

Utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i kakvoću luka (*Allium cepa* L.)

Penava, Ema

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:151:108474>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



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

Ema Penava

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ METODE NAVODNJAVANJA I GUSTOĆE SADNJE NA PRINOS I
KAKVOĆU LUKA (*Allium cepa* L.)

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ema Penava

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ METODE NAVODNJAVANJA I GUSTOĆE SADNJE NA PRINOS I
KAKVOĆU LUKA (*Allium cepa* L.)

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ema Penava

Diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ METODE NAVODNJAVANJA I GUSTOĆE SADNJE NA PRINOS I
KAKVOĆU LUKA (*Allium cepa* L.)

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu 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

Osijek, 2021.

SADRŽAJ

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | UVOD | 1 |
| 1.1. | Proizvodnja luka u Hrvatskoj i u svijetu | 1 |
| 1.2. | Morfološka svojstva luka | 2 |
| 1.2.1. | Korijen luka | 2 |
| 1.2.2. | Stabljika luka | 3 |
| 1.2.3. | List luka | 3 |
| 1.2.4. | Lukovica | 4 |
| 1.2.5. | Cvijet luka | 4 |
| 1.2.6. | Plod luka | 5 |
| 1.3. | Agroekološki uvjeti za uzgoj luka | 5 |
| 1.3.1. | Zahtjevi luka za temperaturom | 5 |
| 1.3.2. | Zahtjevi luka za vodom | 6 |
| 1.3.3. | Zahtjevi luka za tlom | 6 |
| 1.4. | Agrotehnika uzgoja luka | 7 |
| 1.4.1. | Vlažnost plodoreda u uzgoju luka | 7 |
| 1.4.2. | Obrada tla i gnojidba | 7 |
| 1.4.3. | Sjetva i sadnja luka | 7 |
| 1.4.4. | Zaštita luka od bolesti i štetnika | 8 |
| 1.4.5. | Vađenje i skladištenje luka | 8 |
| 1.5. | Navodnjavanje luka | 9 |
| 1.5.1. | Navodnjavanje kišenjem | 9 |
| 1.5.2. | Lokalizirano navodnjavanje sustavom „kap po kap“ | 11 |
| 1.5.3. | Navodnjavanje brazdama | 12 |
| 1.5.4. | Obrok navodnjavanja | 13 |
| 1.5.5. | Trenutak početka navodnjavanja | 14 |
| 2. | PREGLED LITERATURE | 15 |
| 3. | MATERIJALI I METODE RADA | 18 |
| 4. | REZULTATI | 22 |
| 4.1. | Utjecaj različitih tretmana navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i na komponente prinosa | 22 |
| 4.2. | Analiza korelacijske povezanosti između istraživanih varijabli | 27 |
| 5. | RASPRAVA | 29 |
| 6. | ZAKLJUČAK | 32 |
| 7. | POPIS LITERATURE | 33 |
| 8. | SAŽETAK | 36 |
| 9. | SUMMARY | 37 |
| 10. | POPIS SLIKA | 38 |
| 11. | POPIS TABLICA | 39 |
| 12. | POPIS GRAFIKONA | 40 |

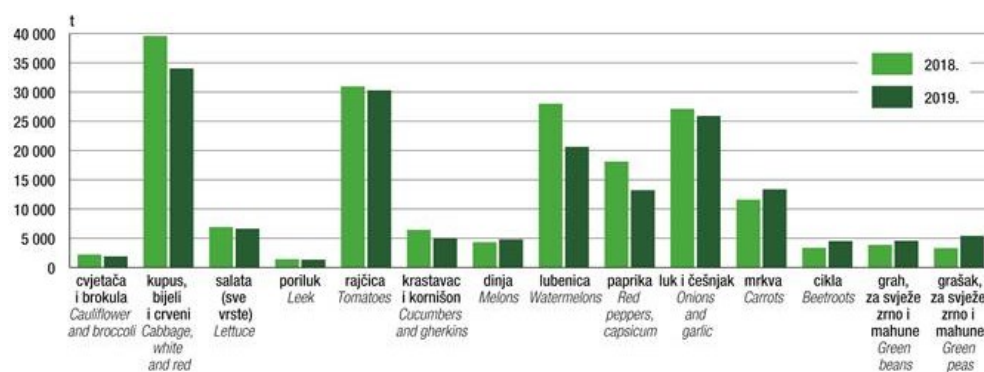
1. UVOD

Luk potječe iz srednje Azije, a preko Bliskog istoka se proširio na Sredozemlje. Jedna je od najraširenijih povrćarskih kultura. Luk se uzgajao i prije 5 000 godina, a uzgaja se zbog lukovice koja se dobro i lako skladišti tijekom zime. Tijekom vegetacije koristi se nadzemni dio, odnosno listovi i lažna stabljika. Luk može biti dvogodišnja ili trogodišnja kultura. Ako je dvogodišnja kultura, onda se u prvoj godini razvije lukovica, dok se u drugoj godini razvije sjeme, a ako se radi o drugom slučaju, odnosno da je trogodišnja kultura, onda u prvoj godini razvije lučicu, u drugoj lukovicu, dok u trećoj godini razvije sjeme.

Luk ima visoku hranjivu vrijednost, također ima i visok sadržaj eteričnih ulja, izraženo fitocidno djelovanje, kojim se regulira bakterijski rad crijeva, pospješuje se probava, dok svojim antiseptičkim djelovanjem pomaže radu dišnih organa. Lukovica sadrži 7 do 21 % suhe tvari, 6 do 10 % šećera, 1,6 do 5,9 % bjelančevina, zatim ulja, B-vitamina i minerala Ca, P i Fe (Parađiković, 2009.).

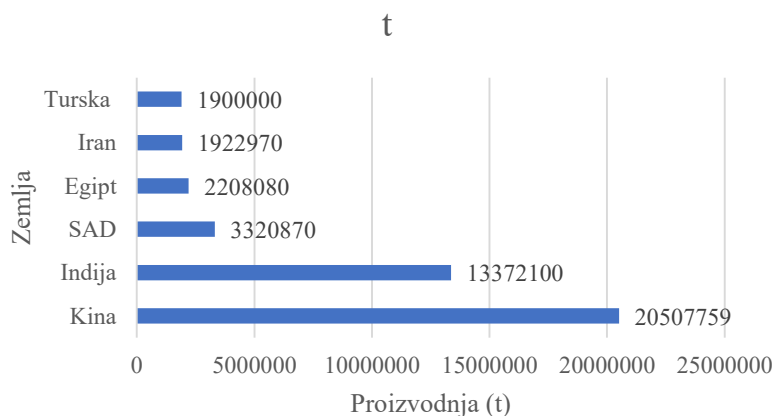
1.1. Proizvodnja luka u Republici Hrvatskoj i svijetu

U odnosu na 2018. godinu, proizvodnja luka se u Republici Hrvatskoj tijekom 2019. godine smanjila za 1200 t. Sveukupno je tijekom 2019. godine u Republici Hrvatskoj proizvedeno 25 907 t luka i češnjaka, od toga je za tržište proizvedeno je 21 125 t, dok je 4 782 t proizvedeno za vlastite potrebe. Ukupna proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj tijekom 2019. godine je prikazana grafikonom 1.



Grafikon 1. Ukupna proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj 2019.godine (Izvor: <https://www.worldatlas.com/articles/the-top-onion-producing-countries-in-the-world.html>)

Otpriblike, oko 170 zemalja na svijetu uzgaja luk za vlastitu upotrebu, dok neke od tih država uzgajaju luk i za tržište. Godišnje se ubere oko 9,2 milijuna hektara luka, a 8 % trguje na međunarodnoj razini. Kina, Indija i Amerika su zemlje koje predvode u proizvodnji luka, pri čemu Kina prednjači. U Kini se uzgajaju najčešće četiri vrste, a to su: kineski vlasac, češnjak, Velški luk i luk. Prosječna godišnja proizvodnja luka u Kini iznosi 11,16 milijuna tona. Kineski proizvođači luka stalno eksperimentiraju s novim tehnikama uzgoja što pridonosi boljoj proizvodnji. Indija je druga zemlja po proizvodnji luka u svijetu. U Indiji, luk se uzgaja u dva ciklusa, od toga prvi je između studenog i siječnja, dok je drugi od siječnja do svibnja. Indija je zemlja koja je dobro opremljena modernim skladištima za razvrstavanje i pakiranje luka. Amerika je treća zemlja po proizvodnji luka. U Americi poljoprivrednici godišnje zasade oko 125 000 ha luka i proizvedu oko 6,5 milijarde funti uroda. Kalifornija, Idaho, Oregon i Washington su vodeća tri proizvođača luka u Americi. Najveći proizvođači luka u svijetu su prikazani grafikonom 2.



Grafikon 2. Najznačajniji proizvođači luka (t)

(Izvor: <https://www.worldatlas.com/articles/the-top-onion-producing-countries-in-the-world.html>)

1.2. Morfološka svojstva luka

1.2.1. Korijen luka

Korijen luka (slika 1.) uglavnom je površinski, slabije se grana, te nema korijenovih dlačica, rezultat toga je slaba usisna moć. Biljka zahtijeva češće zalijevanje, ali s manjim količinama vode. Kod biljaka koje su zrelije korijen se sastoji od adventivnog korijenja, koje se razvije

iz stabljike. Korijen je često u simbiozi s mikoriznim gljivama, pa je usvajanje hraniva poboljšano.



Slika 1. Korijen luka (Izvor: <https://www.sandyathome.com/2016/07/06/spring-onion/>)

1.2.2. Stabljika luka

Stabljika luka (slika 2.) je vrlo kratka, odnosno skraćena, okrugla do diskosna. Na gornjem dijelu stabljike iz vršnog meristema razvija se lišće.



Slika 2. Stabljika luka (Izvor: <https://www.garden.eco/onion-stalk>)

1.2.3. List luka

List ima dugi lisni rukavac koji omata stabljiku i tvori lažnu stabljiku, tj. rukavce mlađeg lišća. Lisna plojka je cjevasta i šuplja, a može biti duga do 30 cm. Plojka je tamnozeleno boje, a prekrivena je voštanom prevlakom.



