prinos i učinkovitost vode. Salata je uzgajana u jesensko – zimskom razdoblju na pjeskovitom tlu te je navodnjavana sustavom kapanja s električnom provodljivosti vode (EC) od 3,6 dS/m. Istraživanje je postavljeno u slučajni blok raspored s tri tretmana navodnjavanja: 100 % (FI-100), 60 % (DI-60) i 30 % (DI-30) PVK. Prema rezultatima istraživanja povećana koncentracija soli u zoni korijena uočena je kod tretmana DI-30 u obje godine (4 i 4,8 dS/m) u odnosu na tretman FI-100 (2,6 i 3,1 dS/m). Relativno niske vrijednosti saliniteta uočene su i kod tretmana DI-60 koje su iznosile 3 dS/m i 3,8 dS/m. Najveći prinos salete u obje godine ostvaren je na FI-100 tretmanu navodnjavanja, dok je na DI-60 i DI-30 tretmanu zabilježen značajno manji prinos, manji promjer glavice i manji broj listova. Tretmani navodnjavanja nisu značajno utjecali na masu suhe tvari, ali su utjecali na razliku u ukupnim topivim solima (TSS). Za sve tretmane navodnjavanja prinosi su bili veći za prvu godinu u odnosu na drugu godinu uzgoja. Najmanja učinkovitost vode je uočena u tretmanima FI-100, dok su najviše vrijednosti zabilježene u tretmanu DI-30. Rezultati pokazuju da je korištenje FI-100 tretmana optimalno za korištenje pri uzgoju salate i kontroli zaslanjenosti tla. Autori navode kako u slučajevima smanjene količine pristupačne vode, navodnjavanje manjim obrocima DI-60, može biti alternativa za proizvodnju salate u sušnim područjima južnog Tunisa.

Sahin i sur. (2016.) proveli su dvogodišnje istraživanje koje se sastojalo od tri različita tretmana navodnjavanja: 100 (I1), 85 (I2), 70 (I3) Class A evapotranspiracije. Promatran je rast biljaka, utrživi prinos, potrošnja vode i kakvoća usjeva. Također je promatrana učinkovitost vode, kvaliteta, sadržaj fenola i antioksidativnih aktivnosti. Evapotranspiracija je bila najveća na I1 tretmanu navodnjavanja (214,1 mm) što je rezultiralo najvišim prinosom od 2,17 kg/m<sup>2</sup>. Najveća učinkovitost vode bila je na I1 tretmanu (10,2 kg/m<sup>3</sup>), jer je prinos opadao smanjenjem navodnjavanja. Najveći sadržaj fenola i antioksidativne aktivnosti u listovima bio je na I3 tretmanu. Najveći sadržaj hraniva zabilježen je na I2 i I3 tretmanu. Od makroelemenata zabilježen je najveći sadržaj kalija u listu salate dok je od mikorelemenata zabilježen najveći sadržaj magnezija. Autori preporučuju navodnjavanje manjim obrocima kako bi se povećao sadržaj hranjiva u salati te kako bi se uštedjela i povećala učinkovitost vode.

Sammis i sur. (1988.) proveli su istraživanje kako će osam različitih tretmana navodnjavanja utjecati na prinos salate (*Lactuca sativa* L.) i kineskog kupusa (*Brassica campestris* L. *Group pekinensis*). Tretmani su provedeni u tri ponavljanja metodom kišenja s obrocima od 0,76 mm do 6,09 mm. Na kontrolnom tretmanu nije navodnjavano. Prema rezultatima prinos je rastao povećanjem norme navodnjavanja (49,7 Mg/ha za salatu i 73,1 Mg/ha za kineski kupus), dok je evapotranspiracija iznosila 205 mm za salatu i 209 mm za kineski kupus. Korelacija između prinosa i evapotranspiracije bio je linearan s koeficijentom od 1,07 za salatu i 1,35 za kineski kupus. Veličina glavice se smanjivala s padom prinosa. Učinkovitost navodnjavanja iznosio je 24 kg/m<sup>3</sup> i 36 kg/m<sup>3</sup> za salatu i kineski kupus.

Şenyiğit i Kaplan (2013.) proveli su eksperiment kojim bi utvrdili učinke različite količine navodnjavanja na prinos i kvalitetu salate (*Lactuca Sativa* var. *longifolia* cv. *Lital*) u zatvorenom prostoru staklenika. Navodnjavano je sustavom kap na kap u intervalima od sedam dana tijekom vegetacije. Tretmani navodnjavanja su se sastojali od šest različitih varijanti navodnjavanja: I1- bez navodnjavanja, I2 - 25 %, I3 - 50 %, I4 - 75 %, I5 - 100 % i I6 - 125 % od ukupne evapotranspiracije (Class A). Norma navodnjavanja bila je u rasponu od 0 do 106,3 mm. Eto vrijednost je bila u rasponu od 69,1 do 158,5 mm. Najviši prinos je zabilježen na tretmanu I5 i I4. Značajna korelacija ( $r = 0,77$ ) je 27 dobivena između prinosa i učinkovitosti vode te ( $r = 0,99$ ) između prinosa i ETo. Svi dobiveni rezultati ukazivali su na to da povećanjem količine vode raste i prinos. Također, kada biljka dobije količinu vode koja je veća od njezinih potreba, tada se i prinos smanjuje. Najviša vrijednost učinkovitosti vode (WUE) i učinkovitosti norme navodnjavanja (IWUE) zabilježena je na I5 tretmanu (0,60 t ha mm<sup>3</sup> i 0,96 t ha mm<sup>3</sup>). Najveća masa biljke (239,11 g), visina biljke (26,3 cm), promjer biljke (44,82 cm), težina korijena (17,31 g), dužina korijena (9,02 cm), promjer korijena (10,04 cm) i broj listova (49) su također zabilježeni na I5 tretmanu. Autori preporučuju navodnjavanje tretmanom I5, koji može najbolje utjecati na salatu s najboljom učinkovitosti vode i norme navodnjavanja, najvišim prinosom i kvalitetom u stakleniku.

Turhan i sur. (2014.) su proveli istraživanje u stakleniku kako bi utvrdili učinke navodnjavanja salate (*Lactuca sativa* L. cv *Funly*) s različitim koncentracijama razrijeđene morske vode (0 %, 2,5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %) na svježi prinos, tržišnu vrijednost i kvalitetu (suhu tvar, ukupne topive soli, kiselost, ukupne šećere, vitamin C,

NO<sub>3</sub>-N, proteine i ukupni sadržaj oksalata). Nije uočena značajna razlika u prinosu i suhoj tvari salate između 2,5 % i 5 % kontrola navodnjavanja. Najniži prinos i suha tvar su zabilježeni na tretmanu s 20% morske vode. Pri niskom sadržaju soli (2,5 % i 5 %) došlo je do povećanja ukupne topive soli, šećera i proteina. Navodnjavanje s razrijeđenom morskom vodom koncentracije 5 % nije utjecalo na ukupni sadržaj oksalata, iako je s povećanjem koncentracije morske vode iznad 5 % sadržaj oksalata rastao. Rezultati istraživanja su pokazali da je pogodno koristiti razrijeđenu morsku vodu s niskom koncentracijom soli (2,5 % i 5 %) za uzgoj salate.

Ünlükara i sur. (2008.) proveli su istraživanje u stakleniku kako bi proučili reakciju salate (*Lactuca sativa* var. *crispa*) na povećanje saliniteta vode za navodnjavanje. Korišteni su tretmani vode za navodnjavanje s 0,75, 1,5, 2,5, 3,5, 5,0 i 7,0 dS/m<sup>3</sup> koncentracijama soli. Rezultati su pokazali da se salinitet tla povećavao s povećanjem koncentracije soli u vodi za navodnjavanje. Također, došlo je do pada prinosa od 9,3 %, ali se sadržaj suhe mase biljke povećao. Koncentracije soli nisu utjecale na slanost i okus salate, što pokazuje da je *Lactuca sativa* var. *crispa* umjereno osjetljiva na povećane koncentracije soli. Povećanjem koncentracije soli dolazi do smanjenja broja listova, visine biljke, učinkovitosti vode i usvajanja kalcija i željeza, dok na usvajanje kalija, dušika, bakra, mangana i cinka u listovima nije imalo značajnijeg utjecaja.

