

# Navodnjavanje rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na primjeru staklenika „Belje“ d.d.

---

Šarlija, Ksenija

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:925504>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**



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

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ksenija Šarlija, apsolvant

Diplomski studij Povrčarstva i cvjećarstva

**NAVODNJAVANJE RAJČICE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) NA PRIMJERU  
STAKLENIKA „BELJE“ d.d.**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2017.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ksenija Šarlija, apsolvant

Diplomski studij Povrčarstva i cvjećarstva

**NAVODNJAVANJE RAJČICE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) NA PRIMJERU  
STAKLENIKA „BELJE“ d.d.**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. prof. dr. sc. Jasna Šoštarić – predsjednik
2. doc. dr. sc. Monika Marković – mentor
3. doc. dr. sc. Tomislav Vinković - član

**Osijek, 2017.**

*Najljubaznije se zahvaljujem djelatnicima staklenika Belje u Mitrovcu  
na velikodušnoj pomoći prilikom prikupljanja podataka te  
nesebičnom prenošenju znanja i iskustva.*

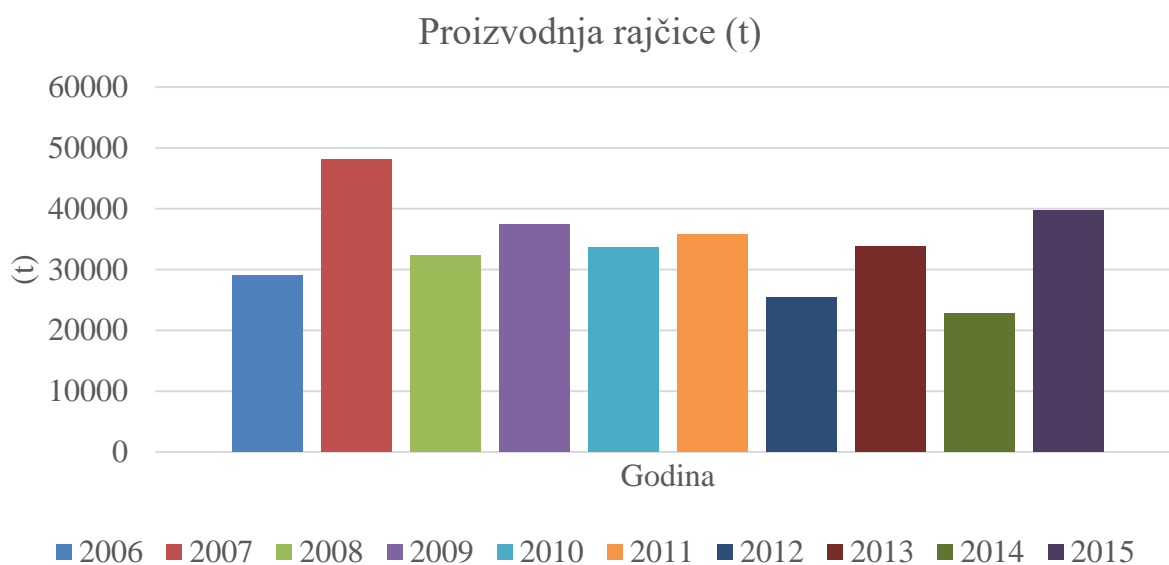
## SADRŽAJ:

