Utjecaj navodnjavanja na prinos i kvalitetu paprike (Capsicum annuum L.)

Dautanec, Antonia

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:906014

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonia Dautanec

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ NAVODNJAVANJA NA PRINOS I KVALITETU PAPRIKE

(*Capsicum annuum* L.)

Diplomski rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Antonia Dautanec

Diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

UTJECAJ NAVODNJAVANJA NA PRINOS I KVALITETU PAPRIKE

(*Capsicum annuum* L.)

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2020.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Općenito o paprici (*Capsicum annuum* L.) 1
1.2. Agrotehničke mjere u uzgoju paprike 6
1.2.1. Uzgoj presadnica paprike 6
1.2.2. Navodnjavanje paprike (*Capsicum annuum* L.) 8
1.3. Morfološke karakteristike paprike (*Capsicum annuum* L.) 10
1.4. Agroekološki uvjeti uzgoja paprike (*Capsicum annuum* L.) 12
2. PREGLED LITERATURE 14
3. MATERIJAL I METODE RADA 17
4. REZULTATI 23
4.1. Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja 23
4.2. Navodnjavanje paprike 24
4.3. Utjecaj navodnjavanja na prinos i kvalitetu paprike 24
5. RASPRAVA 29
6. ZAKLJUČAK 31
7. POPIS LITERATURE 32
8. SAŽETAK 34
9. SUMMARY 35
10. POPIS TABLICA 36
11. POPIS SLIKA 37
12. POPIS GRAFIKONA 38
TEMELJNA DOKUMETACIJSKA KARTICA
BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

1.1. Općenito o paprici (*Capsicum annuum* L.)

Paprika je biljka iz porodice pomoćnica (Solanaceae), porijeklom je iz Srednje Amerike gdje je uzgajana više od 4 000 godina. Smatra se da je središte podrijetla paprike Meksiko i Gvatemala odakle se proširila do Argentine i Čilea (Lešić i sur., 2002.). Nakon otkrića Amerike prenesena je u Europu, gdje je u početku uzgajana kao ukrasna biljka u lončanicama. U primorsku Hrvatsku su papriku donijeli pomorci iz Španjolske na prijelazu iz 16. u 17. stoljeće dok je iz Mađarske prenesena u kontinentalni dio Hrvatske (Parađiković, 2009.).

Paprika je biljka čiji se plodovi koriste kao povrće i začin jer daje okus, boju i ljutinu hrani. Bogata je različitim vitaminima i mineralima što pogoduje upotrebi u prehrani stanovnika. Osim u prehrani, ekstrakt paprike se može koristi u medicini, farmaceutskoj industriji kao i za proizvodnju boja (Pathirana, 2013.).

U Republici Hrvatskoj godišnje se paprikom zasadi oko 3 700 hektara, od čega 82 % u kontinentalnom dijelu. Najveći dio koristi se u svježem stanju ili pripremljena kao zimnica. Manji udio, oko jedna desetina od ukupno proizvedene paprike se koristi za preradu. Najčešći način prerade paprike je pasterizacija ili kao ajvar. Prosječan prinos paprike u Republici Hrvatskoj je oko 7 t/ha (Parađiković, 2009.).

U tablici 1. prikazan je postotni udio najzastupljenijih povrtnih kultura u Republici Hrvatskoj tijekom 2017. godine.

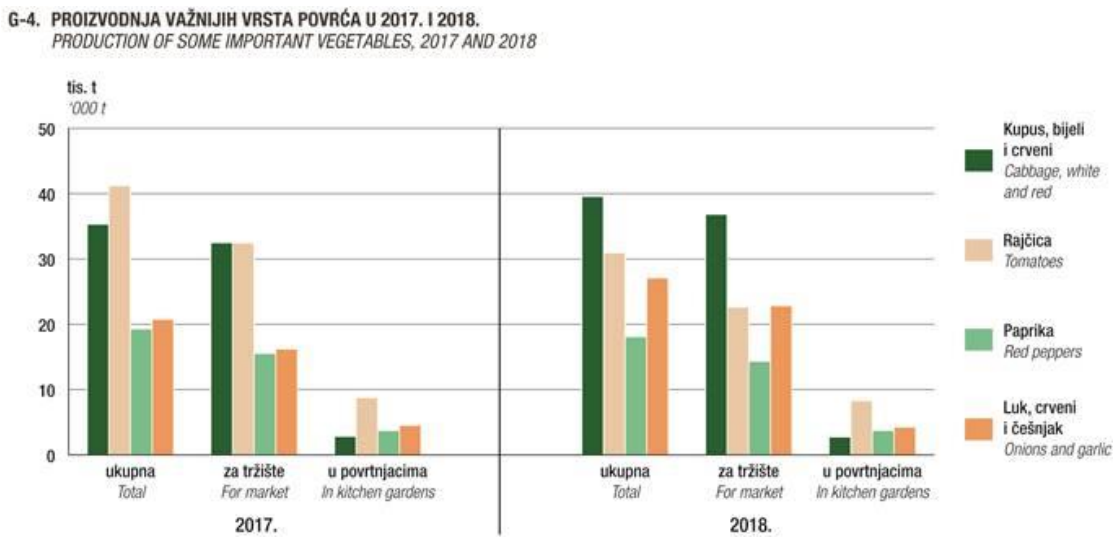
Tablica 1. Najzastupljenije povrtne kulture u Republici Hrvatskoj u 2017. godini

Rajčica	19,5 %
Kupus bijeli	22,7 %
Luk i češnjak	11,4 %
Paprika	10,6 %
Mrkva	7,5 %

(izvor: https://poljoprivreda.gov.hr/povrcarstvo/195)

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku proizvodnja paprike u razdoblju od 2017. do 2018. godine zabilježila je pad ukupne proizvodnje. U 2018. godini proizvedeno je oko 18 106 t paprike što je za oko 6 % manje u odnosu na prethodnu godinu.

Na grafikonu 1. prikazana je proizvodnja povrća koje se najviše uzgajalo tijekom 2017. i 2018. godine. Ako gledamo ukupnu količinu proizvedenog povrća u tom razdoblju možemo zaključiti da je u 2018. godini proizvedeno više tona kupusa i luka, dok je rajčice i paprike proizvedeno manje u odnosu na 2017. godinu.



Grafikon 1. Prikaz proizvodnje povrća (t) tijekom 2017. i 2018. godine

(izvor: https://www.dzs.hr)

Najveći dio od ukupne proizvodnje paprike, više od jedne četvrtine proizvede se u Virovitičko-podravskoj županiji. Tvrtka Brana d.o.o. jedna je od vodećih firmi na ovom području koja ima veliku ulogu u proizvodnji povrća za potrebe Republike Hrvatske. Godišnje proizvedu oko 8 000 t voća i povrća na godinu zajedno sa svojim kooperantima. Svoje proizvode plasiraju u trgovačke centre u Hrvatskoj ili izvoze u Sloveniju i Rumunjsku.

Domaća proizvodnja ne zadovoljava potrebe stanovništva za paprikom zbog čega se u Hrvatsku godišnje uveze oko 3 000 t paprike, svježe ili smrznute. Najveći izvoznici su Turska, Španjolska, Mađarska i Italija. Najveći proizvođači svježe paprike u svijetu u 2010. godini prema podacima svjetske organizacije prehrane i poljoprivrede (FAO) su Kina, Meksiko, Turska, Indonezija, Sjedinjene Američke Države zatim Španjolska, Egipat i Nigerija te ostale države s manje od 500 000 t proizvedene paprike godišnje (Pathirana, 2013.).

Paprika je biljka čiji zreli plodovi imaju visoku hranidbenu vrijednost. Bogati su vitaminima, najviše sadrži vitamin C, zatim alkaloide, pigmente i hlapljiva ulja koji paprici daju specifičan okus. Količina vitamina C ovisi o kultivaru, genetskim faktorima te uvjetima uzgoja. Paprika koja je uzgajana na otvorenom najčešće ima više vitamina C. U placenti i žilama paprike nalazi se alkaloid kapsicin koji joj daje ljutinu. Prema količini kapsicina određuje se ljutina pojedinih kultivara paprike. Paprika ima najveću hranidbenu vrijednost ako se koristi u svježem stanju, ali može se koristiti i sušena te mljevena kao začin jelima.

U tablici 2. prikazan je sadržaj pojedinih komponenti koje utječu na hranidbenu vrijednost svježe paprike.

Tablica 2. Hranidbena vrijednost svježeg ploda paprike

Voda	85 – 93 %
Sirove bjelančevine	0,5 - 1,96 %
Masti	0,2 - 0,95 %
Ugljikohidrati	3,33 - 8 %
od toga šećeri	3,1 - 4,8 %
Vlakna	1,8 - 2,2 %
Minerali	0,5 - 0,7 %

(izvor: Lešić i sur., 2002.)

Danas se u svijetu uzgajaju stotine kultivara paprike F1 hibrida koji imaju različita svojstva ovisno o uvjetima uzgoja. Kod nas se najčešće uzgajaju dva varijeteta paprike. To su *Capsicum annuum* var. *macrocarpum* (krupnoplodne sorte) i *Capsicum annuum* var. *microcarpum* (sitnoplodne sorte).

Krupnoplodne sorte paprike (Capsicum annuum L.)

Krupnoplodne sorte se više uzgajaju nego sitnoplodne. Tu pripadaju sorte koje imaju plodove stožastog oblika sa zaobljenim ili oštrim vrhom. Najzastupljenije sorte su „babure“ kod kojih masa ploda može varirati od 50 do 150 grama (slika 1.). „Babure“ imaju perikarp debljine 5 do 7 mm, različitih boja (mliječnobijele, svijetložute, svijetlozelene ili tamnozelene) u fazi tehnološke zriobe. Dok u fazi fiziološke zriobe perikarp može biti svijetlocrvene, tamnocrvene, narančasto-žute ili ljubičaste boje. U skupinu krupnoplodnih

sorata ubrajamo i „kapije“ koje imaju debeo perikarp kao i „babure“, spljošteno- stožastog su oblika sa zašiljenim vrhom. Masa ploda kod „kapija“ kreće se između 60 i 100 grama. To su sorte čiji su podovi tamnozelene boje u tehnološkoj zriobi, a u fiziološkoj tamnocrvene boje.