Slika 3: List luka (Izvor: <https://www.pngegg.com/en/png-bsygc>)

1.2.4. Lukovica

Lukovica (slika 4.) je rezervni organ koji miruje, a sastoji se od stabljike, zadebljanih listova koji imaju vanjske rukavce i plojku, te centralnih zadebljanih listova bez plojke. U središtu lukovice nalazi se klica, koja će dati novu biljku, tj. listove i eventualno cvjetnu stabljiku u sljedećoj godini. Pri ulasku u fazu mirovanja 3 do 4 vanjska lista postaju ljuskasti, te imaju funkciju zaštite lukovice od pretjeranog gubitka vode i mehaničkog oštećenja. U generativnoj fazi iz vršnog meristema razvije se cvjetna stabljika, koja može biti visoka 1 do 2 m. U potpunom razvoju je šuplja, a pri dnu je proširena. Na vrhu nosi cvat štitac, koji je prije otvaranja obavijen jednim pricvjetnim listom. U cvatu može biti i do 100 cvjetova na stapkama dugim 3 do 4 cm.



Slika 4. Lukovica (Izvor: <https://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/luk-126/>)

1.2.5. Cvijet luka

Cvijet (slika 5.) je bijele do zelene boje. Sastoji se od 6 lapova, 6 latica i 6 prašnika, te tučka. Zbog protoandrije, prevladava stranooplodnja.



Slika 5. Cvijet luka (Izvor: <https://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/17851>)

1.2.6. Plod luka

Plod je tobolac (slika 6.). Sadrži do 6 sjemenki nepravilnog oblika, crne boje. U jednom gramu može biti 100 do 300 sjemenki. Sjeme luka sporo bubri jer sadrži dosta ulja.



Slika 6. Sjemenke luka (Izvor: <https://hr.rybinsk.info/1686-growing-onions-from-seeds.html>)

1.3. Agroekološki uvjeti za uzgoj luka

1.3.1. Zahtjevi luka za temperaturom

Luk je dosta otporan prema niskim temperaturama zraka. Sjeme luka niče na temperaturama od 3 do 5 °C, dok mu je optimalna temperatura za klijanje 15 °C. Ako u vrijeme nicanja i početnog rasta nastupe niže temperature od -2 °C, i ako te temperature potraju dulje od 2 dana, mladi nasadi će stradati. Dio luka koji je najosjetljiviji na niske temperature jest korijen, ali on također posjeduje sposobnost regeneracije. Ako su npr. vremenski uvjeti

nepogodni, tada je situaciju moguće popraviti dodavanjem stajnjaka jer prilikom razgradnje stajnjaka dolazi do oslobađanja topline. Najpovoljnije temperature za vegetativni rast su od 6 do 20 °C, a ako su temperature niže od 6 °C ili više od 27 °C, rast luka se zaustavlja.

1.3.2. Zahtjevi luka za vodom

Luk je povrtlarska kultura koja se vrlo često uzgaja na našem području. Listovi luka sastoje se od 93 % vode, a lukovica sadrži 86 %, što znači da je luk kultura, koja ima velike potrebe za vodom. Naime, ako je nedovoljno biljci pristupačne vode, lukovice će se slabije razvijati i tada gube na kvaliteti, a u uvjetima navodnjavanja, prinos je moguće povećati i za 50 %. Potrebno je naglasiti kako povećana vlažnost tla dovodi do uvjeta koji su pogodni za razvoj gljivičnih bolesti i truleži. Navodnjavanje je posebno važno u početnoj fazi rasta i tijekom razvoja u proljetnim mjesecima. Navodnjavanje luka je najčešće sustavom kišenja ili sustavom kap po kap. Luk sporo niče, potrebno ga je često zalijevati. Potrošnja vode za navodnjavanje zavisi o rasporedu oborina, sklopu usjeva, kao i o tipu tla i kultivaru, a iznosi od 700 do 2 200 m³/ha (Parađiković, 2009.). Ta količina je potrebna posebice kada se stvara glavica, a kako odmiče vrijeme prema kolovozu količina vode se smanjuje. Previše vode, pogotovo kasne ljetne kiše mogu štetiti kvaliteti luka, a to se očituje kasnije u procesu skladištenja.

1.3.3. Zahtjevi luka za tlom

Luk zahtijeva rahlo, humusno i dosta prozračno tlo. Ako je luk uzgajan na pjeskovitom tlu, tada ga je potrebno intenzivno navodnjavati. Za uzgoj luka preporuča se tlo blago kisele do neutralne reakcije, pH vrijednosti od 6 do 7. Luk je kultura koja ne podnosi kisela tla.

1.4. Agrotehnika uzgoja luka

1.4.1. Važnost plodoreda u uzgoju luka

Luk, kao i ostale kulture iz porodice Alliaceae se ne bi trebale uzgajati na istoj površini do 5 godina, zbog zajedničkih bolesti, ali isto tako i štetnika. Dobre predkulture za uzgoj luka su: pšenica, ječam, uljana repica i djetelina za ljetnu sjetvu ili jesensku sadnju, ili npr. krumpir i grah za proljetnu sadnju. Raž i zob bi se kao predkulture trebale izbjegavati zbog napada zajedničkih štetnika. Udaljenost druge parcele luka, trebala bi biti udaljena najmanje 300 m kako bi se spriječilo prenošenje bolesti.

1.4.2. Obrada tla i gnojidba

Kako je sjetva u rano proljeće, obrada tla počinje u jesen dubokim oranjem do 35 cm. Priprema tla mora biti vrlo kvalitetna bez mikrodepresija, jer to omogućava kvalitetnu sjetvu ili sadnju, te dobro i ujednačeno nicanje. Tlo se uobičajeno obrađuje sjetvospremačem (RAU sustav). Pravilnu gnojidbu moguće je odrediti samo ako je prethodno provedena agrokemijska analiza tla, te utvrđena preporuka gnojidbe. Osnovna gnojidba je sa 600 do 800 kg NPK. Tlo se tanjura kako bi se zatvorile brazde. Prije sjetve potrebno je unijeti oko 300 do 400 kg NPK 7:14:21 formulacije, a tijekom vegetacije potrebno je jedno do dva prihranjivanja i to prva prihrana u fazi 3 lista do 100 kg/ha KAN-a, a u drugoj fazi stvaranja glavica treba biti oprezan s dušikom, jer dušik produžava vegetaciju i utječe na kvalitetu lukovica. Luk ima vrlo plitak korijen, nema korijenove dlačice i potrebna je dovoljna količina lako pristupačnog fosfora i kalija. Dobra ishrana osigurava dobru kvalitetu luka, te dobro čuvanje u skladištu.

1.4.3. Sjetva i sadnja luka

Proizvodnja luka iz sjemena je rentabilnija, prinos je viši, a proces proizvodnje je u cijelosti mehaniziran. Potrebna količina sjemena je 6 do 7 kg/ha ili 1 688 000 sjemenki/ha, a količina sjemena ovisi o razmaku redova i razmaku u redu. Za proizvodnju krupnog luka potrebno je 27 do 30 biljaka u dužnom metru, a za sitnije glavice 30 do 35 biljaka. Precizna sjetva i idealno pripremljeno tlo preduvjet je za uspješnu proizvodnju. Razmak gredice od gredice je 50 cm, a sije se najčešće u 5 redova razmaka 25 cm, dubina sjetve je 1,5 do 2 cm (Parađiković, 2009.).

Proizvodnja luka iz lučice zahtijeva visoku razinu agrotehnike, mogućnost navodnjavanja, dok je priprema tla i gnojidba ista kao i kod prethodno opisane tehnologije. Sadnja je nešto ranije, čim to omogućuje vremenski uvjeti, a obavlja se mehanizirano, sadilicom. Lučica je mala lukovica promjera 20 do 27 mm, a sadnjom u proljeće ili jesen brzo razvija adventivno korijenje i isto tako brzo razvija nadzemni dio. Lučice za sadnju ne smiju biti prokljale, dubina sadnje je 2 cm, a količina lučica je po 600 do 800 kg (ovisno o krupnoći). Poslije sadnje koristi se herbicid Stomp (5L/ha), zatim 10 dana nakon sadnje Mesoramil 50 (3,5 kg/ha). Kada luk razvije 2 do 3 lista koristi se Goal (1,5 do 2 L/ha), a u fazi 2 do 4 lista Ronstar (4 do 6 L/ha). Proizvodnja luka iz lučice posebno je zanimljiva za ranu plasteničku proizvodnju bez grijanja. Sadnja može biti ručna na manjim površinama ili mehanizirana na velikim, a zavisno od veličine lučica postiže se sklop od 650 do 1 400 biljaka/m². Ako je sadnja mehanizirana sadi se u trake s razmakom redova 20 do 35 cm s 4,5 do 6 redova u traci, a o tome ovisi i razmak između traka (od 35 do 60 cm). Razmak sadnje lučice u redu je od 9 do 15 cm. Kako luk ima vrlo plitak korijen biljci treba omogućiti umjereno vlažno tlo na dubinu do 20 cm. Biljka luka podnosi i kraća razdoblja bez vode, ali sigurno to može zaustavljati rast.

1.4.4. Zaštita luka od bolesti i štetnika

Najčešći nametnik koji napada i ugrožava nasade luka je lukova muha, ona se uglavnom javlja za vrijeme vlažnih, proljetnih dana. Najveće štete može napraviti na mladim, tek razvijenim biljkama. Simptomi koji se javljaju kao prvi su žućenje i sušenje središnjeg lista. Mlade biljke na kraju ugibaju i prije nego se razviju ličinke muha, koje prelaze na iduću sadnicu. Suzbijanje se vrši na dva načina, odstranjivanjem zaraženog dijela ili primjenom insekticida. Uslijed dugotrajnih kiša, i povećane vlažnosti u zraku, može doći do pojave plamenjače (*Peronospora destructor*). Infekcija nastupa na temperaturama 4 do 25 °C. Najpovoljnija temperatura za razvoj bolesti je 12 °C. Simptomi se očituju na lišću, koje je svijetlije boje, visi prema tlu, te postupno odumire. Također od bolesti na luku može se pojaviti i siva plijesan koju uzrokuje *Botrytis cinerea*, dok se od štetnika može pojaviti i lukov moljac.

1.4.5. Vađenje i skladištenje luka

Luk se vadi kada lišće omekša i počne se sušiti, a oko 70 % stabljike polegne. Vadi se ovisno o sorti, od početka do kraja kolovoza, ali bolje je do sredine kolovoza jer glavica onda ostane

dulje u zemlje, smanjuje joj se kakvoća i teže se čuva. Vađenje se obavlja kada je vrijeme suho, vadi se mehanizirano, odnosno vadilicama gdje luk ostaje u zbojevima u trakama. Zatim se ljušte suvišne ovojne ljuske, kalibrira i pakira se u pletene polietilenske vreće, te se sprema u skladišta. Najbolji uvjeti skladištenja su pri temperaturi 0 do 2 °C, pri relativnoj vlažnosti zraka 70 do 75 %, te se tako može čuvati cijelu godinu (Parađiković, 2009.).