Zavadil (2009.) je tijekom trogodišnjeg istraživanja proučavao utjecaj navodnjavanja tehnološkom vodom na prinos i kvalitetu salate, mrkve i rotkvice. U posude s povrćem postavljeni su lizimetri, a navodnjavano je primarno (2005.) i sekundarno pročišćenom vodom (2006. i 2007.). Kontrolni tretman navodnjavan je iz lokalnog izvora (2005.), dok je (2006. i 2007.) navodnjavano iz javne opskrbe. Navodnjavanje primarno pročišćenom tehnološkom vodom je značajno povećalo prinos, dok je navodnjavanje sekundarno pročišćenom otpadnom vodom povećalo sadržaj Na u mrkvi i rotkvicama. Navodnjavanje primarno pročišćenom tehnološkom vodom je povećalo sadržaj Na u svim dijelovima povrća za konzumaciju tijekom 2005. i 2006. godine, dok je u 2007. godini došlo do povećanja sadržaja nitrata u salati i rotkvicama. Istraživanje je pokazalo da je navodnjavanje pročišćenom tehnološkom vodom uzrokovalo visok sadržaj bakterija u povrću.

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Poljski pokus

Istraživanje je postavljeno na obiteljskom imanju u Petrijevcima tijekom razdoblja vegetacije salate u trajanju od 04. ožujka do 21. svibnja 2019. godine. Istraživanje je provedeno kao dvočimbenični poljski pokus u split – plot shemi u tri ponavljanja.

Tretman navodnjavanja je proveden kako slijedi; na a1 tretmanu salata je navodnjavana s obrokom navodnjavanja od 5 l/m<sup>2</sup>, na a2 tretmanu s 10 l/m<sup>2</sup> i na a3 tretmanu navodnjavanja salata je navodnjavanja obrokom navodnjavanja od 15 l/m<sup>2</sup>. Drugi čimbenik u istraživanju je bila sorta salate. Na tretmanu b1 posadena je sorta salate kristalka, a na b2 tretmanu sorta putarica (Slika 17.).



Slika 17. Sorte salate korištene u poljskom pokusu, kristalka i putarica

(fotografija: Avreljo, A. 2019.)

Ukupna površina pokusne parcele bila je 29,76 m<sup>2</sup>. Sveukupno je u istraživanju bilo osamnaest pokusnih parcela (3 tretmana navodnjavanja x 2 sorte salate x 3 ponavljanja). Veličina pokusne parcele tretmana navodnjavanja bila je 2,24 m<sup>2</sup>.

Veličina pokusne parcele sorte salate bila je 1,12 m<sup>2</sup>. Razmak između parcelica bio je 1 m kako bi se izbjeglo preklapanje tretmana navodnjavanja.

### 3.2. Uzgoj presadnica salate

Sjeme salate je posijano u plastične posude za proizvodnju presadnica te nakon što je 11. ožujka proklijalo (Slika 18.) iznad nje je postavljena zaštitna folija kako bi se održavala kontinuirana vlažnost obzirom na to da se salata slabije razvijala (Slika 19.).



Slika 18. Presadnice salate

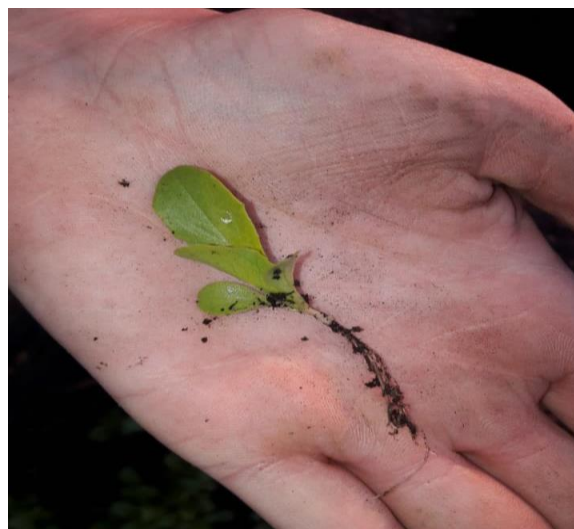
(fotografija: Avrelino, A., 2019.)



Slika 19. Presadnice salate pod malčom

(fotografija: Avrelino, A., 2019.)

Za uzgoj presadnica korišten je univerzalni supstrat Florasan. Presadnice salate navodnjavane su po potrebi ovisno o vremenskim uvjetima do pojave prva dva para listića (Slika 20.). U ovom dijelu istraživanja biljke su navodnjavane jednakim obrocima navodnjavanja kako bi se postigla što veća ujednačenost prije sadnje na otvorenom.



Slika 20. Presadnica salate s dva para listića

(fotografija: Avrelino, A., 2019.)

### 3.3. Agrotehnika

Tlo na pokusnoj parceli je ručno obrađeno te je pripremljeno za sadnju salate s označenim parcelicama prema tretmanima istraživanja (Slika 21.). Razmak sadnje biljaka unutar reda te između redova bio je 20 cm. Presadnice su 30. ožujka 2019. godine presađene na pokusnu parcelu.



Slika 21. Priprema pokusne parcele

(fotografija: Avreljo, A., 2019.)

Salata je navodnjavana sustavom „kap po kap“ (Slika 22., Slika 23.), a izvor vode za navodnjavanje bila je voda iz spremnika za vodu u kojem se nalazila kišnica i voda iz zdenca. Zapremnina spremnika za vodu je 1000 litara, a udaljenost između spremnika i pokusne parcele bila je 5 metara. Trenutak početka navodnjavanja određen je prema vanjskom izgledu biljke.





Slika 22. Navodnjavanje salate nakon presađivanja (fotografija: Avrelino, A., 2019.)



Slika 23. Navodnjavanje salate (fotografija: Avrelino, A., 2019.)

Obzirom na veliku količinu oborina, salatu je bilo potrebno okopati 16. travnja kako bi se razbila pokorica, te uklonio korov koji je niknuo. Nasad je ponovno okopavan zbog uklanjanja korova 20. svibnja. Najčešće pojavljivani korovi su poljski slak (*Convolvulus arvensis* L.) i puzava pirika (*Elymus repens* L.).

### 3.4. Prikupljanje i obrada podataka

Slijedeći klimatološki elementi prikupljeni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda: minimalna i maksimalna temperatura zraka (°C), količina oborine (mm), relativna vlažnost zraka (%), sati sijanja sunca (h) te brzina vjetra (m/s). Referenta evapotranspiracija (ET<sub>o</sub>) i evapotranspiracija kulture (ET<sub>c</sub>) određena je prema Penman-Montheith formuli (Allen i Pruitt, 1991.). Koeficijent kulture (k<sub>c</sub>) za salatu je preuzet od Allen i sur. (1988.).

Po završetku vegetacije salate određen je prinos (kg/m<sup>2</sup>) na svakoj parceli, a na prosječnih pet biljaka određena je masa glavice (kg), promjer glavice (cm), broj listova/glavici (n), duljina korijena (cm), masa korijena (g) i promjer korijena (cm). Masa glavice i korijena je određena pomoću precizne digitalne vage (Slika 24.). Duljina

korijena, promjer glavice salate i promjer korijena određeni su milimetarskim papirom (Slika 25.).



Slika 24. Vaganje uzoraka na preciznoj digitalnoj vagi (fotografija: Avrelio, A., 2019.)



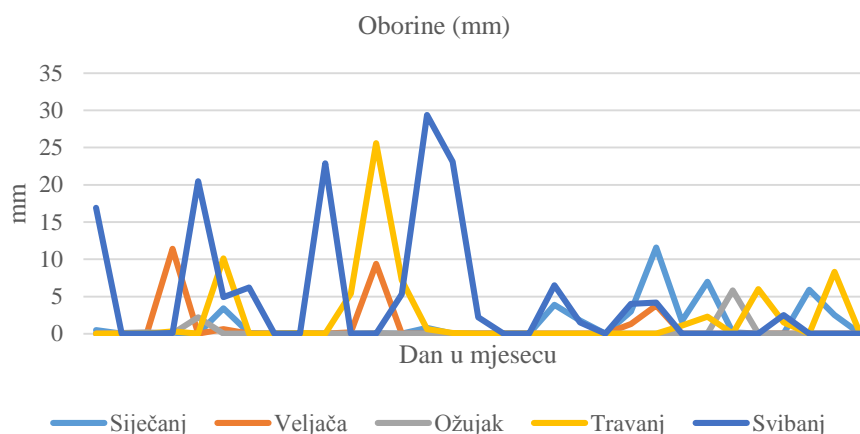
Slika 25. Mjerenje milimetarskim papirom (fotografija: Marković, M., 2019.)

Značajnost varijabilnosti između srednjih vrijednosti grupa testirana je analizom varijance (ANOVA) na  $p < 0,01$  i  $p < 0,05$  razini značajnosti. Korelacijom je procijenjen stupanj do koje granice dvije varijable zajednički variraju. Testirane su jačina i smjer povezanosti dviju varijabli. Jačina korelacije ( $r$ ) određena je prema Roemer-Orphalovoj tablici. Promjena varijabilnosti dvaju zavisnih varijabli testirana je regresijskom jednadžbom.