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 1  |
| 1.1. Morfološka i biološka svojstva rajčice .....                  | 3  |
| 1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj rajčice .....                    | 5  |
| 2. TEHNOLOGIJA UZGOJA RAJČICE.....                                 | 10 |
| 2.1. Sadnja rajčice.....   | 10 |
| 2.2. Njega rajčice .....   | 12 |
| 2.3. Zaštita rajčice.....  | 12 |
| 2.4. Gnojidba rajčice.....   | 13 |
| 2.5. Berba i skladištenje.....                                     | 13 |
| 3. NAVODNJAVANJE RAJČICE .....                                     | 14 |
| 3.1. Navodnjavanje na otvorenome polju .....                       | 14 |
| 3.2. Hidroponski uzgoj rajčice.....                                | 15 |
| 3.3. Supstrati u hidroponskom uzgoju rajčice .....                 | 17 |
| 4. STAKLENIK „BELJE“, MITROVAC .....                               | 30 |
| 4.1. Proizvodni proces .....                                       | 31 |
| 4.1.1. Priprema za proizvodnju .....                               | 31 |
| 4.1.2. Sadnja.....   | 31 |
| 4.1.3. Uzgoj.....  | 32 |
| 4.1.4. Oprašivanje .....   | 33 |
| 4.1.5. Navodnjavanje „kap po kap“ .....                            | 34 |
| 4.1.6. Grijanje, hlađenje, ventilacija i sjenjenje staklenika..... | 37 |
| 4.1.7. Berba .....   | 39 |
| 4.1.8. Praćenje i nadzor stakleničke proizvodnje rajčice .....     | 39 |
| 5. ZAKLJUČAK .....   | 41 |
| 6. POPIS LITERATURE .....  | 42 |
| 7. SAŽETAK.....  | 45 |
| 8. SUMMARY .....   | 46 |
| 9. POPIS TABLICA.....  | 47 |
| 10. POPIS SLIKA .....  | 48 |
| 11. POPIS GRAFIKONA .....  | 50 |