Slika 1. Paprika babura

(izvor: http://www.vego.hr/proizvodi/povrce/paprika/11-paprika-babura.html)

„Paradajz paprika“ (rotound) je vrsta paprike čiji plodovi također imaju debeo perikarp (5 do 10 mm). Plodovi su okruglog i okruglospljoštenog oblika (slika 2.). Plodovi mogu biti mliječnobijele ili svijetložute boje te se kao takvi koriste u fazi tehnološke zriobe, a plodovi tamnozelene boje koriste se samo u fazi fiziološke zriobe kada poprimaju crvenu boju. Masa ploda „paradajz paprike“ može biti od 30 do 120 grama.



Slika 2. Paradajz paprika

(izvor: https://www.kupindo.com/Seme/45407213_PAPRIKA-paradajzerica-crvena-10)

U kultivare paprike koju zbog oblika plodova nazivamo „rog“ svrstavamo paprike čija površina perikarpa može biti glatka ili blago naborana te debljine 3 do 5 mm (slika 3.). Cijeli plod ima masu 30 do 80 grama. U fazi tehnološke zriobe plodovi su najčešće žute ili svijetlozelene boje, a fazi fiziološke zriobe poprime crvenu boju. Većina kultivara ne sadrži kapsicin što znači da nisu ljute.



Slika 3. Rog paprika

(izvor: http://www.brzoifino.hr/namirnice/paprika-zvijezda-ljetnih-jela/)

U skupini krupnoplodnih paprika ubrajamo također i „začinsku“ papriku. Paprika ovog tipa najčešće se uzgaja na otvorenom, a namijenjena je za sušenje i mljevenje te se takva koristi kao začin. U tehnološko zriobi plodovi su tamnozelene boje, a u fiziološkoj tamnocrveni. Imaju tanki perikarp, samo 2-3 mm debljine kako bi se lakše osušili na stabljici u vrijeme fiziološke zriobe. Takva osušena paprika ima intenzivniju crvenu boju sa većim postotkom kapsicina. Prema sadržaju kapsicina određuje se ljutina. Stoga, „začinske“ kultivare paprike dijelimo na slatke i na ljute.

Sitnoplodne sorte paprike (Capsicum annuum L.)

Sitnoplodne kultivare nazivamo feferonima. To je paprika koja ima plod mase ne veće od 10 grama. Plodovi su u tehnološkoj zriobi svijetlozeleni ili tamnozeleni, a u fiziološkoj žuti ili crveni. I kod ovih kultivara kao i kod „začinske“ paprike razlikujemo slatke i ljute kultivare, ovisno o količini kapsicina.



Slika 4. Feferoni

(izvor: https://edukacija.info/kako-su-feferoni-dobri-za-apetit-i-jesu-li-lijek-za-depresiju/)

Sve kultivare paprike, osim prema veličini ploda i sadržaju kapsicina, možemo podijeliti i po dužini vegetacije. Tako razlikujemo rane, srednje rane i kasne kultivare (Parađiković, 2009.). Duljina vegetacije u našim klimatskim uvjetima kreće se između 100 i 150 dana. Papriku možemo uzgajati na otvorenom ili u zatvorenom prostoru (plastenici ili staklenici). Presadnice najčešće proizvodimo u grijanim plastenicima 6 do 8 tjedana prije sadnje na stalno mjesto uzgoja. Sjetva se obavlja početkom veljače, sadnja u plastenike početkom travnja a berba prvih plodova započinje početkom lipnja. Sadnju na otvorenom potrebno je obaviti tek onda kada prođe opasnost od mraza.

1.2. Agrotehničke mjere u uzgoju paprike

1.2.1. Uzgoj presadnica paprike

Presadnice paprike se uzgajaju u staklenicima ili plastenicima kako bi se lakše mogli kontrolirati uvjeti rasta. Paprika je termofilna biljka koja tijekom cijele vegetacije ima velike zahtjeve prema toplini. Za uzgoj presadnica potrebne su optimalne dnevne temperature 20 do 25 °C i noćne temperature zraka 15 do 18 °C. Budući da se sjetva obavlja u veljači kada su temperature niske, najčešće je potrebno dodatno grijati prostore u kojima se uzgajaju presadnice. Sjeme se sije u polistirenske kontejnere sa veličinom lončića od 25-35 cm^3 napunjenih supstratom koji u sebi sadržava hraniva i mikroelemente potrebne za rast biljaka (slika 5.). Prije presađivanja potrebno je biljke pripremiti na vanjske uvjete na način da postupno snižavamo temperaturu u plasteniku kako biljke ne bi doživjele temperaturni šok. Presađuju se biljke koje imaju 6 do 7 listova, a visina stabljike iznosi od 12 do 15 cm.



Slika 5. Biljke paprike nakon nicanja

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Uzgoj paprike (*Capsicum annuum* L.) na otvorenom

Presađivanje paprike na otvorenom (slika 6.) se obavlja kada prođe opasnost od ranih proljetnih mrazeva i kada srednje dnevne temperature porastu iznad 15 °C. Razlog kasnije sadnje može biti mokro tlo zbog obilnih i dugotrajnih oborina ili niske temperature koje ne pogoduju mladim i osjetljivim biljkama. Ako su temperature niske biljka se ne ukorijeni dobro, listovi požute i usporen joj je rast. Može se saditi na gredice ili na ravnu površinu. Ako se sadi na ravnu površinu onda je razmak između redova od 50 do 60 cm, a razmak biljaka u redu od 30 do 40 cm. Ovakav razmak odgovara kultivarima koji imaju bujniji rast. Kod manje bujnih kultivara sadnja se obavlja na manji razmak biljaka u redu, 15 do 25 cm te razmak između redova oko 50 cm.



Slika 6. Presadnice paprike spremne za sadnju na otvoreno

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Nakon sadnje tlo je potrebno održavati rahlim pogotovo na površinama koje se navodnjavaju. Od ostalih mjera njege potrebno je okopavanje kako bi spriječili rast korova te preventivno prskanje protiv bolesti. Važna je i prihrana posebno ako provodimo navodnjavanje. Prilikom navodnjavanja hraniva se pojačano ispiru i gube iz tla te je biljkama potrebno putem prihrane osigurati dovoljne količine hraniva za pravilan rast i razvoj kako same biljke tako i plodova. Sadnja na gredice (slika 7.) je povoljnija pogotovo ako se koristi PE folija ili neki drugi materijal koji služi kao malč.



Slika 7. Posađene biljke na tlo pripremljeno u oblike gredica

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Najčešće se sadi u dvoredne ili troredne trake, ovisno o širini gredice. Ako se koriste PE folije onda se najčešće provodi navodnjavanje kapanjem.

1.2.2. Navodnjavanje paprike (*Capsicum annuum* L.)

Navodnjavanje je važna mjera njege kod uzgoja paprike. U našim uvjetima uzgoja, paprika prosječno zahtjeva 530 do 630 mm vode tijekom vegetacije. Na tlima koja imaju lakšu strukturu navodnjavanje se obavlja češće s manjim obrocima, a na težim tlima rjeđe većim normama navodnjavanje.

Važna je i količina vode u tlu prije same sadnje. Ako tlo na koje želimo posaditi papriku ne sadrži 80 % poljskog vodnog kapaciteta do dubine 15 do 20 cm i ako u tom razdoblju nema oborina, onda je na tom tlu prije sadnje potrebno provesti navodnjavanje.

Trenutak početka navodnjavanja moguće je odrediti prema fazi razvoja biljke te kritičnim fazama razvoja, vizualno prema stanju biljaka, procjenom vlažnosti tla (slika 8.) te prema stanju vlažnosti tla (mjerenjem).



Slika 8. Procjena vlažnosti tla

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Dvije najčešće metode navodnjavanja koja se koriste kod uzgoja paprike, to je navodnjavanje kišenjem i lokalizirano navodnjavanje kapanjem. Budući da se u proizvodnji paprike često koristi crna PE folija koja služi kao malč pogodniji način navodnjavanja je kapanjem. Na taj način moguće je navodnjavanje tijekom cijelog dana zbog toga je smanjena mogućnost da biljka doživi šok zbog hladne vode. Također, povoljno je i to što voda ne dolazi u kontakt sa listovima već opskrbljuje samo korijen. Kada se biljke navodnjavaju kišenjem tada je povećana mogućnost razvoja gljivičnih bolesti na nadzemnim dijelovima biljke jer voda i toplina povoljno djeluju na razvoj bakterija. Prednost navodnjavanja kap po kap je i mogućnost primjene tekućih gnojiva (fertigacija) istovremeno sa navodnjavanjem.



Slika 9. Sustav navodnjavanja "kap po kap"

(izvor: https://www.youtube.com)

1.3. Morfološke karakteristike paprike (*Capsicum annuum* L.)

Korijen paprike

Korijen paprike je vretenast, razgranat, ima slabu usisnu moć. Ne prodire duboko u tlo, do 60 cm dubine. Ali većina korijena nalazi se na dubini od 30 cm od površine tla. S grananjem započinje vrlo brzo i doseže širinu 30 do 40 cm ovisno o kultivaru.

Stabljika paprike

U početnim fazama razvoja stabljika paprike (slika 10.) je zeljasta, a starenjem odrveni pri bazi. Može narasti od 40 do 200 cm u visinu, ovisno o načinu uzgoja i kultivaru. Sastoji se od nodija i internodija. Glavna i postrane grane u presjeku mogu biti okrugle, peterokutne ili šesterokutne i glatke. Ovisno o boji stabljike razlikujemo zelene ili zelene s ljubičastim prugama. Parađiković (2009.) navodi da se sorte paprike dijele prema tipu rasta paprike. Prema tome paprika može imati neograničen ili indeterminantan, ograničen ili determinantan te poluograničen ili semideterminantan tip rasta stabljike.

Indeterminantan tip uglavnom se uzgaja u zaštićenom prostoru. Glavna karakteristika ovog tipa je to što se tijekom čitavog vegetativnog razvoja na biljci pojavljuju cvjetovi i formiraju se plodovi. Kod semideterminantnog tipa na stabljici se cvijet pojavljuje nakon što se razvije 7 do 12 listova i biljka završava s rastom. Kod determinantnog tipa veći je broj grana po jednom koljencu, a biljka prestaje rasti nakon formiranja 6 do 8 listova.



Slika 10. Stabljika paprike

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

List paprike

Jednostavan je, ima cjelovit rub. Može bit na duljoj ili kraćoj peteljci. Listovi su spiralno raspoređeni na stabljici. Lisna plojka je zelene boje, može biti ovalnog ili eliptičnog izgleda.