## 4. REZULTATI

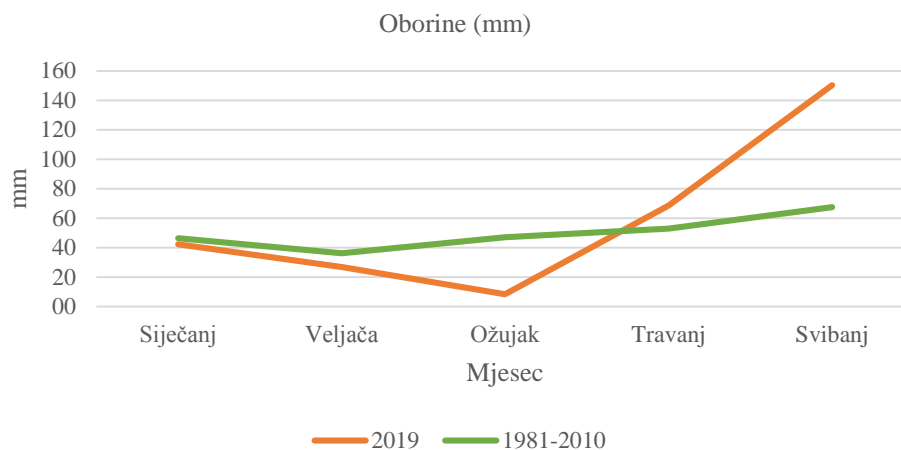
### 4.1. Vremenski uvjeti tijekom razdoblja vegetacije

Količina oborine (mm) po mjesecima za vrijeme razdoblja vegetacije salate prikazana je grafikonom 2. U razdoblju od siječnja do svibnja 2019. godine palo je 296,4 mm oborine što je za 18,5 % više u odnosu na višegodišnji prosjek (Grafikon 3.). Analizom količine oborine po mjesecima uočljiv je nepravilan raspored oborine. Naime u zimskom razdoblju (siječanj – ožujak) na području Osijeka je ukupno palo 25,9 mm što je za 40,2 % manje u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. - 2010.).



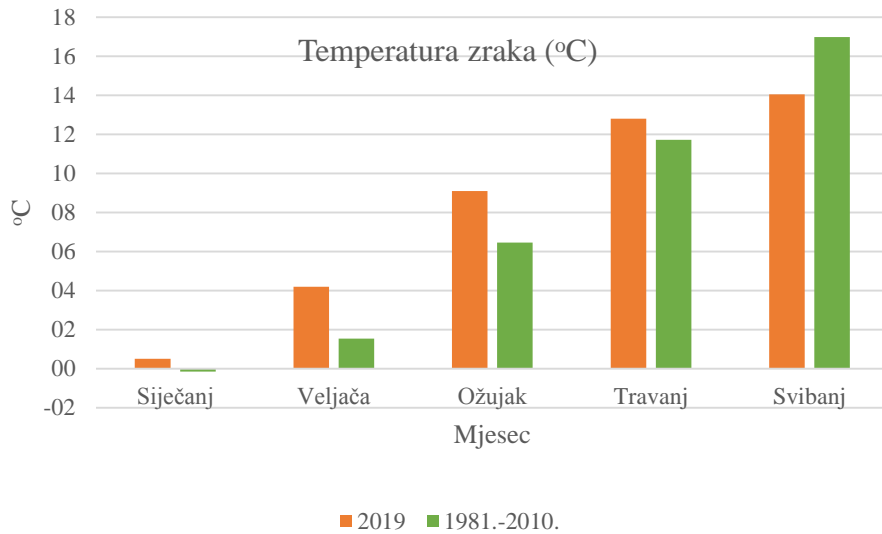
Grafikon 2. Količina oborine (mm) u razdoblju od siječnja do svibnja 2019. godine

Značajno manja količina oborine izmjerena je tijekom mjeseca ožujka (grafikon 3.), 8,4 mm što je za čak 82,2 % manje u odnosu na višegodišnji prosjek. Nedostatak biljci pristupačne vode u tlu koji se javio kao posljedica nedovoljno akumulirane vode tijekom zimskih mjeseci, bilo je potrebno nadoknaditi navodnjavanjem. U proljetnom dijelu (travanj - svibanj) količina oborine bila je nadprosječno visoka. Tijekom mjeseca travnja količina oborine bila je za 29,9 % viša u odnosu na višegodišnji prosjek. Nadalje, tijekom mjeseca svibnja količina oborine bila je čak za 122,2 % viša u odnosu na višegodišnji prosjek.



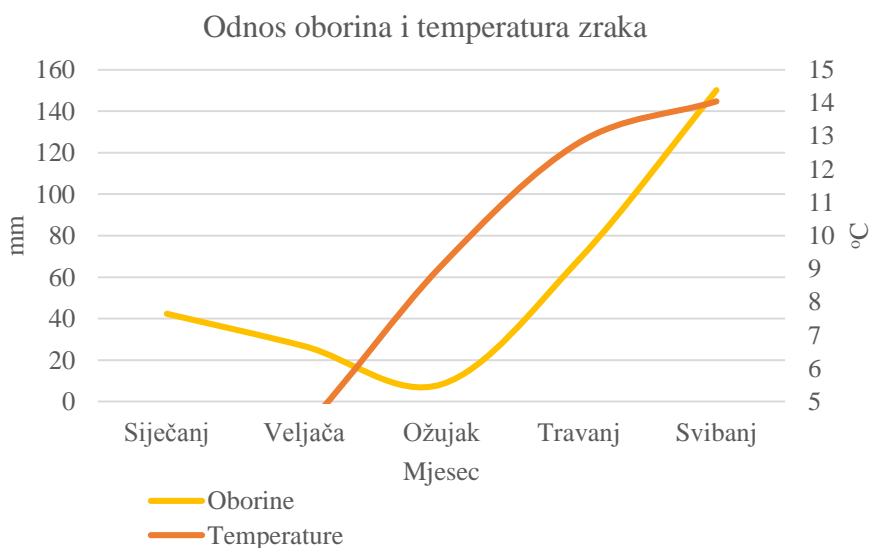
Grafikon 3. Odstupanje u količini oborine u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. – 2010.)

Što se tiče srednjih dnevnih temperatura zraka ( $^{\circ}\text{C}$ ), u razdoblju od siječnja do travnja srednje dnevne temperature zraka bile su više u odnosu na višegodišnji prosjek (Grafikon 4.). Tijekom mjeseca siječnja srednja mjesečna temperatura zraka bila je za  $0,6^{\circ}\text{C}$  viša u odnosu na višegodišnji prosjek (1981.-2010.). Nadalje, tijekom mjeseca veljače i ožujka srednja mjesečna temperatura zraka bila je za  $2,7^{\circ}\text{C}$  viša u odnosu na višegodišnji prosjek. Tijekom mjeseca travnja srednja mjesečna temperatura zraka bila je za  $1,1^{\circ}\text{C}$  viša u odnosu na višegodišnji prosjek dok je tijekom mjeseca svibnja temperatura zraka bila za  $2,9^{\circ}\text{C}$  niža u odnosu na višegodišnji prosjek.



Grafikon 4. Odstupanje u srednjim dnevnim temperaturama zraka u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. – 2010.)

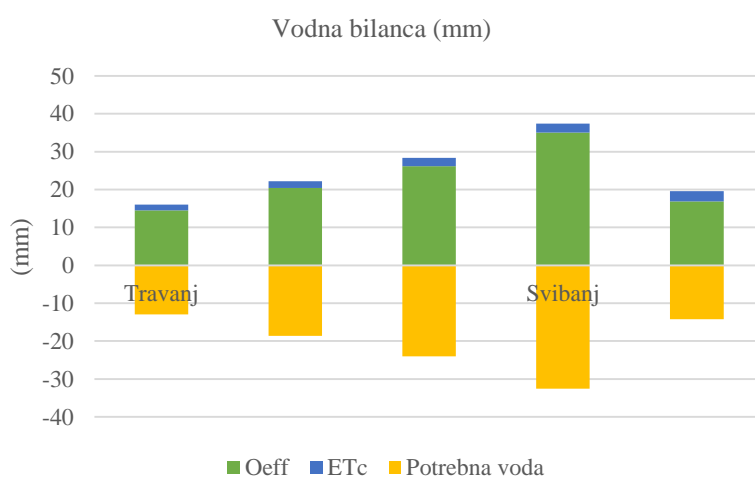
Odnos mjesečne količine oborine (mm) i srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) prikazan je grafikonom 5. Nedostatak biljci pristupačne vode bio je u razdoblju od sredine mjeseca veljače do mjeseca svibnja.