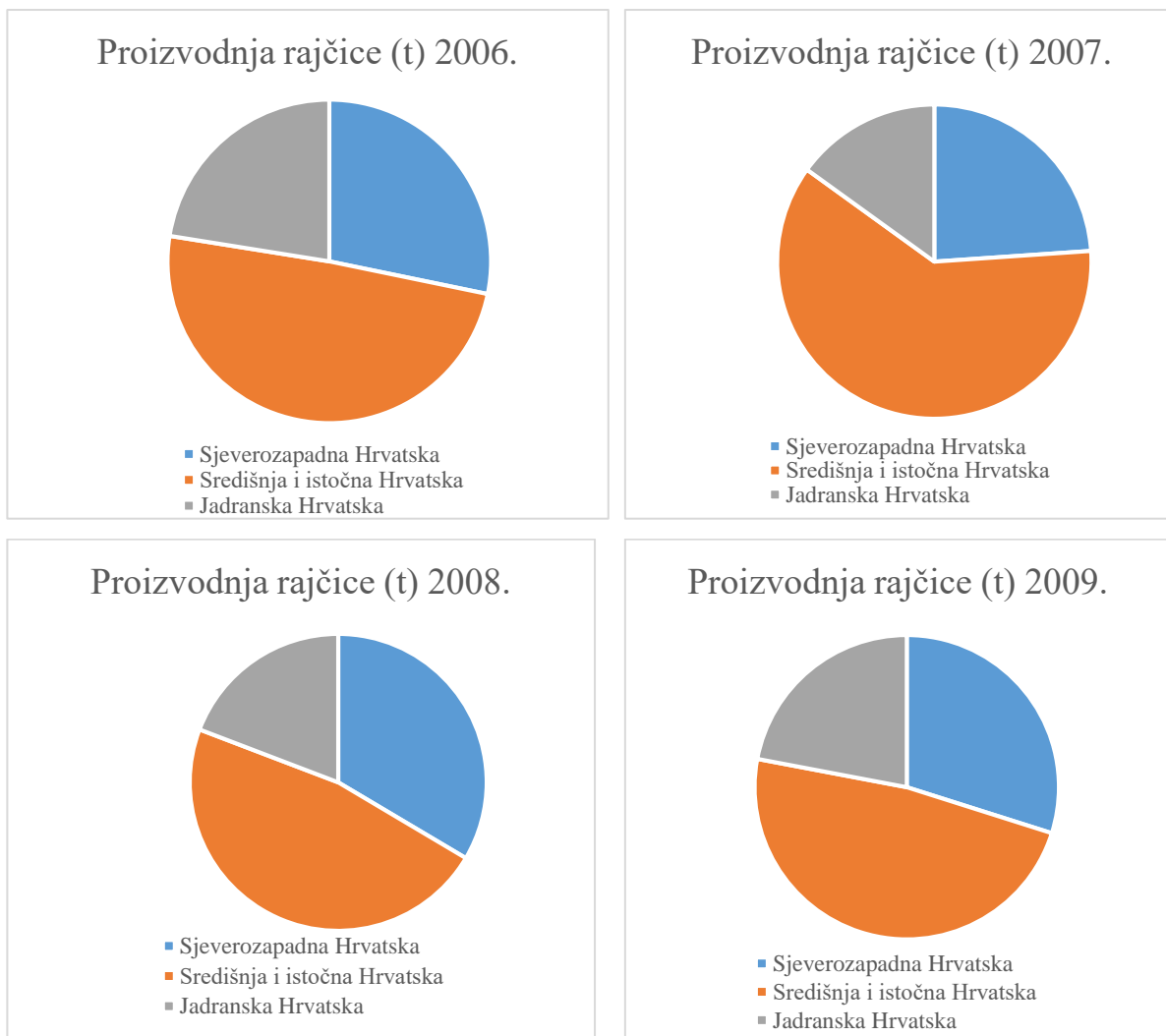
## 1.UVOD

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.) potječe iz Južne Amerike, a u Europi ju je prvi opisao liječnik i botaničar Mattioli 1554. godine. U svijetu 2006. godine uzgajana je na više od 4,6 milijuna hektara, na kojima je proizvedeno preko 126 milijuna tona rajčice za svježju potrošnju i preradu. Najveći svjetski proizvođač je Kina s 33,6 milijuna tona, a slijede ju Sjedinjene Američke Države s 11,5 milijuna tona te ostale zemlje s prinosima manjim od 10 milijuna tona kao što su, kronološki poredane, Turska (9,9 mil. tona), Indija (8,5 mil. tona) i Egipat (7,5mil. tona). U Europi se proizvede 20,5 milijuna tona rajčice na 594.643 hektara, a najveći proizvođači su Italija (6 mil. tona), Španjolska (3,6 mil. tona), Rusija (2,3 mil.tona), te Ukrajina (1,5 mil. tona) (FAO, 2017.).U Hrvatskoj se proizvede 43.600 tona rajčice na 3.500 ha, uz prosječan prinos od 12,4 tha<sup>-1</sup>. Iz grafikona 1. vidljiva je proizvodnja rajčice (t) u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2015. godine (DZS, 2010, 2011., 2012., 2013., 2014., 2015.).



Grafikon 1 . Proizvodnja rajčice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2015. godine

Grafikonom 2. prikazana je proizvodnja rajčice u Republici Hrvatskoj po regijama u razdoblju od 2006. do 2009. godine. Iz grafikona je vidljivo kako je najintenzivnija proizvodnja rajčice u spomenutom razdoblju na području središnje i istočne Hrvatske.



Grafikon 2. Proizvodnja rajčice po regijama Republike Hrvatske u razdoblju od 2006. do 2009. godine

Tehnologija uzgoja rajčice razlikuje se ovisno o tome je li rajčica uzgajana u zaštićenom prostoru ili na polju, odnosno u tlu ili u supstratu. Uzgoj rajčice u zaštićenim prostorima na tlu, tijekom više godina dovodi do iscrpljenja tla, razvoja bolesti i štetnika, isto kao i do nakupljanja rezidua sredstava za zaštitu bilja. Prednosti hidroponskog uzgoja rajčice u odnosu na uzgoj u tlu su neovisnost o plodoredu i kvaliteti tla. Smanjena je pojava biljnih štetočina i upotreba zaštitnih sredstava, racionalnije i učinkovitije se koriste voda i hranjiva, čime se smanjuje onečišćenje prirodnih resursa. Zbog intenzivnijeg rasta i optimalne opskrbe vodom i hranjivima, ostvaruje se veći i kvalitetniji prinos (FAO, 2017.).



U diplomskom radu prikazana je tehnologija uzgoja rajčice u zaštićenim prostorima s naglaskom na navodnjavanje, a kao primjer dobre prakse naveden je staklenik „Belje“ u Mitrovcu.