Cvijet paprike

Većinom pojedinačan, rjeđe po više cvjetova na jednom koljencu i dvospolan je. Cvjetna stapka može biti duža ili kraća. Ona se kasnije odvaja zajedno s plodom. Čaška se sastoji od najmanje 5 lapova, na krunici se nalazi 5 latica. Latice mogu biti bijele, žućkaste ili zelene boje. Pet je prašnika koji su srasli s laticama. Prašnici su žute ili plavoljubičaste boje. Cvjetovi se formiraju na mjestu grananja. Plodnica može biti dvogradna, trogradna ili višegradna. Stupanj samooplodnje ovisi o duljini tučka u odnosu na prašnike. U odnosu na prašnike tučak može biti viši ili niži ili iste dužine kao prašnici. Cvjetovi sadrže nektar iz medonosnih žlijezda zbog čega oplodnju vrše kukci što govori da je paprika stranooplodna biljka.

Plod paprike

Plod paprike (slika 11.) je boba koja može biti različitog oblika, boje i veličine. Najčešće je šuplja iznutra. Sastoji se od mesa odnosno perikarpa i placente sa sjemenkama. Placenta je okruglog ili ovalnog oblika. Perikarp je vrlo tanak, 0,5 do 7 mm. Plod može biti različitog oblika, od okruglog, zvonolikog, prizmatičnog, stožastog do rožastog. Također i boje plodova su različite. Ovisno o kultivaru plodovi mogu biti tamnozelene, žute, ljubičaste ili crvene boje. Prema težini plodove dijelimo na sitne, srednje krupne, krupne i vrlo krupne (tablica 3.).

Tablica 3. Podjela plodova paprike prema težini

Sitni	od 10 g
Srednje krupni	40 - 70 g
Krupni	70 - 150 g
Vrlo krupni	više od 150 g

(izvor: Parađiković, 2009.)

Plod je pregrađen na više dijelova. Prema broju pregrada ovisi i izgled ploda. Unutar ploda nalazi se sjemena loža na kojoj se može nalaziti 500 - 600 sjemenki.



Slika 11. Plod paprike

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Sjeme paprike

Bubrežastog je oblika, glatko i plosnato. Sitno je, veličine od 2 do 5 mm u promjeru i debelo od 0,5 do 1,5 mm. Svijetložute ili blijedo žute boje. Sastoji se od sjemene ljuske koja obavija sjemenku, endosperma u kojem se nalaze rezervne tvari neophodne za početni razvoj biljke te klice. Klica je preko sjemenog pupka pričvršćena za sjemenu ložu. Klica se sastoji od supke i klicinog korjenčića. U 1 gramu sjemena ima između 160 i 220 sjemenki (Parađiković, 2009.).

1.4. Agroekološki uvjeti uzgoja paprike (*Capsicum annuum* L.)

Zahtjevi paprike prema vodi, toplini i svjetlosti

Paprika je biljka čijem razvoju pogoduju nešto više temperature kao i veća količina vode u tlu. Preporučena temperatura za nicanje paprike je 20 do 22 °C, tada 90 % klijavih sjemenki isklija za 7 do 8 dana. Minimalna temperatura za klijanje sjemena je 10 °C. Na temperaturama nižim od 15 °C i višim od 36 °C dolazi do usporavanja rasta i razvoja biljaka. Za pravilan rast i razvoj pogoduju joj dnevne temperature 22 do 25 °C te noćne 15 do 16 °C. Temperature više od 16 °C pozitivno utječu na zametanje plodova. U uvjetima dnevnih temperatura iznad 32 °C i noćnih ispod 12 °C te povišenoj relativnoj vlazi zraka od 95 % opada broj klijavih peludi i do osipanja cvjetova što u konačnici rezultira opadanjem mladih plodova i smanjenjem prinosa. Mlade biljke osjetljive su na niske temperature. Tako će mlade biljke na temperaturi nižoj od 0,3 do 2,5 °C uvenuti (Parađiković, 2009.).

Optimalna vlaga tla trebala bi biti 60 % poljskog vodnog kapaciteta (PVK). Korijen ima slabu usisnu moć zbog čega je navodnjavanje neophodno za uzgoj paprike i ostvarivanje zadovoljavajućih prinosa. Biljka paprike u punom razvoju transpiracijom preko lista dnevno potroši više od 0,5 litara vode. Simptomi nedostatka vode vrlo brzo su vidljivi na listovima koji gube turgor.

Kod uzgoja paprike u zatvorenom prostoru (staklenik ili plastenik) važno je održavati temperature u optimalnim intervalima zato što velike temperaturne razlike nepovoljno utječu na rast i razvoj biljaka. Stoga, ako je vani sunčano i vruće onda temperature u plasteniku moraju biti između 24 i 28 ℃ uz obavezno provjetravanje. A ako je vani oblačno, između 20 i 24 ℃ uz noćne temperature od 15 do 18 ℃.

Zahtjevi paprike prema tlu

Paprika ima velike zahtjeve u pogledu tla. Zahtjeva strukturna tla bogata hranivima. Najbolje rezultate ostvarujemo na dubokim humusnim, ocjeditim i toplim tlima. Optimalna pH reakcija tla iznosi od 6,5 do 7,5 to su tla neutralne ili slabo alkalne reakcije. Kod uzgoja paprike važno je u tlo unijeti veće količine organskih gnojiva. Također, biljkama je važno osigurati dovoljne količine kalija i fosfora koji ubrzavaju rast plodova. Kalij pozitivno utječe na stvaranje ugljikohidrata i povećava otpornost biljaka na previsoke ili preniske temperature u odnosu na optimalne temperature koje zahtjeva biljka i pojedinim fazama rasta i razvoja. Fosfor utječe na razvoj korijenovog sustava i formiranje generativnih organa. Pretjerana gnojidba dušičnim gnojivima izaziva preveliku bujnost biljaka, opadanje cvjetova i zametaka plodova što će rezultirati smanjenjem prinosa. Stoga je važno biti oprezan prilikom gnojidbe dušičnim gnojivima. Veći dio gnojiva unosi se u tlo prilikom osnovne obrade tla, dok se preostali dio dodaje biljkama tijekom vegetacije kroz prihranu.

2. PREGLED LITERATURE

Santos i sur. (2018.) proučavali su učinkovitost navodnjavanja u proizvodnji paprike babure u zaštićenom prostoru i na različitim supstratima. Istraživanje je postavljeno kao potpuno slučajni split-plot raspored s dva tretmana navodnjavanja. Na osnovnoj parceli postavljeni su drenažni lizimetri i Piche evaporimetar, a na svakoj podparceli paprika je uzgajana na dva različita supstrata (kokosova vlakna i kora drveta smreke) s pet ponavljanja po tretmanu. Berba plodova obavljena je od 86. do 151. dan nakon sadnje te su promatrani sljedeći parametri: ukupna količina plodova, tržišni i netržišni prinos, učinkovitost proizvodnje po biljci, masa svježeg ploda, broj plodova po stabljici, duljina i promjer ploda, omjer duljine i promjera, učinkovitost upotrebe vode, debljina mesa ploda, pH vrijednost ploda, topljive čvrste tvari te titracijska kiselost ploda. Nije zabilježena razlika između tretmana navodnjavanja i supstrata u promatranim varijablama kao što su ukupna količina plodova, tržišni i netržišni prinos, proizvodnja po biljci, srednja vrijednost mase plodova te promjer tržišnih plodova. Nadalje, istraživanje je pokazalo kako različiti supstrati kao ni tretmani navodnjavanja nisu imali značajniji utjecaj na prinos plodova babure. Utvrđeno je da navodnjavanje biljke koje su bile posađene na kokosovim vlaknima daju bolje rezultate u pogledu komponenti prinosa, odnosno kvalitete plodova dok je uzgoj paprike na kori smreke pozitivno djelovalo na kemijske karakteristike plodova.

Diaz-Perez (2009.) proveo je istraživanje s ciljem utvrđivanja utjecaja norme navodnjavanja na rast biljke i prinos ploda paprike babure. Biljke paprike posađene su na crnu plastičnu foliju širine 1 metar. Biljke su navodnjavali različitim količinama vode kako bi sadržaj vlage u tlu bio između 33 i 167 % ET, ovisno o fazi razvoja biljke. Sadržaj vlage u tlu tijekom sezone kontinuirano je mjeren pomoću senzora koji rade na principu reflektometrije (TDR-*time domain reflectometry*). Rezultati su pokazali da se sadržaj vlage u tlu povećava s povećanjem norme navodnjavanja. Težina svježe nadzemne mase i prinos ploda smanjen je kod previše (166 % ET) kao i kod premalo (33 % ET) dodane vode. Norma navodnjavanja ima značajniji utjecaj na prinos ploda nego na težinu zelene nadzemne mase. Biljke koje su navodnjavane većim normama navodnjavanja u sebi sadrže više klora od onih koje su navodnjavane srednjim normama navodnjavanja (100 % ET). Kod biljaka koje su uzgajane na tlu s većim sadržajem vode postoji opasnost od pojave bolesti koje se prenose preko tla. Na kraju studije došli su do zaključka da prevelike norme navodnjavanja (≥166 % ET) nisu preporučljive jer mogu rezultirati pojavom bolesti i smanjenje prinosa plodova paprike.

Ismail (2012.) provodi poljsko istraživanje pri kojem koristi lizimetre kako bi proučio utjecaj nedostatka vode, odnosno manjih obroka navodnjavanja na učinkovitost vode prilikom sadnje male feferone (*Capsicum annuum* L.). Biljke su navodnjavane metodom „kap po kap" te su presađene na stalno mjesto uzgoja šest tjedana nakon sjetve. Na svake četiri sadnice postavili su jedan lizimetar. U istraživanju su primijenjena tri različita tretmana navodnjavanja. Prvim tretmanom (W1) navodnjavano je do 100 % poljskog vodnog kapaciteta (PVK), to je bio kontrolni tretman. Drugi (W2) tretman je proveden tako da je navodnjavano 85 % i treći (W3) 70 % PVK. Biljke koje su bile uzgajane na W2 i W3 tretmanu su uspoređene s W1 tretmanom. Deficitno navodnjavanje započelo je 15 dana nakon presađivanja i nastavljeno je tijekom cijele sezone rasta. Na kraju istraživanja, prema rezultatima istraživanja, najveći je prinos ploda ostvaren na kontrolnom tretmanu (W1) kod kojeg su biljke rasle bez stresa, u idealnim uvjetima u pogledu vlažnosti tla. Deficitno navodnjavanje imalo je tendenciju povećanja učinkovitosti vode i smanjenje prinosa svježeg ploda. Smanjenje količine vode za navodnjavanje na drugom (W2) tretmanu rezultiralo je uštedom vode od 41 % i smanjenjem prinosa plodova za 29 %. Na trećem (W3) tretmanu ušteda vode bila je 85 % te gubitak prinosa svježih plodova od 40 %. U zaključku je navedeno kako je deficitno navodnjavanje praktična tehnika za uštedu velikih količina vode.

