

Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i kakvoću salate (*Lactuca sativa* L.)

Kapular, Katarina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:151:583233>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**



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

Katarina Kapular

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ METODE NAVODNJAVANJA I GUSTOĆE SADNJE NA PRINOS I
KAKVOĆU SALATE**

(Lactuca sativa L.)

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Katarina Kapular

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ METODE NAVODNJAVANJA I GUSTOĆE SADNJE NA PRINOS I
KAKVOĆU SALATE**

(Lactuca sativa L.)

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Katarina Kapular

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

**UTJECAJ METODE NAVODNJAVANJA I GUSTOĆE SADNJE NA PRINOS I
KAKVOĆU SALATE**

(Lactuca sativa L.)

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskoga rada:

1. izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. doc. dr. sc. Marija Ravlić, član

Osijek, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Morfologija salate	3
1.2. Agroekološki uvjeti.....	6
1.3. Agrotehnika uzgoja.....	7
1.3.1. Plodored	7
1.3.2. Priprema tla	7
1.3.3. Gnojidba	7
1.3.4. Proizvodnja presadnica salate	8
1.3.5. Zaštita salate od bolesti i štetnika.....	9
1.3.6. Proizvodnja salate na otvorenom	9
1.3.7. Proizvodnja salate u zaštićenim prostorima	10
1.3.8. Proizvodnja salate bez tla.....	11
1.3.9 Berba salate	12
1.4. Navodnjavanje salate	12
1.4.1. Lokalizirano navodnjavanje	13
1.4.2 Navodnjavanje kišenjem	15
2. PREGLED LITERATURE	18
3. MATERIJAL I METODE RADA.....	23
4. REZULTATI	30
5. RASPRAVA.....	35
5.1. Utjecaj metode navodnjavanja na prinos salate	35
5.2 Utjecaj gustoće sadnje na prinos salate.....	36
6. ZAKLJUČAK.....	38
7. POPIS LITERATURE.....	39
8. SAŽETAK	42
9. SUMMARY	43
10. POPIS SLIKA	44
11. POPIS TABLICA.....	45
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	
BASIC DOCUMENTATION CARD	

1. UVOD

Salata (*Lactuca sativa* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka koja pripada porodici glavočika (Asteraceae). Salata potječe iz zapadne Azije i istočne Afrike, posebice Egipta, gdje je se uzgajala i prije 2 500 godina. Prema pisanim podacima, salata se već od 500. godine pr.n.e. koristila kao namirnica. Salata se iz Egipta proširila u Grčku, a iz Grčke u Rimsko Carstvo i srednju Europu. Salata maslenka se prvi put opisuje u 16. stoljeću, a salata kristalka u 19. stoljeću. Vrlo je rasprostranjena vrsta lisnatog povrća i prva kultura koja je se uzgajala u improviziranim zaštićenim uvjetima (Parađiković, 2014.).

Salata se najčešće koristi kao svježe povrće, prilog jelima, predjelo, a neke vrste salate se mogu koristiti za kuhanje i pripremu variva. Upotrebom svježe salate se najbolje iskorištava njezina hranidbena vrijednost. U vanjskom lišću glavice salate nalazi se oko trideset puta više vitamina A i tri puta više vitamina C nego u unutrašnjem. Lisne žile vanjskih listova imaju više kalijevih i natrijevih citrata i vlakana. Glavičasta salata prosječno sadrži 94 % vode, 2 % šećera, 1,2 % sirovih proteina, 0,6 % sirove celuloze i 0,6 % mineralnih tvari (Parađiković, 2014.). Zastupljenost minerala u svježoj tvari salate je prikazan tablicom 1. Količina vitamina u svježoj tvari salate prikazana je u tablici 2.

Tablica 1. Zastupljenost minerala u 100 g svježe tvari salate

Minerali	Količina (mg)
Kalij	133 - 530 mg
Fosfor	21 - 68 mg
Kalcij	13 - 60 mg
Sumpor	15 mg
Magnezij	7,2 - 23 mg
Natrij	5 - 20 mg
Željezo	0,3 – 6,2 mg

Izvor: Lešić i sur., 2002.

Tablica 2. Količina vitamina u 100 g svježe tvari salate

Vitamini	Količina (mg)
Karoten	0.16 - 1.6 mg
Vitamin E	0.5 mg
Vitamin B1	0.04 - 0.09 mg
Vitamin B2	0.08 - 0.25 mg
Vitamin B3	0.2 - 0.5 mg
Vitamin B6	0.036 - 0.075 mg
Vitamin C	6 - 55 mg

Izvor: Lešić i sur., 2002.

U svijetu se salata uzgaja na oko 800 000 ha, a na toj se površini proizvede 17,5 milijuna tona salate uz prosječan prinos od oko 22 t/ha. Najveći proizvođač salate u svijetu je Kina, a u Europi se najviše uzgaja na području Italije, Španjolske i Francuske. U Kini se nalazi više od jedne trećine ukupnih površina zasađenih salatnom i svjetske proizvodnje. U Hrvatskoj se salata uzgaja na oko 3 000 ha. Godišnja proizvodnja salate u Hrvatskoj se kreće oko 18 500 t, a prosječan prinos joj je oko 7 t/ha. Od toga se 30 % salate proizvede u zaštićenim prostorima, a ostatak na otvorenom polju (Matotan, 2004.). Najveći svjetski proizvođači salate su prikazani tablicom 3.

Tablica 3. Najveći proizvođači salate u svijetu

Mjesto	Država	Površina (ha)
1.	Kina	632 972
2.	Sjedinjene Američke Države	111 900
3.	Indija	171 884
4.	Španjolska	34 508
5.	Italija	34 069

Izvor: Shatilov i sur., 2019.

1.1. Morfologija salate

Korijen salate (slika 1.) je razgranat i vretenast. Glavnina korijena se razvija u površinskom sloju tla do 35 cm dubine. Promjer korijena odgovara promjeru rozete s listovima (Parađiković, 2014.).



Slika 1. Korijen salate

Izvor: <https://mylocalleaf.com/>

Stabljika salate (slika 2.) se sastoji od nodija i internodija. U prvom dijelu vegetacije nodiji i internodiji su skraćeni. Iz stabljike se razvija lišće koje formira rozetu. U drugom dijelu vegetacije nodiji i internodiji se produžuju te mogu dosegnuti visinu do 1,5 m. Tijekom generativne faze stabljika se grana i raste, a na vrhu se razvija glavičasta cvat (Parađiković, 2014.).



Slika 2. Stabljika salate

Izvor: <https://www.reddit.com/>

Listovi salate su sjedeći i tvore rozetu. Vanjsko lišće rozete je tamnije boje i krupnije, a unutarnje svjetlije boje i uspravnije. Oblik listova je različit i ovisi o sorti. S obzirom na oblik i strukturu lista postoji više tipova salate, a to su salata glavatica, lisnata salata, salata romana, salata stablašica i dugolisna salata (Parađiković, 2014.).

Salata glavatica (*Lactuca sativa* var. *capitata*) tijekom vegetativne faze razvoja formira glavicu u kojoj se vanjski listovi preklapaju i tamnije su zelene boje, dok unutrašnji listovi nastavljaju rasti unutar glavice i svjetlije su boje. Salate glavatice se dijele na maslenke (puterice) i kristalke. Maslenke imaju nježnije listove i lisni obrub im je ravan (slika 3.). Kristalke (slika 4.) imaju jače i nazubljene listove i njihova nervatura je izraženija (Parađiković, 2014.).

Lisnata salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*, *Lactuca sativa* var. *acephala*) ima rozetu koju čine listovi ravnog, naboranog ili urezanog ruba, glatke ili naborane površine, a boja im može biti od zelene do smeđocrvene boje (Parađiković, 2014.).

Salata romana (*Lactuca sativa* var. *romana*) razvija izduženu glavicu, dok salata stablašica (*Lactuca sativa* var. *angustana*) razvija stablo visine od 20 do 35 cm. Dugolisna salata (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) ima uspravne, uske i glatke listove s izraženim srednjim rebrom (Parađiković, 2014.).



Slika 3. Maslenka
(Kapular, K., 2020.)



Slika 4. Kristalka
Izvor: <https://www.zeleni-hit.hr/>

Cvjetovi salate su sastavljeni u cvat glavicu, a ona je obavijena pricvjetnim listovima (slika 5.). U svakom cvatu se nalazi oko 15 dvospolnih, jezičastih, žutih cvjetova. Iako su cvjetovi samooplodni, moguća je i stranooplodnja koja podrazumijeva prisustvo kukaca (Parađiković, 2014.).



Slika 5. Cvijet salate

Izvor: <https://www.garden.eco/>

Plod salate je roška (ahenij) koja može biti sive, smeđe ili crne boje (slika 6.). Masa 1000 sjemenki može biti od 0,6 do 1,3 grama. Sjemenke su ovalnoga i izduženoga oblika (Parađiković, 2014.).



Slika 6. Sjemenke salate

(Kapular, K., 2020.)

1.2. Agroekološki uvjeti

Salata se pretežno uzgaja iz presadnica. Minimalne temperature za klijanje sjemena salate kreću se između 3 i 5 °C, dok je optimalna temperatura klijanja od 14 do 20 °C i u takvim uvjetima salata iznikne za 2 do 4 dana. Kada biljka razvije 3 do 4 prava lista spremna je za presađivanje. Salata se može uzgajati na otvorenim i u zatvorenim prostorima, a važan čimbenik u proizvodnji predstavljaju temperatura i vlažnost tla. Pri sunčanom je vremenu u plastenicima i staklenicima potrebno održavati temperaturu između 12 i 20 °C, a ako je vrijeme oblačno od 10 do 12 °C. U prvim fazama razvoja biljke vlažnost tla treba biti od 75 do 80 % maksimalnog vodnog kapaciteta, a tijekom oblikovanja glavica od 60 do 65 %. Relativna vlažnost zraka treba biti od 70 do 80 %. Salata nema pretjerano velike zahtjeve za toplinom i svjetlošću, pa se može uspješno uzgajati tijekom čitave godine (Parađiković, 2014.).

Vegetacija salate je relativno kratka i ovisno o sorti traje između 55 i 65 dana. Salata je biljka blage klime. Proizvodnja na otvorenim površinama je moguća na područjima čije su srednje ljetne temperature oko 20 °C, a zimske ne ispod -5 °C. U zaštićenim prostorima bez grijanja jesenska se berba ponekad može produžiti, a proljetna ranije započeti, dok je za berbu u siječnju ili veljači ipak potrebno grijanje.

Salata najbolje uspijeva na strukturnom, rahlom i humusnom tlu. Tlo može biti srednje teško ili lakše i mora dobro zadržavati vlagu. Za uzgoj salate su najpogodnija neutralna tla čija je pH vrijednost od 6,5 do 7. Salata je osjetljiva na povećanu koncentraciju soli u tlu, posebno na klor, pa sadržaj soli od 0,3 do 0,4 % može izazvati oštećenja (Lešić i sur., 2002.). Salata zahtjeva veliku količinu kalija te dobru raspoloživost kalcija i magnezija. U zimskom periodu se povećava potreba salate za fosforom koji ima bitnu ulogu u otpornosti na niže temperature. Salata ima povećane potrebe za mikroelementima poput mangana i cinka.