### **1.1. Morfološka i biološka svojstva rajčice**

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*), a u povoljnim uvjetima može biti i dvogodišnja. U svijetu je vrlo rasprostranjena namirnica zbog višestrukog načina uporabe. Najčešće je korištena svježa, sama ili u kombinaciji s drugim povrćem. U prerađivačkoj industriji jedna je od glavnih sirovina. Prerađuje se u koncentrat, sokove, pelate, a zeleni plodovi mogu biti sastojak mariniranih miješanih salata (Lešić i sur., 2004.).

Korjenov sustav može doseći dubinu do 1 m, a promjer može doseći i do 1,5 m, no glavnina se nalazi u površinskom sloju do 30 cm. Rajčica ima sposobnost stvaranja adventivnog korijenja na stabljici, najčešće na onom dijelu stabljike koja dotiče tlo (Lešić i sur., 2004.).

Stabljika je zeljasta, promjera 2 cm i pokrivena dlačicama. Uglavnom nema dovoljno sklerenhima pa kada je opterećena lišćem i plodovima, bez potpore, stabljika poliježe. Postoje dva osnovna tipa stabljike, determinantan (slika 1.) i indeterminantan (slika 2.). Determinantna stabljika ima kraće internodije, a glavna stabljika naraste 0,5 m do 1 m u visinu. Nakon prvog cvata formira se jedan do dva lista, zatim drugi koji može biti i posljednji cvat na glavnoj stabljici ili se formira još jedan do dva lista i rast završava trećim cvatom. Istovremeno se formiraju sekundarne grane iz pazuha listova te se cvatnja i plodonošenje događa združeno (Lešić i sur., 2004.). Indeterminantna stabljika može narasti nekoliko metara. Dok ima povoljne uvjete vegetacijski vrh je aktivan. Prvi cvat pojavljuje se na internodiju nakon 5 do 9 listova, što ovisi o genotipu i temperaturnim uvjetima u vrijeme zametanja cvata. Nakon prvog cvata razvijaju se najčešće 3 lista, zatim drugi cvat, zatim 3 lista te se formira novi cvat i ponavlja se takav redoslijed formiranja listova i cvatova. Iz pazuha listova razvijaju se sekundarni izboji koji se odstranjuju.

List rajčice je neparno perast na dugoj peteljci. Liske su nejednake veličine, romboidnog oblika, manje ili više nazubljene, naborane i dlakave.

Cvjetovi u grozdu se formiraju od dna prema vrhu cvata, pa u jednom cvatu može biti i razvijenih plodova i otvorenih cvjetova. Cvijet je dvospolan, pentameran, s pet lapova, pet latica i pet prašnika, ali većina krupnoplodnih kultivara ima ih i više. Prašnici su izduženi, cjevasto srasli i obuhvaćaju tučak. Prašnice uzdužno pucaju s unutrašnje strane još dok cvijet nije sasvim

otvoren, pa tako pelud dospjeva na tučak, čime se osigurava samooplodnja. U nepovoljnim uvjetima, naročito pri visokim temperaturama, tučak se izduži iznad prašnika i tako omogućuje stranooplodnju uz pomoć insekta. Plodnica iz koje se razvija plod (mesnata bobica) može biti dvogradna, trogradna ili višegradna (Lešić i sur., 2004.).



Slika 1. Determinantan tip rasta rajčice

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



Slika 2. Indeterminantan tip rasta rajčice

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

Plod rajčice sastoji se od mesa, stjenki perikarpa i pokožice te pulpe koja sadrži placentu, sjeme i želatinozno tkivo oko sjemena koje ispunjava komore. Plodovi mogu biti različitih boja i oblika. Nedo zreli plodovi su zelene boje, a kad plod počne dozrijevati mijenja boju pokožice u bezbojnu ili žutu. Zreli plod je žute, narančaste, ružičaste, crvene ili crvenoljubičaste boje. Veličina ploda varira od vrlo sitnog, promjera manjeg od 3 cm, pa do vrlo krupnog, promjera i preko 10 cm. Oblik ploda rajčice (slika 3.) može biti okruglo spljošten, okrugli, srcoliki, cilindrični, kruškoliki i šljivoliki (Lešić i sur., 2004.).