Sezen i sur. (2006.) su proučavali utjecaj različitih tretmana navodnjavanja na prinos ploda i učinkovitost vode za navodnjavanje paprike (*Capsicum annuum* L.) sustavom „kap po kap" tijekom 2002. i 2003. godine u mediteranskoj regiji Turske. Tretmani navodnjavanja sastoje se od tri obroka navodnjavanja baziranih na tri razine ET. Obroci navodnjavanja imaju sljedeće vrijednosti: I_1=18 do 22 mm, I_2=38 do 42 mm, I_3=58 do 62 mm. Određena su tri koeficijenta kulture (Kc). Kc_1=0,5, Kc_2= 0,75 i Kc_3= 1. Intervali navodnjavanja varirali su od 3 do 6 dana na I_1, od 6 do 11 dana na I_2 te od 9 do 15 dana na I_3 tretmanu. Prema rezultatima ANOVA analize, godina nije imala značajan utjecaj na promatrana svojstva, ali su vrijednosti Kc i intervali navodnjavanja imali značajan utjecaj na prinos paprike. Na tretmanu I_1 i Kc_3 ostvaren je maksimalni prinos (33 140 kg/ha), a na I_3 i Kc_1 minimalni prinos (21 620 kg/ha) u prvoj godini istraživanja. U drugoj godini na istim tretmanima ostvaren je maksimalni prinos od 35 298 kg/ha te minimalni od 21 010 kg/ha. Što je Kc bio veći, viši je bio i ukupan prinos na svim intervalima navodnjavanja. Kod intervala navodnjavanja I_3 ostvaren je i manji prinos plodova na tretmanima s različitim Kc. Vrijednosti ET po tretmanima su varirale od 365 mm na I_2 Kc_1 do 528 mm na I_1 Kc_3 u prvoj godini te od 309 mm na I_3 Kc_1 do 511 mm na I_1 Kc_3 u drugoj godini istraživanja. Utvrđene

su značajne razlike u visini prinosa ploda i učinkovitosti vode kod svakog intervala navodnjavanja tijekom 2002. i 2003. godine. Različiti intervali navodnjavanja rezultirali su sličnom učinkovitosti vode za jednake Kc vrijednosti. Vrijednosti učinkovitosti vode (Water Use Efficiency, WUE) i učinkovitost norme navodnjavanja (Irrigation Water Use Efficiency, IWUE) značajno su utjecale kod različitih intervala navodnjavanja, koeficijenta kulture i godina istraživanja. Vrijednost učinkovitosti vode (WUE) iznosi od 4,7 kg/m³ na I_3 Kc_2 do 7,6 kg/m³ ET na I_1 Kc_1 u 2002. godini. U 2003. godini vrijednosti učinkovitosti vode kreću se od 6,4 kg/m³ na I_3 Kc_3 do 7,9 kg/m³ ET na I_2 Kc_2. Maksimalna učinkovitost norme navodnjavanja (IWUE) iznosila je 7,7 kg/m³ na tretmanu I_1 Kc_1 tijekom 2002. godine, a minimalna IWUE 4,8 kg/m³ na tretmanu I_3 Kc_3.U zaključku je navodno da svi promatrani čimbenici imaju značajan utjecaj na kvalitetu, količinu i težinu plodova, na njegovu dužinu i širinu kao i na promjer i visinu stabljike u vrijeme berbe. Prema rezultatima istraživanja najbolja kvaliteta i količina plodova ostvareni na tretmanu čije su se vrijednosti navodnjavanja kretale od 18 do 22 mm, a Kc 1.

Dorji i sur. (2005.) su usporedili dva tretmana deficitnog navodnjavanja feferone (*Capsicum annuum* L.) te njihov utjecaj na rast i kvalitetu plodova. Prvi tretman bio je deficitno navodnjavanje (DI), a drugi tretman je djelomično zasušenje korijena (Partial Rootzone Drying, PRD). Komercijalno navodnjavanje (CI) bilo je kontrolni tretman; navodnjavanje obje strane zone korijena s pola obroka navodnjavanja označili su kao (DI), naizmjenično navodnjavanje jedne i druge strane korijena s polovinom obroka navodnjavanja označili su sa PRD. Vodni potencijal lista kod biljaka navodnjavanih DI i PRD metodom bio je manji za 0,15 odnosno 0,30 MPa u usporedbi s biljkama uzgajanim na kontrolnom tretmanu, 130 dana nakon sadnje. Ukupna količina svježih plodova smanjena je za 19 % kod PRD odnosno 34,7 % kod DI u usporedbi s CI. Uspoređen je broj plodova po biljci kod PRD i DI metode navodnjavanja s kontrolnim tretmanom. Prema rezultatima istraživanja, broj plodova po biljci smanjen za više od 20 % kod obje metode. Suha masa plodova bila je gotovo jednaka kod svih tretmana. Tijekom berbe kod biljaka navodnjavanih DI plodovi su imali 21 % veću ukupnu koncentraciju topivih krutih tvari i intenzivniju boju u usporedi s drugim tretmanima navodnjavanja. Kod PRD i DI metode navodnjavanja uočena je pojava truleži cvjetova, ali veći dio (oko 80 %) plodova nije bilo zahvaćeno ovom bolesti. DI i PRD metodom moguće je uštedjeti 170 odnosno 164 litre vode u usporedbi sa CI. Zbog velike količine uštađene vode ove metode navodnjavanja mogle bi se koristiti kod uzgoja feferone jer je dobit kod uštede vode veća od gubitka ukupne mase svježih plodova.

3. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu obitelji Dautanec, u mjestu Okrugljača (Virovitičko-podravska županija) tijekom razdoblja vegetacije paprike 2019. godine. Istraživanje je postavljeno u slučajnom blok rasporedu u tri ponavljanja. Položaj pokusne parcele je prikazan slikom 12.



Slika 12. Položaj pokusne parcele

Tlo na pokusnoj parceli je hidromorfno, nerazvijeno tlo tipa aluvij (Škorić i sur., 1973.). U tablici 4. prikazana su fizikalno kemijska svojstva tla.

Tablica 4. Osnovne karakteristike aluvijalnog tipa tla

pH(H_2O)	8,72
pH(KCl)	7,58
AL-P_2O_5	22,19
AL-K_2O	11,10
Humus	1,86
CaCO3	6,81
Hig.vl	2,88
KP	1,29
SP	10,70
KPr	38,75
SPr	38,77
G	11,90

Tlo je alkalne reakcije, slabo humozno, slabo karbonatno te umjereno siromašno K_2O i dobro opskrbljeno P_2O_5.

Presadnice paprike su uzgojene iz sjemena babura (Gigant F1) (Slika 13.). Sjetva je obavljena 16. ožujka 2019. godine na supstratu Klassman Potrground H.



Slika 13. Uzgoj presadnica paprike

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Presadnice su uzgojene u zaštićenom prostoru (plastenik) zbog lakše kontrole temperature i vlažnosti supstrata. Više temperature pogodovale su brzini nicanja kao i rastu mladih biljaka. Prije presađivanja biljaka na otvoreno, pripremljena je pokusna parcela. Na slici 14. prikazane su gredice pripremljene za sadnju paprike.



Slika 14. Pripremljena parcela za sadnju paprike

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Tijekom početnog rasta presadnice paprike su bile navodnjavane jednakim količinama vode kako bi se postigao ujednačen rast. Nakon što je paprika presađena na pokusne parcele tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja navodnjavana je obrocima ovisno o tretmanu navodnjavanja. Presadnice paprike (slika 14.) presađene su na pokusnu parcelu 7. lipnja 2019. godine.



Slika 15. Presadnica paprike

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Razmak biljaka unutar reda bio je 30 cm. Kako ne bi došlo do preklapanja tretmana navodnjavanja u istraživanju, određen je razmak između pokusnih parcela od 1 m (slika 16.).



Slika 16. Razmak između pokusnih parcela

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

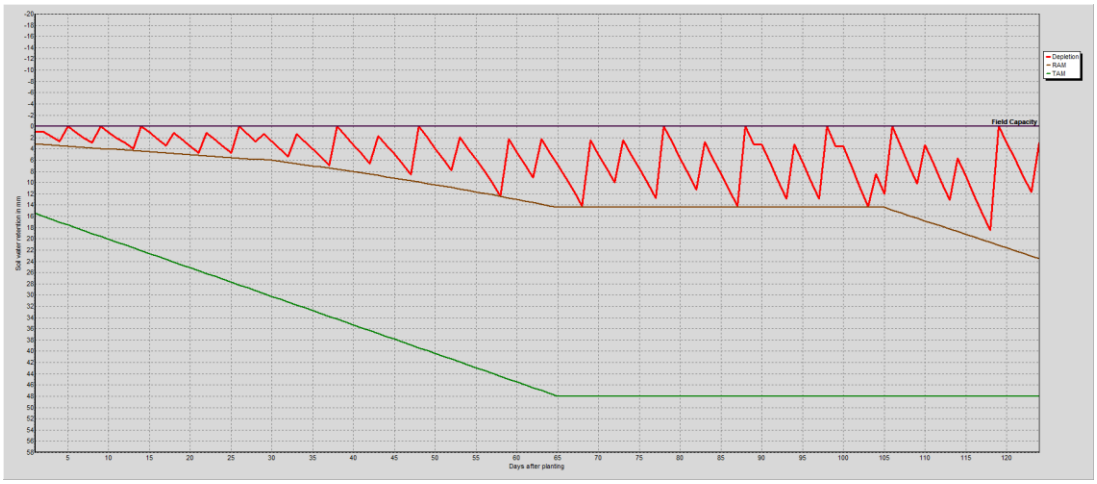
Proučavan je utjecaj različitih tretmana navodnjavanja u tri ponavljanja slučajnim blok rasporedom (slika 17.). Na prvom tretmanu (a1) obrok navodnjavanja bio je 5 l/m², na tretmanu a2 paprika je navodnjavana s obrokom od 10 l/m², a na trećem tretmanu (a3) obrok navodnjavanja bio je 15 l/m². Paprika je navodnjavana ručno, a trenutak početka navodnjavanja određen je prema vanjskom izgledu biljaka i procjeni vlažnosti tla. Voda za navodnjavanje korištena je iz vodovoda grada Virovitice (Virkom d.o.o) te je prije upotrebe dogrijavana tako što je puštena da odleži na suncu.