1.3. Agrotehnika uzgoja

1.3.1. Plodored

Salata relativno dobro podnosi samu sebe i uzgoj na istoj površini. No, ipak je potrebno izbjegavati dugotrajan uzgoj na istoj površini. Kao pretkultura je povoljna svaka biljka iz druge porodice. Budući da je vegetacija salate kratka, često se uzgaja kao međukultura, a moguća su dva do tri usjeva godišnje (Lešić i sur., 2002.).

1.3.2. Priprema tla

Priprema tla za uzgoj salate na otvorenom prostoru započinje u jesen, kada je pogodno zaorati stajski gnoj ili zreli kompost. Pred sadnju se tlo dodatno sitni i ravna. Priprema tla podrazumijeva obradu tla na dubini od 20 do 25 cm. Mineralna gnojiva nije potrebno zaoravati jer se korijenov sustav salate razvija plitko, a hraniva se prilikom zalijevanja lako spuste do potrebne dubine. U zaštićenim prostorima supstrat je kvalitetan pa njegova obrada ne predstavlja velik problem. Na mjestima na kojim je došlo do zbijanja tla, provodi se podrivanje s podrivačem koji omogućuje rahljenje i prozračivanje do 40 cm dubine (Parađiković, 2014.).

1.3.3. Gnojidba

Gnojidba salate se zasniva na analizi tla. Uobičajena gnojidba za tlo čija je pH vrijednost 6.5 i sadržaj humusa 3 do 4 % podrazumijeva da se prije sadnje salate unose umjerene količine hraniva (80 do 100 g N, 50 do 70 g P₂O₅ i 120 do 140 g K₂O na 10 m² uz organsku gnojidbu koja iznosi 3 do 5 kg/m²). Prihranjivanje kalijem u zaštićenim prostorima često nije potrebno, s obzirom da se salata uzgaja nakon rajčice, paprike i krastavaca koji ostavljaju dovoljnu količinu kalija u tlu. No, ukoliko je to potrebno, usjev se može prihranjivati sa KAN-om i to u količini od 70 do 100 kg/ha. Gnojidba sa dušičnim gnojivima treba se oprezno provoditi, jer u suprotnom može doći do akumulacije nitrata u tlu, a samim time i njihova usvajanja od strane biljke (Parađiković, 2014.).

Nedostatak dušika je česta pojava na pjeskovitim tlima nakon obilnog navodnjavanja ili jakih oborina. Prepoznaje se po ograničenom rastu biljke. Lišće je žutozeleno i kruto, a starije blijedo i propada. Glavica je sitna ili se ne formira, a korijen ograničen. Simptomi nedostatka fosfora su tamnija boja lišća u odnosu na kultivar, odgođeno glavičenje, a glavica je rahla i plosnata. Pomanjkanje kalija se očituje pojavom klorotičnih pjega na rubovima starijega lišća. Do nedostatka magnezija dovodi hladno i vlažno tlo koje utječe

na pojavu slabije razvijenog korijenovog sustava. Stariji listovi žute od rubova prema sredini, između žila. Tamnozeleno boja listova, naborani listovi i zaostajanje biljke u rastu su simptomi suficita dušika, dok sivosmeđe pjege na rubovima starijega lišća ukazuju na višak bora (Lešić i sur., 2002.).

1.3.4. Proizvodnja presadnica salate

U suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji, presadnice salate se uzgajaju u tresetnim kockama čija je veličina 3 do 4 cm (slika 7.). Sjetva se obavlja uz pomoć specijalnoga stroja koji pilirano sjeme ulaže u svako udubljenje kocke. Nakon toga, zasijane kocke je potrebno zaliti i prekriti folijom dok sjeme ne počne nicati. Do nicanja je potrebno održavati temperaturu od 15 do 18 °C, a nakon nicanja od 10 do 12 °C. Preporučena relativna vlažnost zraka je 60 do 70 %. Uz optimalne uvjete, presadnice bi trebale biti spremne za presađivanje za dvadesetak dana. Presadnice se mogu uzgajati i iz plitica od PVC-a ili stiropora. Plitice mogu biti različitih veličina, a najčešće se koriste plitice sa 104 sjetvena mjesta, promjera 2 cm (Parađiković, 2014.).



Slika 7. Presadnice salate

(Kapular, K., 2020.)

1.3.5. Zaštita salate od bolesti i štetnika

Prilikom zaštite salate od bolesti i štetnika najpogodnije su preventivne mjere. Zbog toga je bez obzira na to što salata dobro podnosi samu sebe, potrebno izbjegavati ponovnu sjetvu ili sadnju. Najčešće bolesti salate su plamenjača i siva plijesan. U slučaju zaraze salate s nekom od bolesti, potrebno je detaljno ukloniti biljne ostatke s parcele nakon berbe. U cilju zaštite od bolesti, preporučuje se uzgoj tolerantnih kultivara. Tijekom vegetacije, usjev je potrebno redovno pregledavati zbog moguće pojave štetnika. Najčešći štetnici na salati su lisne uši. Lisne uši nanose veliku štetu i prenose viroze, a napadnuta salata nije za prodaju. U slučaju pojave lisnih uši usjev se tretira odgovarajućim insekticidom (Lešić i sur., 2002.).

1.3.6. Proizvodnja salate na otvorenom

U proizvodnji za tržište salata se rijetko sije izravno. No, izravna sjetva se može primjenjivati ako se salata uzgaja za ljetnu berbu i iz naturalnoga sjemena. Sjetva se obavlja preciznom sijačicom na međuredni razmak od 30 do 40 cm i razmak između biljaka od 20 do 30 cm. Bez obzira na dobru klijavost sjemena, direktna sjetva se ne preporučuje zbog mogućnosti propadanja sjemena.

Uzgoj salate iz presadnica omogućuje bolje planiranje sadnje i siguran prinos. Sadnja salate se može izvoditi ručno ili mehanizirano. Biljke se mogu presađivati u gredice širine 100 do 110 cm i to u četiri reda razmaka 25 do 30 cm. Ovisno o kultivaru, razmak biljaka u redu može biti od 20 do 35 cm.

Sadnja salate može biti na foliji ili bez folije. Ispod folije se polažu plastične cijevi za navodnjavanje koje su spojene s lateralnim cjevovodom, razvodnom mrežom i pumpom. Uzgoj na foliji omogućuje bolju zaštitu od korova, a tijekom toplijih dana zadržavanje potrebne vlage u zoni korijenova sustava. U proljeće se biljke mogu dodatno zaštititi sa agrotekstilom, koji omogućava pravilan rast biljke i zaštitu od mraza i štetnika. Nakon presađivanja, tlo je potrebno održavati rahlim (Parađiković, 2014.). Proizvodnja salate na otvorenom je prikazana slikom 8.



Slika 8. Proizvodnja salate na otvorenoj poljoprivrednoj površini

Izvor: <https://fsi.colostate.edu/>

1.3.7. Proizvodnja salate u zaštićenim prostorima

Salata se uspješno uzgaja u plastenicima i staklenicima (slika 9.). Zbog skromnih potreba za toplinom i svjetlošću, može se uzgajati tijekom čitave godine. Sadnja presadnica se obavlja na razmak od 15 do 25 cm. Ako su presadnice uzgojene u tresetnim kockama, površina tla se označi valjkom koji oblikuje jamice u koje se spuštaju kocke sa zasijanim biljkama. Sadnja salate može biti na foliji ili bez folije. Navodnjavanje se obavlja putem sustava „kap po kap“ ili orošavanjem. Zaštićene prostore je potrebno redovito prozračivati (Parađiković, 2014.).



Slika 9. Uzgoj salate u plasteniku

(Kapular, K., 2020.)

1.3.8. Produkcija salate bez tla

Uzgoj bez tla se počeo razvijati krajem osamdesetih godina. Danas ovakav način proizvodnje podrazumijeva uzgoj u hranjivoj otopini sa ili bez supstrata. Supstrati mogu biti materijali poput kamene vune ili kokosovih vlakana. Uzgoj salate (a i ostaloga lisnatoga povrća) bez tla se obavlja putem plutajuće metode hidroponije (slika 10.). Plutajuća metoda podrazumijeva uzgoj salate u čistoj hranjivoj otopini uz tehniku kontinuirane cirkulacije hranjive otopine. Proizvodnja se obavlja u plitkim bazenima koji su ispunjeni hranjivom otopinom na kojoj plutaju polistirenske ploče sa biljkama. Pozitivne strane plutajuće hidroponije su: više berbi unutar jedne sezone, smanjena količina nitrata, recirkuliranjem vode ne onečišćuje se okoliš na području proizvodnje (Parađiković, 2014.).



Slika 10. Hidroponski uzgoj salate

Izvor: <https://www.carolinafarmstewards.org/>

NFT (Nutrient Film Technique) je sustav proizvodnje koji se počeo razvijati početkom sedamdesetih godina i temelji se na uzgoju povrća u hranjivoj otopini. NFT tehnologijom ishrana biljaka se može obavljati na dva načina: kontrolom pH i EC otopine uz dodavanje otopine i potpunom promjenom cijele količine recirkulirane otopine (Parađiković, 2014.).

1.3.9 Berba salate

Berba salate se obavlja kada glavice postignu određeni oblik, veličinu i čvrstoću. Zrelost salate se određuje blagim dodiranjem dlana na vrh glavice. Salata se siječe na mjestu iznad prvog lišća u rozeti. Obrana salata okrenuta glavicom prema dolje se slaže u kartonsku ili drvenu ambalažu i tako prenosi do hladnjače. Salata se može uspješno očuvati dva do tri tjedna na temperaturi od 1 do 2 °C i pri relativnoj vlažnosti zraka od 95 % (Parađiković, 2014.).