Slika 3. Različiti oblici plodova rajčice

(Izvor: [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza](http://pinova.hr/hr_HR/baza))

Sjeme je ovalno spljošteno, do 5 mm dugo, do 4 mm široko i do 2 mm debelo. Prekriveno je gustim dlačicama (Lešić i sur., 2004.). U jednom gramu može biti 250 do 350 sjemenki (Lešić i sur., 2004.), odnosno prema Rubatzky i Yamaguchi (1997.) 300 do 350 sjemenki. Prema Papadopoulos (1991.) sjeme rajčice dugo zadržava sposobnost klijanja pa je i nakon 10 godina skladištenja u suhim i hladnim uvjetima moguće ostvariti klijavost preko 90%.

## **1.2. Agroekološki uvjeti za uzgoj rajčice**

### *Potreba rajčice za tlo, temperaturom i svjetlošću*

Rajčica zahtjeva rahlo tlo, dobre strukture, plodno, neutralno ili slabo kisele pH reakcije 6,0 do 6,5. Tla koja su bogata glinom treba izbjegavati, jer se na takvom tlu korijen ne može normalno razvijati. Isto tako, tlo na kojem se uzgaja ova kultura ne smije imati visoku razinu podzemnih voda (Maksimović, 2007.).

U pogledu temperature, za klijanje sjemena rajčice potrebna je minimalna temperatura od 10 °C, a optimalna temperatura bi bila 22 do 25 °C. Kasnije za rast i razvoj potrebna je temperatura od 18 do 22 °C. Kritična maksimalna temperatura je oko 32 °C, rast biljke prestaje na oko 50 °C, a smrzava se na oko -2 °C. Niže temperature tijekom noći i oblačnih dana neophodne su jer rajčica raste u tami. Stoga se u gustom usjevu, pri nedovoljno svjetlosti ili visokim noćnim temperaturama internodije izdužuju. Za rast vegetativnih organa optimalna je temperatura od 22 °C (Đurovka i sur., 2006.). Isti autor navodi kako je kritična maksimalna temperatura 32 °C. Temperature iznad maksimuma dovode do opadanja cvjetova isto kao i niže temperature i nedostatak svjetlosti. Polen je osjetljiv na promjene temperature i ne klija ako je temperatura iznad 30 °C i ispod 12 °C. Neodgovarajuća temperatura dovodi do pojave bolesti. Tako temperatura u plasteniku iznad 28 °C i relativna vlaga zraka niža od 65% pogoduje pojavi BER-a na plodu rajčice (Parađiković i sur., 2007.). Autorica nadalje zaključuje kako se unatoč adekvatnoj opskrbi tla i optimalnoj koncentraciji Ca u listu i stabljici, a u vrijeme visokih temperatura i niske relativne vlažnosti zraka, ipak pojavljuje nedostatak Ca u plodovima i rezultira pojavom BER-a.

Rajčica ima velike zahtjeve prema svjetlošću (slika 4.). Za neometan rast i zriobu minimalna osvjetljenost je 5 000 do 10 000 luksa, dok je optimalna oko 35 000 luksa. Veći intenzitet svjetlosti, bez obzira na dužinu dana dovodi do ranijeg cvjetanja. Potrebna količina sunčevih zraka mora padati pod kutom od 90°.

U protivnom se odbija od površinu plastenika (Parađiković, 2009.). Intenzitet i kakvoća svjetlosti u plasteniku ovise o trajanju sunčevog dana, geografskom položaju, položaju plastenika, dobu godine, dobu dana, vrsti folije itd. Kod uzgoja rajčice u plasteniku vrlo je važno upotrijebiti kvalitetnu foliju koja će blokirati toplinsko zračenje iz objekta.