Slika 17. Navodnjavanje prema tretmanima

(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Grafikon 2. prikazuje sadržaj vode u tlu tijekom razdoblja vegetacije paprike kod vrijednosti poljskog vodnog kapaciteta (PVK), lentokapilarne vlažnosti (LKV) odnosno lako pristupačne vode i točke venuća (TV) odnosno ukupno pristupačne vode u tlu. Grafikon je izrađen pomoću računalnog programa CROPWAT 8.0.

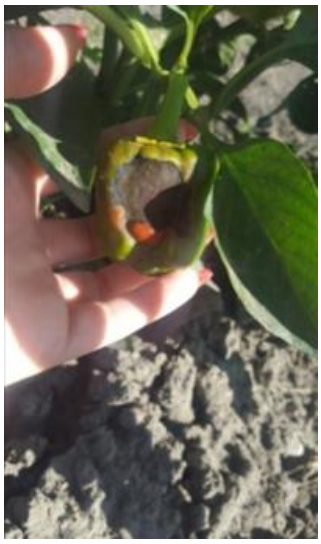


Grafikon 2. Sadržaj vode u tlu kod različitih vodnih konstanti tijekom razdoblja vegetacije paprike

Tijekom razdoblja vegetacije osim navodnjavanja, provedeno je ručno okopavanje paprike s ciljem uništavanja korova i razbijanja pokorice radi većeg sadržaja gline. Također, nasad paprike preventivno je prskan kako bi spriječili pojavu bolesti. Kod paprike je moguća pojava različitih bolesti poput pepelnice (*Leveillula taurica*) kojoj pogoduju visoke temperature i visoka vlažnost. Zbog dugih kišnih razdoblja kojih je bilo mnogo tijekom cijele vegetacije paprike velik dio plodova zahvatila je bolest te je takve plodove bilo potrebno ukloniti.



Slika 18. Zaraženi plod paprike
(fotografija: Dautanec, A., 2019.)



Slika 19. Zaraženi plod na stabljici
(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Posljedica oborina i vode za navodnjavanje bilo je i povećano ispiranja hranjiva u tlu. Zbog toga je nekoliko puta tijekom vegetacije povedena prihrana granuliranim mineralnim gnojivom Poly feed u količini od 2 mg/l vode. Paprika je prihranjivanja tijekom mjeseca rujna, svakih 5 dana (4., 9. i 14. rujna). Berba plodova (slika 19.) započela je 60 dana nakon sadnje paprike na pokusne parcele (10. kolovoza 2019.).



Slika 20. Ubrani plod paprike
(fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Plodovi paprike su ubiran kako su dozrijevali, bilježena im je masa vaganjem na digitalnoj preciznoj vagi (slika 20., 21.) te je preračunat prinos/m^2 za svaki tretman navodnjavanja. Na kraju vegetacije sa svake pokusne parcele uzeto je po pet prosječnih biljaka koje su označene

ovisno o tretmanu navodnjavanja. U laboratoriju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti su izmjereni sljedeći parametri: broj listova/biljci, broj grana/biljci, visina i promjer stabljike, dužina, masa i promjer korijena, svježa lisna masa te masa suhe tvari lista.



Slika 21. Mjerenje dužine stabljike (fotografija: Marković, M., 2019.)



Slika 22. Određivanje mase zelenih listova (fotografija: Dautanec, A., 2019.)

Relativan sadržaj vode u listu (RWC = Relative Water Content, %) određen je prema metodi Barrs i Weatherly (1962.). Svježa lisna masa (svježa masa, SLM) izmjerena je na deset listova slučajno odabranim sa svih tretmana navodnjavanja. Listovi su vagani na preciznoj digitalnoj vagi odmah nakon berbe biljaka. Potom su listovi položeni na destiliranu vodu, tako da plutaju po površini 6 sati nakon čega su nježno uklonjene kapljice vode te su vagani na analitičkoj vagi (turgidna masa, TM). Uzorci su potom sušeni u sušioniku na 90 ^{0}C oko dva dana nakon čega je izvagana suha masa (SM) na preciznoj digitalnoj vagi. Relativan sadržaj vode u listu je određen prema slijedećem izrazu:

$$RSV = \frac{SLM - SM}{TM - SM}\ x\ 100$$

Gdje je:

RSV = relativan sadržaj vode (%);

SLM = svježa lisna masa (g);

SM = suha masa (g);

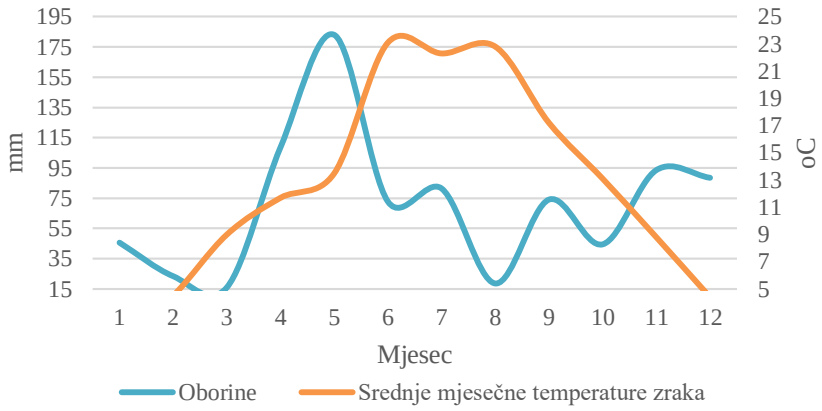
TM = turgidna masa (g)

Provedena je analiza varijance po potpuno slučajnom planu ($p<0,01$; $p<0,05$).

4. REZULTATI

4.1. Vremenske prilike tijekom razdoblja istraživanja

Klima Virovitičko-podravske županije može se okarakterizirati kao svježa klima kontinentalnog tipa. Prosječna godišnja temperatura iznosi 10 do 10,7 ºC. Temperature dosežu maksimum u srpnju i kolovozu, a najniže su u siječnju. Oborine su raspoređene na cijelu godinu. Prosječna godišnja količina padalina iznosi cca. 808 mm. Maksimum oborina je tijekom lipnja i studenog, a najmanje u kasno ljeto te početak jeseni (VPŽ, 2018.). Odnos oborina (mm) i temperatura zraka (^{0}C) za 2019. godinu prikazan je klimadijagramom po Heinrichu Walteru (grafikon 3.).



Grafikon 3. Klimadijagram po Heinrichu Walteru za 2019. godinu

Prema prikazanom klimadijagramu vidljiv je višak oborine u proljetnom razdoblju, od sredine ožujka do sredine mjeseca svibnja pa je stoga proljetno razdoblje okarakterizirano kao ekstremno kišno. Ljetno razdoblje je bilo ekstremno toplo te u pogledu oborine bez odstupanja. Ukupna godišnja količina oborina je bila 851 mm, a tijekom razdoblja vegetacije 469,9 mm. Učinkovita oborina za 2019. godinu je određena prema USDA metodi te je bila 433,6 mm, a tijekom razdoblja vegetacije 180 mm.

4.2. Navodnjavanje paprike

Sveukupno je tijekom razdoblja vegetacije paprike navodnjavano 8 puta i to kako slijedi: 08. 06., 11. 06., 15. 06., 23. 07., 10. 08., 20. 08., 24. 08. i 28. 08. Prema tome, norma navodnjavanja na a1 tretmanu je bila 40 l/m^2, zatim 80 l/m^2 na a2 tretmanu i 120 l/m^2 na a3 tretmanu navodnjavanja.

4.3. Utjecaj navodnjavanja na prinos i kvalitetu paprike

Navodnjavanje je značajno (* = 0,05) utjecalo na prinos paprike (tablica 5.).

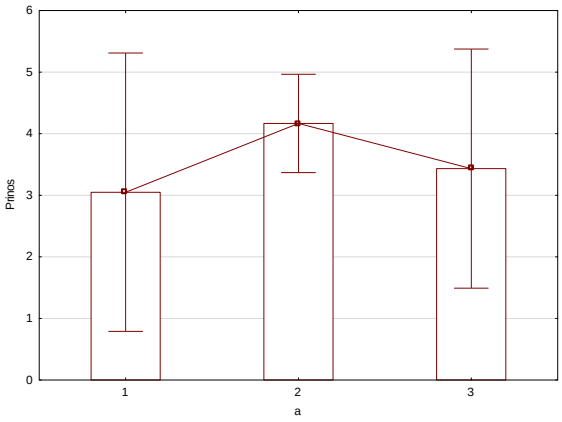
Tablica 5. Utjecaj tretmana navodnjavanja na promatrane varijable

	Navodnjavanje			LSD		
	a1	a2	a3	0,05	0,01	
Prinos (kg/m^2)	2,38	4,5	3,43	0,53	0,83	**
Visina biljke (cm)	54,6	60,9	55,7	7,97	12,5	n.s.
Broj listova/biljci (n)	253	295	262	63,04	98,89	n.s.
Promjer stabljike (cm)	1,63	1,71	1,63	0,32	0,50	n.s.
Broj grana/biljci (n)	7	8	7	1,71	2,69	n.s.
Svježa lisna masa (g)	199,98	237,32	266,54	60,92	111,25	*
Duljina korijena (cm)	17,5	19,03	23,83	11,57	18,16	n.s.
Masa korijena (g)	24,4	34,6	24,0	10,08	20.8	*
Promjer korijena (cm)	2,22	2,85	2,17	0,55	0,98	*
RSV (%)	62,4	71,3	79,5	15,3	24,2	*

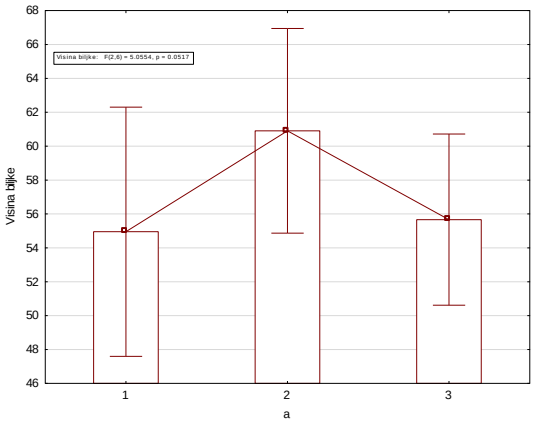
a1 = 5 l/m², a2 = 10 l/m; a3 = 15 l/m²; * = p<0,05; ** = p<0,01; n.s. = bez značajnosti

Prinos paprike po tretmanima navodnjavanja (tablica 5.) bio je u rasponu od 2,38 kg/m^2 (a1) do 4,5 kg/m^2 (a2). Prinos paprike na a3 tretmanu bio je za 44 % veći u odnosnu na a1 tretman, dok je na a2 tretmanu prinos paprike bio za 89 % veći u odnosu na a1 tretman navodnjavanja (p<0,01). Zabilježene su također statistički značajne razlike (p<0,01) na a2 tretmanu u odnosu na a3 tretman gdje je prinos bio veći za 31 %.