1.5. Navodnjavanje luka

Luk se najčešće navodnjava metodom kišenja, te lokaliziranom metodom, odnosno sustavom „kap po kap“.

1.5.1. Navodnjavanje kišenjem

Ovom metodom se voda raspodjeljuje po površini tla, u obliku kišnih kapi. Neke od prednosti ove metode navodnjavanja su: mogućnost upotrebe u različitim topografskim uvjetima, pripremni radovi na zemljištu su nepotrebni ili minimalni, ne zauzima obradivu površinu, ne smanjuje korištenje mehanizacije, mogućnost ekonomičnijeg korištenja raspoložive vode, tlo je manje izloženo pogoršanju fizikalnih svojstava.

Pri navodnjavanju kišenjem, uređaj zahvaća vodu iz izvora, zatim je tlači kroz cijevi i na kraju preko rasprskivača u obliku kiše, raspodjeljuje po površini. Ovaj sustav navodnjavanja može biti prenosiv, polustabilan i stabilan. Što se tiče prenosivog sistema, svi dijelovi su prenosivi, a cijevi se spajaju brzopriključnim spojkama. Polustabilni sustav ima stabilni uređaj za zahvaćanje vode, te glavni cjevovod, a kišna krila i rasprskivači su prenosivi. Glavni cjevovod najčešće je postavljen u tlu. Stabilni sustav ima sve dijelove stabilne, rasprskivači se priključuju na cijevnu mrežu, koja je u najveći broj slučajeva postavljena u tlu. Kod metode kišenja, najčešće se primjenjuju sustavi za navodnjavanje bočno kišno krilo (slika 7.) i samohodni sektorski rasprskivač (slika 8.).



Slika 7. Bočno kišno krilo
(Izvor: <https://img.halooglas.com>)



Slika 8. Samohodni sektorski rasprskivač
(Izvor: www.agroklub.ba)

Svaki sustav za navodnjavanje kišenjem se sastoji od vodozahvata, mreže cijevi, rasprskivača i armature. Vodozahvat može biti ili gravitacijski ili primjenom crpnog agregata. U vodozahvatu crpnim agregatom, voda se najčešće usisava i tlači tlakom koji je potreban da prođe kroz mrežu cijevi do rasprskivača. Pumpni agregat sastoji se od pogonskog motora i crpke (najčešće su korištene centrifugalne crpke). Cijevna mreža služi da se voda provodi od izvora do rasprskivača (slika 9.). Rasprskivači razdjeljuju vodu po površini u obliku kapljica. Mogu se razlikovati prema vodnom tlaku, dometu bacanja vode, količini izbacivanja vode, površini kišenja, vrsti i broju mlaznica, kao i po načinu pogona i načinu kišenja. Za povrtlarske kulture najpovoljniji su rasprskivači malog dometa i intenziteta (slika 10.).



Slika 9. Rasprskivač
(Izvor: www.granum.ba)



Slika 10. Rasprskivač manjeg dometa
(Izvor: www.granum.ba)

Jedna od najvažnijih jest ravnomjernost kišenja. Najviše vode prilikom kišenja padne oko rasprskivača, a sve manje prema kraju dometa. Osim što nam je bitan pravilan izbor

rasprskivača, vrlo je važno sustav navodnjavanja pravilno postaviti (slika 11.), odnosno voditi računa o izvoru vode, o obliku parcele kao i o topografskim uvjetima.



Slika 11. Raspor postavljanja rasprskivača

(Izvor: www.researchgate.com)

1.5.2. Lokalizirano navodnjavanje sustavom "kap po kap"

Sustav "kap po kap" je u potpunosti automatizirani sustav, koji vrlo racionalno koristi vodu, a ujedno stvara uvjete optimalne vlažnosti tla. Osim navedenog u zatvorenom sustavu cijevi, nije potreban veliki tlak, tako da je racionalno korištenje energije. Kontrolni uređaj u sustavu za navodnjavanje služi za praćenje i kontrolu tlaka i protoka vode, kao i vlažnost tla. Tlak vode se mjeri pomoću manometra i kontrolira se u svim vitalnim točkama sustava od crpke do krajnjeg lateralnog voda. Uređaji za mjerenje protoka često su povezani u sustav automatske regulacije, tako da se nakon protoka određene veličine vode, automatski isključuje navodnjavanje. Sustav za navodnjavanje „kap po kap“ se sastoji od:

- izvora vode za navodnjavanje i crpke. Ovaj sustav zahtijeva visoku kakvoće vode za navodnjavanje kako ne bi došlo do oštećenja sustava, biljaka te narušavanja kvalitete tla.
- plastičnih cijevi na kojima su na određenim razmacima smještene kapaljke, a mogu biti izvedene kao:
 - trake koje vlaže samo jedan dio ukupne površine tla (slika 12.), a voda se dovodi točno u zonu korijena bez gubitaka, pa je iskorištenje vode čak 95 %.
 - tvrde cijevi s kapaljkama koje se postavljaju na površinu tla ili su malo izdignute iznad površine tla (slika 13. i 14.).

- ubodni kapljači koji koriste ste se za navodnjavanje biljaka koje se nalaze u posudama, kontejnerima ili vrećama sa supstratom (slika 15.).



Slika 12. Traka

(izvor: www.hosstools.com)



Slika 13. Cijev za navodnjavanje

(izvor: <http://pinova.hr>)



Slika 14. Cijevi izdignute iznad površine tla

(Izvor: www.gardnerspath.com)



Slika 15. Navodnjavanje u posudama

(Izvor: www.pinterest.com)

1.5.3. Navodnjavanje brazdama

Ovu metodu se ubraja u starije metode navodnjavanja povrćarskih kultura. Sustav se sastoji od dovodnog kanala, razdjelnih kanala, razdjelnih brazda, brazda i prenosivih sustava. Razdjelne brazde mogu se zamijeniti plastičnim, gumenim ili metalnim cijevima koje prebacuju vodu iz razdjelnog kanala u brazde. Kod ovog sustava navodnjavanja su veliki gubici vode jer elementi navodnjavanja nisu pravilno određeni te dolazi do procjeđivanja vode u dublje slojeve tla i isparavanja u atmosferu što uzrokuje širenje bolesti (slika 16.).

Što se tiče razmaka brazdi, za uzgoj povrćarskih kultura najčešći razmak se kreće od 5 do 10 cm. Poželjno je da je teren relativno ravan, s ravnomjernim padom, najpovoljniji pad je

2 do 4 %. Dubina brazda je 15 do 25 cm, dok obrok navodnjavanja ovisi od svojstva tla, uzgajane kulture i momentalne vlažnosti tla.



Slika 16. Navodnjavanje luka brazdama (Izvor: <http://pinova.hr>)

Da bi se doziranje vode pri navodnjavanju izvelo pravilno, potrebno je poznavati svojstva tla, u prvom redu kapacitet za vodu i zrak te vodne konstante. Iz tog razloga je potrebno provesti pedološka i hidropedološka istraživanja, pri čemu se određuje građa pedološkog profila, determinira tlo, u laboratoriju određuje mehanički sastav, gustoću tla, vodne konstante (kapacitet tla za vodu (K_v), poljski vodni kapacitet (PVK), lentokapilarnu vlažnost (L_{kv}), točku venuća (T_v) i trenutačnu vlažnost tla (Tr_v)). Također, za pravilno planiranje navodnjavanja potrebno je poznavati i potrebe biljke za vodom, koja odgovara vrijednosti evapotranspiracije (E_{To}). Obzirom da je mjerenje E_{To} skup i dugotrajan proces, u praksi se potreba za vodom određuje empirijski, najčešće prema Penman-Monteith metodi (FAO, 1998.).

1.5.4. Obrok navodnjavanja

Obrok navodnjavanja predstavlja količinu vode koja se dodaje jednim navodnjavanjem (Madjar i Šoštarić, 2009.). Pravilno određen obrok navodnjavanja osigurava racionalnu potrošnju vode, te visoke, stabilne i kvalitetne prinose. Obrok navodnjavanja ovisiti će o: sloju (dubini) tla koji se navodnjava, volumnoj gustoći tla, PVK i Tr_v . Supstrat je poželjno vlažiti do dubine u kojoj se razvija glavna masa korijenovog sustava, što ovisi o kulturi i fazi razvoja biljke.

1.5.5. Trenutak početka navodnjavanja

Trenutak početka navodnjavanja je moguće odrediti:

- na temelju vanjskog izgleda biljaka. Ova metoda je brza, međutim nije u potpunosti pouzdana pa može doći do dodavanja premale i prevelike količine vode.
- na temelju procjene vlažnosti tla. Jednako kao i u prethodno opisanoj metodi, također i ova metoda nije u potpunosti pouzdana pa može doći do dodavanja premale i prevelike količine vode
- na temelju mjerenja vlažnosti supstrata koja podrazumijeva upotrebu senzora za mjerenje vlažnosti tla. Kada se sadržaj vode u tlu spusti do donje granice optimalne vlažnosti za uzgajanu kulturu (LKV), tada se kreće s navodnjavanjem. Uređaje je potrebno pravilno umjeriti za tlo koje je na površini, te pravilno postaviti u odnosu na sustav za navodnjavanje i uzgajanu kulturu. U uzgoju povrća najčešće se primjenjuje metoda tenziometrije i elektrometrije, te TDR metoda.
- prema modificiranom turnusu navodnjavanja. Turnus navodnjavanja je broj dana koji prođe između dva navodnjavanja (Madjar i Šoštarić, 2009.).
- metodom obračuna vodne bilance pri čemu je potrebno poznavati vrijednost ET_c i sadržaja vode u tlu te količine oborine.

2. PREGLED LITERATURE

Tsegaye i sur. (2016.) su istraživali prinos i komponente luka (*Allium cepa* L.) u uvjetima navodnjavanja i gnojidbe dušikom na području Hawassa u južnoj Etiopiji (2012.). Istraživan je utjecaj različitih količina dušika i obroka navodnjavanja na prinos i komponente prinosa luka. Dvofaktorijalni poljski pokus je izveden po split-plot shemi u tri ponavljanja; četiri tretmana navodnjavanja i pet količina dušika. Različite količine dušičnog gnojiva i obroci navodnjavanja su povećali ukupni i tržišni prinos lukovica u odnosu na kontrolni tretman, a njihova interakcija pokazala je značajan utjecaj na prosječnu masu lukovice, promjer lukovice i učinkovitost navodnjavanja. Daljnje povećavanje primjene dušika iznad 100 kg/ha i navodnjavanje preko 75 % ETc, nije dovelo do značajnijih promjena. Stoga se 100 kg/N/ha i navodnjavanje pri 75 % ETc mogu okvirno preporučiti za proizvodnju luka na proučavanom području.