Materijal za pokrivanje mora imati visoku transparentnost, propuštati najmanje 80% vidljivog dijela spektra, 20% ultraljubičastog zračenja i najviše 10% infracrvenog dijela spektra (Parađiković i Kraljičak, 2008.). Pored toga, materijal za pokrivanje plastenika mora biti hidrofilan, otporan na kiseline, baze i mikroorganizme te ne smije mijenjati dimenzije pri promjeni temperature. Pri nedostatku svjetlosti u zaštićenim prostorima postavlja se dodatno osvjetljenje u vidu žarulja koje pružaju intenzitet preko 10 000 luksa i duljinu dana od 14 do 16 sati. Dužina dana za cvjetanje i zemetanje trebala bi biti 10 do 16 sati u razdoblju od 14 do 21 dan za svaku cvjetnu etažu što odgovara zračenju od 6 000 mW/m<sup>2</sup> što se teško postiže u kontinentalnim predjelima i stoga je preporuka odabrati kultivar rajčice koji ima manje zahtjeve prema svjetlu u tom razdoblju (Parađiković i Kraljičak, 2008.).

### *Potreba rajčice za vodom*

Rajčica je svrstana u kulture koje imaju srednje zahtjeve za vodom. Za normalan razvoj potrebna je umjerena vlažnost i zemljišta i zraka. Kritično razdoblje vezano uz vlagu je vrijeme cvatnje i zemetanja plodova tokom kojega, ukoliko nema dovoljno vlažnosti, može doći do opadanja cvjetova. Do vremena cvatnje, vlažnost tla treba održavati do 70% poljskog vodnog kapaciteta (PVK), a u vrijeme plodonošenja oko 80% PVK. Bošnjak i Pejić (1995.) navode kako je u našim uvjetima potreba rajčice za 450 do 500 mm vode tijekom vegetacije dok su dnevne potrebe za vodom 3,6 do 4,5 mm. Autori nadalje navode kako do pojave prvih plodova sadržaj vode u tlu (supstratu) ne bi trebao biti ispod 70% PVK dok u razdoblju rasta ploda 80% PVK. Stres izazvan nedostatkom vode najveći negativan utjecaj na prinos ima u fazi presađivanja, cvatnje i rasta ploda (Bošnjak, 2003.). Prema Parađiković (2009.) vlažnost tla u zaštićenom prostoru bi trebala biti održavana na razini od 70 do 80% maksimalnog kapaciteta tla za vodu, dok bi relativna vlaga zraka trebala biti od 65 do 70%.

Potrebe rajčice za vodom posađene u supstratu razlikuju se od rajčice koja je uzgojena na otvorenom polju. Supstrat preuzima ulogu tla i na taj način postaje jedan od čimbenika od kojega će ovisiti količina vode dodane putem sustava za navodnjavanje kapanjem. Najvažnija osobina supstrata u pogledu određivanja obroka ili norme navodnjavanja je njegova mogućnost zadržavanja vode s hranjivima kao i propusnost.

Zahtjev kultura za vodom uzgajanih u zaštićenim prostorima je povećan iz razloga što je navodnjavanje jedini izvor potrebne vode jer je onemogućen ulazak prirodnih oborina, a pored toga nema kapilarnog uzdizanja podzemnih voda. Nadalje, kulture uzgajane u zaštićenim prostorima imaju intenzivan rast, veliki prirod i relativno plitak korjenov sustav.

Bez obzira o kojem sustavu za navodnjavanje se govori, neophodno je osigurati pravilnu drenažu kako bi višak vode mogao otjecati. Zadržavanje vode svakako pogoduje razvoju bolesti i štetnika. Hidroponski uzgoj daje mogućnost ponovnog korištenja drenažne vode i na taj način smanjuje troškove i vode, ali i hraniva jer drenažna voda sadrži u sebi hranjive elemente. Prije ponovnog korištenja vodu je potrebno pročistiti (Parađiković, 2009.).

### *Potreba rajčice za hranivima*

Potreba biljke za vodom važan je čimbenik u fertigaciji jer je sustav za navodnjavanje primarno korišten kako bi navodnjavao, a učinkovitost fertigacije je dodatna vrijednost sustava. Receptura hranjive otopine sastavlja se na temelju analize vode s posebno pažnjom na pH (5,5) i EC (2,5) osnovna hraniva su (N), fosfor (P), kalij (K) i mikroelementi. Za vrhunske prirode preko 150 t ha<sup>-1</sup> rajčica usvaja 480 kg dušika ha<sup>-1</sup>, 250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, preko 700 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O i 80 kg ha<sup>-1</sup> MgO (Đurovka i sur., 2006.). Navedena količina se opskrbljuje unošenjem vodotopivih hraniva za osnovnu gnojidbu i fertigaciju.