Kako je vidljivo iz tablice 5., tretmani navodnjavanja nisu statistički opravdano utjecali na visinu biljaka paprika. Najveća visina biljaka (60,9 cm) zabilježena je na a2 tretmanu navodnjavanja (grafikon 5.).

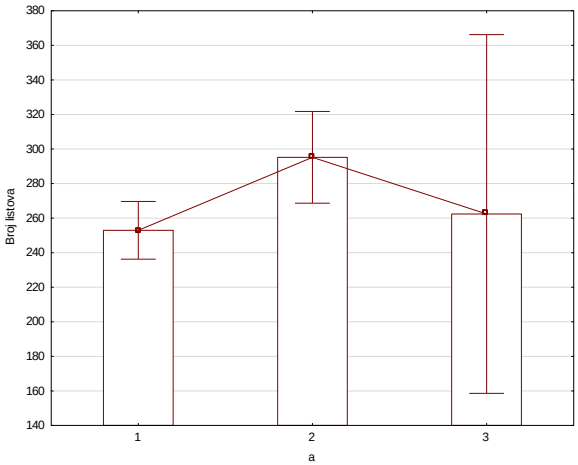


Grafikon 4. Prinos paprike (kg/m^2) po tretmanima navodnjavanja

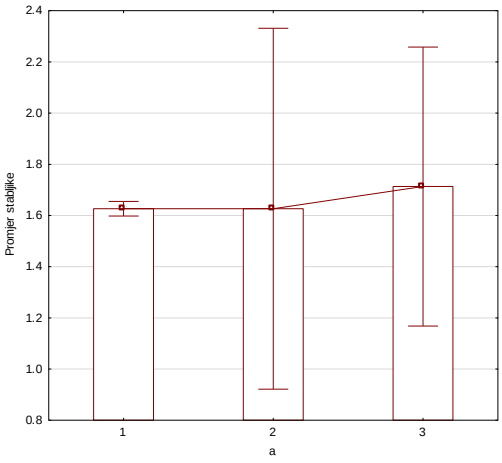


Grafikon 5. Visina biljaka (cm) po tretmanima navodnjavanja

Broj listova/biljci paprike bio je u rasponu od 253 (a1) do 295 (a2, tablica 5.), ali nije zabilježena statistički značajna razlika između tretmana navodnjavanja (grafikon 6.). Promjer stabljike po tretmanima navodnjavanja (grafikon 7.) bio je u rasponu od 1,62 cm (a1 i a2) do 1,1 cm (a3), ali bez statističke značajnosti (tablica 5.).



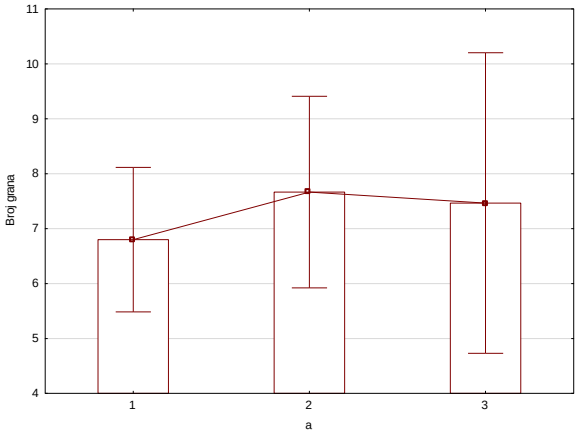
Grafikon 6. Broj listova/biljci (n) paprike po tretmanima navodnjavanja



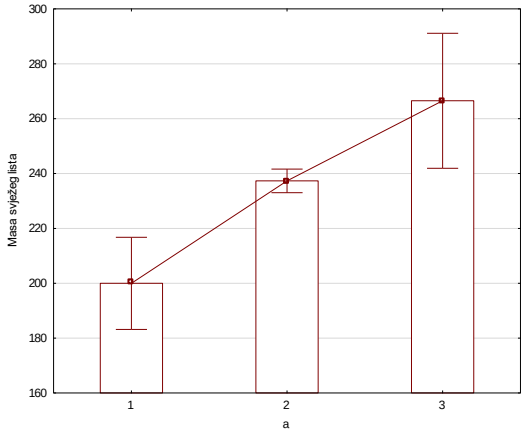
Grafikon 7. Promjer stabljike (cm) po tretmanima navodnjavanja

Broj grana/biljci nije statistički opravdano varirao u odnosu na tretman navodnjavanja (tablica 5.). Kako je vidljivo iz grafikona 8., najveći broj grana izmjeren je na a2 tretmanu

navodnjavanja (8). Navodnjavanje je značajno utjecalo na svježu lisnu masu ($p<0,05$; tablica 5.). Značajno veća lisna masa ($p<0,05$) zabilježena je na a3 tretmanu navodnjavanja, za 18,7 % na u odnosu na a1 te za 12,3 % u odnosu na a2 tretman (grafikon 9.).

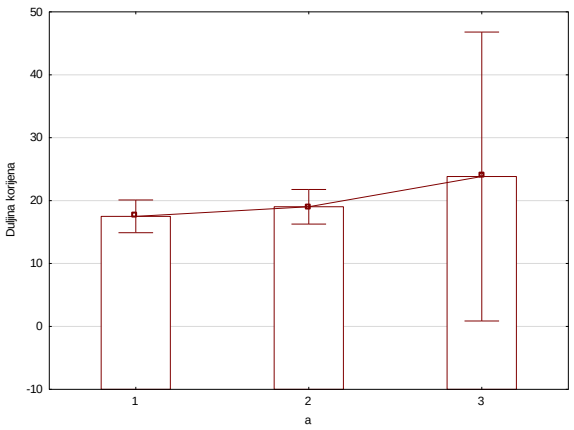


Grafikon 8. Broj grana/biljci po tretmanima navodnjavanja

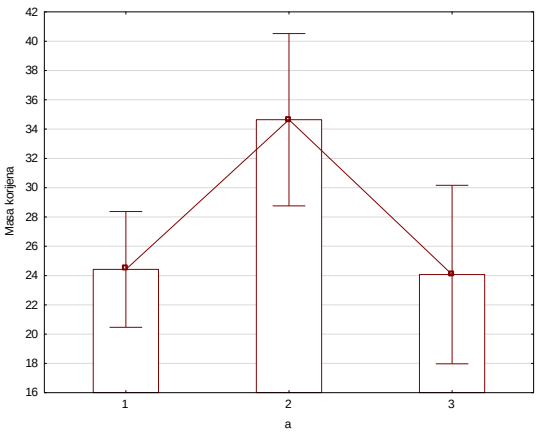


Grafikon 9. Svježa lisna masa (g) po tretmanima navodnjavanja

Duljina korijena po tretmanima navodnjavanja bila je u rasponu od 17,5 (a1) cm do 23,83 cm (a3; grafikon 10). Prema rezultatima istraživanja nije zabilježena statistički značajna razlika u duljini korijena po tretmanima navodnjavanja (tablica 5.).



Grafikon 10. Duljina korijena (cm) po tretmanima navodnjavanja

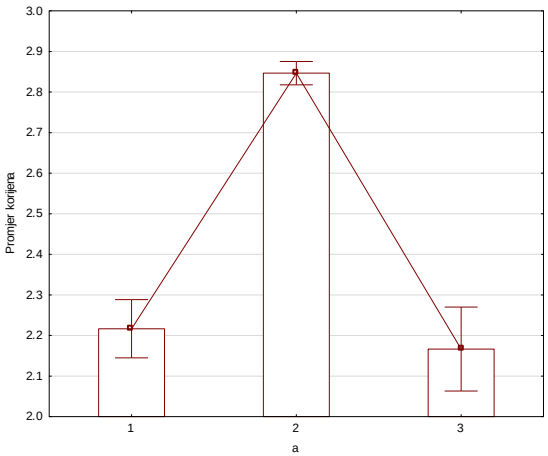


Grafikon 11. Masa korijena (g) po tretmanima navodnjavanja

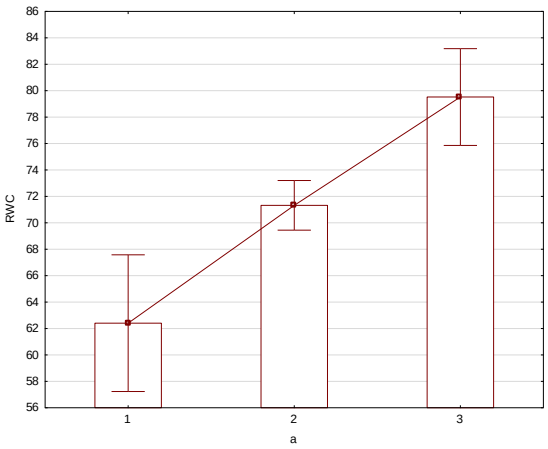
Tretmani navodnjavanja su značajno utjecali na masu korijena (g) paprike (tablica 5.). Najveća masa korijena je ostvarena na a2 tretmanu (34,6 g, grafikon 11.), za 41,8 % veća u odnosu na a1 tretman navodnjavanja ($p<0,05$). Nije zabilježena razlika u masi korijena paprike između a1 i a3 tretmana navodnjavanja.

Zabilježen je značajan utjecaj navodnjavanja na promjer korijena paprike (tablica 5.). Promjer korijena po tretmanima navodnjavanja je bio u rasponu od 2,1 cm (a3) do 2,85 cm (a2; grafikon 12.). Promjer korijena na a2 tretmanu bio je statistički opravdano veći u odnosu na a1 tretman, za 28,4 %, te za 31,4 % u odnosu na a3 tretman ($p<0,05$).