Demisie i Tolessa (2018.) su proučavali rast i prinos lukovice luka (*Allium cepa* L.) u odnosu na različitu gustoću sadnje i sorte luka te njihove interakcije. Istraživanje provedeno u Jimmi, Jugozapadna Etiopija (2016./2017.). Četiri sorte luka (Adama Red, Nafis, Melkam i Nasik Red) su sadene na tri razmaka unutar reda (7,10,13 cm) te s razmakom između redova od 20 cm. Pokus je postavljenjem prema slučajnom rasporedu u tri ponavljanja. Prema rezultatima istraživanja, razmaci sadnje su značajno utjecali ($p > 0,05$) na sve promatrane varijable osim na promjer lista. Broj listova po biljci znatno je varirao u odnosu na interakciju sorte i razmaka sadnje. Najveći broj listova (13,9) zabilježen je od sorte Nafis s razmakom sadnje od 13 cm. Općenito, broj listova po biljci, visina biljke i promjer lista bili su veći na tretmanima s većim razmakom unutar reda. Kod sorte Nafis zabilježen je veći broj listova po biljci (13,9), promjer lukovice (5,67 cm), prosječna masa lukovice (74,50 g), tržišni prinos (36,26 t/ha) i ukupni prinos lukovice (36,28 t/ha). Biljke luka koja su uzgajane na manjem razmaku (7 cm), imale su veću prosječnu masu lukovice, tržišni prinos i ukupan prinos. Osim toga, najmanji sadnje razmak unutar redova (7cm) rezultirao je većim tržišnim i ukupnim prinosom lukovice.

Enciso i sur. (2009.) su proučavali prinos luka i kakvoću luka u različitim tretmanima navodnjavanja. Tehnologije navodnjavanja koje štede vodu su neophodne kako bi se osigurala isplativost ekološki održive poljoprivrede. Istraživanje je provedeno u dolini Rio Grande u Teksasu kako bi se proučio prinos i kvaliteta luka u navodnjavanju sustavom kap

po kap s različitim obrocima navodnjavanja i razini vodnog stresa. Na prvom tretmanu je luk navodnjavan kada su vrijednosti na granular matrix senzoru (GMS, Watermark, Irrrometer, Co., Riverside, CA) instalirani na 0,2 m dubine, dosegli 20 kPa (optimalno), 30 kPa i 50 kPa. Drugi tretman navodnjavanja bio je nadoknaditi 100 %, 75 % i 50 % ETc tjedno. Veći prinosi luka su zabilježeni na tretmanima na kojima je vlažnost tla održavala iznad 30kPa. Niži prinosi su zabilježeni na tretmanima u kojima je vrijednost ETc smanjena sa 100 % na 75 % ETc i s 20 na 30 kPa. Tretmani navodnjavanja od 100 % i 75 % ETc rezultirale su sličnim obrocima navodnjavanja kao i kod tretmana od 20 kPa i 30 kPa. Prinos je značajno snižen kada je vlažnost tla bila kod vrijednosti >50 kPa te kod 50 % ETc tretmana.

Belay i sur. su 2015. godine, istraživali prinos i komponente prinosa (prosječna masa lukovice, masa suhe lukovice, prinos svježe biomase i prinos suhe biomase) sorte crvenog luka Adama (*Allium cepa* L.) u različitim gustoćama sadnje. Poljsko istraživanje je postavljeno po shemi slučajnog blok rasporeda u tri ponavljanja. Provedena je analiza varijance te su testirane značajnosti između tretmana. Najveća prosječna masa lukovice (53,34 g), masa suhe lukovice (28,13 g), prinos svježe biomase (56,56 g) i prinos suhe biomase (42,00 g) je zabilježena kod biljaka gdje je razmak sadnje unutar redova 10 cm.

Patel i Rajput (2008.) su istraživali utjecaj navodnjavanja podzemnim sustavom kap po kap na prinos luka. Trogodišnji pokus je postavljen na, pjeskovito ilovastom tlu kako bi se proučio učinak dubine bočnog kapanja i različitih obroka navodnjavanja na prinos luka (*Allium cepa* L., cv. Creole Red). Obroci navodnjavanja su određeni prema ETc luka kako slijedi: 60, 80 i 100 % ETc i šest dubina na kojima su postavljene bočne kapaljke (površinski (0, 5, 10, 15, 20 i 30 cm). Na prinos luka značajno je utjecala dubina postavljanja bočne kapaljke. Maksimalni prinos luka (25,7 t ha⁻¹) je ostvaren na tretmanu sa 607 mm vode za navodnjavanje i postavljanjem kapaljke bočno na 10 cm u tlu. Maksimalna učinkovitost vode za navodnjavanje (0,55 t ha⁻¹ cm⁻¹) je ostvarena postavljanjem kapaljke bočno na dubinu od 10 cm. Veće vertikalno kretanje vode u pjeskovito-ilovastom tlu je rezultat prevladavajućeg utjecaja gravitacije u odnosu na sile držanja vode u kapilarama. Stoga se u usjevima luka preporučuje postavljanje bočnih kapaljki na manjim dubinama kako bi se ostvario veći prinos.

De Carvalho i sur. (2018.) su proveli istraživanje o prinosu luka koji je uzgajan na različitim tretmanima navodnjavanja, s malčem i bez njega. Cilj istraživanja je bio odrediti koeficijent kulture (Kc) luka i procijeniti utjecaj različitih obroka navodnjavanja (0, 22, 45, 75 i 100 % ETc) na tržišni prinos i kvalitetu lukovica uzgajanih s malčem i bez malča. Pokus je proveden prema sustavu slučajnog rasporeda, s 5 tretmana navodnjavanja i u sedam ponavljanja. Trenutak početka navodnjavanja je određen na osnovu mjerenja vlažnosti tla Domain Reflectometry (TDR) senzorima postavljenim horizontalno na dubini od 7,5 i 22,5 cm. Primjena malča je zahtijevala manje obroke navodnjavanja, odnosno Kc usjeva (18 % u fazi II i 3 % u fazi III) u odnosu na tretman bez malča.

Ortola i Knox (2014.), su istraživali zahtjeve luka (*Allium cepa* L.) za vodom odnosno za navodnjavanjem. Proučavana je potreba luka za vodom, reakcija na obroke navodnjavanja, sustave za navodnjavanje i planiranje navodnjavanja. Rezultati istraživanja uglavnom potječu iz sušnih i polusušnih regija, posebice SAD-a, Indije, Španjolske i Turske. Rezultati potvrđuju da su sezonske potrebe luka za vodom kao i koeficijenti usjeva (Kc) vrlo promjenjivi, ovisno o agroekološkim uvjetima, položaju i vegetacijskom razdoblju, a kreću se od 0,4 do 0,7 (početna faza), 0,85 do 1,05 (srednji razvoj) i 0,6 do 0,75 (završna faza). Godišnje potrebe za navodnjavanjem variraju od 225 do 1040 mm, kako bi se proizvelo između 10 i 77 t/ha. Najosjetljivije faze vodnog stresa su tijekom faza nicanja, presađivanja i formiranja lukovica. Na kvalitetu usjeva može utjecati i višak vode. Vodni stres u određenim fazama može negativno utjecati na kvalitetu što dovodi do manjih lukovica. Posljednjih godina povećan pritisak na vodne resurse, zahtjevi trgovaca za visokom kvalitetom i rastući proizvodni troškovi dovelo je do toga da je navodnjavanje luka prešlo s tradicionalnih metoda niske učinkovitosti (brazde) prešlo na učinkovitije metode (prskalice i kap po kap). Što se tiče obroka navodnjavanja, odnosno vlažnosti tla, utvrđeno je da je za uzgoj luka najbolje održavati vlažnost tla na razini od 17 i 27 kPa i to sustavom kap po kap.

3. MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je provedeno na privatnom obiteljskom gospodarstvu u plasteniku, u Matinoj (Žepče, Bosna i Hercegovina), u razdoblju od 02. listopada 2020.godine do 01. travnja 2021.godine. Dužina plastenika je 560 cm, širina je 320 cm, te visina 195 cm. Platenik je postavljen u smjeru istok-zapad. U pokusu je korištena sorta luka Stuttgarter Reisen prikazana slikom 17.



Slika 17. Sorta Stuttgarter Reisen (Penava, E., 2021.)

Istraživanje je postavljeno kao dvočimbenični pokus, metodom slučajnog blok rasporeda, u tri ponavljanja. Čimbenik a je navodnjavanje, odnosno metoda navodnjavanja: ručno navodnjavanje (a1) te navodnjavanje sustavom „kap po kap“ (a2).

Voda za navodnjavanje je iz lokalnog vodovoda, točena u bure nekoliko dana prije navodnjavanja, kako bi bila izjednačena s temperaturom okoliša. Cijevi za navodnjavanje postavljene su uzduž sjetvene parcele. Intenzitet kapaljke iznosio je 400 ml po satu.

Obrok navodnjavanja za a1 tretman određen je prema izrazu (Tomić, 1988.):

$$O = 100 \times v_t \times h \times (\text{PVK} - \text{Trv})$$

O= obrok navodnjavanja (mm)

V_t = volumna gustoća tla (g/cm^3)

h = dubina vlaženja (m)

P_{vk} = poljski vodni kapacitet (%)

Tr_v = trenutna vlažnost (%).

Na a2 tretmanu navodnjavanja je vrijeme navodnjavanja 50 minuta, a određeno je mjerenjem protoka kapaljke. S navodnjavanjem je započeto 4. listopada, a daljnji trenutak početka navodnjavanja je određen vizualno, odnosno prema stanju vlažnosti tla. U tablici 1. su prikazani datumi i obroci navodnjavanja, na oba tretmana navodnjavanja. Norma navodnjavanja na oba tretmana bila je 120 l/m^2 .