Pored pozitivne strane gnojidbe navedene su posljedice nepravilne gnojidbe: prekomjerna gnojidba dušikom povećava lisnu masu, produžava vegetaciju i smanjuje otpornost rajčice i kvalitetu ploda jer je perikarp odvojen od sredine ploda. Nasuprot tome nedostatak pojedinih elemenata također ima negativne posljedice. Na primjer nedostatak kalcija dovodi do suhe truleži vrha ploda što je posebno izraženo pri visokim temperaturama i niskoj relativnoj vlazi zraka. Kod manjka ili viška kalcija usporena je dioba stanica, smanjen rast vrhova izdanka i korijena te ograničen rast plodova.

Povećanjem EC-vrijednosti, odnosno koncentracije NaCl-a dolazi do značajnog pada sadržaja kalija u plodu rajčice (Erhatic i sur., 2009.). Autori nadalje u rezultatima svog istraživanja navode kako je isto uočeno i kod sadržaja fosfora. „Zanimljivo je da je kod sadržaja željeza, također važnog minerala u plodu rajčice, zapažen suprotan trend, značajno povećanje sa povećanjem EC-vrijednosti i koncentracijom NaCl-a u hranjivoj otopini. To upućuje na zaključak da povećanje EC-vrijednosti, a time i koncentracija NaCl-a različito utječu na pojedina hraniva pa tako na kvalitetu i njen mineralni sastav“ (Erhatic i sur., 2009.).

Rajčica je osjetljiva na nedostatak K za vrijeme rasta i sazrijevanja ploda. U hidroponskom uzgoju hranjiva otopina se dodaje 15 do 32 puta dnevno što ovisi o trenutnom zračenju i sumi radijacije gdje bi na svaki J biljka trebala dobiti 100 ml hranjive otopine (Parađiković, 2009.). Hranjiva otopina bi trebala sadržavati sve biogene elemente, određene je pH vrijednosti i koncentracije koja se određuje EC metrom. Sastav hranjive otopine se određuje laboratorijskim metodama, a uzima se iz zone korjenovog sustava odnosno kamene vune (Parađiković, 2009.).

### *Uvjeti u zaštićenim prostorima*

Osim što je u zaštićenim uvjetima potrebna dobra priprema supstrata, samih presadnica i hranjive otopine, potrebna je i regulacija tzv. mikroklimatskih uvjeta. Naime, ukoliko se sadnja u zaštićenim prostorima odvija za vrijeme zime i ranog proljeća, često nam visoka relativna vlaga zraka može stvarati probleme iz razloga što ona za vrijeme oblačnih dana može iznositi i iznad 90%. Iz tog razloga potrebno je koristiti krovnu ventilaciju kojom se može izmijeniti i do 30% volumena zraka u tome prostoru. Izmjena zraka se radi po principu da se ulaskom hladnog zraka izvana on zagrijava čime mu se povećava kapacitet zadržavanja vlage s čime se pak snižava relativna vlaga u prostoru (Borošić i sur., 2011.).

Nadalje, sljedeći vrlo bitan mikroklimatski uvjet je temperatura (Borošić i sur., 2011.), a ona se razlikuje za različite stadije razvoja biljke:

1. za rast rajčice preko dana iznosi od 18 do 25 °C, za oblačnog vremena ona je nešto niža, dok je za sunčanog nešto viša, do otprilike 30 °C. Noćni optimum je od 15 do 16 °C
2. za cvatnju i oplodnju optimum je 25 °C i relativna vlažnost zraka oko 60 %. Međutim, zbog akumulacije topline tijekom ljeta, temperaturu nije moguće sniziti na optimalnu pa je stoga potrebno instalirati i sustave za zamagljivanje i zasjenjivanje.



Slika 4. Potreba rajčice za svjetlošću  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

Parađiković (2009.) navodi kako bi temperatura zraka u grijanim prostorima tijekom dana trebala biti u rasponu od 20 do 25 °C, a tijekom noći od 15 do 18 °C. Autorica nadalje navodi kako zaštićene prostore je potrebno redovito prozračivati.