Grafikon 5. Odnos srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) i oborina (mm) tijekom razdoblja istraživanja

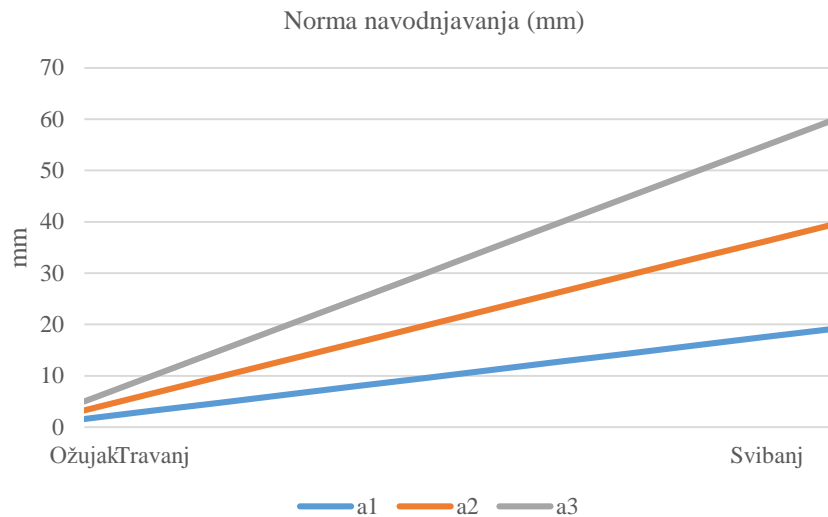
## 4.2. Vodna bilanca tijekom razdoblja istraživanja

Vodna bilanca je određena dekadno za razdoblje vegetacije travanj – svibanj, obzirom da su presadnice salate presađene na otvoreno krajem mjeseca ožujka (Grafikon 6.). Analizom vodne bilance utvrđena je potrebna voda koju je bilo potrebno nadoknaditi tijekom mjeseca travnja 55 mm, a tijekom mjeseca svibnja 46,79 mm. Potrebna voda za mjesec svibanj odnosi se na razdoblje vegetacije do 5. svibnja nakon čega su na području Osijeka uslijedile obilnije oborine.



Grafikon 6. Vodna bilanca za travanj i svibanj 2019. godine

Ukupna norma navodnjavanja koja je dodana tijekom razdoblja vegetacije salate bila je kako slijedi: na tretmanu navodnjavanja  $a_1 = 20$  mm, na tretmanu  $a_2 = 40$  mm te na tretmanu navodnjavanja  $a_3 = 60$  mm (Grafikon 7.). Prema tome, sveukupno je tijekom razdoblja vegetacije salate dodano četiri obroka navodnjavanja.



Grafikon 7. Norma navodnjavanja po tretmanima navodnjavanja

#### 4.3. Utjecaj navodnjavanja i sorte salate na promatrane varijable

Navodnjavanje je linearno povećalo prinos salate premda bez statističke značajnosti (Tablica 1.). Prinos salate ( $\text{kg/m}^2$ ) je značajno varirao u odnosu na sortu salate ( $p < 0,05$ ). Značajno veći prinos salate ostvaren je kod sorte salate kristalka (b1) gdje je ostvaren prinos za 9,7 % viši u odnosu na sortu salate putarica (b2). Interakcija a x b (navodnjavanje x sorta) nije imala statistički opravdan utjecaj na prinos salate.

Tablica 1. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na prinos salate ( $\text{kg/m}^2$ )

| Sorta             | Navodnjavanje |      |      | Prosjeck b |                                  | F      |        | LSD   |       |
|-------------------|---------------|------|------|------------|----------------------------------|--------|--------|-------|-------|
|                   | a1            | a2   | a3   |            |                                  | 5%     | 1%     | 0,05  | 0,01  |
| <b>b1</b>         | 3,50          | 3,43 | 3,87 | 3,63*      | <b>a</b>                         | 6,5914 | 16,694 | n.s.  | n.s.  |
| <b>b2</b>         | 3,13          | 3,33 | 3,47 | 3,31       | <b>b</b>                         | 5,7861 | 13,274 | 0,223 | 0,337 |
| <b>Prosjeck a</b> | 3,32          | 3,43 | 3,67 |            | <b>a</b><br><b>x</b><br><b>b</b> | 5,4095 | 12,06  | n.s.  | n.s.  |

a1 = 5 l/m<sup>2</sup>; a2 = 10 l/m<sup>2</sup>; a3 = 15 l/m<sup>2</sup>; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant

Prema rezultatima istraživanja sorta salate je imala značajan ( $p < 0,05$ ) utjecaj na masu glavice salate (Tablica 2.). Sorta salate kristalka (b1) je u prosjeku za 15,15 % višu masu u odnosu na sortu salate putarica (b2).

Tablica 2. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na masu glavice salate (kg)

| Sorta            | Navodnjavanje |      |      | Prosjek b |            | F      |        | LSD   |       |
|------------------|---------------|------|------|-----------|------------|--------|--------|-------|-------|
|                  | a1            | a2   | a3   |           |            | 5%     | 1%     | 0,05  | 0,01  |
| <b>b1</b>        | 0,35          | 0,35 | 0,46 | 0,38*     | <b>a</b>   | 6,5914 | 16,694 | n.s.  | n.s.  |
| <b>b2</b>        | 0,33          | 0,31 | 0,35 | 0,33      | <b>b</b>   | 5,7861 | 13,274 | 0,049 | 0,075 |
| <b>Prosjek a</b> | 0,34          | 0,33 | 0,39 |           | <b>axb</b> | 5,4095 | 12,06  | n.s.  | n.s.  |

a1 = 5 l/m<sup>2</sup>; a2 = 10 l/m<sup>2</sup>; a3 = 15 l/m<sup>2</sup>; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant

Promjer glavice salate (cm) je vrlo značajno ( $p < 0,01$ ) varirao u odnosu na sortu. Na b1 tretmanu zabilježen je veći promjer glavice salate za 9,9 % u odnosu na b2 tretman (Tablica 3.).

Tablica 3. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na promjer glavice salate (cm)

| Sorta            | Navodnjavanje |       |       | Prosjek b |            | F      |        | LSD  |       |
|------------------|---------------|-------|-------|-----------|------------|--------|--------|------|-------|
|                  | a1            | a2    | a3    |           |            | 5%     | 1%     | 0,05 | 0,01  |
| <b>b1</b>        | 32,7          | 32,97 | 33,2  | 32,96**   | <b>a</b>   | 6,5914 | 16,694 | n.s. | n.s.  |
| <b>b2</b>        | 30,53         | 29,13 | 30,27 | 29,98     | <b>b</b>   | 5,7861 | 13,274 | 1,45 | 2,201 |
| <b>Prosjek a</b> | 31,62         | 31,05 | 31,74 |           | <b>axb</b> | 5,4095 | 12,06  | n.s. | n.s.  |

a1 = 5 l/m<sup>2</sup>; a2 = 10 l/m<sup>2</sup>; a3 = 15 l/m<sup>2</sup>; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant

Broj listova/glavici salate bio je u rasponu od 15 (a1b2) do 23 (a3b1). Navodnjavanje je značajno ( $p < 0,05$ ) utjecalo na broj listova/glavici salate. Najveći broj listova zabilježen je kod a3 tretmana navodnjavanja ( $n = 22$ ), za 22,2 % više u odnosu na a1 i 15,8 % u odnosu na a2 tretman navodnjavanja (Tablica 4.). Broj listova/glavici salate je vrlo



značajno ( $p < 0,01$ ) varirao u odnosu na sortu. Na b1 tretmanu zabilježen je veći broj listova/glavici salate za 35,3 % u odnosu na b2 tretman. Kod broja listova/glavici salate zabilježen je značajan utjecaj ( $p < 0,05$ ) interakcije axb (navodnjavanje x sorta) pri čemu je najveći broj listova izmjeren na a2b1 i a3b1 tretmanu.