Tablica 1. Datumi i obroci navodnjavanja na tretmanima navodnjavanja.

| Datumi navodnjavanja | Navodnjavanje sustavom „kap po kap“ (l/m^2) | Navodnjavanje ručno (l/m^2) |
|-----------------------------|--|--|
| 4. listopad 2020. | 10 | 10 |
| 9. listopad 2020. | 10 | 10 |
| 14. listopad 2020. | 10 | 10 |
| 20. listopad 2020. | 10 | 10 |
| 25. listopad 2020. | 10 | 10 |
| 31. listopad 2020. | 10 | 10 |
| 15. studeni 2020. | 10 | 10 |
| 6. prosinac 2020. | 10 | 10 |
| 4. veljače 2021. | 10 | 10 |
| 25. veljače 2021. | 10 | 10 |
| 11. ožujak 2021. | 10 | 10 |
| 1. travanj 2021. | 10 | 10 |
| Norma navodnjavanja: | 120 l/m^2 | |

Čimbenik B u istraživanju je bila gustoća sadnje luka: 25 cm na b1 i 20 cm na b2 tretmanu. Razmak između redova je bio 30 cm na svim tretmanima. Različiti tretmani navodnjavanja i razmaka sadnje luka su prikazani slikama 18 do 21.



Slika 18. Luk navodnjavan ručno, razmak unutar reda 25 cm

Fotografija: Penava, E., (2021.)



Slika 19. Luk navodnjavan metodom „kap po kap“,razmak unutar reda 25 cm

Fotografija: Penava, E., (2021.)



Slika 20. Luk ručno navodnjavan , razmak unutar reda 20 cm

Fotografija: Penava, E., (2021.)

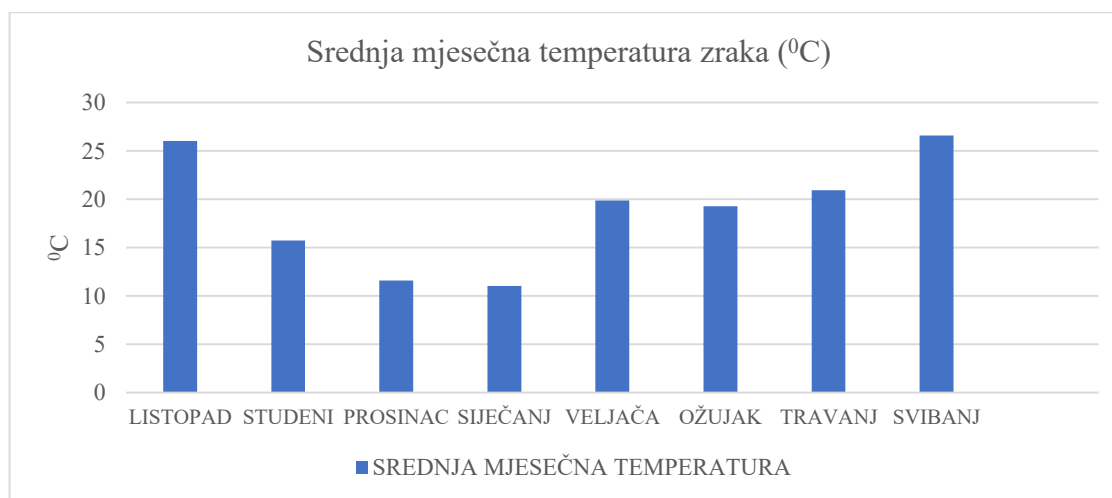


Slika 21. Luk navodnjavan metodom „kap po kap“, razmak unutar reda 20 cm

Fotografija: Penava, E., (2021.)

Na tretmanu b1 ukupno je posađeno 15 biljaka po m², dok je na tretmanu b2 posađeno 18 biljaka po m².

Tijekom razdoblja vegetacije je mjerena temperatura zraka unutar plastenika svaki dan u 12 h, a rezultati su prikazani grafikonom 3.



Grafikon 3. Prikaz srednjih mjesečnih temperatura zraka

Agrotehničke mjere provedene su tijekom razdoblja vegetacije, tako je kultivacija obavljena na sljedeće datume: 08. listopad 2020., 14. listopad, 23. listopad, 06. studeni, 27. studeni, 15. prosinac, 30. prosinac, 09. siječanj, 28. siječanj, 26. veljača, 12. ožujak, 03. travanj, 10. travanj, 21. travanj, 28. travanj, 11. svibanj, 25. svibanj. 10. listopada zabilježeno je prvo nicanje luka na obje parcele na kojima je provedeno navodnjavanje sustavom „kap po kap“, dok je 11. listopada zabilježeno nicanje luka na parceli koja je bila navodnjavana ručno. 28. studenog luk raste jednako na oba tretmana, a 30. prosinca luk je bio čvršći i bolji na tretmanu koji je bio navodnjavan sustavom „kap po kap“. Na luku koji se zalijevao ručno i s razmakom od 25 cm, uočena je 03. travnja prva stabljika. Luk je ubran 05. lipnja 2021. godine.

Po završetku razdoblja vegetacije izmjerene su sljedeće varijable: visina biljke (cm), zelena nadzemna masa (g), broj listova (n), masa glavice (g), promjer glavice (cm), visina glavice (cm), duljina korijena (cm) i masa korijena (g). Podaci su statistički obrađeni pomoću računalnog programa STATISTICA (StatSoft, Tulca, USA). Provedena je dvosmjerna analiza varijance, a značajnost razlika je testirana na razini $p < 0,05$ i $p < 0,01$. Određena je jačina povezanosti između promatranih varijabli pomoću Pearsonovog korelacijskog koeficijenta.

4. REZULTATI

4.1. Utjecaj različitih tretmana navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i komponente prinosa luka

Prinos luka u različitim tretmanima navodnjavanja i sadnje je prikazan u tablici 2. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u odnosu na različite tretmane. Prinos luka na a2 tretmanu je bio za 0,8 % manji u odnosu na a1 tretman. Što se tiče razmaka sadnje, na b2 tretmanu je prinos luka bio za 4,3 % viši u odnosu na b1 tretman. Najviši prinos je ostvaren na a2b2 tretmanu, 1,24 kg m².

Tablica 2. Prinos luka (kg m²) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | kg m ² | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-----------|------|-----------|------|
| 1 | 1 | 1,19 | a1 | 1,18 | b1 | 1,15 |
| 1 | 2 | 1,16 | a2 | 1,17 | b2 | 1,20 |
| 2 | 1 | 1,10 | | | | |
| 2 | 2 | 1,24 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 0,001 ^{n.s.} | 402,6 | 928,6 | | | |
| b | 1,453 ^{n.s.} | 131,3 | 217,8 | | | |
| a x b | 3,195 ^{n.s.} | 396,9 | 851,8 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“ ; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = p<0,05; ** = p<0,01*

Nisu zabilježene statistički značajne razlike u pogledu visine nadzemnog dijela luka u odnosu na različite tretmane navodnjavanja i razmaka sadnje (tablica 3.). Na a2 tretmanu je visina zelene nadzemne mase bila za 6,9 % niža u odnosu na a1. Nadalje, na b2 tretmanu je zelena nadzemna masa bila za 4,5 % viša u odnosu na b1 tretman. U pogledu interakcije, najviša zelena nadzemna masa je izmjerena na a1b1 tretmanu, 80,29 cm.

Tablica 3. Visina nadzemnog zelenog dijela (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | cm | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|--------|-----------|-------|-----------|-------|
| 1 | 1 | 80,29 | a1 | 80,23 | b1 | 76,71 |
| 1 | 2 | 80,18 | a2 | 76,64 | b2 | 80,17 |
| 2 | 1 | 73,13 | | | | |
| 2 | 2 | 80,15 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 3,028 ^{n.s.} | 88,785 | 204,785 | | | |
| b | 0,001 ^{n.s.} | 53,491 | 88,715 | | | |
| a x b | 1,542 ^{n.s.} | 94,080 | 184,72 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

Broj listova se nije značajno razlikovao po tretmanima navodnjavanja (tablica 4.). Razmak sadnje je značajno utjecao na broj listova ($p < 0,01$) pri čemu je veći broj listova izmjeren na b1 tretmanu, za 15,6 % veći u odnosu na b2 tretman. Što se tiče interakcije a x b, broj listova je bio u rasponu od 11 (a1b2) do 14 (a2b1) premda bez statičkih značajnosti.

Tablica 4. Broj listova (n) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | n | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| 1 | 1 | 13,33 | a1 | 12,31 | b1 | 13,67 |
| 1 | 2 | 11,28 | a2 | 12,97 | b2 | 11,61 |
| 2 | 1 | 14,00 | | | | |
| 2 | 2 | 11,95 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 0,606 ^{n.s.} | 3,685 | 8,498 | | | |
| b | 12,873** | 1,589 | 2,635 | | | |
| a x b | 0,607 ^{n.s.} | 3,689 | 7,636 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

Tretmani navodnjavanja su značajno ($p < 0,01$) utjecali na zelenu nadzemnu masu (tablica 5.). Na a1 tretmanu je zabilježena značajno veća zelena nadzemna masa, za 12 % u odnosu na a2 tretman. Zelena nadzemna masa na b tretmanu je bila u rasponu od 311,8 (b1) do 312,5

(b2), ali bez statičkih značajnosti. Značajno veća zelena nadzemna masa je izmjerena na a1b1 tretmanu (341,8 cm) te na a1b2 tretmanu (318,5 cm) u odnosu na preostale interakcije.

Tablica 5. Zelena nadzemna masa (g) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | cm | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|---------|-----------|-------|-----------|-------|
| 1 | 1 | 341,8 | a1 | 330,1 | b1 | 311,8 |
| 1 | 2 | 318,5 | a2 | 294,2 | b2 | 312,5 |
| 2 | 1 | 281,9 | | | | |
| 2 | 2 | 306,5 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 1,920** | 11,1587 | 25,7387 | | | |
| b | 3,111 ^{n.s.} | 5,4400 | 9,0223 | | | |
| a x b | 3,300** | 11,3401 | 23,0388 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

Masa glavice luka po tretmanima navodnjavanja je bila u rasponu od 212,83 g (b1) do 214,02 g (b2), ali bez značajnih razlika (tablica 6.). Razmak sadnje luka je značajno utjecao na masu glavice luka ($p < 0,05$). Na b1 tretmanu je zabilježena značajno veća masa glavice (226,258 g), za 12,8 % u odnosu na b2 tretman.