1.4. Navodnjavanje salate

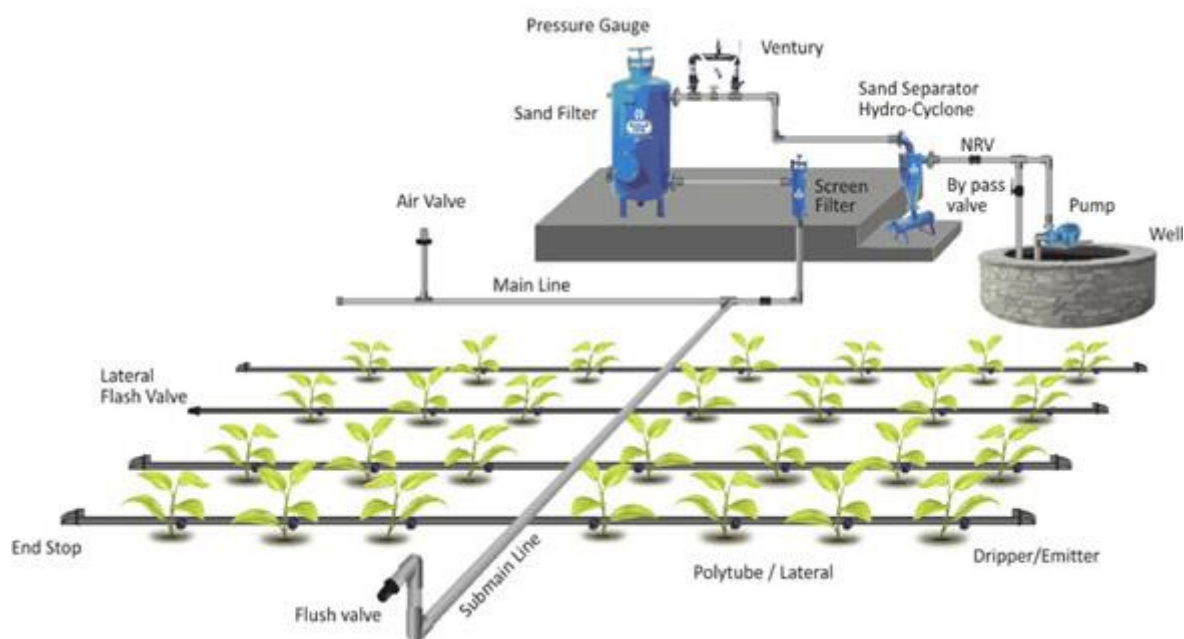
Voda je sastavni dio građe biljke i sudjeluje u brojnim fiziološkim procesima tijekom vegetacije. Navodnjavanje predstavlja jednu od mjera u biljnoj proizvodnji kojom se u tlo dodaje količina vode koja je neophodna za optimalan rast i razvoj biljke. Sve povrtno-kulturne kulture imaju povećane zahtjeve za vlažnošću tla. Razlozi koji dovode do veće potrebe za vodom su: slabije razvijen korijenov sustav koji se razvija u površinskom sloju tla, nadzemna masa povrća koja se razvija u kratkom periodu, visok udio vode u sastavu povrća (65 do 97 %). Nedostatak vode u tlu smanjuje prinos povrća i negativno utječe na njegovu kvalitetu (listovi i plodovi postaju sitni, korijen odrvenjen). Višak vode može dovesti do niza negativnih pojava, između ostalog i do širenja bolesti.

Zahtjevi povrtnih kultura za vodom su različiti i ovise o vremenu i načinu uzgoja te o fazi rasta i razvoja biljke. Tijekom uzgoja salate, biljkama je potrebno osigurati dovoljnu količinu vlage. Do početka formiranja glavica, odnosno do zatvaranja sklopova, biljkama je potrebno od 15 do 20 l vode/m². Ako su dani oblačni, navodnjavanje prestaje u trenutku kada je glavica u potpunosti formirana, a u slučaju sunčanoga perioda zalijevanje treba biti pažljivo (Parađiković, 2014.).

Prilikom uzgoja salate, ovisno o tome uzgaja li se na otvorenom ili u zatvorenim prostorima, može se koristiti lokalizirano navodnjavanje (navodnjavanje „kap po kap“ i mini rasprskivačima), navodnjavanje metodom kišenja (navodnjavanje kišnim krilom i rasprskivačima) te ručno navodnjavanje.

1.4.1. Lokalizirano navodnjavanje

Lokalizirano navodnjavanje čini moderna oprema koja omogućuje da se voda precizno i štedljivo dovede do svake biljke uz pomoć hidrauličnih naprava (slika 11.). Prednosti lokaliziranoga navodnjavanja su: mogućnost primjene na različitim terenima i topografskim prilikama, primjena na parcelama različitih dimenzija i oblika te mogućnost korištenja na svim kulturama bez obzira uzgajaju li se na otvorenim ili zatvorenim površinama. Lokalizirano navodnjavanje se primjenjuje putem sustava „kap po kap“ ili upotrebom mini rasprskivača (Madjar i Šošćarić, 2009.).



Slika 11. Shema lokaliziranog tipa navodnjavanja

Izvor: <https://www.gokulplast.com/>

Sustav „kap po kap“ je potpuno automatiziran i programiran način navodnjavanja koji tijekom svoga rada gotovo i ne zahtijeva prisustvo čovjeka. Prednosti ovog sustava su: dobre radne karakteristike, elektronička podrška, visoka tehnologija, trošenje male količine vode i energije s obzirom da se vlaži mala zona oko biljke i unutar redova te postizanje visokih prinosa. Nedostatci ovoga sustava su visoka cijena izgradnje i opreme te održavanje sustava. Sustav navodnjavanja kapanjem čine: pogonski dio s filtrom, plastične cijevi i kapaljke. Pogonski dio s filtrom je dio koji upravlja s cijelim sustavom navodnjavanja. Ovaj dio uključuje crpku za zahvaćanje vode s izvorišta, mjerачe protoka, regulatore pritiska te filtre za pročišćavanje vode. Radni tlak se kreće u rasponu od 0,8 do

1,5 bara i održava uz pomoć regulatora tlaka. Mjerači protoka služe za regulaciju kontrole protoka vode u sustavu. Uz pomoć filtara za pročišćavanje smanjuje se mogućnost začepjenja kapaljki sa česticama poput pijeska ili praha. Plastične cijevi su najčešće izrađene od polietilena. Voda se od crpne stanice do parcele dovodi tlačnim cjevovodima, promjera od 20 do 50 mm, a iz njih se raspodjeljuje u razvodne cjevovode čiji promjer može biti od 15 do 20 mm. Kapaljke su male, hidrauličke naprave kojim se voda raspoređuje u obliku pojedinačnih kapi. Izrađene su od plastike. Na lateralnim cjevovodima kapaljke mogu biti raspoređene u različitim razmacima (od 10 do 100 cm), a njihov raspored ovisi o gustoći sklopa. Kod povrća i cvijeća, kapaljke su postavljene gušće u odnosu na trajne nasade, gdje su rjeđe (Madjar i Šoštarić, 2009.).

Sustav navodnjavanja kapanjem štedi vodu, te se s minimalnom količinom vode postižu maksimalni učinci u biljnoj proizvodnji. Iz toga razloga ovakav sustav je našao široku primjenu u zemljama poput Izraela, Francuske i juga Italije, gdje nema dovoljno vode za navodnjavanje. Sustavom „kap po kap“ moguće je neprestano održavati sadržaj vode u optimalnim granicama, a može se koristiti i u otvorenim i u zatvorenim prostorima (Madjar i Šoštarić, 2009.). Navodnjavanje salate lokaliziranom metodom je prikazan slikom 12.



Slika 12. Navodnjavanje sustavom „kap po kap“

(Kapular, K., 2020.)

Navodnjavanje mini rasprskivačima najčešće se koristi u poljskim uvjetima, no pogodno je i prilikom uzgoja u plastenicima i staklenicima. Razlika između navodnjavanja mini rasprskivačima i sustava „kap po kap“ je u tome što su kapaljke zamijenjene malim rasprskivačima koji raspršuju vodu u obliku sitnih kapljica, pod tlakom do 3,5 bara i u dometu do 5 m. Ovaj sustav čine: crpka na izvorištu vode, regulator tlaka, vodomjer, kontrolni ventili, plastične cijevi i mini rasprskivači. Glavni cjevovod i lateralne cijevi su izrađeni od polietilena. Cijevi su gipke i na njih se postavljaju mini rasprskivači koji se mogu jednostavno utisnuti u stjenke lateralnih cijevi. Mini rasprskivači su izrađeni od plastike, lako se postavljaju, a na kraju vegetacije se mogu skinuti i pričuvati do sljedeće sezone. Prednosti navodnjavanja malim rasprskivačima su: ravnomjerno raspoređivanje vode, mogućnost navodnjavanja velikog broja kultura i terena, mogućnost regulacije mikroklima, jednostavno postavljanje sustava, laka zamjena dijelova uređaja i mala težina uređaja (Madjar i Šoštarić, 2009.).

1.4.2 Navodnjavanje kišenjem

Navodnjavanje kišenjem je sustav navodnjavanja kojim se voda raspoređuje po površini u obliku kišnih kapi. Voda se uz pomoć crpki zahvaća na izvorištu te se pod pritiskom kroz sustav cjevovoda dovodi do navodnjavanih površina. Navodnjavanje kišenjem pogodno je za većinu povrtnih, voćnih, ratarskih, krmnih kultura te za vinograde i uzgoj u plastenicima i staklenicima. Osim za kulturu, ovaj sustav navodnjavanja je povoljan i za njezino stanište s obzirom da oponaša prirodne prilike (oborine). Prednosti ovakvoga načina navodnjavanja su: mogućnost primjene na ravnim i nagnutim terenima, ne zahtjeva dodatnu pripremu tla, učinkovito trošenje vode, ne degradira tlo. Nedostatci su visoka cijena uređaja, pogonski troškovi, pojava biljnih bolesti, neravnomjerna raspodjela pri jakom vjetru te mogućnost gubitaka vode. Sustavi navodnjavanja kišenjem mogu biti: nepokretni ili stabilni (slika 13.), polupokretni ili polustabilni, pokretni ili prijenosni i samopokretni ili samohodni (Madjar i Šoštarić, 2009.).

Nepokretni sustavi se sastoje od crpne stanice, ukopanih cjevovoda i rasprskivača koji su fiksirani na navodnjavanim površinama te se mogu uključiti ili isključiti prema potrebi. Ovakav sustav je pogodan za voćnjake i vinograde, ali i uzgoj povrća na većim površinama (Madjar i Šoštarić, 2009.).



Slika 13. Stabilni sustav navodnjavanja

Izvor: <https://www.takepart.com/>

Princip rada polupokretnih sustava je takav da se kišenje obavlja na jednoj radnoj poziciji u vremenu potrebnom da se postigne određeni obrok navodnjavanja. Nakon toga, kišna krila se prenose na drugu radnu poziciju. Polupokretne sustave čine crpna stanica, ukopana mreža dovodnih cijevi, pokretne razvodne cijevi (kišna krila) te prijenosni rasprskivači. Pokretna kišna krila se izrađuju od plastičnih materijala ili aluminijskih legura, a dovodni cjevovodi od željeznih ili betonskih cijevi. Ovakav sustav navodnjavanja pogodan je većinu ratarskih kultura, ali i navodnjavanje voća i povrća (Madjar i Šoštarić, 2009.).

Pokretni sustavi se tijekom rada mogu u potpunosti premještati. Nakon što se navodnjavanje završi na jednoj površini, svi elementi se prenose na drugu površinu. Pokretni sustav navodnjavanja se sastoji od crpke, cjevovoda, kišnih krila i rasprskivača. Pokretne cijevi se mogu izrađivati od plastike, pocinčanoga lima ili aluminija. Cijevi se izrađuju u različitim promjerima (od 50 do 150 mm) i dužinama. Na kišna krila se fiksiraju rasprskivači. Rasprskivači mogu biti u različitim izvedbama ovisno o intenzitetu kišenja, dometu mlaza i radnom pritisku. Fleksibilnost ovoga sustava čini ga pogodnim za navodnjavanje većine poljoprivrednih kultura (Madjar i Šoštarić, 2009.).