Tablica 4. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na broj listova/glavici salate (n)

| Sorta            | Navodnjavanje |    |      | Prosjek b |             | F      |        | LSD   |       |
|------------------|---------------|----|------|-----------|-------------|--------|--------|-------|-------|
|                  | a1            | a2 | a3   |           |             | 5%     | 1%     | 0,05  | 0,01  |
| <b>b1</b>        | 22            | 23 | 23   | 23        | <b>a*</b>   | 6,5914 | 16,694 | 1,910 | 3,167 |
| <b>b2</b>        | 15            | 15 | 21   | 17        | <b>b**</b>  | 5,7861 | 13,274 | 1,516 | 2,296 |
| <b>Prosjek a</b> | 18            | 19 | 22** |           | <b>axb*</b> | 5,4095 | 12,06  | 2,265 | 3,977 |

a1 = 5 l/m<sup>2</sup>; a2 = 10 l /m<sup>2</sup>; a3 = 15 l/m<sup>2</sup>; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant

Kako je vidljivo iz Tablice 5., tretman navodnjavanja je značajno ( $p < 0,05$ ) utjecao na duljinu korijena salate. Najveća duljina korijena zabilježena je na a1 tretmanu navodnjavanja, za 1,5 % veća u odnosu na a2 te za 10,6 % u odnosu na a3 tretman navodnjavanja.

Tablica 5. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na duljinu korijena salate (cm)

| Sorta            | Navodnjavanje |      |      | Prosjek b |                 | F     |       | LSD   |       |
|------------------|---------------|------|------|-----------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                  | a1            | a2   | a3   |           |                 | 5%    | 1%    | 0,05  | 0,01  |
| <b>b1</b>        | 14,47         | 13,9 | 13,2 | 13,88     | <b>a*</b>       | 6,591 | 16,69 | 0,909 | 1,508 |
| <b>b2</b>        | 15,27         | 15,4 | 13,7 | 14,77     | <b>b</b>        | 5,78  | 13,27 | n.s.  | n.s.  |
| <b>Prosjek a</b> | 14,87<br>*    | 14,7 | 13,5 |           | <b>ax<br/>b</b> | 5,41  | 12,06 | n.s.  | n.s.  |

a1 = 5 l/m<sup>2</sup>; a2 = 10 l /m<sup>2</sup>; a3 = 15 l/m<sup>2</sup>; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant

Što se tiče promjera korijena salate, kako je vidljivo iz tablice 6., nije bilo statistički opravdanog utjecaja tretmana navodnjavanja niti sorte salate na promjer korijena.

Tablica 6. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na promjer korijena salate (cm)

| Sorta  | Navodnjavanje |      |      | Prosjek<br>b |            | F      |        | LSD  |      |
|--|---------------|------|------|--------------|------------|--------|--------|------|------|
|  | a1            | a2   | a3   |              |            | 5%     | 1%     | 0,05 | 0,01 |
| <b>b1</b>  | 2,35          | 2,33 | 2,41 | 2,36         | <b>a</b>   | 6,5914 | 16,694 | n.s. | n.s. |
| <b>b2</b>  | 2,45          | 2,41 | 2,48 | 2,45         | <b>b</b>   | 5,7861 | 13,274 | n.s. | n.s. |
| <b>Prosjek a</b>   | 2,40          | 2,37 | 2,45 |              | <b>axb</b> | 5,4095 | 12,06  | n.s. | n.s. |
| a1 = 5 l/m <sup>2</sup> ; a2 = 10 l/m <sup>2</sup> ; a3 = 15 l/m <sup>2</sup> ; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant |               |      |      |              |            |        |        |      |      |

Nisu zabilježene statistički značajne razlike između tretmana navodnjavanja niti sorte salate na masu korijena salate (Tablica 7.). Masa korijena po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 2,4 g (a1) to 2,45 g (a3). U pogledu sorte salate, veća masa korijena zabilježena je kod sorte salate kristalka (b1, 15,9 g).

Tablica 7. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na masu korijena salate (g)

| Sorta  | Navodnjavanje |      |      | Prosjek<br>b |            | F    |       | LSD  |      |
|--|---------------|------|------|--------------|------------|------|-------|------|------|
|  | a1            | a2   | a3   |              |            | 5%   | 1%    | 0,05 | 0,01 |
| <b>b1</b>  | 16,9          | 15,7 | 15,1 | 15,9         | <b>a</b>   | 6,59 | 16,69 | n.s. | n.s. |
| <b>b2</b>  | 16,4          | 15,2 | 14,3 | 15,3         | <b>b</b>   | 5,78 | 13,2  | n.s. | n.s. |
| <b>Prosjek a</b>   | 16,7          | 15,5 | 14,7 |              | <b>axb</b> | 5,40 | 12,06 | n.s. | n.s. |
| a1 = 5 l/m <sup>2</sup> ; a2 = 10 l/m <sup>2</sup> ; a3 = 15 l/m <sup>2</sup> ; b1 = kristalka; b2 = putarica; a x b = navodnjavanje x sorta; n.s. = non significant |               |      |      |              |            |      |       |      |      |

## 5. RASPRAVA

Prinos salate je linearno rastao povećanjem norme navodnjavanja, premda ne statistički opravdano (Tablica 1.) što je vjerojatno posljedica veće količine oborina tijekom mjeseca svibnja. Prema rezultatima istraživanja Acar i sur. (2008.) također nije zabilježen statistički značajan utjecaj tretmana navodnjavanja na prinos salate. U njihovom istraživanju norma navodnjavanja bila je u rasponu od 0 do 106,3 mm ovisno o tretmanu navodnjavanja prema ET (25 % do 125 % ETo). U ovom istraživanju ETc tijekom travnja i svibnja je bila 106,6 mm od čega 55,5 mm/mj tijekom mjeseca travnja. Važno je za istaknuti relativno visoku ETc u spomenutom razdoblju što je posljedica visoke temperature zraka. Kako je već ranije navedeno, srednja mjesečna temperatura zraka tijekom ožujka i travnja je bila za 2,7 °C viša u odnosu na višegodišnji prosjek.

U ovom istraživanju na a2 (10 l/m<sup>2</sup>) tretmanu navodnjavanja prinos salate bio je za 3,3 % viši u odnosu na a1 tretman (15 l/m<sup>2</sup>). Prinos salate na a3 tretmanu navodnjavanja bio je za 10,5 % viši u odnosu na a1 tretman te za 7 % u odnosu na a2 tretman navodnjavanja. U istraživanju Şenyigit i Kaplan (2013.), Sanchez (2000.), Sutton i Merti (1993.) autori navode linearno povećanje prinosa salate povećanjem norme navodnjavanja. U njihovom istraživanju norma navodnjavanja određena je prema vrijednosti ET (Class A Pan), a najveći prinos ostvaren je na tretmanu sa 100 % ET. Pored prinosa salate autori također navode najveću masu glavice salate (239,11 g), promjer glavice salate (44,82 g) te masu korijena (17,31 cm) na tretmanu s najvećom normom navodnjavanja (100 % ETo) što je u skladu s ovim istraživanjem. Nadalje autori navode najveću duljinu korijena salate (9,02 cm) na tretmanu s najvećom normom navodnjavanja što je u suprotnosti s rezultatom ovog istraživanja obzirom na to da je najveća dužina zabilježena na tretmanu a1 (85 l/m<sup>2</sup>) što je za 1,5 % više u odnosu na a2 (10 l/m<sup>2</sup>) te za 10,6 % više u odnosu na a3 (15 l/m<sup>2</sup>) tretman navodnjavanja. Također Xu i sur. (2004.) navode najmanju duljinu i masu korijena salate na tretmanu navodnjavanja s najmanjom normom. Nadalje kako navode Kizil i sur. (2012.), niže vrijednosti visine biljke, promjera glavice, broja listova/glavici i prinos salate zabilježene su na tretmanima s manjom normom navodnjavanja.

U ovom istraživanju broj listova/glavici salate je varijabla kod koje je zabilježen statistički opravdan utjecaj svih ispitivanih čimbenika. Sanchez (2000.) također navodi

značajan utjecaj navodnjavanja na broj listova/glavici salate gdje je najveći broj listova zabilježen na tretmanu navodnjavanja s normom 100 % ET (49).

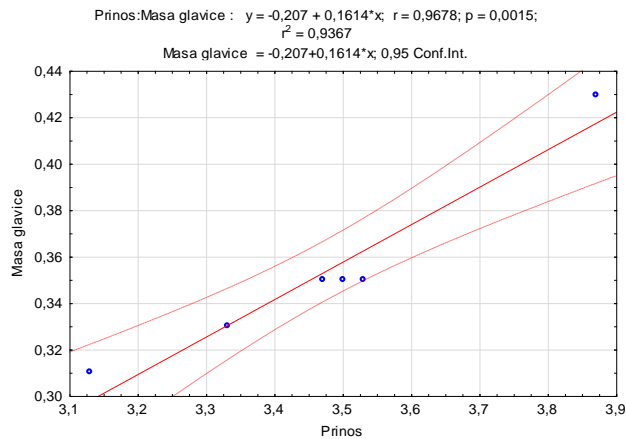
Analizom korelacijske povezanosti utvrđena je potpuna korelacija pozitivnog smjera ( $r = 0,967$ ) između prinosa i mase glavice (Tablica 8.). Zatim je utvrđena vrlo jaka povezanost između prinosa i promjera glavice ( $r = 0,832$ ) te prinosa i broja listova/glavici salate ( $r = 0,827$ ). Vrlo jaka negativna korelacija utvrđena je između prinosa i duljine korijena salate ( $r = -0,871$ ).