Tablica 6. Masa glavice (g) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | G | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| 1 | 1 | 231,95 | a1 | 212,83 | b1 | 226,28 |
| 1 | 2 | 193,70 | a2 | 214,02 | b2 | 200,57 |
| 2 | 1 | 220,61 | | | | |
| 2 | 2 | 207,44 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 0,004 ^{n.s.} | 83,914 | 193,551 | | | |
| b | 8,307* | 24,763 | 41,069 | | | |
| a x b | 1,978 ^{n.s.} | 82,616 | 179,175 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

U pogledu interakcije a x b, masa glavice je bila u rasponu od 193,7 g (a1b2) do 231,95 g (a1b1).

Nisu zabilježene statistički značajne razlike u promjeru glavice luka u odnosu na različite tretmane navodnjavanja (tablica 7.). Promjer glavice luka je bio u rasponu od 6,973 (a1) do 7,1 cm (b2). Razmak sadnje je značajno utjecao na promjer glavice luka. Kako je vidljivo iz tablice 7., na b1 tretmanu je za 10,7 % veći u odnosu na b2 tretman. Značajno veći ($p < 0,05$) promjer glavice luka je izmjeren na a1b1 tretmanu (7,4 cm) u odnosu na preostale interakcije.

Tablica 7. Promjer glavice (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | cm | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|--------|-----------|-------|-----------|-------|
| 1 | 1 | 7,373 | a1 | 6,973 | b1 | 7,310 |
| 1 | 2 | 6,573 | a2 | 7,100 | b2 | 6,763 |
| 2 | 1 | 7,247 | | | | |
| 2 | 2 | 6,953 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 0,928 ^{n.s.} | 0,566 | 1,305 | | | |
| b | 9,423* | 0,494 | 0,819 | | | |
| a x b | 2,023* | 0,6870 | 1,272 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

Navodnjavanje je značajno ($p < 0,05$) utjecalo na visinu glavice luka. Kako je vidljivo iz tablice 8., visina luka na a2 tretmanu je bila značajno veća u odnosu na a1 tretman, za 8,14 %. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u visini glavice luka u odnosu na različite razmake sadnje, pri čemu je veća visina glavice izmjerena kod razmaka sadnje na 25 cm (b1). Visina glavice luka u pogledu interakcije a x b je bila u rasponu od 8,727 cm na a1b2 tretmanu do 9,767 cm na a2b1 tretmanu ($p < 0,05$).

Tablica 8. Visina glavice (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | cm | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|-----------------------|--------|-----------|-------|-----------|-------|
| 1 | 1 | 9,013 | a1 | 8,870 | b1 | 9,390 |
| 1 | 2 | 8,727 | a2 | 9,592 | b2 | 9,072 |
| 2 | 1 | 9,767 | | | | |
| 2 | 2 | 9,417 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 24,989* | 0,6212 | 1,4329 | | | |
| b | 3,777 ^{n.s.} | 0,4548 | 0,7543 | | | |
| a x b | 0,036* | 0,6995 | 1,3303 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

Duljina korijenčića luka na tretmanima navodnjavanja je bio u rasponu od 16,65 cm (a1) do 17,27 cm (a2) no bez uočenih statistički značajnih razlika. Što se tiče razmaka sadnje, značajno ($p < 0,01$) veća duljina korijenčića je izmjerena na b1 tretmanu. Duljina korijenčića na a x b interakciji je bila u rasponu od 15,07 cm (a1b2) do 19,44 cm (a2b1). Značajno veća ($p < 0,01$) duljina korijenčića je zabilježena na tretmanu na kojem je luk navodnjavan ručno te na razmaku sadnje od 20 cm.

Tablica 9. Duljina korijenčića (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | cm | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| 1 | 1 | 18,227 | a1 | 16,652 | b1 | 18,837 |
| 1 | 2 | 15,077 | a2 | 17,272 | b2 | 16,087 |
| 2 | 1 | 19,447 | | | | |
| 2 | 2 | 17,097 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 16,111 ^{n.s.} | 1,737 | 4,006 | | | |
| b | 21,393** | 1,651 | 2,737 | | | |
| a x b | 0,452** | 2,200 | 4,025 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

Masa korijenčića luka je značajno varirala u odnosu na tretmane navodnjavanja (tablica 10.) pri čemu je značajno veća masa izmjerena na tretmanu koji je navodnjavan sustavom „kap po kap“ (b2). Masa korijenčića na a2 tretmanu je bila za 24,7 % veća u odnosu na a1 tretman. Značajno veća ($p < 0,05$) masa korijenčića je izmjerena na b1 tretmanu, odnosno 25 cm razmaka sadnje. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u masi korijenčića luka u odnosu na a x b interakciju. Značajno manja ($p < 0,05$) masa korijenčića luka je izmjerena na a1b2 tretmanu (6,66 g) u odnosu na preostale interakcije.

Tablica 10. Masa korijenčića (g) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka

| Navodnjavanje (a) | Razmak sadnje (b) | g | Prosjek a | | Prosjek b | |
|----------------------|----------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| 1 | 1 | 10,973 | a1 | 8,825 | b1 | 11,390 |
| 1 | 2 | 6,677 | a2 | 11,007 | b2 | 8,442 |
| 2 | 1 | 11,807 | | | | |
| 2 | 2 | 10,207 | | | | |
| Tretman | F | LSD | | | | |
| | | 0,05 | 0,01 | | | |
| a | 63,786* | 1,175 | 2,711 | | | |
| b | 7,853* | 2,921 | 4,844 | | | |
| a x b | 1,642* | 3,072 | 5,193 | | | |

*a = navodnjavanje; b = razmak sadnje; ; a1 = navodnjavanje ručno; a2 = navodnjavanje sustavom „kap po kap“; b1 = 25 cm; b2 = 20 cm; a x b = navodnjavanje x razmak sadnje; n.s. = bez značajnosti; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$*

4.2. Analiza korelacijske povezanosti između istraživanih varijabli

Analizom korelacijske povezanosti (tablica 11.) utvrđena je jaka korelacija pozitivnog smjera između broja listova i mase glavice luka ($r = 0,61$), mase korijenčića ($r = 0,59$) i mase glavice ($r = 0,63$). Nadalje je utvrđena jaka korelacija pozitivnog smjera između visine glavice luka i duljine korijenčića ($r = 0,71$). Vrlo jaka korelacija pozitivnog smjera je utvrđena između mase glavice i promjera glavice luka ($r = 0,81$). Jaka korelacija pozitivnog smjera je utvrđena između duljine korijenčića i mase korijenčića ($r = 0,64$) te promjera glavice ($r = 0,64$).

Tablica 11. Korelacijska povezanost između promatranih varijabli

| | Navodnjavanje | Razmak sadnje | Visina zelenog nadzemnog dijela | Zelena nadzemna masa | Prinos | Broj listova | Visina glavice | Masa glavice | Duljina korijenčića | Masa korijenčića | Promjer glavice |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------------------------|----------------------|--------|--------------|----------------|--------------|---------------------|------------------|-----------------|
| Navodnjavanje | 1,0 | | | | | | | | | | |
| Razmak sadnje | -0,0 | 1,00 | | | | | | | | | |
| Visina zelenog nadzemnog dijela | -0,41 | 0,39 | 1,00 | | | | | | | | |
| Zelena nadzemna masa | -0,52 | 0,01 | 0,56 | 1,00 | | | | | | | |
| Prinos | -0,01 | 0,29 | 0,15 | 0,34 | 1,00 | | | | | | |
| Broj listova | 0,24 | -0,74 | -0,31 | -0,18 | -0,04 | 1,00 | | | | | |
| Visina glavice | 0,82 | -0,36 | -0,34 | -0,39 | -0,22 | 0,42 | 1,00 | | | | |
| Masa glavice | -0,04 | -0,63 | -0,24 | 0,27 | 0,55 | 0,61 | 0,09 | 1,00 | | | |
| Duljina korijenčića | 0,45 | -0,76 | -0,46 | -0,37 | -0,32 | 0,46 | 0,71 | 0,38 | 1,00 | | |
| Masa korijenčića | 0,47 | -0,63 | -0,06 | 0,00 | -0,17 | 0,59 | 0,57 | 0,39 | 0,64 | 1,00 | |
| Promjer glavice | 0,17 | -0,72 | -0,38 | -0,04 | 0,24 | 0,63 | 0,38 | 0,81 | 0,64 | 0,50 | 1,00 |

Označene korelacije su značajne na $p < 0,05$; $N=12$

5. RASPRAVA

Predmet istraživanja bio je utvrditi utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i kvalitetu luka. Ovo istraživanje je postavljeno kao dvočimbenični pokus, metoda slučajnog blok rasporeda, s tri ponavljanja, čimbenik A predstavlja metodu navodnjavanja, dok čimbenik B predstavlja gustoću sadnje.

U ovom istraživanju je luk navodnjavan dvjema metodama navodnjavanja, pri čemu je prva metoda bila navodnjavanje ručno a1 tretman, dok je a2 tretman predstavljao navodnjavanje sustavom „kap po kap“. Norma navodnjavanja na oba tretmana bila je 120 l/m². Prinos luka na a2 tretmanu, odnosno na tretmanu koji je bio navodnjavan sustavom „kap po kap“, je bio za 0,8 % manji u odnosu na a1 tretman (navodnjavanje ručno). Prinos luka koji je navodnjavan različitim sustavima navodnjavanja se značajno razlikovao prema rezultatima istraživanja Feibert i sur. (1995.). Autori su usporedili prinos luka navodnjavan sustavom kišenja, brazdi i sustavom podzemnog navodnjavanja kapanjem. U rezultatima navode da je prinos luka kod sustava navodnjavanja kišenjem i podzemnim navodnjavanjem kapanjem bio značajno viši u odnosu na navodnjavanje brazdama.

Također i Piri i Naserin (2020.) navode kako je prinos luka i učinkovitost navodnjavanja značajno ovisila o metodi navodnjavanja. U rezultatima istraživanja autori navode najviši prinos na tretmanu navodnjavanja podzemnim cijevima, odnosno sustavom kap po kap.