Samohodni sustavi su pogodni za navodnjavanje većine poljoprivrednih kultura. Sustavi za navodnjavanje se nalaze na kotačima ili pokretnim okvirima. Mogu se kretati linijski (naprijed i nazad) ili kružno. Samopokretni sustavi mogu biti izrađeni u obliku četiri tipa samohodnih uređaja: samohodna bočna kišna krila (slika 14.), samohodne kružne prskalice, samohodni sektorski rasprskivači („Tifon sustav“), samohodni automatizirani uređaji za linijsko ili kružno navodnjavanje (Madjar i Šoštarić, 2009.).



Slika 14. Kišno krilo

Izvor: <https://cdn.britannica.com/>

Cilj ovog istraživanja je bio proučiti utjecaj različitih metoda navodnjavanja; navodnjavanja ručno i lokaliziranom metodom, odnosno sustavom „kap po kap“ te različitih razmaka sadnje na prinos i komponente prinosa salate: masu glavice salate (g), broj listova/glavici (n), visinu glavice (cm), promjer glavice (cm), masu korijena (g), duljinu korijena (cm) i promjer korijena salate (mm).

2. PREGLED LITERATURE

Tesfa i sur. (2018.) su u Etiopiji proučavali utjecaj različitih malčeva na prinos salate koja je uzgajana u navodnjavanim uvjetima. U istraživanju je korišteno pet različitih materijala za malčiranje: bijela plastična folija, crna plastična folija, slama od žitarica, slama od slanutka te kontrola (bez malčiranja). Malčiranje je utjecalo na veći prinos te povećanje sadržaja suhe tvari, visine i težine biljke, volumena korijena, broja listova te širine listova. Crna plastična folija pokazala se najboljim materijalom za malčiranje jer je utjecala na porast prinosa od 78,7 % u odnosu na kontrolu. Korištenje crne folije povoljno je djelovalo na očuvanje vlažnosti i temperature tla.

Santosh i sur. (2017.) su istraživali utjecaj navodnjavanja sustavom „kap po kap“ na rast salate koja je bila uzgajana u plasteniku i na otvorenom polju. Salata se uzgajala dvije uzastopne godine tijekom zimske sezone (od studenog do veljače) u Indiji. Procijenjeni zahtjevi salate za vodom bili su 219 mm za uzgoj u plasteniku i 339 mm za uzgoj na otvorenom. Istraživanje je obuhvaćalo pet tretmana navodnjavanja (četiri tretmana navodnjavanja: 120 %, 100 %, 75 %, 50 % od zahtjeva biljke za vodom za uzgoj u plasteniku i 100 % od potrebe biljke za vodom na otvorenom polju). Tretman T2 (100 % od zahtjeva biljke za vodom u plasteniku) je rezultirao najvišom visinom biljke (36,3 cm), promjerom glavice (13,49 cm), brojem listova (31), svježom i suhom biljnom masom listova (409 g i 38,3 g) i prinosom (35,73 t/ha). Uzgojem salate na otvorenom polju ostvareni su manji prinosi u usporedbi s prinosima salate u plasteniku.

Zemichael i sur. (2017.) su istraživali utjecaj različitih razmaka sadnje unutar i između redova na prinos salate. Istraživanje se sastojalo od slijedećih čimbenika: tri različita razmaka sadnje unutar reda (30, 40, 50 cm) i dva različita razmaka sadnje između redova (60 i 70 cm). Pokus je postavljen kao blok sustav sa tri ponavljanja. Autori su rezultatima istraživanja utvrdili da se različitim razmacima sadnje unutar i između redova značajno utječe na broj listova po biljci, promjer biljke te biljnu masu po hektaru. Najveći broj listova po biljci je ostvaren u tretmanu gdje je razmak sadnje bio 50 x 60 cm, dok je najmanji broj listova po biljci ostvaren pri uzgoju biljaka sa razmakom sadnje koji je iznosio 30 x 60 cm. Najveća biljna masa (53,6 t/ha) je postignuta u tretmanu čiji je razmak sadnje iznosio 40 x 60 cm. Autori su zaključili da je razmak sadnje 40 x 60 cm najbolji za uzgoj salate.

Kirmak i sur. (2016.) su proučavali utjecaj različitih tretmana navodnjavanja na prinos salate (*Lactuca sativa* cv. *Hazar*) koja se uzgajala od prosinca do veljače na području Sanliurfe (Turska) u negrijanom plasteniku. Salata je navodnjavana sustavom „kap po kap“, svakih tjedan dana i u četiri tretmana navodnjavanja koji su temeljeni na mjerenju evaporacije (PAN evaporation): (K_{p1} - 1,0, K_{p2} - 0,75, K_{p3} - 0,50 i K_{p4} - 0,25). Norma navodnjavanja na tretmanu K_{p1} je bila 118 mm, a evaporacija 125 mm. Najviši prinos je zabilježen na tretmanu K_{p1} , dok između tretmana K_{p1} i K_{p2} nisu uočene statistički značajne razlike. Maksimalna učinkovitost vode za navodnjavanje je utvrđena u tretmanu K_{p4} . Rezultati istraživanja su pokazali da je tretman K_{p2} sa sedmodnevnim intervalom navodnjavanja najbolji za uzgoj salate u negrijanom plasteniku. Kod tretmana K_{p2} nije zabilježen značajno niži prinos, ali je veća učinkovitost vode za navodnjavanje.

Sahin i sur. (2016.) su u dvogodišnjem istraživanju proučavali utjecaj različitih normi navodnjavanja na rast salate (broj listova, promjer stabljike, promjer i visina biljke), prinos i iskorištenje vode. Biljke su navodnjavane sustavom „kap po kap“, a navodnjavanje je provedeno u tri različita tretmana: T1 - 100 %, T2 - 85 %, T3 - 70 % u odnosu na evaporaciju (PAN evaporation). Najveća evaporacija je zabilježena na T1 tretmanu i iznosila je 214,1 mm. Najveći rast i prinos salate je ostvaren na T1 tretmanu i bio je 2,17 kg/m². Učinkovitost vode je također bila najveća u T1, 10,2 kg/m². Ukupan sadržaj fenola i antioksidativno djelovanje u listovima salate je bilo najveće na T3 tretmanu navodnjavanja. Na T2 i T3 tretmanima navodnjavanja je zabilježen najveći udio minerala u salati. Najzastupljeniji mineral u skupini makroelemenata je bio K, a u skupini mikroelemenata Mn. Autori su zaključili da manja norma navodnjavanja može povećati sadržaj minerala, fenola i osigurati bolje antioksidativno djelovanje.

Chala i Yohannes (2015.) su proučavali učinak obroka navodnjavanja na prinos salate i učinkovitost vode za navodnjavanje. Salata je navodnjavanja lokaliziranom metodom, odnosno sustavom „kap po kap“. Pokus je postavljen kao blok sustav u tri ponavljanja. Tretmani su se sastojali od ukupne potrebe biljke za vodom (FI), te 75 % od FI, 50 % od FI i 100 % ETC (evapotranspiracije kulture). Zatim od navodnjavanja različite dubine, odnosno mase korijena (partial root drying, PRD) 100 %, 75 %, te 50 % od PRD. Obrok navodnjavanja je značajno utjecao na komponente prinosa poput visine biljke, broja listova i promjera biljke. Nadalje, obrok navodnjavanja nije imao značajan utjecaj na suhu masu biljke. Najveći prinos je zabilježen u FI tretmanu i iznosio je 42 t/ha, a najmanji u tretmanu PRD 50 (2,57 t/ha). Različiti tretmani navodnjavanja su utjecali na učinkovitost vode za

navodnjavanje. Produktivnost vode je se povećala smanjenjem razine vode za navodnjavanje. Najveća produktivnost vode je zabilježena u tretmanu PRD 50 (21,5 kg/m³), a najniža kod punog navodnjavanja (16 kg/m³).

Senyigit i Kaplan (2013.) su istraživali utjecaj različitih razina navodnjavanja na prinos i kvalitetu salate (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia* cv.) koja je uzgajana u zaštićenom prostoru. Salata je navodnjavana sustavom „kap po kap“ svakih sedam dana tijekom razdoblja vegetacije salate. Navodnjavanje salate se provodilo u šest različitih tretmana (T1 - bez navodnjavanja, T2 - 25 %, T3 - 50 %, T4 - 75 %, T5 - 100 % i T6 - 125 % od evaporacije (PAN evaporation). Norma navodnjavanja po tretmanima je bila u rasponu od 0 do 106,3 mm. ETo je bila u rasponu od 69,1 do 158,5 mm među tretmanima. Najveći prinos ostvaren je na T5 tretmanu navodnjavanja odnosno na tretmanu gdje je potrebna voda u potpunosti zadovoljena. Na spomenutom tretmanu zabilježena je: masa biljke (239,11 g), visina biljke (26,30 cm), promjer glavice salate (44,82 cm), masa korijena (17,31 g), duljina korijena (9,02 cm), promjer korijena (10,04 cm) i broj listova (49). Povećanjem norme navodnjavanja prinos se povećavao do određene točke, no kada je količina vode bila veća nego što je salati potrebna, prinos je počeo opadati. Na T5 tretmanu navodnjavanja je ostvarena najveća učinkovitost vode za navodnjavanje.

Bozkurt i sur. (2011.) su u plasteniku na području istočne mediteranske regije u Turskoj ispitivali utjecaj različitih načina navodnjavanja kapanjem i različitih obroka navodnjavanja na prinos, kvalitetu i učinkovitost vode pri uzgoju salate (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. *Lital*). Metode navodnjavanja su bile: lokalizirano, odnosno površinskim sustavom „kap po kap“, zatim podzemnim cijevima na dubini od 10 cm i na dubini od 20 cm. Obroci navodnjavanja su dodani tako da se zadovolji potreba za vodom u iznosu od 25 %, 50 %, 75 %, 100 % i 125 % evaporacije. Različite metode navodnjavanja nisu značajno utjecale na prinos i komponente prinosa salate, dok su različiti obroci navodnjavanja značajno utjecali na promatrane varijable. Najviši prinos (801,2 g/biljci) ostvaren je na tretmanu navodnjavanja cijevima ispod površine tla na dubini od 10 cm te na tretmanu gdje je 100 % zadovoljena potreba za vodom.