Tablica 8. Korelacijski koeficijenti između promatranih svojstava ( $p < 0,05$ )

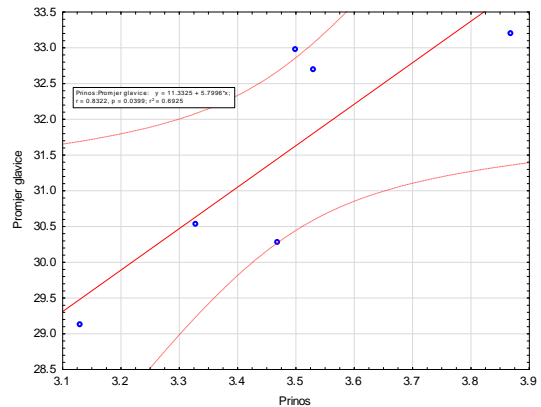
|             | <b>P</b>  | <b>MG</b> | <b>PG</b> | <b>BL/G</b> | <b>DK</b> | <b>MK</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| <b>P</b>    |           |           |           |             |           |           |
| <b>MG</b>   | 0,967844  |           |           |             |           |           |
| <b>PG</b>   | 0,832188  | N.S.      |           |             |           |           |
| <b>BL/G</b> | 0,826887  | N.S.      | 0,856511  |             |           |           |
| <b>DK</b>   | -0,870622 | -0,834130 | N.S.      | -0,894674   |           |           |
| <b>MK</b>   | N.S.      | N.S.      | N.S.      | N.S.        | N.S.      |           |
| <b>PK</b>   | N.S.      | N.S.      | N.S.      | N.S.        | N.S.      | N.S.      |

P = prinos; MG = masa glavice; PG = promjer glavice; BL/G = broj listova/glavici; DK = duljina korijena; MK = masa korijena; PK = promjer korijena

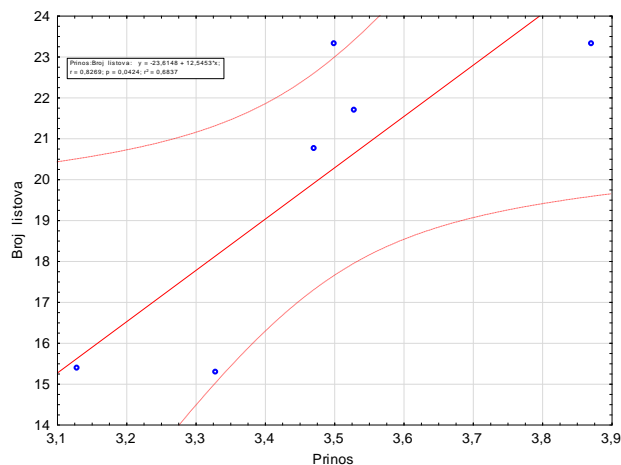
Vrlo jaka korelacija negativnog smjera ( $r = -0,83$ ) utvrđena je između mase glavice salate i duljina klipa te broja listova/glavici salate i duljina klipa ( $r = -0,89$ ). U rezultatima istraživanja Ogbodo i sur. (2010.) navode pozitivnu korelaciju ( $r = 0,46$ ) između prinosa i broja listova/glavici salate, te između mase glavice i broja listova/glavici salate. Thakur i sur. (2016.) također navode jaku korelaciju pozitivnog smjera između prinosa i mase glavice salate. Pripadajuće jednadžbe regresije prikazane su grafikonom 8.



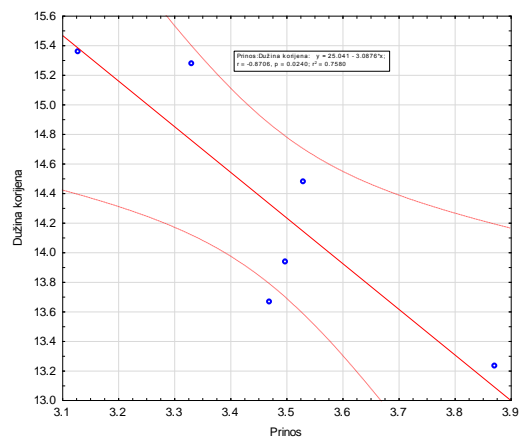
a



b



c



d

Grafikon 8. Jednadžbe regresije

Sorta salate značajno ( $p < 0,05$ ) je utjecala na masu i promjer glavice salate, pri čemu je kod sorte salate kristalka (b1) zabilježena veća vrijednost spomenutih parametara rasta. Premda su vidljive razlike i kod preostalih parametara rasta, ipak nije bilo statistički opravdanog utjecaja sorte na promatrane varijable. Rezultati su u skladu s onima koje su objavljene u prethodnim istraživanjima Afton (2011.), Buso i Bliss (1988.) premda autori navode i statistički opravdan utjecaj sorte salate na prinos. Boroujendria i Asari (2007.) navode značajan utjecaj sorte salate na masu i broj listova/glavici salate, ali ne na visinu biljke i površinu lista. Također Koudela i Petříková (2008.) navode značajan utjecaj sorte na masu glavice salate.

## 6. ZAKLJUČAK

Navodnjavanje je ekonomski opravdana agrotehnička mjera obzirom na sve češći nedostatak oborina koji se javlja tijekom razdoblja vegetacije, a jednako tako i radi specifičnosti same kulture u pogledu plitkog korijenovog sustava, slabe usisne moći, a velike lisne mase. Pored prinosa, agrotehnička mjera navodnjavanja pozitivno utječe odnosno povećava komponente prinosa koje se mogu dovesti u direktnu povezanost s prinosom (masa glavice i promjer korijena salate). U pravilu, prinos, masa glavice, promjer glavice, broj listova/glavici salate te promjer korijena su rasli povećanjem norme navodnjavanja dok je najveća duljina i masa korijena salate ostvarena na tretmanu s najmanjom normom navodnjavanja. Sorta salate je pokazala značajan utjecaj na prinos, masu i promjer glavice dok su u pravilu kod sorte salate kristalka zabilježene veće vrijednosti istraživanih varijabli.

## 7. LITERATURA

1. Acar, B., Paksoy, M., Türkmen, Ö., Seymen, M. (2008.): Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition. *African Journal of Biotechnology*, 7(24): 4450-4453.
2. Allen, R. G. Pruitt, W. O. (1991.): FAO-24 reference evapotranspiration factors. *J. Irrig. and Drain. Engrg.*, ASCE 117(5): 758-773.
3. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (1988.): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, 1988.
4. Afton, W. D. (2011.): Evaluation of growth characteristics, yield, marketability and nitrate levels of lettuce (*Lactuca sativa*) cultivars produced in South Louisiana. MSc thesis, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
5. Boroujerdnia, M., Ansari, N. A. (2007.): Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilizer and Cultivars on Growth, Yield and Yield Components of Romaine Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 47-53.
6. Bozkurt, S., Mansuroğlu, G. S., Kara, M., Önder, S. (2009.): Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (11): 1171-1177.
7. Bozkurt, S., Mansuroğlu, G. S. (2011.): The effects of drip line depths and irrigation levels on yield, quality and water use characteristics of lettuce under greenhouse condition. *African Journal of Biotechnology*, 10(17): 3370-3379.
8. Buso, G. S. C., Bliss, F. A. (1988.): Variability among lettuce cultivars grown at two levels of available phosphorus. *Plant and soil*, 111(1): 6-73.
9. Fonseca, J. (2004.): Yield and microbial quality of head lettuce as affected by field moisture at harvest. College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ).
10. Ganiyu, A., S., Alhassan, A.L., Adongo, T.A. (2015.): Effect of Different Water Application Schedules on the Growth and Yield of Loose leaf Lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) at Golinga Irrigation Scheme in the Tolon District of Northern Region, Ghana. *Greener journal of agricultural sciences*, 5(5): 159-166.