Nadalje, u ovom istraživanju je metoda navodnjavanja značajno utjecala na: zelenu nadzemnu masu, na visinu glavice luka, te na masu korijenčića. Visina glavice luka na a2 tretmanu je bila značajno veća u odnosu na a1 tretman, za 8,14 %. Tretmani navodnjavanja su značajno ($p < 0,01$) utjecali na zelenu nadzemnu masu. Na a1 tretmanu je zabilježena značajno veća zelena nadzemna masa, za 12 % u odnosu na a2 tretman. Masa korijenčića luka je značajno varirala u odnosu na tretmane navodnjavanja. Značajno veća masa je izmjerena na tretmanu koji je navodnjavan sustavom „kap po kap“ (b2). Masa korijenčića na a2 tretmanu je bila za 24,7 % veća u odnosu na a1 tretman. Metoda navodnjavanja nije značajno utjecala na: visine nadzemnog dijela luka, broj listova ,masu glavice, promjer glavice i na duljinu korijenčića luka . Prema istraživanju koje su proveli Bhasker i sur. (2018.) kod sustava za navodnjavanje kapanjem je zabilježen viši prinos luka te kvaliteta glavice. Nadalje su zabilježen najviše vrijednosti slijedećih komponenti prinosa: visina biljke (66,4 cm), broj listova po biljci (8), te promjer vrata glavice (1,62 cm).

Elnamas (2019.) je proučavao visinu luka, broj listova, promjer glavice, kao i masu biljke. Istraživanje je postavljeno prema slučajnom blok rasporedu, u tri ponavljanja. Autor navodi kako je najučinkovitija metoda navodnjavanja pri uzgoju luka podzemno navodnjavanje kapanjem, te se tom metodom ostvaruju najviši prinosi gore navedenih komponenata.

Drugi čimbenik ovog istraživanja bila je gustoća sadnje. Razmak između redova bio je jednak na oba tretmana, iznosio je pri tome 30 cm. Na b1 tretmanu razmak unutar reda je bio 25 cm, dok je razmak na b2 tretmanu bio 20 cm. Na b2 tretmanu je prinos luka bio za 4,3 % viši u odnosu na b1 tretman ($b1 = 1,12 \text{ kg m}^2$, $b2 = 1,20 \text{ kg m}^2$). Također Devulkar i sur. (2015.) navode značajan utjecaj razmaka sadnje luka na prinos i komponente prinosa, visinu biljke i broja listova po biljci. U njihovom istraživanju je najveći prinos luka ostvaren kod razmaka sadnje od 15 cm x 10 cm ($33,59 \text{ t ha}^{-1}$).

U ovom istraživanju razmak sadnje je značajno ($p < 0,01$) utjecao na: broj listova luka, pri čemu je veći broj listova izmjeren na b1 tretmanu, za 15,6 % veći u odnosu na b2 tretman. Također, razmak sadnje je značajno ($p < 0,05$) utjecao na masu glavice luka, pri čemu je na b1 tretmanu zabilježena veća masa glavice (226,26 g), za 12,8 % u odnosu na b2 tretman. Značajan ($p < 0,01$) utjecaj razmaka sadnje je zabilježen i kod promjera glavice luka. Na b1 tretmanu je promjer glavice bio za 10,7 % veći u odnosu na b2 tretman. Duljina korijenčića luka i masa korijenčića se također značajno razlikovala po razmacima sadnje. Značajno ($p < 0,01$) veća duljina korijenčića, jednako kao i veća masa korijenčića ($p < 0,05$) je izmjerena na b1 tretmanu, odnosno kod većeg razmaka sadnje (25 cm).

Mekonnen i sur. (2017.) su proučavali kako razmak sadnje luka (7,5, 10, 12,5 i 15 cm) utječe na prinos i na komponente prinosa. Autori navode značajan utjecaj razmaka sadnje na većinu ispitivanih varijabli. Najveći ukupni prinos lukovice zabilježen je na parcelama gdje su biljke posađene na razmak od 15 cm, a smanjenjem razmaka sadnje je došlo do sniženja mase te truljenja glavice.

Što se tiče interakcije čimbenika, značajno ($p < 0,01$) veća zelena nadzemna masa je izmjerena na a1b1 tretmanu (341,8 g) dok je najmanja masa na a2b1 tretmanu (261,9 g). Značajna ($p < 0,05$) interakcija je zabilježena kod promjera glavice luka pri čemu je najveća vrijednost izmjerena na a1b1 tretmanu (7,37 cm), a najmanja vrijednost na a1b2 tretmanu (6,6 cm). Statistički opravdano ($p < 0,05$) je značajno veća visina glavice luka izmjerena na a2b1 tretmanu (9,8 cm), dok je najmanja visina izmjerena na a1b2 tretmanu (8,7 cm). Duljina

korijenčica je značajno ($p < 0,01$) varirala u pogledu interakcije proučavanih čimbenika pri čemu je najdulji korijenčić izmjeren na a2b1 tretmanu (19,4 cm), a najkraći korijenčić na a1b2 tretmanu (15,1 cm). Također je i masa korijenčica značajno ($p < 0,05$) varirala u odnosu na interakciju čimbenika. Najveća masa korijenčica je zabilježena na a2b1 tretmanu (11,8 g) dok je najmanja masa izmjerena na a1b2 tretmanu (6,7 g).

6. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja su pokazali različit utjecaj tretmana navodnjavanja kao i gustoće sadnje na prinos i komponente prinosa luka. Premda za pojedina ispitivana svojstva nije zabilježena statistička značajnost, zanimljiv je podatak kako je najveći prinos, visina nadzemnog dijela i zelena nadzemna masa izmjerena na tretmanu navodnjavanja ručno, a preostale promatrane varijable na tretmanu navodnjavanja sustavom „kap po kap“. Što se tiče razmaka sadnje, najveći prinos i visina nadzemnog dijela su zabilježeni na razmaku sadnje od 20 cm, a preostale promatrane varijable na razmaku sadnje od 25 cm. Analiza interakcije u pravilu pokazuje veće izmjerene vrijednosti na b1 tretmanima bez obzira na tretman navodnjavanja. Primjerice, značajno veća nadzemna masa ($a1b1 = 341,8$ g), promjer glavice ($a1b1 = 7,37$ cm), visina glavice ($a2b1 = 9,8$ cm), duljina korijenčića ($a2b1 = 19,4$ cm) te masa korijenčića ($a2b1 = 11,8$ g).

7. POPIS LITERATURE

Belay S., Mideksa D., Gebrezgiabher S., Seifu W. (2015.): Yield Components of Adama Red Onion (*Allium cepa* L.) Cultivar as Affected by Intra-row Spacing Under Irrigation in Fiche Condition. *Plant*, 3(6): 75-79.

Bhasker P., Singh R.K., Gupta R.C., Sharma H.P., Gupta P.K. (2018.): Effect of drip irrigation on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 27(1): 32-37.

Carvalho D., Ribeiro E.C., Gomes D.P. (2018.): Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(2): 107-112.

Demisie R., Tolessa K. (2018.): Growth and Bulb Yield of Onion (*Allium cepa* L.) in Response to Plant Density and Variety in Jimma, South Western Ethiopia. *Advances in Crop Science and Technology*, 6(2): 357.

Devulkar N.G., Bhanderi D.R., More S.J., Jethava B. (2015.): Optimization of yield and growth in onion through spacing and time of planting. *International Journal of Applied Agricultural & Horticultural Sciences*, 6(2): 305-308.

Elnamas A.E. (2019.): Effect of Irrigation Methods and Nitrogen Application Rates on Yield and Yield Components of Onion (*Allium Cepa* L.) Grown under Russian Environmental Conditions. *Alexandria science exchange journal*, 40(3): 534-549.

Enciso J., Wiedenfeld B., Jifon J., Nelson S. (2009.): Onion yield and quality response to two irrigation scheduling strategies. *Scientia Horticulturae*, 120(3): 301-305.

Food and Agricultura Organisation of United Nations, FAO (1998.): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.

Dostupno na: <http://www.fao.org/3/X0490E/x0490e00.htm#Contents> (28. 06. 2021.)

Feibert E.B.G., Shock C.C., Saunders L. (1995.): A Comparison of Onion Production Under Sprinkler, Subsurface Drip, and Furrow Irrigation. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science*, 30(4): 932-936.

Madjar S., Šoštarić J. (2009.): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura. Osječko-baranjska županija, Osijek.

Mekonnen D.A., Mihretu F.G., Woldetsadik K. (2017.): Farmyard manure and intra-row spacing on yield and yield components of Adama Red onion (*Allium cepa* L.) cultivar under irrigation in Gewane District, Afar Region, Ethiopia. Journal of horticulture and forestry, 9(5): 40-48.

Parađiković N. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Poljoprivredni fakultet Osijek.

Patel N., Rajput T.B.S. (2008.): Effect of subsurface drip irrigation on onion yield. Irrigation Science, 27(2): 97-108.

Ortola P., Knox J.W. (2014.): Water relations and irrigation requirements of onion (*Allium cepa* L.): A review of Yield and quality impacts. Experimental Agriculture, 51(2): 210-231.

Piri H., Naserin A. (2020.): Effect of different levels of water, applied nitrogen and irrigation methods on yield, yield components and IWUE of onion. Scientia Horticulturae, 268: 109361.

Tomić F. (1988.): Navodnjavanje. Zagreb.

Tsegaye B., Bizuayehu T., Woldemichael A. (2016.): Yield and Yield Components of Onion (*Allium cepa* L.) as Affected by Irrigation Scheduling and Nitrogen Fertilization at Hawassa Area Districts in Southern Ethiopia. Journal of Agricultural Science and Food Technology, 2(2): 15-20.