Bozkurt i sur. (2009.) su proučavali utjecaj različitih obroka navodnjavanja i različitih oblika dušika na prinos, kvalitetu i učinkovitost vode pri uzgoju salate (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* cv. *Lital*). Salata je uzgajana u zaštićenom prostoru od studenoga do veljače na području istočne mediteranske regije Turske. Salata je navodnjavanja sustavom kapanja

u četiri tretmana: 0 (T1), 0,75 (T2), 1,0 (T3) i 1,25 (T4) izraženo kao postotak od evaporacije (PAN evaporation). Tretman s dušikom je proveden tako da je se salata prihranjivala amonijevim nitratom i amonijevim sulfatom. Prema rezultatima istraživanja različiti oblici dušičnog gnojiva su značajno utjecali na promjer biljke i broj listova. Prinos salate i komponente prinosa poput mase biljke, visine biljke, mase korijena se nisu značajno razlikovale po tretmanima gnojidbe. Obroci navodnjavanja su rezultirali različitim prinosima i komponentama prinosa. Najveći prinos (595,7 g/biljci) je ostvaren na T3 (100 % potrebne vode) tretmanu navodnjavanja, na kojem je prihrana bila s amonijevim nitratom. Učinkovitost vode za navodnjavanje je rasla smanjenjem obroka navodnjavanja.

Firoz i sur. (2009.) su u pokusu koji su proveli od studenoga 2002. do svibnja 2003. godine u Khagrachariju proučavali utjecaj vremena sjetve i razmaka sadnje na proizvodnju sjemena salate. Sjetva je obavljena 10., 20. i 30. studenoga te 10., 20. i 30. prosinca. Razmak sadnje je iznosio 50 x 30 cm i 50 x 45 cm. Najviši prinos sjemena (770 kg/ha) je ostvaren kod salate čija je sjetva obavljena 10. studenoga i čiji je sjetveni razmak iznosio 50 x 45 cm. Sljedeći najviši prinos sjemena je ostvaren kod salate posijane na isti dan i sa razmakom sadnje koji je bio 50 x 30 cm. Smanjenje prinosa sjemena salate zabilježeno je pri kasnijim rokovima sjetve, dok razmak sadnje nije značajno utjecao na smanjenje prinosa sjemena.

Maboko i sur. (2009.) su promatrali utjecaj kultivara i razmaka sadnje na prinos salate u hidroponskom uzgoju. U istraživanju su korišteni sljedeći kultivari salate (*Lactuca sativa* L.): „NIZ 44-675“, „Nougatine“, „Tango“ i „Natividad“. Pokus je postavljen prema pet različitih razmaka sadnje: 10 x 20 cm (50 biljaka/m²), 10 x 25 (40 biljaka/m²), 15 x 20 cm (30 biljaka/m²), 20 x 20 cm (25 biljaka/m²) i 20 x 25 cm (20 biljaka/m²). Pokus je proveden kao blok sustav u tri ponavljanja za svaku kombinaciju. Promatrane su sljedeće komponente prinosa: visina biljke, svježa i suha lisna masa, površina lista te broj listova po m². Najveći prinos i najbolje komponente prinosa su ostvarene pri uzgoju salate čiji je razmak bio 10 x 20 cm (50 biljaka/m²), Kultivari „NIZ 44-675“ i „Tango“ su osigurali veće prinose u odnosu na „Nougatine“ i „Natividad“.

Acar i sur. (2008.) su proučavali utjecaj navodnjavanja i gnojidbe dušikom na prinos salate koja je uzgajana u plasteniku od prosinca 2006. godine do ožujka 2007. godine. Navodnjavanje je bilo podijeljeno u tri tretmana: 100 % (S1), 80 % (S2), 60 % (S3) u

odnosu na evaporaciju (PAN evaporation). Gnojidba dušikom je bila provedena u četiri tretmana: 0 kg/ha (N1), 100 kg/ha (N2), 200 kg/ha (N3), 300 kg/ha (N4). Salata je navodnjavana odnosno prihranjivana sustavom „kap po kap“. Različite količine dušika nisu značajno utjecale na promatrane parametre rasta kod salate (masa glavice, visina glavice, broj listova, promjer glavice, duljina korijena). Nisu zabilježene statistički značajne razlike kod komponenata prinosa u odnosu na tretmane navodnjavanja, iako je najveća biljna masa bila u S1 tretmanu (355,17 g/biljci). Autori su zaključili da najznačajniji utjecaj na prinos i komponente prinosa imaju različiti kultivari salate te različiti uvjeti uzgoja i vrijeme proizvodnje.

3. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno na privatnom obiteljskom posjedu u plasteniku, u Matinoj (okolica Žepča, Bosna i Hercegovina). Pokus je proveden u razdoblju od 02. listopada do 12. studenog 2020. godine. Dužina plastenika u kojemu je proveden pokus je 560 cm, širina 320 cm, te visina 195 cm, a platenik je postavljen u smjeru istok-zapad. Kapacitet tla za vodu je 36,6 % vol., a volumna gustoća tla (vt) 1,5 g cm³.

U istraživanju je korištena salata puterica AS-104. Presadnice salate (slika 15.) su uzgojene u tresetnim kockama u polistirenskoj plitici u jednakim uvjetima kako bi se postigao što ujednačeniji rast u početnom dijelu vegetacije. Presadnice su presađene u tlo nakon što su dosegle fazu 4 do 5 listova.



Slika 15. Presadnice salate

(Kapular, K., 2020.)

Presadnice salate su presađene u unaprijed pripremljeno tlo 02. listopada 2020. godine. Prethodna priprema tla je obuhvaćala: obradu tla korištenjem štihalice kako bi se površinski sloj tla izmiješao s dubljim slojevima. Zatim unošenje komposta te natapanje tla vodom. Veličina osnovne parcele je bila 1m² po tretmanu, odnosno sveukupno je u istraživanju bilo 12 parcela. Između parcela je ostavljen prostor od 1 m kako ne bi došlo do miješanja tretmana navodnjavanja.

Istraživanje je postavljeno kao dvočimbenični poljski pokus (A x B) po metodi slučajnog blok rasporeda u tri ponavljanja.

Tretman navodnjavanja (A) se sastojao od različitih metoda navodnjavanja pri čemu je na tretmanu a1 salata navodnjavana ručno, a na a2 tretmanu sustavom „kap po kap“, odnosno lokaliziranom metodom. Voda koja se koristila za navodnjavanje salate je bila iz lokalnoga vodovoda. Voda za navodnjavanje nije zagrijavana, ali je se u bure točila nekoliko dana prije navodnjavanja, tako da je bila izjednačena sa okolišnom temperaturom. Cijevi za navodnjavanje su postavljene uzduž sjetvene parcelice tako da je kapaljka postavljena kod svake biljke pojedinačno, odnosno da jedna kapaljka vlaži jednu biljku salate. Prije navodnjavanja je izmjeren intenzitet kapaljke koji je iznosio 400 ml po satu. Prema protoku kapaljke određeno je vrijeme navodnjavanja za tretman navodnjavanja a2 i ono je bilo 50 minuta. Obrok navodnjavanja na a1 tretmanu je određen prema je slijedećem izrazu (Tomić, 1988.):

$$O = 100 \times vt \times h \times (PVK - Trv)$$

Gdje je:

O = obrok navodnjavanja (mm)

vt = volumna gustoća tla (g cm^3)

h = dubina vlaženja (m)

Pvk = poljski vodni kapacitet (%)

Trv = trenutna vlažnost (%)

Prema prethodno prikazanom matematičkom izrazu, obrok navodnjavanja je bio 10 mm, odnosno 10 l/m^2 . Obrok navodnjavanja je određen prema tehničkom minimumu (80 % PVK) za salatu, odnosno povrtne kulture. Dubina vlaženja tla je bila 10 cm jer korijen salate ima plitak korijenov sustav (10 do 15 cm).

Obzirom da su presadnice posađene u vlažno tlo (02. listopada), s navodnjavanjem je započeto 04. listopada, a daljnji trenutak početka navodnjavanja je određen vizualno prema stanju vlažnosti tla. U prosjeku je salata navodnjavana svakih 6 dana na oba tretmana navodnjavanja.

U tablici 4. su prikazani datumi navodnjavanja i obroci navodnjavanja na oba tretmana. U konačnici, norma navodnjavanja je bila 60 l/m² na oba tretmana navodnjavanja.

Tablica 4. Datumi i obroci navodnjavanja na a1 i a2 tretmanu

Datumi navodnjavanja	Navodnjavanje „kap po kap“ sustavom (l/m ²)	Navodnjavanje ručno (l/m ²)
04. listopad 2020.	10	10
09. listopad 2020.	10	10
14. listopad 2020.	10	10
20. listopad 2020.	10	10
25. listopad 2020.	10	10
31. listopad 2020.	10	10
Norma navodnjavanja	60 l/m ²	

Drugi čimbenik (B) u istraživanju je bila gustoća sadnje salate. Razmak između redova sadnje je bio jednak na oba tretmana i iznosio je 30 cm. Razmak unutar reda na b1 tretmanu je bio 25 cm te na b2 tretmanu 20 cm.

Shema pokusa je prikazana u narednim fotografijama (slika 16., 17., 18. i 19.).



Slika 16. Salata navodnjavana „kap po kap“ sustavom, razmak unutar reda 25 cm (Kapular, K., 2020.)



Slika 17. Salata navodnjavana ručno, razmak unutar reda 25 cm (Kapular, K., 2020.)



Slika 18. Salata navodnjavana „kap po kap“ sustavom, razmak unutar reda 20 cm
(Kapular, K., 2020.)



Slika 19. Salata navodnjavana ručno, razmak unutar reda 20 cm
(Kapular, K., 2020.)

Sveukupno je na b1 tretmanu bilo posađeno 15 biljaka po m² te 18 biljaka po m² na b2 tretmanu.

Tijekom vegetacije salata je redovito okopavana ručno po potrebi s ciljem sprječavanja nastanka pokorice i rasta korova. Plastenik je svakodnevno prozračivan. Predkulture salate su bile rajčica i paprika. Tijekom uzgoja salate je mjerena temperatura zraka. Temperatura zraka je mjerena svaki dan u podne. Temperature zraka izmjerene u podne su prikazane u tablici 5. za mjesec listopad i tablici 6. za mjesec studeni.

Tablica 5. Temperature zraka za listopad

Datum	Temperatura	Datum	Temperatura
01. listopad	27 °C	17. listopad	19 °C
02. listopad	26 °C	18. listopad	24 °C
03. listopad	31 °C	19. listopad	22 °C
04. listopad	31 °C	20. listopad	26 °C
05. listopad	30 °C	21. listopad	25 °C
06. listopad	22 °C	22. listopad	27 °C
07. listopad	16 °C	23. listopad	27 °C
08. listopad	24 °C	24. listopad	12 °C
09. listopad	27 °C	25. listopad	20 °C
10. listopad	31 °C	26. listopad	25 °C
11. listopad	21 °C	27. listopad	30 °C
12. listopad	11 °C	28. listopad	22 °C
13. listopad	10 °C	29. listopad	20 °C
14. listopad	23 °C	30. listopad	20 °C
15. listopad	19 °C	31. listopad	28 °C
16. listopad	18 °C		

Tablica 6. Temperature zraka za studeni

Datum	Temperatura	Datum	Temperatura
01. studeni	23 °C	07. studeni	27 °C
02. studeni	27 °C	08. studeni	20 °C
03. studeni	26 °C	09. studeni	10 °C
04. studeni	22 °C	10. studeni	10 °C
05. studeni	15 °C	11. studeni	9 °C
06. studeni	22 °C	12. studeni	11 °C

Pred kraj istraživanja, na pojedinim glavicama salate je uočen napad španjolskoga puža golaća (*Arion vulgaris* L.) koji je prikazan na slici 20. Španjolski puž (*Arion vulgaris* L.) je suzbijan sakupljanjem i iznošenjem iz plastenika. Štetnik nije značajno utjecao na kakvoću i prinos salate.