11. Hakkwan, K., Hanseok, J., Jihye, J., Seungjong, B. (2016.): Effects of Irrigation with Saline Water on Crop Growth and Yield in Greenhouse Cultivation. *Water* 2016, 8(127) doi:10.3390/w8040127
12. Kirnak, H., Taş, I., Gökalp, Z., Karaman, S. (2016.): Effects of different irrigation levels on yield of lettuce grown in an unheated greenhouse. *Natural Sciences*, 5(9): 145-151.
13. Kizil, Ü., Genç, L., İnalpula, M., Şapolyo, D., Mirik, M. (2012.): Lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield prediction under water stress using artificial neural network (ANN) model and vegetation indices. *Žemdirbystė=Agriculture*, 99(4): 409–418.
14. Koudela, M., Petříková, K. (2008.): Nutrients content and yield in selected cultivars of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). *Hort. Sci. (Prague)*, 35(3): 99–106.
15. Kuslu, Y., Dursun, A., Sahin, U., Kiziloglu, F.M., Turan, M. (2008.): Effect of deficit irrigation on curly lettuce grown under semiarid conditions. *Spanish journal of agricultural research*, 6(4): 714-719.
16. Madjar S., Šoštarić J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, Osječko-baranjska županija, 2009.
17. Matotan Z. (2004.): Suvremena proizvodnja povrća, Nakladni Zavod Globus d.o.o., Zagreb
18. Nagaz, K., Mokh, F. E., Mechlia, N. B., Masmoudi, M. M. (2013): Soil salinity, yield and water productivity of lettuce under irrigation regimes with saline water in arid conditions of Tunisia. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (5): 892-900.
19. Ogbodo, E.N., Okorie, P.O., Utobo, E.B. (2010.): Growth and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) At Abakaliki Agro-Ecological Zone of Southeastern Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(2): 141-148.
20. Parađiković, N. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo, Poljoprivredni fakultet Osijek
21. Sahin, U., Kuslu, Y., Kiziloglu, F. M., Cakmakci, T. (2016.): Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude. *Journal of Applied Horticulture*, 18(3): 195-202.
22. Sammis, B. T. W., Kratky, I. A., Wu, P. (1988.): Effects of limited irrigation on lettuce and chinese cabbage yields. *Irrigation Science*, 9: 187–198.



23. Sanchez, C.H.A. (2000): Response of lettuce to water and nitrogen on sand and the potential for leaching of nitrate-N. *HortScience*, 35(1): 73-75.
24. Şenyiğit, U., Kaplan, D. (2013.): Impact Of Different Irrigation Water Levels On Yield And Some Quality Parameters Of Lettuce (*Lactuca Sativa L. Var. Longifolia Cv.*) Under Unheated Greenhouse Condition. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2(4): 97-107.
25. Sutton, B. G., Merit, N. (1993.): Maintenance of lettuce root zone at field capacity gives best yields with drip irrigation. *Scientia Horticulturae*, 56(1): 1-11.
26. Thakur, M., Kumar, R., Kumar, S. (2016.): Studies on genetic variability, correlation and path analysis in lettuce (*Lactuca sativa L.*) under protected conditions. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(4): 1924-1930.
27. Turhan A., Kuscu H., Ozmen N., Serbeci M. S., Demir A. O. (2013.): Effect of different concentrations of diluted seawater on yield and quality of lettuce. *Chilean journal of agricultural research*, 11 – 116.
28. Ünlükara, A., Cemek, B., Karaman, S., Erşahin, S. (2008.): Response of lettuce (*Lactuca sativa var. crispata*) to salinity of irrigation water. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36(4): 265-273.
29. Zavadil, J. (2009.): The Effect of Municipal Wastewater Irrigation on the Yield and Quality of Vegetables and Crops. *Research Institute for Soil and Water Conservation*, 4(3): 91–103.
30. Xu, G., Levkovitch, I., Soriano , S., Wallach, R., Silber, A. (2004.): Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield. *Plant and Soil*, 263: 297–309.

## 8. SAŽETAK

Istraživanje je postavljeno na obiteljskom imanju u Petrijevcima (istočna Hrvatska) tijekom razdoblja vegetacije salate (*Lactuca sativa* L.) od 04. ožujka do 21. svibnja 2019. godine. Proučavan je utjecaj norme navodnjavanja i sorte na prinos i kvalitetu salate. Istraživanje je provedeno po split – plot shemi u tri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja su se odvijali u tri različita obroka navodnjavanja:  $a_1 = 5 \text{ l/m}^2$ ,  $a_2 = 10 \text{ l/m}^2$ ,  $a_3 = 15 \text{ l/m}^2$ . U istraživanju su korištene dvije sorte salate: kristalka (b1) i putarica (b2). Kada je salata dosegla punu zrelost, ubirano je po pet biljaka sa svake pokusne parcelice (ukupno osamnaest). Proučavan je utjecaj čimbenika na: prinos ( $\text{kg/m}^2$ ), masu glavice (kg), promjer glavice (cm), broj listova po glavici (n), duljinu korijena (cm), masu korijena (g) te promjer korijena (cm). Norma navodnjavanja koja je dodana tijekom razdoblja vegetacije salate bila je kako slijedi: na tretmanu navodnjavanja  $a_1 = 20 \text{ mm}$ , na tretmanu navodnjavanja  $a_2 = 40 \text{ mm}$  te na tretmanu navodnjavanja  $a_3 = 60 \text{ mm}$ . Značajno veći prinos ( $p < 0,05$ ) ostvaren je kod sorte kristalka (b1,  $3,63 \text{ kg/m}^2$ ), dok navodnjavanje nije imalo statistički opravdan utjecaj. Također, sorta salate je značajno utjecala ( $p < 0,05$ ) na masu glavice salate (b1,  $0,38 \text{ g}$ ) i promjer glavice salate (b1,  $32,96 \text{ cm}$ ). Što se tiče broja listova salate, zabilježen je značajan utjecaj navodnjavanja ( $p < 0,05$ ) koji na  $a_3$  tretmanu iznosi 22 lista. Također je zabilježen značajan utjecaj ( $p < 0,05$ ) interakcije  $a \times b$ , odnosno navodnjavanje  $\times$  sorta kod sorte kristalka (b1). Tretman navodnjavanja je značajno utjecao na duljinu korijena ( $p < 0,05$ ) koji je kod  $a_1$  tretmana navodnjavanja iznosi  $14,87 \text{ cm}$ , dok kod promjera korijena nije uočen statistički opravdan utjecaj norme navodnjavanja ili sorte.

**Ključne riječi:** salata (*Lactuca sativa* L.), norma, navodnjavanje, prinos, kvaliteta, sorta

## 9. SUMMARY

The study was set up on a family estate in Petrijevci (eastern Croatia) during the lettuce vegetation (*Lactuca sativa* L.) from the 4<sup>th</sup> of March to the 21<sup>st</sup> of May, 2019. The influence of irrigation and variety on the yield and quality of lettuce was studied. The study was conducted according to a split - plot scheme in three repetitions. Irrigation treatments were performed in three different irrigation rations: a1 = 5 l/m<sup>2</sup>, a2 = 10 l/m<sup>2</sup>, a3 = 15 l/m<sup>2</sup>. Two varieties of lettuce were involved in the study: crystal (b1) and butterhead lettuce (b2). When the salad reached full maturity, five plants were harvested from each experimental plot (eighteen in total). The effect of the factors on: yield (kg/m<sup>2</sup>), head mass (kg), head diameter (cm), number of leaves per head, root length (cm), root mass (g) and root diameter (cm) were studied. The irrigation rate added during the lettuce vegetation period was as follows: on irrigation treatment a1 = 20 mm, on irrigation treatment a2 = 40 mm, and on irrigation treatment a3 = 60 mm. Significantly higher yield ( $p < 0.05$ ) was achieved with the crystal lettuce variety (b1, 3.63 kg/m<sup>2</sup>), while irrigation had no statistically valid effect. Also, the lettuce variety significantly influenced ( $p < 0.05$ ) the weight of (b1, 0,38 kg) and the diameter of the lettuce head (b1, 32,96 cm). Regarding the number of lettuce leaves, a significant influence of irrigation ( $p < 0.05$ ) was observed, which at a3 treatment was 22 leaves, Also, a significant influence ( $p < 0,05$ ) of the a x b interaction, i.e. irrigation x variety in the crystal lettuce variety (b1). Irrigation treatment had a significant effect on root length ( $p < 0.05$ ), which was 14.87 cm with a1 irrigation treatment, whereas no statistically significant influence of irrigation or variety was observed with root diameter.

**Key words:** lettuce (*Lactuca sativa* L.), irrigation norm, irrigation, yield, quality, variety

## **10. POPIS TABLICA**

Tablica 1: Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na prinos salate (kg / m<sup>2</sup>), str. 27.

Tablica 2: Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na masu glavice salate (g), str. 28.