Internetske stranice:

<https://hr.rybinsk.info/1686-growing-onions-from-seeds.html>

<https://img.halooglas.com>

<http://pinova.hr>

<https://www.agroklub.com/sortna-lista/povrce/luk-126/>

<https://www.agroklub.com/povrcarstvo/lukova-muha-porastom-temperature-prijeti-najopasniji-stetnik-luka/58038/>

<https://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/17851>

<https://www.garden.eco/onion-stalk>

<https://www.pngegg.com/en/png-bsygc>

<https://www.sandyathome.com/2016/07/06/spring-onion/>

<https://www.worldatlas.com/articles/the-top-onion-producing-countries-in-the-world.html>

www.agroklub.ba

www.gardnerspath.com

www.granum.ba

www.hosstools.com

www.pinterest.com

www.researchgate.com

8. SAŽETAK

Cilj rada je bio proučiti utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i komponente prinosa luka (zelena nadzemna masa, broj listova, visina listova, masa glavice, promjer glavice, visina glavice, masa korijenčića i duljina korijenčića). Istraživanje je provedeno u plasteniku, u Matinoj (Žepče, Bosna i Hercegovina), u razdoblju od 02. listopada 2020.godine do 01. travnja 2021. godine, kao dvočimbenični pokus, metodom slučajnog blok rasporeda, u tri ponavljanja. Čimbenik a je bila metoda navodnjavanja: ručno navodnjavanje (a1) te navodnjavanje sustavom „kap po kap“ (a2). Norma navodnjavanja na oba tretmana bila je 120 l/m². Čimbenik u istraživanju je bila gustoća sadnje luka: 25 cm na b1 i 20 cm na b2 tretmanu. Razmak između redova je bio 30 cm na svim tretmanima. Na tretmanu b1 ukupno je posađeno 15 biljaka/m², dok je na tretmanu b2 posađeno 18 biljaka/m². Prinos luka na a2 tretmanu je bio za 0,8 % manji u odnosu na a1 tretman. Što se tiče razmaka sadnje, na b2 tretmanu je prinos luka bio za 4,3 % viši u odnosu na b1 tretman. U prosjeku je najviši prinos ostvaren na a2b2 tretmanu, 1,24 kg m². Tretman navodnjavanja je značajno (p<0,01) utjecao na zelenu nadzemnu masu (a1 = 330,1 g, a2 = 294,2 g), visinu glavice luka (a1 = 8,9 cm, a2 = 9,6 cm, p<0,05) te masu korijenčića luka (a1 = 8,8 g, a2 = 11 g, p<0,05). Zabilježene su statistički značajne (p<0,05) razlike u odnosu na razmak sadnje luka. Veći broj listova (b1 = 13,7, b2 = 11,6), masa glavice (b1 = 226,3 g, b2 = 200,6 g), masa korijenčića (b1 = 11,4 g, b2 = 8,4 g) te promjer glavice (b1 = 7,3 cm, b2 = 6,8 cm) je izmjeren na b1 tretmanu (25 cm razmak sadnje). Vrlo značajno (p<0,01) veća duljina korijena je izmjerena na b1 tretmanu (b1 = 18,8 cm, b2 = 16,1 cm).

Ključne riječi: luk, metoda navodnjavanja, gustoća sadnje, prinos, kakvoća

9. SUMMARY

The goal was to study the impact of irrigation method and planting space on yield and yield components of onion (aboveground weight, leaf number, leaf height, bulb weight, bulb diameter, bulb height, root length and root weight). Study was conducted in greenhouse (Matina, Žepče, Bosnia and Herzegovina) in period from 2nd October 2020 to 1st April 2021 as two factor study in three replicates. Study factor a was irrigation method: a1= irrigation by hand, a2 = dripping system. Net irrigation was 120 L/m² on both irrigation treatments. Study factor b was planting space: b1 = 25 cm, b2 = 20 cm. Inter-row spacing was 30 cm. Onion yield on a2 irrigation treatment was for 0.8% lower compared to a1 treatment. As for planting space, the onion yield on b2 treatment was for 4.3% higher compared to b1. In average, the highest yield was obtained on a2b2 treatment, 1.24 k m². Significant (p<0.01) impact of irrigation treatment was recorded for aboveground mass (a1=330.1 g, a2=294.2 g), bulb height (a1=8.9 cm, a2=9.6 cm, p<0.05) and root weight (a1=8.8 g, a2 = 11 g, p<0.05). Significant differences among planting space was recorded for leaf number (b1=13.7, b2=11.6), bulb weight (b1=226.3 g, b2=200.6 g), root weight (b1=11.4 g, b2=8.4 g) and bulb diameter (b1=7.3 cm, b2=6.8 cm), and root length (b1=18.8 cm, b2=16.1 cm), whereby the maximum values are recorded on b1 (25 cm) treatment.

Key words: onion, irrigation method, planting space, yield, quality

10. POPIS SLIKA

Slika 1: Korijen luka (str. 3.)

Slika 2.: Stabljika luka (str. 3.)

Slika 3.: List luka (str.4.)

Slika 4.: Lukovica (str. 4.)

Slika 5.: Cvijet luka (str. 5.)

Slika 6.: Sjemenke luka (str. 5.)

Slika 7.: Bočno kišno krilo (str. 10.)

Slika 8.: Samohodni sektorski rasprskivač (str. 10.)

Slika 9.: Rasprskivač (str. 10.)

Slika 10.: Rasprskivač manjeg dometa (str. 10.)

Slika 11.: Raspored postavljanja rasprskivača (str. 11.)

Slika 12.: Traka (str. 12.)

Slika 13.: Cijev za navodnjavanje (str. 12.)

Slika 14.: Cijevi izdignute iznad površine tla (str. 12.)

Slika 15.: Navodnjavanje u posudama (str. 12.)

Slika 16.: Navodnjavanje luka brazdama (str. 13.)

Slika 17.: Sorta Stuttgarter Reisen (str. 18.)

Slika 18.: Luk navodnjavan ručno, razmak unutar reda 25 cm (str. 20.)

Slika 19.: Luk navodnjavan metodom „kap po kap“, razmak unutar reda 25 cm (str. 20.)

Slika 20.: Luk ručno navodnjavan, razmak unutar reda 20 cm (str. 20.)

Slika 21.: Luk navodnjavan metodom „kap po kap“, razmak unutar reda 20 cm (str. 20.)

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Datumi i obroci navodnjavanja na tretmanima navodnjavanja (str. 19.)

Tablica 2. Prinos luka u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 22.)

Tablica 3. Visina nadzemnog zelenog dijela (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 23.)

Tablica 4. Broj listova (n) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 23.)

Tablica 5. Zelena nadzemna masa (g) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 24.)

Tablica 6. Masa glavice (g) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 24.)

Tablica 7. Promjer glavice (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 25.)

Tablica 8. Visina glavice (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 26.)

Tablica 9. Duljina korijenčića (cm) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 26.)

Tablica 10. Masa korijenčića (g) u različitim tretmanima navodnjavanja i razmaka sadnje luka (str. 27.)

Tablica 11. Korelacijska povezanost između istraživanih varijabli (str. 28.)

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ukupna proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj 2019.godine (str. 1.)

Grafikon 2. Najznačajniji proizvođači luka(t) (str. 2.)

Grafikon 3. Prikaz srednjih mjesečnih temperatura zraka (str. 21.)

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 luka

(*Allium cepa* L.)

EMA Penava

Sažetak: Cilj rada je bio proučiti utjecaj metode navodnjavanja i gustoće sadnje na prinos i komponente prinosa luka (zelena nadzemna masa, broj listova, visina listova, masa glavice, promjer glavice, visina glavice, masa korijenčića i duljina korijenčića). Istraživanje je provedeno u plasteniku, u Matinoj (Žepče, Bosna i Hercegovina), u razdoblju od 02. listopada 2020. godine do 01. travnja 2021. godine, kao dvočimbenični pokus, metodom slučajnog blok rasporeda, u tri ponavljanja. Čimbenik a je bila metoda navodnjavanja: ručno navodnjavanje (a1) te navodnjavanje sustavom „kap po kap“ (a2). Norma navodnjavanja na oba tretmana bila je 120 l/m². Čimbenik b u istraživanju je bila gustoća sadnje luka: 25 cm na b1 i 20 cm na b2 tretmanu. Razmak između redova je bio 30 cm na svim tretmanima. Na tretmanu b1 ukupno je posađeno 15 biljaka/m², dok je na tretmanu b2 posađeno 18 biljaka/m². Prinos luka na a2 tretmanu je bio za 0,8 % manji u odnosu na a1 tretman. Što se tiče razmaka sadnje, na b2 tretmanu je prinos luka bio za 4,3 % viši u odnosu na b1 tretman. U prosjeku je najviši prinos ostvaren na a2b2 tretmanu, 1,24 kg m⁻². Tretman navodnjavanja je značajno ($p < 0,01$) utjecao na zelenu nadzemnu masu (a1 = 330,1 g, a2 = 294,2 g), visinu glavice luka (a1 = 8,9 cm, a2 = 9,6 cm, $p < 0,05$) te masu korijenčića luka (a1 = 8,8 g, a2 = 11 g, $p < 0,05$). Zabilježene su statistički značajne ($p < 0,05$) razlike u odnosu na razmak sadnje luka. Veći broj listova (b1 = 13,7, b2 = 11,6), masa glavice (b1 = 226,3 g, b2 = 200,6 g), masa korijenčića (b1 = 11,4 g, b2 = 8,4 g) te promjer glavice (b1 = 7,3 cm, b2 = 6,8 cm) je izmjereno na b1 tretmanu (25 cm razmak sadnje). Vrlo značajno ($p < 0,01$) veća duljina korijena je izmjerena na b1 tretmanu (b1 = 18,8 cm, b2 = 16,1 cm).

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

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

Broj stranica: 40

Broj grafikona i slika: 24

Broj tablica: 11

Broj literaturnih navoda: 17

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: luk, metoda navodnjavanja, gustoća sadnje, prinos, 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 onion

(*Allium cepa* L.)

Ema Penava

Summary:The goal was to study the impact of irrigation method and planting space on yield and yield components of onion (aboveground weight, leaf number, leaf height, bulb weight, bulb diameter, bulb height, root length and root weight). Study was conducted in greenhouse (Matina, Žepče, Bosnia and Herzegovina) in period from 2nd October 2020 to 1st April 2021 as two factor study in three replicates. Study factor a was irrigation method: a1 = irrigation by hand, a2 = dripping system. Net irrigation was 120 L/m² on both irrigation treatments. Study factor b was planting space: b1 = 25 cm, b2 = 20 cm. Inter-row spacing was 30 cm. Onion yield on a2 irrigation treatment was for 0.8% lower compared to a1 treatment. As for planting space, the onion yield on b2 treatment was for 4.3% higher compared to b1. In average, the highest yield was obtained on a2b2 treatment, 1.24 k m². Significant (p<0.01) impact of irrigation treatment was recorded for aboveground mass (a1=330.1 g, a2=294.2 g), bulb height (a1=8.9 cm, a2=9.6 cm, p<0.05) and root weight (a1=8.8 g, a2 = 11 g, p<0.05). Significant differences among plating space was recorded for leaf number (b1=13.7, b2=11.6), bulb weight (b1=226.3 g, b2=200.6 g), root weight (b1=11.4 g, b2=8.4 g) and bulb diameter (b1=7.3 cm, b2=6.8 cm), and root length (b1=18.8 cm, b2=16.1 cm), whereby the maximum values are recorded on b1 (25 cm) treatment.

Thesis performed at: Faculty of agrobiotechnical sciences Osijek

Mentor: Associate professor Monika Marković

Number of pages: 40

Number of figures: 24

Number of tables: 11

Number of references: 17

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: irrigation method, plant density, 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