Slika 20. Španjolski puž (*Arion vulgaris* L.) na salati

Izvor: <https://stetnici.sumins.hr/>

U tablici 7. su prikazani radovi i zapažanja na salati kronološkim slijedom. Salata je ubirana u fazi pune zrelosti (12. studenog) te je određen prinos salate (kg/m^2) po tretmanima navodnjavanja i gustoće sadnje. Potom su izmjerene sljedeće komponente prinosa: masa glavice (g), visina glavice (cm), promjer glavice (cm), broj listova, masa korijena (g), duljina korijena (cm), promjer korijena (cm).

Tablica 7. Radovi i zapažanja na salati

Datum	Radovi i zapažanja
08. listopad 2020.	obavljena kultivacija
14. listopad 2020.	obavljena kultivacija
20. listopad 2020.	salata ujednačena rasta na svim parcelama
23. listopad 2020.	obavljena kultivacija
25. listopad 2020.	salata ujednačena rasta na svim parcelama
04. studeni 2020	pojava i suzbijanje puža golaća
06. studeni 2020.	obavljena kultivacija
12. studeni 2020.	berba salate

U fazi pune zrelosti je ubirano po 5 glavica salate na b1 tretmanu (25 cm), odnosno 6 glavica salate na b2 tretmanu (20 cm). Izmjerena je masa glavice salate (g), promjer glavice salate (cm), visina glavice salate (cm), masa korijena salate (g), duljina korijena salate (cm), promjer korijena salate (mm) te prinos (t/ha). Podaci su statistički obrađeni računalnim programom STATISTICA (StatSoft Inc.). Razlika aritmetičkih sredina uzoraka je testirana dvosmjernom analizom varijance ANOVA ($p = 0,01$; $p = 0,05$). Povezanost promatranih varijabli je određena korelacijskom analizom, a jakost i smjer korelacije je određena Pearsonovim koeficijentom.

4. REZULTATI

Prinos salate (tablica 8.) po tretmanima navodnjavanja je bio u rasponu od 11,98 t/ha do 13,69 t/ha. Značajno ($p < 0,05$) veći prinos salate je ostvaren kod metode navodnjavanja „kap po kap“ (a2). Na a2 tretmanu je prinos salate bio za 14,3 % veći u odnosu na a1 tretman navodnjavanja. Prinos salate nije značajno varirao u odnosu na gustoću sadnje. Prinos salate na b2 tretmanu (20 cm razmak sadnje) je bio za 8,5 % viši u odnosu na b1 tretman (25 cm razmak sadnje) no bez statističke značajnosti. Zabilježena je značajna ($p < 0,05$) interakcija a x b u pogledu visine prinosa salate. Najveći prinos je zabilježen na a2b1 tretmanu (14,28 t/ha).

Tablica 8. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos salate (t/ha)

	Prinos (t/ha)				LSD		F
	B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	0,8948	2,0640	67,191*
1	10,34	13,63	11,98	B	1,6847	2,7941	3,001
2	14,28	13,09	13,69	a x b	1,8352	3,1429	13,581*
X b	12,31	13,36					

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje; n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Metoda navodnjavanja je značajno utjecala na broj listova/glavici salate (tablica 9.). Broj listova/glavici salate je bio u rasponu od 35,1 na a1 tretmanu navodnjavanja do 39,2 na a2 tretmanu navodnjavanja. Na a2 tretmanu navodnjavanja broj listova/glavici salate je bio za 11,7 % veći u odnosu na a1 tretman na $p < 0,05$ razini značajnosti. Broj listova/glavici salate nije značajno varirao u odnosu na gustoću sadnje, a bio je u rasponu od 36,4 na b1 tretmanu do 37,9 na b2 tretmanu. Nadalje, nisu zabilježene statistički značajne razlike u pogledu interakcije a x b, a broj listova/glavici salate je bio u rasponu od 34,13 na a1b1 tretmanu do 39,67 na a2b2 tretmanu.

Tablica 9. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na broj listova salate (n)

	Broj listova/glavici				LSD		F
	B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	4,0621	9,3694	18,924*
1	34,13	36,06	35,1	B	2,9679	4,9222	1,789
2	38,73	39,67	39,2	a x b	4,5701	8,6951	0,213
X b	36,4	37,9					

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje; n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Zabilježene su statistički značajne razlike u masi glavice salate po tretmanima navodnjavanja (tablica 10.). Masa glavice je bila u rasponu od 216,92 g na a1 tretmanu navodnjavanja do 251,89 g na a2 tretmanu navodnjavanja. Masa glavice salate na a2 tretmanu navodnjavanja je bila značajno veća ($p < 0,01$) u odnosu na a1 tretman, za 16,12 %.

Tablica 10. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na masu glavice salate (g)

	Masa glavice (g)				LSD		F
	B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	15,1796	35,0121	98,284**
1	206,75	227,10	216,92	B	30,4375	50,4806	4,592
2	285,57	218,22	251,89	a x b	32,8395	56,0449	15,995*
X b	246,16	222,66					

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje; n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Masa glavice salate po tretmanu gustoće sadnje je bila u rasponu od 222,66 g na b2 tretmanu do 246,16 g na b1 tretmanu, ali bez statističke značajnosti. Zabilježene su statistički značajne razlike u masi glavice ($p < 0,05$) u odnosu na a x b interakciju. Masa glavice je bila u rasponu od 206,75 g na a1b1 tretmanu do 285,57 g na a2b1 tretmanu.

Kako je vidljivo iz tablice 11., nisu zabilježene statistički značajne razlike u pogledu visine glavice salate (cm) po tretmanu navodnjavanja. Visina glavice salate je bila u rasponu od 15,94 cm na a1 tretmanu do 16,20 cm na a2 tretmanu navodnjavanja. Također, nisu zabilježene statistički značajne razlike u visini glavice salate u odnosu na različitu gustoću sadnje. Visina glavice salate je bila u rasponu od 15,66 cm na b1 tretmanu do 16,49 cm na b2 tretmanu ($p < 0,05$).

Tablica 11. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na visinu glavice salate (cm)

	Visina glavice (cm)				LSD		F
	B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	1,0828	2,4976	1,093
1	15,00	16,88	15,94	B	0,8346	1,3842	7,621
2	16,31	16,09	16,20	a x b	1,2437	2,3463	12,199*
X b	15,66	16,49					

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje; n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Zabilježene su statistički značajne razlike ($p < 0,01$) u promjeru glavice salate (cm) u odnosu na različite metode navodnjavanja. Promjer glavice (tablica 12.) salate je bio u rasponu od 31,64 cm (a1) do 33,02 cm (a2). Prema rezultatima istraživanja, promjer glavice salate na tretmanu navodnjavanja metodom „kap po kap“ je bio za 4,4 % veći u odnosu na tretman na kojem je salata navodnjavana ručno. Gustoća sadnje nije značajno utjecala na promjer glavice salate ($b1 = 32,16$ cm; $b2 = 32,51$ cm). Što se tiče interakcije a x b, vidljiv je značajan utjecaj ($p < 0,01$) na promjer glavice salate pri čemu je značajno veći promjer glavice zabilježen na a1b2 tretmanu (33,73 cm). Na a2 tretmanu navodnjavanja nije bilo značajne razlike u promjeru glavice salate u odnosu na gustoću sadnje. Najmanji promjer glavice salate je zabilježen na a1b1 tretmanu (30,59 cm).

Tablica 12. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na promjer glavice salate (cm)

	Promjer glavice (cm)				LSD		F
	B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	0,6449	1,4875	84,565**
1	30,59	32,70	31,64	B	0,9158	1,5188	1,086
2	33,73	32,31	33,02	a x b	1,0576	1,8486	28,737**
X b	32,16	32,51					

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje; n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na masu korijena salate (g) je prikazan u tablici 13. Prema rezultatima analize, nisu zabilježene statistički značajne razlike u masi korijena salate po tretmanima navodnjavanja (a) niti gustoće sadnje (b) ili interakcije spomenutih čimbenika (a x b). Masa korijena na tretmanima navodnjavanja je bila u rasponu od 9,317 g (a2) do 9,417 (a1). U pogledu razmaka sadnje, masa korijena je bila u rasponu od 9,012 g (b2) do 9,722 (b1). Što se tiče interakcije a x b, masa korijena salate je bila u rasponu od 8,087 g (a2b2) do 10,547 (a2b1).

Tablica 13. Utjecaj metode navodnjavanja i razmaka sadnje na masu korijena salate (g)

	Masa korijena (g)				LSD		F
	B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	3,2002	7,3813	0,0018
1	8,898	9,937	9,417	B	4,9896	8,2753	0,156
2	10,547	8,087	9,317	a x b	5,6341	9,7718	0,947
X b	9,722	9,012					

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje; n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Duljina korijena salate (cm) je značajno ($p < 0,01$) varirala u odnosu na tretmane navodnjavanja (tablica 14.). Značajno veća duljina korijena salate je izmjerena na a1 tretmanu navodnjavanja (9,443 cm). Nisu zabilježene statistički značajne razlike u duljini

korijena salate u odnosu na razmak sadnje, odnosno a x b interakciju. Veća duljina korijena je zabilježena na b1 tretmanu (9,150 cm). Što se tiče interakcije promatranih čimbenika, duljina korijena salate je bila u rasponu od 7,513 cm na a2b2 tretmanu do 9,493 na a1b2 tretmanu.

Tablica 14. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na duljinu korijena salate (cm)

		Duljina korijena (cm)				LSD		F
		B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	1,0541	2,4341	25,347*	
1	9,393	9,493	9,443	B	1,7883	2,9659	1,008	
2	8,907	7,513	8,210	a x b	1,9842	3,4204	1,343	
X b	9,150	8,503						

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje, n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

Navodnjavanje nije značajno utjecalo na promjer korijena salate (cm), a1 = 5,697 cm, a2 = 6,522 cm. Zabilježen je značajan utjecaj ($p < 0,05$) razmaka sadnje na promjer korijena salate. Kako je prikazano u tablici 15., promjer korijena salate na b1 tretmanu je bio značajno veći u odnosu na b2 tretman. Što se tiče a x b interakcije, promjer korijena salate je bio u rasponu od 5,373 mm na a1b2 tretmanu do 6,647 mm na a2b1 tretmanu.