Tablica 3: Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na promjer glavice salate (cm), str. 28.

Tablica 4: Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na broj listova/glavici salate (n), str. 29.

Tablica 5: Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na duljinu korijena salate (cm), str. 29.

Tablica 6: Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na promjer korijena salate (cm), str. 30.

Tablica 7. Utjecaj navodnjavanja (a) i sorte salate (b) na masu korijena salate (g), str. 30.

Tablica 8: Korelacijski koeficijenti između promatranih svojstava ( $p < 0,05$ ), str. 32.

## **11. POPIS SLIKA**

Slika 1: Salata (*Lactuca sativa* L.), str. 2.

Slika 2: Koriijen salate, str. 2.

Slika 3: Raznolikost boja salate, str. 3.

Slika 4: Cvijet salate, str. 3.

Slika 5: Stabljika sa glavičastim cvatima, str. 3.

Slika 6: Jednosjemeni plod roška, str. 3.

Slika 7: Sjeme salate, str. 4.

Slika 8: Navodnjavanje „kap po kap“, str. 7.

Slika 9: Raspored cijevi, str. 8.

Slika 10: Polietilenske (PE) cijevi za navodnjavanje sustavom „kap po kap“, str. 8.

Slika 11: Salata maslenka, str. 9.

Slika 12: Salata kristalka, str. 9.

Slika 13: Lisnata salata, str. 10.

Slika 14: Dugolisna salata, str. 10.

Slika 15: Salata romana, str. 11.

Slika 16: Salata stablašica, str. 11.

Slika 17: Sorte salate korištene u poljskom pokusu, kristalka i putarica, str. 18.

Slika 18: Presadnice salate, str. 19.

Slika 19: Presadnice salate pod malčom, str. 19.

Slika 20: Presadnica salate s dva para listića, str. 19.

Slika 21: Priprema pokusne parcele, str. 20.

Slika 22: Navodnjavanje salate nakon presađivanja, str. 21.

Slika 23: Navodnjavanje salate, str. 21.

Slika 24: Vaganje uzoraka na preciznoj digitalnoj vagi, str. 22.

Slika 25: Mjerenje milimetarskim papirom, str. 22.

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1: Prinos salate u Republici Hrvatskoj od 2008. do 2017. godine, str. 1.

Grafikon 2: Količina oborine (mm) u razdoblju od siječnja do svibnja 2019. godine, str. 23.

Grafikon 3: Odstupanje u količini oborine u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. – 2010.) str. 24.

Grafikon 4: Odstupanje u srednjim dnevnim temperaturama zraka u odnosu na višegodišnji prosjek (1981. – 2010.), str. 25.

Grafikon 5: Odnos srednjih mjesečnih temperatura zraka (°C) i oborina (mm) tijekom razdoblja istraživanja, str. 25.

Grafikon 6: Vodna bilanca za travanj i svibanj 2019. godine, str. 26.

Grafikon 7: Norma navodnjavanja po tretmanima navodnjavanja, str. 27.

Grafikon 8: Jednadžbe regresije, str. 33.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Povrčarstva i cvjećarstva

### UTJECAJ NAVODNJAVANJA I SORTE NA PRINOS I KVALITETU SALATE

(*Lactuca sativa* L.)

Anamaria Avreljo

**Sažetak:** Istraživanje je postavljeno na obiteljskom imanju u Petrijevcima (istočna Hrvatska) tijekom razdoblja vegetacije salate (*Lactuca sativa* L.) od 04. ožujka do 21. svibnja 2019. godine. Proučavan je utjecaj norme navodnjavanja i sorte na prinos i kvalitetu salate. Istraživanje je provedeno po split – plot shemi u tri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja su se odvijali u tri različita obroka navodnjavanja:  $a_1 = 5$  l/m<sup>2</sup>,  $a_2 = 10$  l/m<sup>2</sup>,  $a_3 = 15$  l/m<sup>2</sup>. U istraživanju su korištene dvije sorte salate: kristalka (b1) i putarica (b2). Kada je salata dosegla punu zrelost, ubirano je po pet biljaka sa svake pokusne parcelice (ukupno osamnaest). Proučavan je utjecaj čimbenika na: prinos (kg/m<sup>2</sup>), masu glavice (kg), promjer glavice (cm), broj listova po glavici (n), duljinu korijena (cm), masu korijena (g) te promjer korijena (cm). Norma navodnjavanja koja je dodana tijekom razdoblja vegetacije salate bila je kako slijedi: na tretmanu navodnjavanja  $a_1 = 20$  mm, na tretmanu navodnjavanja  $a_2 = 40$  mm te na tretmanu navodnjavanja  $a_3 = 60$  mm. Značajno veći prinos ( $p < 0,05$ ) ostvaren je kod sorte kristalka (b1, 3,63 kg/m<sup>2</sup>), dok navodnjavanje nije imalo statistički opravdan utjecaj. Također, sorta salate je značajno utjecala ( $p < 0,05$ ) na masu glavice salate (b1, 0,38 g) i promjer glavice salate (b1, 32,96 cm). Što se tiče broja listova salate, zabilježen je značajan utjecaj navodnjavanja ( $p < 0,05$ ) koji na  $a_3$  tretmanu iznosi 22 lista. Također je zabilježen značajan utjecaj ( $p < 0,05$ ) interakcije  $a \times b$ , odnosno navodnjavanje  $\times$  sorta kod sorte kristalka (b1). Tretman navodnjavanja je značajno utjecao na duljinu korijena ( $p < 0,05$ ) koji je kod  $a_1$  tretmana navodnjavanja iznosi 14,87 cm, dok kod promjera korijena nije uočen statistički opravdan utjecaj norme navodnjavanja ili sorte.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** doc. dr. sc. Monika Marković

**Broj stranica:** 43

**Broj grafikona i slika:** 8, 25

**Broj tablica:** 8

**Broj literaturnih navoda:** 30

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** salata (*Lactuca sativa* L.), norma, navodnjavanje, prinos, kvaliteta, sorta

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. dr. sc. Marija Ravlić, predsjednik

2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor

3. mr. sc. Miroslav Dadić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1



## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agrobiotechnical sciences Osijek

University Graduate Studies Vegetables and Flowers production

### THE INFLUENCE OF IRRIGATION AND CULTIVAR ON YIELD AND QUALITY OF LETTUCE

(*Lactuca sativa* L.)

Anamaria Avreljo

**Abstract:** The study was set up on a family estate in Petrijevci (eastern Croatia) during the lettuce vegetation (*Lactuca sativa* L.) from the 4th of March to the 21st of May, 2019. The influence of irrigation and variety on the yield and quality of lettuce was studied. The study was conducted according to a split - plot scheme in three repetitions. Irrigation treatments were performed in three different irrigation rations: a1 = 5 l/m<sup>2</sup>, a2 = 10 l/m<sup>2</sup>, a3 = 15 l/m<sup>2</sup>. Two varieties of lettuce were involved in the study: crystal (b1) and butterhead lettuce (b2). When the salad reached full maturity, five plants were harvested from each experimental plot (eighteen in total). The effect of the factors on: yield (kg/m<sup>2</sup>), head mass (kg), head diameter (cm), number of leaves per head, root length (cm), root mass (g) and root diameter (cm) were studied. The irrigation rate added during the lettuce vegetation period was as follows: on irrigation treatment a1 = 20 mm, on irrigation treatment a2 = 40 mm, and on irrigation treatment a3 = 60 mm. Significantly higher yield ( $p < 0.05$ ) was achieved with the crystal lettuce variety (b1, 3.63 kg/m<sup>2</sup>), while irrigation had no statistically valid effect. Also, the lettuce variety significantly influenced ( $p < 0.05$ ) the weight of (b1, 0,38 kg) and the diameter of the lettuce head (b1, 32,96 cm). Regarding the number of lettuce leaves, a significant influence of irrigation ( $p < 0.05$ ) was observed, which at a3 treatment was 22 leaves. Also, a significant influence ( $p < 0,05$ ) of the a x b interaction, i.e. irrigation x variety in the crystal lettuce variety (b1). Irrigation treatment had a significant effect on root length ( $p < 0.05$ ), which was 14.87 cm with a1 irrigation treatment, whereas no statistically significant influence of irrigation or variety was observed with root diameter.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** Monika Marković, Assistant professor

**Number of pages:** 43

**Number of figures:** 33

**Number of tables:** 8

**Number of references:** 30

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** lettuce (*Lactuca sativa* L.), irrigation norm, irrigation, yield, quality, variety

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. PhD Marija Ravlić, president of the Commission
2. Assistant professor Monika Marković, mentor
3. MsC Miroslav Dadić, member of the Commission

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