Kako je vidljivo iz tablice 5., RSV (%) je značajno varirao u odnosu na tretmane navodnjavanja. RSV u listu paprike (grafikon 13.) je bio u rasponu od 62,4 % (a1) do 79,5 % (a3). RSV na a3 tretmanu bio je značajno veći ($p<0,05$) u odnosu na a1 tretman navodnjavanja.



Grafikon 12. Promjer korijena (cm) paprike po tretmanima navodnjavanja



Grafikon 13. Relativan sadržaj vode (RSV, %) u listu paprike po tretmanima navodnjavanja

Analiza korelacijske povezanosti između ispitivanih svojstava prikazana je tablicom 6. Srednje jaka korelacija pozitivnog smjera utvrđena je između broja listova i visine biljke (r = 0,69*) te mase korijena i visine biljke (r = 0,7*). Jaka korelacija pozitivnog smjera utvrđena je između mase lista i RSV (r = 0,99*).

Tablica 6. Analiza korelacijske povezanosti (p<0,05)

	Prinos	Visina biljke	Broj listova	Promjer stabljike	Broj Grana	Masa lista	Duljina korijena	Masa korijena	Promjer korijena	RWC
Prinos										
Visina biljke	0.65									
Broj listova	0.42	0.69								
Promjer stabljike	0.37	-0.04	-0.37							
Broj grana	0.30	0.23	0.49	0.06						
Masa svježeg lista	0.17	0.14	0.29	0.13	0.40					
Duljina korijena	-0.46	-0.08	-0.12	-0.36	-0.35	0.51				
Masa korijena	0.19	0.70	0.66	-0.06	0.64	0.29	-0.02			
Promjer korijena	0.25	0.55	0.61	-0.62	0.42	-0.05	-0.04	0.53		
RSV	0.14	0.06	0.23	0.12	0.41	0.99	0.52	0.24	-0.05	

5. RASPRAVA

Tijekom razdoblja istraživanja (ožujak - listopad) u 2019. godini uočen je višak oborina u proljetnom razdoblju (od sredine ožujka do sredine svibnja). Ljetno razdoblje je bilo ekstremno toplo, ali bez odstupanja od prosječnih količina oborina na području Virovitičko-podravske županije. Nakon što su biljke presađene na pripremljenu površinu, započeto je navodnjavanje prema unaprijed određenim obrocima navodnjavanja što je u konačnici rezultiralo razlikama u prinosu i promatranim varijablama.

Prema rezultatima dobivenih nakon provedenog istraživanja najveći prinos paprike zabilježen je na tretmanu a2 (4,5 kg/m^2), a najmanji na a1 tretmanu (2,38 kg/m^2). Na a3 tretmanu prinos paprike bio je veći za 44 % u odnosu na a1 tretman, dok je na a2 tretmanu prinos bio veći za 89 % u odnosu na a1 tretman. Također, na a3 tretmanu prinos je veći za 31 % u odnosu na a2 tretman.

Sezen i sur. (2006.) navode da različiti intervali navodnjavanja imaju značajan utjecaj na prinos paprike i učinkovitost vode za navodnjavanje. Autori navode da se s povećanjem obroka navodnjavanja povećava i ukupan prinos na svim tretmanima navodnjavanja. Kod intervala od 9 do 15 dana i s obrokom navodnjavanja od 58 mm do 62 mm ostvaren je manji prinos na tretmanima s različitim Kc (0,5, 0,75 i 1). Također, utvrdili su značajne razlike u visini prinosa i učinkovitosti vode kod svakog intervala navodnjavanja. Različiti intervali navodnjavanja rezultirali su sličnom učinkovitosti vode za jednake Kc vrijednosti.

Najbolja kvaliteta i količina plodova ostvareni su na tretmanu gdje su se vrijednosti obroka navodnjavanja kretale između 18 i 22 mm, a Kc iznosio 1. Pored prinosa, autori navode značajan utjecaj navodnjavanja i na promjer i visinu stabljike paprike u vrijeme berbe. Rezultati ovog istraživanja su u suprotnosti od Santos i sur. (2018.) koji navode da u njihovom istraživanju različiti tretmani navodnjavanja nemaju značajan utjecaj na ukupnu količinu plodova odnosno na prinos plodova paprike. Autori navode kako je uzgoj paprike na različitim supstratima imao utjecaj na visinu prinosa i kvalitetu plodova. Tako je paprika posađena i navodnjavana na kokosovim vlaknima imala veći prinos i kvalitetu plodova, dok su plodovi paprike uzgajane na kori smreke imali bolje kemijske karakteristike.

U ovom istraživanju tretmani navodnjavanja nisu značajno utjecali na visinu biljaka kao ni na broj listova po biljci, promjer stabljike, broj grana po biljci te na duljinu korijena biljaka. Kirnak i sur. (2002.) također navode da tretmani navodnjavanja nisu značajno utjecali na duljinu korijena paprike dok Voor i sur. (2018.) navode značajan utjecaj navodnjavanja na

visinu biljaka, broj listova po biljci te broj grana po biljci pri čemu su najveće vrijednosti zabilježene na tretmanima s najvećom normom navodnjavanja.

Statistički značajan utjecaj tretmana navodnjavanja zabilježen je kod mase svježih listova te kod mase i promjera korijena. Rezultat istraživanja je u skladu s Voor i sur. (2018.) koji također navode značajan utjecaj navodnjavanja na masu korijena paprike. Autori navode povećanje mase korijena za 25,8, 67,7, 87,1 i 61,3 % po obrocima navodnjavanja od 500, 1000, 1500 i 2000 ml/biljci.

U ovom istraživanju je relativan sadržaj vode (RSV) bio različit ovisno o tretmanima navodnjavanja. RSV u listu paprike na tretmanu a1 iznosio je 62,4% odnosno 79,5% na a3 tretmanu. Rezultati istraživanja su u skladu s Okunlola i sur. (2017.) te Kirnak i sur. (2002.) koji navode značajno manji RSV na tretmanima sa sušom. Autori navode linearno smanjenje RSV smanjenjem norme navodnjavanja odnosno povećanjem stresa izazvan sušom. Prema Altinkut i sur. (2001.) RSV u sušnim razdobljima ukazuje na tolerantnost na sušu. Značajno veća lisna masa ($p<0,05$) zabilježena je na a3 tretmanu, to je za 18,7 % više nego na a1 odnosno za 12,3 % u odnosu na a2 tretman.

U pogledu mase korijena najveća je ostvarena na a2 tretmanu (34,6 g) što je za 41,8 % više nego na a1 tretmanu. Između a1 i a3 tretmana navodnjavanja nije zabilježena razlika u masi korijena. Promjer korijena na a2 tretmanu iznosio je 2,85 cm i bio je značajno veći u odnosu na a1 tretman i to za 28,4 % odnosno 31,4 % u odnosu na tretman a3.

6. ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja promatrana morfološka svojstva paprike su varirala po tretmanima navodnjavanja. Obroci navodnjavanja nisu statistički značajno utjecali na visinu biljaka paprike, na broj listova/biljci, na broj grana/biljci, na duljinu korijena kao ni na promjer stabljike. Statistički značajna razlika vidljiva je kod prinosa paprike. Najveći ostvareni prinos plodova paprike zabilježen je na a2 tretmanu na kojem je tijekom cijele vegetacije biljaka dodano ukupno 80 l/m^2 vode. Utjecaj tretmana navodnjavanja vidljiv je na svježoj lisnoj masi pri čemu je značajno veća lisna masa biljaka zabilježena na tretmanu a3 u odnosu na a1 i a2 tretmane. Također, značajan utjecaj različitih obroka navodnjavanja zabilježen je kod mase i promjera korijena. Relativan sadržaj vode u listu paprike značajno se rastao povećanjem obroka navodnjavanja. Zabilježena je srednje jaka korelacijska povezanost ($p<0,05$) između broja listova i visine biljke ($r=0,69$) te mase korijena i visine biljke ($r=0,7$).

7. POPIS LITERATURE

1. Altinkut, A., Kazan, K., Ipekci, Z., Gozukirmizi, N. (2001.): Tolerance to paraquat is correlated with the traits associated with water stress tolerance in segregating F2 populations of barley and wheat. Euphytica 121, 81–86.
2. Barrs H.D., Weatherly P.E. (1962.): A re-examination of relative turgidity for estimating water deficit in leaves. Australian Journal of Biological Sciences. 15: 413-428.
3. Diaz-Perez, J. C. (2009): Drip irrigation levels affect plant growth and fruit yield of bell pepper. Georgia Institute of Technology.
4. Dorji, K., Behboudian, M. H., Zegbe-Dominguez, J. A. (2005): Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. Scientia Horticulturae, 104(2), 137-149.
5. Ismail, S. M. (2012): Water use efficiency and bird pepper production as affected by deficit irrigation practice. Int. J. Agric. For, 2: 262-267.
6. Kirnak H., Kaya C., Değirmenci V. (2002.): Growth and Yield Parameters of Bell Peppers With Surface and Subsurface Drip Irrigation Systems Under Different Irrigation Levels. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 33 (4), 383-389.
7. Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Povrćarstvo, Zrinski dd Čakovec.
8. Okunlola G.O., Olatunji O.A., Akinwaled R.O., Tariq A., Adelusie A.A: (2017): Physiological response of the three most cultivated pepper species (Capsicum spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. Scientia Horticulturae, 224: 198-205
9. Parađiković N. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo, Poljoprivredni fakultet Osijek.
10. Pathirana R. (2013.): Peppers: Vegetable and Spice Capsicums, 2nd edition, by Paul W. Bosland and Eric J. Votava, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 41(2): 102-103.
11. Santos, I. M. S., Santos Júnior, P. P., Silva, R. R. D., Oliveira, G. M. D., Queiroz, S. O. P. D. (2018): Irrigation management methods for the production of bell pepper in agricultural substrates. Bragantia, 77(3): 510-518.

12. Sezen, S. M., Yazar, A., Eker, S. (2006): Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. Agricultural Water Management, 81(1-2), 115-131.
13. Škorić, A., Filpovski, G., Ćirić, M. (1973.): Klasifikacija tala Jugoslavije, Zagreb.
14. Voor V.M., Nkansah G.O., Smith M.S., Page Z.C., Luther Z. (2018.): Effects of Different Water Regimes and Poultry Manure on Growth, Development and Yield of Hot Pepper (*Capsicum annum* L.). American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, 44(1): 32-57.
15. VPŽ, Virovitičko-podravska županija (2018.): Županijska razvojna strategija Virovitičko-podravske županije za razdoblje do kraja 2020. godine. Dostupno na: https://ravidra.hr/wp-content/uploads/2019/02/VP%C5%BD_%C5%BDupanijska-razvojna-strategija_2020.pdf , 06. 03. 2020.; 12:46.