Tablica 15. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na promjer korijena salate (mm)

		Promjer korijena (mm)				LSD		F
		B				0,05	0,01	
A	1	2	X a	A	4,7806	11,0266	0,551	
1	6,020	5,373	5,697	B	0,3801	0,6304	10,720*	
2	6,647	6,397	6,522	a x b	4,7664	10,9344	2,099	
X b	6,333	5,885						

a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje „kap po kap“; b1 = 25 cm razmak sadnje; b2 = 20 cm razmak sadnje, n.s. = not significant (bez značajnosti); * = 95 %; ** = 99 %

5. RASPRAVA

Predmet ovoga istraživanja je bio utvrditi utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i kakvoću salate. Istraživanje je postavljeno kao dvočimbenični poljski pokus (A x B) po metodi slučajnog blok rasporeda u tri ponavljanja, gdje A predstavlja metodu navodnjavanja, a B gustoću sadnje.

5.1. Utjecaj metode navodnjavanja na prinos salate

U provedenom pokusu navodnjavanje salate je obavljeno kroz dvije metode navodnjavanja. Prva metoda navodnjavanja ili a1 tretman je bila navodnjavanje ručno, a druga metoda ili a2 tretman navodnjavanje putem sustava „kap po kap“. U ovom je istraživanju tijekom razdoblja vegetacije salate od 04. do 31. listopada, norma navodnjavanja bila 50 mm. Hanson i sur. (1977.) navode kako je norma navodnjavanja u njihovom istraživanju bila 200 mm, a navodnjavali su metodom kapanja.

Značajno veći prinos je ostvaren kod salate koja je navodnjavana „kap po kap“ sustavom. Na a2 tretmanu je prinos salate bio za 14,3 % veći u odnosu na a1 tretman navodnjavanja. Najveći prinos (14,28 t/ha) je zabilježen na a2b1 tretmanu, odnosno salati koja se navodnjavala „kap po kap“ sustavom i čiji je razmak unutar reda bio 25 cm.

Metoda navodnjavanja je značajno je utjecala na: broj listova po glavici salate, masu glavice, promjer glavice i duljinu korijena. Na a2 tretmanu navodnjavanja broj listova po glavici salate je bio za 11,7 % veći u odnosu na a1 tretman na $p < 0,05$ razini značajnosti. Masa glavice je bila u rasponu od 216,92 g na a1 tretmanu navodnjavanja do 251,89 g na a2 tretmanu navodnjavanja. Masa glavice salate na a2 tretmanu navodnjavanja je bila značajno veća ($p < 0,01$) u odnosu na a1 tretman, za 16,12 %. Promjer glavice je na tretmanu navodnjavanja metodom „kap po kap“ bio za 4,4 % veći u odnosu na tretman na kojem je salata navodnjavana ručno. Značajno veća duljina korijena salate je izmjerena na a1 tretmanu navodnjavanja (9,443 cm). Rezultate ovog istraživanja potvrđuje navod Yavuz i sur. (2016.). Autori zaključuju kako je bolja učinkovitost vode, odnosno kako se viši prinosi salate ostvaruju kod sustava za navodnjavanje „kap po kap“. U ovom istraživanju

metoda navodnjavanja nije značajno utjecala na: visinu glavice, masu korijena i promjer korijena.

Prado Hernandez i sur. (2019.) su zaključili da je navodnjavanje sustavom „kap po kap“ ispod površine tla utjecalo na povećanje prinosa za 27,1 % u odnosu na površinsko lokalizirano navodnjavanje. Podpovršinsko navodnjavanje smatraju boljim jer se smanjuje isparavanje vode, voda se zadržava oko korijenovog sustava, bolje se usvajaju hraniva i manja je mogućnost od pojave bolesti. Santosh i sur. (2017.) smatraju da se lokaliziranim navodnjavanjem povećava učinkovitost navodnjavanja, a voda i hraniva se apliciraju u blizini korijenovog sustava što pozitivno djeluje na prinos. Autori su zaključili da je prinos salate 98 % veći prilikom uzgoja salate u plasteniku u odnosu na onu koja se uzgaja na otvorenim površinama. Bozkurt i sur. (2011.) su zaključili da različite metode navodnjavanja (navodnjavanje putem „kap po kap“ sustava iznad i ispod površine tla) nemaju statistički značajan utjecaj na prinos i komponente prinosa u odnosu na različite obroke navodnjavanja. Svojim istraživanjem su utvrdili da je najveći prinos ostvaren kod lokaliziranog navodnjavanje ispod površine tla na dubini od 10 cm (801,2 g/biljci). Dlamini i Khumalo (2019.) također navode najniži prinos salate kao i visinu biljke te duljinu korijena salate na tretmanu na kojemu su biljke bile navodnjavane ručno.

5.2 Utjecaj gustoće sadnje na prinos salate

Drugi čimbenik ovoga istraživanja je bila gustoća sadnje. Razmak između redova sadnje je bio jednak na oba tretmana i iznosio je 30 cm. Razmak unutar reda na b1 tretmanu je bio 25 cm te na b2 tretmanu 20 cm. Gustoća sadnje nije značajno utjecala na razlike u prinosu salate. Prinos salate na b2 tretmanu je bio za 8,5 % viši u odnosu na b1 tretman, no bez statističke značajnosti. Gustoća sadnje nije statistički značajno utjecala na sljedeće komponente prinosa: broj listova, masa glavice, visina glavice, promjer, masa korijena i duljina korijena. Gustoća sadnje je djelovala na statistički značajne razlike u pogledu promjera korijena. Zemichael i sur. (2017.) smatraju da optimalna gustoća sadnje biljkama omogućuje dovoljnu količinu hraniva, vode i svjetla. U njihovome istraživanju rezultati pokusa su potvrdili da različit razmak sadnje djeluje na broj listova po biljci, širinu biljke i prinos svježe biljne mase po hektaru. Razmak sadnje nije značajno utjecao na razlike u visini biljaka te duljini njihovih listova. Najveći prinos svježe biljne mase u njihovom

istraživanju je zabilježen kod salate čiji je razmak sadnje unutar reda bio 40 cm i između redova 60 cm (53,6 t/ha). Manji razmak sadnje djeluje na smanjenje prinosa jer biljke imaju manje povoljne uvjete kada je u pitanju pristupačnost vode, svjetla i hraniva.

Maboko i sur. (2009.) su zaključili da manji razmak unutar i između redova prilikom sadnje salate djeluje na mogućnost bržeg rasta biljaka. Takva pojava nastaje kao rezultat kompeticije biljaka za fotosintetski aktivnim zračenjem koje stimulira rast biljaka. U njihovome istraživanju gustoća sadnje je značajno utjecala na visinu biljke, svježiu i suhu biljnu masu, površinu listova te broj listova po m². Najviši prinos je ostvaren pri najmanjem razmaku sadnje (10 x 20, 50 biljaka po m²). Moniruzzaman (2006.) je zaključio da manji razmak sadnje (40 x 20 cm) povoljno djeluje na prinos svježe (između 25,82 i 27,10 t/ha) i suhe (između 0,66 i 0,7 t/ha) biljne mase salate. Veći prinos pri većoj gustoći biljaka je izazvan zbog većeg broja biljaka po jedinici površine. Ostale komponente prinosa poput visine biljaka, broj listova i dužine listova su bile veće pri manjoj gustoći biljaka (40 x 30 i 40 x 40 cm). Također Tetio-Kagho i Gardner (1988.) navode veću visinu biljaka kod većeg razmaka sadnje salate što objašnjavaju kompeticijom za fotosintetsku aktivnu radijaciju. Pojedini autori navode kako je povećan razmak sadnje u uzgoju salate povećao visinu biljaka, promjer glavice salata, broj listova salate, visinu listova salate, broj listova te svježiu i suhu masu. Nadalje, autori navode kako idealan razmak sadnje povećava prinos, dok preveliki ili premali razmak između sadnje biljaka može dovesti do nižih prinosa i kakvoće salate (Maboko i Du Plooy, 2008., Foiroz i sur., 2009.). Što se tiče broja listova/glavici salate, rezultati istraživanja Badi i sur. (2004.) navode veći broj listova na tretmanima s većim razmacima sadnje što naravno vodi većem prinosu, odnosno većoj masi glavica salate.

6. ZAKLJUČAK

Lokalizirano navodnjavanje sustavom „kap po kap“ omogućuje zadržavanje vode u zoni korijenova sustava što je vrlo bitno kod uzgoja salate čiji je korijen plitak i razvija se u površinskom sloju tla. Osim toga, obroci navodnjavanja se dodaju direktno uz biljku i u odgovarajućem intervalu što sprječava otjecanje vode u dublje slojeve tla. U ovom istraživanju je najveći prinos salate (14,28 t/ha) ostvaren na tretmanu a2b1, odnosno na tretmanu navodnjavanja sustavom „kap po kap“, te gustoći sadnje: 25 cm unutar reda i 30 cm između redova. Prinos i komponente prinosa salate su statistički značajno varirale u odnosu na tretmane navodnjavanja i razmake sadnje salate. Značajno veći prinos, broj listova, masa glavice i promjer glavice su zabilježeni kod navodnjavanja sustavom „kap po kap“. Značajno veća duljina korijena je zabilježena kod ručnog navodnjavanja što se može pojasniti činjenicom kako je kod ručnog navodnjavanja voda u tlu odlazila u dublje slojeve tla, a time i korijen salate. Veći razmak unutar reda biljkama pruža bolje uvjete rasta (više vode, svjetlosti i hraniva), no prema rezultatima ovog istraživanja, jedina značajna razlika je zabilježena u promjeru korijena salate, koji je bio značajno veći kod salate čiji je razmak sadnje unutar reda bio 25 cm.

7. POPIS LITERATURE

1. Acar, B., Paksoy, M., Turkmen, O., Seymen, M. (2008.): Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition. *African Journal of Biotechnology*, 7(24): 4450-4453.
2. Badi, H. N., Yazdani, D., Ali, S. M., Nazari, F. (2004.): Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil thyme, *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*, 19: 231-236.
3. Bozkurt, S., Mansuroglu, G. M. (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.
4. Bozkurt, S., Mansuroglu, S., Kara, M., Onder, S. (2009.): Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms. *African Journal of Agricultural Research*, 4(11): 1171-1177.
5. Chala, M., Yohannes, K. W. (2015.): Effect of irrigation application levels on yield and water productivity of drip irrigated lettuce (*Lactuca sativa* L.), Gedio Zone, Southern Ethiopia. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(4): 229-234.
6. Dlamini, M. V., Khumalo, T. (2019.): Comparing the performance of a home-made bottle drip to a commercial drip system in the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 5(9): 1-4.
7. Firoz, Z. A., Alam, M. S., Uddin, M. S., Khatun, S. A. (2009.): Effect of sowing time and spacing on lettuce seed production in hilly region. *Bangladesh J. Agril. Res.*, 34(3): 531-536.
8. Hanson, B. R., Schwankl, L. J., Schulbach, K. F., Pettygrove, G. S. (1997.): A comparison of furrow, surface drip and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. *Agricultural water management*, 33: 139-157.
9. Kirnak, H., Tas, I., Gokalp, Z., Karaman, S. (2016.): Effects of different irrigation levels on yield of lettuce grown in an unheated greenhouse. *Current Trends in Natural Sciences*, 5(9): 145-151.
10. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): *Povrčarstvo*. Zrinski d.d., Čakovec.