8. SAŽETAK

Istraživanje je provedeno tijekom razdoblja vegetacije paprike 2019. godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu koje se nalazi u mjestu Okrugljača, Virovitičko-podravska županija. Cilj istraživanja bio je utvrditi kako različiti tretmani navodnjavanja utječu na prinos i kvalitetu plodova paprike (*Capsicum annuum* L.). Istraživanje je postavljeno u slučajnom blok rasporedu u tri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja sastojali su se od različitih obroka navodnjavanja (a1=5 l/m^2; a2=10 l/m^2; a3=15 l/m^2). Po završetku vegetacije biljaka sa svake pokusne parcele uzeto je po pet prosječnih biljaka koje su označene ovisno o tretmanu navodnjavanja. Daljnja analiza i mjerenja odrađena su u laboratoriju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti. Proučavan je utjecaj navodnjavanja na slijedeće promatrane varijable: prinos (kg/m^2), visina biljke (cm), broj listova po biljci (n), promjer stabljike (cm), broj rana po biljci (n), svježa lisna masa (g), duljina korijena (cm), masa korijena (g), promjer korijena (cm) te relativan sadržaj vlage (%). Navodnjavanje je vrlo značajno utjecalo na visinu pronosa paprike ($p<0,01$). Značajan utjecaj navodnjavanja ($p<0,05$) također je vidljiv kod količine svježe lisne mase, mase i promjera korijena te kod relativnog sadržaja vode u listu paprike. Analizom korelacijske povezanosti ispitivanih svojstava utvrđena je srednje jaka korelacija pozitivnog smjera između broja listova i visine biljke (r=0,69) te mase korijena i visine biljke (r=0,7). Jaka korelacija pozitivnog smjera utvrđena je između mase lista i relativnog sadržaja vode u listu (r=0,99).

Ključne riječi: paprika, navodnjavanje, prinos, kvaliteta

9. SUMMARY

The study was conducted in pepper vegetation period on 2019 growing season at family farm located in Okrugljača. The objective of this study was to evaluate the effects of different irrigation treatments on plant growth and fruit yield (*Capsicum annuum* L.). The study was set in a random block layout in three repetitions. Irrigation regimes consisted of three irrigation intervals (a1=5 l/m^2; a2=10 l/m^2; a3=15 l/m^2). After vegetation of the plants, five average plants were taken from each experimental plot, which were labeled depending on the irrigation treatment. Further analysis and measurements were made in the laboratory of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences. The influence of irrigation on the following observed variables was studied: yield (kg/m^2), plant height (cm), number of leaves per plant (n), stem diameter (cm), number of wounds per plant (n), fresh leaf mass (g), root length (cm), root mass (g), root diameter (cm) and relative moisture content (%). Irrigation had a significant impact on the level of pepper yield ($p<0,01$). Significant influence of irrigation ($p<0.05$) is also evident in the amount of fresh leaf mass, mass and diameter of the roots and the relative water content of the pepper leaf. Analysis the correlation of the investigated characteristics revealed a medium strong correlation of the positive direction between leaf number and plant height (r=0,69) and root mass and plant height (r= 0,7). A strong correlation of positive direction was found between leaf mass and relative water content of the leaf (r= 0,99).

Key words: bell pepper, irrigation, yield, quality

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. Najzastupljenije povrtne kulture u Republici Hrvatskoj u 2017. godini 1
Tablica 2. Hranidbena vrijednost svježeg ploda paprike 3
Tablica 3. Podjela plodova paprike prema težini 11
Tablica 4. Osnovne karakteristike aluvijalnog tipa tla 17
Tablica 5. Utjecaj tretmana navodnjavanja na promatrane varijable 24
Tablica 6. Analiza korelacijske povezanosti ($p<0,05$) 28

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Paprika babura 4
Slika 2. Paradajz paprika 4
Slika 3. Rog paprika 5
Slika 4. Feferoni 6
Slika 5. Biljke paprike nakon nicanja 7
Slika 6. Presadnice paprike spremne za sadnju na otvoreno 7
Slika 7. Posađene biljke na tlo pripremljeno u oblike gredica 8
Slika 8. Procjena vlažnosti tla..... **Error! Bookmark not defined.**9
Slika 9. Sustav navodnjavanja "kap po kap" 9
Slika 10. Stabljika paprike 10
Slika 11. Plod paprike 12
Slika 12. Položaj pokusne parcele 17
Slika 13. Uzgoj presadnica paprike 18
Slika 14. Pripremljena parcela za sadnju paprike 18
Slika 15. Presadnica paprike 19
Slika 16. Razmak između pokusnih parcela 19
Slika 17. Navodnjavanje prema tretmanima 20
Slika 18. Zaraženi plod paprike 21
Slika 19. Zaraženi plod na stabljici 21
Slika 20. Ubrani plod paprike 21
Slika 21. Mjerenje dužine stabljike 22
Slika 22. Određivanje mase zelenih listova 22

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz proizvodnje povrća (t) tijekom 2017. i 2018. godine 2
Grafikon 2. Sadržaj vode u tlu kod različitih vodnih konstanti tijekom razdoblja vegetacije paprike 20
Grafikon 3. Klimadijagram po Heinrichu Walteru za 2019. godinu 23
Grafikon 4. Prinos paprike (kg/m^2) po tretmanima navodnjavanja 25
Grafikon 5. Visina biljaka (cm) po tretmanima navodnjavanja 25
Grafikon 6. Broj listova/biljci (n) paprike po tretmanima navodnjavanja 25
Grafikon 7. Promjer stabljike (cm) po tretmanima navodnjavanja 25
Grafikon 8. Broj grana/biljci po tretmanima navodnjavanja 26
Grafikon 9. Svježa lisna masa (g) po tretmanima navodnjavanja 26
Grafikon 10. Duljina korijena (cm) po tretmanima navodnjavanja 26
Grafikon 11. Masa korijena (g) po tretmanima navodnjavanja 26
Grafikon 12. Promjer korijena (cm) paprike po tretmanima navodnjavanja 27
Grafikon 13. Relativan sadržaj vode (RSV, %) u listu paprike po tretmanima navodnjavanja 27

TEMELJNA DOKUMETACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Biljna proizvodnja

Utjecaj navodnjavanja na prinos i kvalitetu paprike (*Capsicum annuum* L.)

Antonia Dautanec

Sažetak: Istraživanje je provedeno tijekom razdoblja vegetacije paprike 2019. godine na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu koje se nalazi u mjestu Okrugljača, Virovitičko-podravska županija. Cilj istraživanja bio je utvrditi kako različiti tretmani navodnjavanja utječu na prinos i kvalitetu plodova paprike (*Capsicum annuum* L.). Istraživanje je postavljeno u slučajnom blok rasporedu u tri ponavljanja. Tretmani navodnjavanja sastojali su se od različitih obroka navodnjavanja (a1=5 l/m^2; a2=10 l/m^2; a3=15 l/m^2). Nakon vegatacije biljaka sa svake pokusne parcele uzeto je po pet prosječnih biljaka koje su označene ovisno o tretmanu navodnjavanja. Daljnja analiza i mjerenja odrađena su u laboratoriju Fakulteta Agrobiotehničkih znanosti. Proučavan je utjecaj navodnjavanja na slijedeće promatrane varijable: prinos (kg/m^2), visina biljke (cm), broj listova po biljci (n), promjer stabljike (cm), broj rana po biljci (n), svježa lisna masa (g), duljina korijena (cm), masa korijena (g), promjer korijena (cm) te relativan sadržaj vlage (%). Navodnjavanje je vrlo značajno utjecalo na visinu pronosa paprike ($p<0,01$). Značajan utjecaj navodnjavanja ($p<0,05$) također je vidljiv kod količine svježe lisne mase, mase i promjera korijena te kod relativnog sadržaja vode u listu paprike. Analizom korelacijske povezanosti ispitivanih svojstava utvrđena je srednje jaka korelacija pozitivng smjera između broja listova i visine biljke (r=0,69) te mase korijena i visine biljke (r=0,7). Jaka korelacija poitivnog smjera utvrđena je između mase lista i relativnog sadržaja vode u listu (r=0,99).

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Monika Marković

Broj stranica: 40

Broj grafikona i slika: 13 i 22

Broj tablica: 6

Broj literaturnih navoda: 14

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: paprika, navodnjavanje, prinos, kvaliteta

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. izv. prof. dr. sc. Tomislav Vinković, predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. 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 Univerity of Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Plant production

Effect of irrigation on yield and quality od bell pepper (*Capsicum annuum* L.)

Antonia Dautanec

Abstract: The study was conducted in pepper vegetation period during 2019 growing season, on family farm located in Okrugljača, Virovitica-podravina County. The objective of this study was to evaluate the effects of different irrigation treatments on plant growth and yield (*Capsicum annuum* L.). The study was set as a random block layout in three repetitions. Irrigation regimes consisted of three irrigation treatments (a1=5 l/m^2; a2=10 l/m^2; a3=15 l/m$^{2)}$. At the end of the growing season, five average plants were taken from each experimental plot, which were labelled depending on the irrigation treatment. Further analysis and measurements were made in the laboratory of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences. The influence of irrigation on the following observed variables was studied: yield (kg/m^2), plant height (cm), number of leaves per plant (n), stem diameter (cm), number of wounds per plant (n), fresh leaf mass (g), root length (cm), root mass (g), root diameter (cm) and relative moisture content (%). Irrigation had a significant impact on the level of pepper yield ($p<0,01$). Significant influence of irrigation ($p<0.05$) is also evident in the amount of fresh leaf mass, mass and diameter of the roots and the relative water content of the pepper leaf. Analysis the correlation of the investigated characteristics revealed a medium strong correlation of the positive direction between leaf number and plant height (r=0,69) and root mass and plant height (r= 0,7). A strong correlation of positive direction was found between leaf mass and relative water content of the leaf (r= 0,99).

Thesis performed st: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Monika Marković, Assistant professor

Number of pages: 40

Number of figures: 35

Number of tables: 6

Number of references: 14

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: bell pepper, irrigation, yield, quality

Thesis defended on date:

Reviewers:

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

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