11. Maboko, M. M., Du Plooy, C. P. (2008.): Evaluation of crisphead lettuce cultivars (*Lactuca sativa* L.) for winter production in a soilless production system. *African Journal of Plant Science*, 2: 113-117.
12. Maboko, M. M., Du Plooy, C. P. (2009.): Effect of plant spacing on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a soilless production system. *South African Journal of Plant and Soil*, 26(3): 195-198.
13. Madjar, S., Šoštarić, J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Osječko-baranjska županija, Osijek
14. Matotan, Z. (2004): Suvremena proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus d.o.o., Zagreb.
15. Moniruzzaman, M. (2006.): Effects of plant spacing and mulching on yield and profitability of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agriculture & Rural Development*, 4(1): 107-111.
16. Parađiković, N. (2014.): Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivreni fakultet u Osijeku, Osijek.
17. Prado Hernandez, J. V., Pineda Pineda, J., Martinez Ruiz, A., Carrillo Garcia, M., Aparicio Parra, J. J. (2019.): Lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop production using drip irrigation installed at different depths. *Acta Horticulturae*, 1253(25): 183-190.
18. 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 semi-arid region of high altitude. *Journal of Applied Horticulture*, 18(3): 195-202.
19. Santosh, D. T., Reddy, R. G., Tiwari, K. N. (2017.): Effect of drip irrigation levels on yield of lettuce under polyhouse and open field condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7): 1210-1220.
20. Senyigit, 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. *Polska akademija nauk*, 4(2): 97-107.
21. Shatilov, M. V., Razin, A. F., Ivanova, M. I. (2019): Analysis of the world lettuce market. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 395: 1-5.
22. Tesfa, T., Asres, D., Woreta, H. (2018.): Lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield and yield components as affected by mulching at Teda, Central Gondar, Northeast Ethiopia. *International Journal of Scientific Research and Management*, 06(09): 2321-3418.

23. Tetio-Kagho, F., Gardner, F.P. (1988.): Response of maize to plant population density. Canopy development, light relationships, and vegetable growth. *Agronomy Journal*, 80: 930-935.
24. Tomić, F. (1988.): *Navodnjavanje*. Zagreb, 1988.
25. Zemichael, B., Hadush, M., Abebe, N. (2017.): Effect of inter and intra row spacing on yield and yield components of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in South East Tigray, Ethiopia. *Biomedical, Journal of Scientific & Technical Research*, 1(6): 1698-1700.
26. Yavuz, D., Yavuz, N., Suheri, S. (2016.): Energy and water use for drip-irrigated potato in the Middle Anatolian region of Turkey. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 35: 212-220.

8. SAŽETAK

Salata (*Lactuca sativa* L.) je vrlo rasprostranjena vrsta lisnatoga povrća koja se može uzgajati tijekom čitave godine. Cilj ovoga istraživanja je bio utvrditi utjecaj različitih metoda navodnjavanja i različitih razmaka sadnje na prinos salate. Istraživanje je postavljeno kao dvočimbenični poljski pokus (a x b) po metodi slučajnog blok rasporeda u tri ponavljanja, gdje a predstavlja metodu navodnjavanja, a b gustoću sadnje. Korištene metode navodnjavanja bile su ručno navodnjavanje (a1) i navodnjavanje putem „kap po kap“ sustava (a2). Gustoća sadnje je u b1 tretmanu iznosila 25 cm unutar reda i 30 cm između redova te 20 cm unutar reda i 30 cm između redova u b2 tretmanu. Različite metode navodnjavanja su značajno utjecale prinos i izmjerene komponente prinosa. Veći prinos, broj listova/glavici salate, masa salate i duljina korijena je ostvarena na tretmanu navodnjavanja sustavom „kap po kap“. Gustoća sadnje nije značajno utjecala na prinos i komponente prinosa, osim promjera korijena salate. Najveći prinos je ostvaren na a2b1 tretmanu i iznosio je 14,28 t/ha. Značajnost interakcije navodnjavanja i gustoće sadnje je osim kod prinosa zabilježena i kod mase glavice salate, visine i promjera glavice salate ($p < 0,05$).

Ključne riječi: salata, metoda navodnjavanja, gustoća sadnje, prinos salate, kakvoća

9. SUMMARY

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a very common type of leafy vegetable that can be grown throughout entire year. The main goal of this study is to study the impact of different irrigation methods and plant spacing on yield and quality of lettuce. The study was set up in the greenhouse as two factor experiment (a x b) as randomised block design in three replicates. The irrigation factor consisted of hand watering (a1), and dripping irrigation (a2). The second factor was planting density as follows: b1 - 25 cm interrow spacing and b2 - 20 cm interrow spacing. As for the spacing between the rows, for both b treatments the spacing was the same (30 cm). Significant impact ($p < 0.05$) of irrigation method was recorded for lettuce yield, root length and diameter, while very significant ($p < 0.01$) impact on weight and diameter. The planting density (b) had significant impact on root diameter ($p < 0.05$). Significant irrigation x spacing interaction was for the yield, weight, plant height and diameter ($p < 0.05$).

Key words: irrigation method, plant density, lettuce yield, quality

10. POPIS SLIKA

Slika 1. Korijen salate, str. 3.

Slika 2. Stabljika salate, str. 3.

Slika 3. Salata maslenka, str. 4.

Slika 4. Salata kristalka, str. 4.

Slika 5. Cvijet salate, str. 5.

Slika 6. Sjemenke salate, str. 5.

Slika 7. Presadnice salate, str. 8.

Slika 8. Proizvodnja salate na otvorenoj poljoprivrednoj površini, str. 10.

Slika 9. Uzgoj salate u plasteniku, str. 10.

Slika 10. Hidroponski uzgoj salate, str. 11.

Slika 11. Shema lokaliziranoga tipa navodnjavanja, str. 13.

Slika 12. Navodnjavanje sustavom „kap po kap“, str. 14.

Slika 13. Stabilni sustav navodnjavanja, str. 16.

Slika 14. Kišno krilo, str. 17.

Slika 15. Presadnice salate, str. 23.

Slika 16. Salata navodnjavana „kap po kap“ sustavom, razmak unutar reda 25 cm, str. 25.

Slika 17. Salata navodnjavana ručno, razmak unutar reda 25 cm, str. 25.

Slika 18. Salata navodnjavana „kap po kap“ sustavom, razmak unutar reda 20 cm, str. 26.

Slika 19. Salata navodnjavana ručno, razmak unutar reda 20 cm, str. 26.

Slika 20. Španjolski puž, str. 28.

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Zastupljenost minerala u 100 g svježe tvari salate, str. 1.

Tablica 2. Količina vitamina u 100 g svježe tvari salate, str. 2.

Tablica 3. Najveći proizvođači salate u svijetu, str. 2.

Tablica 4. Datumi i obroci navodnjavanja na a1 i a2 tretmanu, str. 25.

Tablica 5. Temperature zraka za listopad, str. 27.

Tablica 6. Temperature zraka za studeni, str. 27.

Tablica 7. Radovi i zapažanja na salati, str. 28.

Tablica 8. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos salate (t/ha), str. 30.

Tablica 9. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na broj listova salate (n), str. 31.

Tablica 10. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na masu glavice salate (g), str. 31.

Tablica 11. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na visinu glavice salate (cm), str. 32.

Tablica 12. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na promjer glavice salate (cm), str. 33.

Tablica 13. Utjecaj metode navodnjavanja i razmaka sadnje na masu korijena salate (g), str. 33.

Tablica 14. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na duljinu korijena salate (cm), str. 34.

Tablica 15. Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na promjer korijena salate (mm), str. 34.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij Biljne proizvodnje

Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i kakvoću salate

(*Lactuca sativa* L.)

Katarina Kapular

Sažetak: Salata (*Lactuca sativa* L.) je vrlo rasprostranjena vrsta lisnatoga povrća koja se može uzgajati tijekom čitave godine. Cilj ovoga istraživanja je bio utvrditi utjecaj različitih metoda navodnjavanja i različitih razmaka sadnje na prinos salate. Istraživanje je postavljeno kao dvočimbenični poljski pokus (a x b) po metodi slučajnog blok rasporeda u tri ponavljanja, gdje a predstavlja metodu navodnjavanja, a b gustoću sadnje. Korištene metode navodnjavanja bile su ručno navodnjavanje (a1) i navodnjavanje putem „kap po kap“ sustava (a2). Gustoća sadnje je u b1 tretmanu iznosila 25 cm unutar reda i 30 cm između redova te 20 cm unutar reda i 30 cm između redova u b2 tretmanu. Različite metode navodnjavanja su značajno utjecale na prinos i izmjerene komponente prinosa. Veći prinos, broj listova/glavice salate, masa salate i duljina korijena je ostvarena na tretmanu navodnjavanja sustavom „kap po kap“. Gustoća sadnje nije značajno utjecala na prinos i komponente prinosa, osim promjera korijena salate. Najveći prinos je ostvaren na a2b1 tretmanu i iznosio je 14,28 t/ha. Značajnost interakcije navodnjavanja i gustoće sadnje je osim kod prinosa zabilježena i kod mase glavice salate, visine i promjera glavice salate ($p < 0,05$).

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Monika Marković

Broj stranica: 45

Broj grafikona i slika: 20

Broj tablica: 15

Broj literaturnih navoda: 26

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: salata, metoda navodnjavanja, gustoća sadnje, prinos salate, kakvoća

Datum obrane:

Povjerenstvo za ocjenu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. doc. dr. sc. Marija Ravlić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište 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

Impact of irrigation method and plant density on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Katarina Kapular

Summary: Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a very common type of leafy vegetable that can be grown throughout entire year. The main goal of this study is to study the impact of different irrigation methods and plant spacing on yield and quality of lettuce. The study was set up in the greenhouse as two factor experiment (a x b) as randomised block design in three replicates. The irrigation factor consisted of hand watering (a1), and dripping irrigation (a2). The second factor was planting density as follows: b1 - 25 cm interrow spacing and b2 - 20 cm interrow spacing. As for the spacing between the rows, for both b treatments the spacing was the same (30 cm). Significant impact ($p < 0.05$) of irrigation method was recorded for lettuce yield, root length and diameter, while very significant ($p < 0.01$) impact on weight and diameter. The planting density (b) had significant impact on root diameter ($p < 0.05$). Significant irrigation x spacing interaction was for the yield, weight, plant height and diameter ($p < 0.05$).

Thesis performed at: Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

Mentor: Associate professor Monika Marković

Number of pages: 45

Number of figures: 20

Number of tables: 15

Number of references: 26

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: irrigation method, plant density, lettuce yield, quality

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Associate professor Tomislav Vinković, president of the Commission
2. Associate professor Monika Marković, mentor
3. Assistant professor Marija Ravlić, member of the Commission

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimir Prelog 1