## 2. TEHNOLOGIJA UZGOJA RAJČICE

### 2.1. Sadnja rajčice

Proizvodnja rajčice moguća je u grijanim i negrijanim zaštićenim prostorima te na otvorenom (slika 5.) iz presadnica ili direktnom sjetvom. Rokovima sadnje u zaštićenim prostorima prilagođuje se dospijevanje za tržište tako da ono bude prije ili nakon što za berbu dospijeva rajčica iz uzgoja na otvorenom. Rani uzgoj rajčice u grijanim prostorima povećava troškove proizvodnje, ali je i cijena rajčice veća jer dospijeva u ono doba godine kad je nema dovoljno (Parađiković, 2009.).



Slika 5. Rajčica na otvorenom uz primjenu jednoredne crne PE folije i sustav navodnjavanja "kap po kap"

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

Osim na golom tlu uzgoj rajčice u zaštićenim prostorima moguć je i na tlu prekrivenim čvrstim polietilenskim folijama. Uglavnom se koriste folije s donje strane crne, a s površinske strane bijele boje. Neprozirnost folije sprječava razvoj korova, a bijela boja reflektirajući svjetlo bolje osvjetljuje prizemne dijelove biljaka, pridonoseći boljoj fotosintezi. Folija sprječava evaporaciju (isparavanje) vode unijete u tlo cijevima s kapaljkama, a samo kretanje unutar zaštićenih prostora je čišće. Rajčica se u zaštićene prostore presađuje uglavnom u dvoredne trake razmaka redova 50 cm i razmaka između traka 100 cm, s razmakom presađenih biljaka u redu 40 do 50 cm. Takovim se načinom sadnje osigurava sklop od oko 2,5 – 3,5 biljaka/m<sup>2</sup> (Parađiković, 2009.).

Rajčicu je moguće sijati direktno u PVC lončice, tresetne kocke, lijehe, kontejnere ili Jiffi posude. Za sadnju rajčice koriste se razne kombinacije zrelog stajskog gnoja, zemlje i pijeska te gotovi supstrati (Klasmann supstrat, Brill supstrat i dr.). Presadnice rajčice (slika 6.)



za ranu proizvodnju, kao i za proizvodnju za plastenike, pikira se (slika 7.) kada biljka razvije 1 do 2 prava lista, obično 20 dana nakon sjetve, u plastične PVC lonce promjera 8 do 10 cm ili tresetne kocke dimenzije 10 x 10 cm (Parađiković, 2009.).



Slika 6. Presadnice rajčice

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

Sadnja presadnica obavlja se kad biljke razviju 5 do 6 listova pa sve dok se na njima pojave začeci prvih cvjetnih grančica (što se postiže za 40 do 60 dana od nicanja). Nepikirane se presadnice dan prije sadnje obilno zaliju da bi se lakše čupale, a presadnice u loncima ili kockama posljednja se 2 do 3 dana ne zalijevaju, da bi se lakše vadilo i da zemlja sa žila ne bi ispadala (Parađiković, 2009.) .



Slika 7. Pikirane presadnice

(Izvor: <http://www.ss-mareljkovicassb.skole.hr>)

U hidroponskom uzgoju koriste se cijepljene presadnice iz razloga što su one otpornije na stresne uvjete kao što su suboptimalne i visoke temperature, vodni stres i povećan salinitet. Isto tako, one su otpornije i na razne bolesti koje se mogu pojaviti iako se radi o uzgoju na sterilnim i inertnim supstratima. Još jedna od prednosti uzgoja cijepljenih presadnica je i uzgoj na dvije grane zbog čega se smanjuje potreban broj presadnica. Nedostatak ovakvog uzgoja je povećanje troškova proizvodnje iz razloga što je za ovakav uzgoj potreban dodatan ljudski rad, nadalje zbog dvostruko većeg broja uzgoja biljaka u početku i zbog dužeg razdoblja uzgoja cijepljenih presadnica zbog aklimatizacije (Borošić i sur., 2011.).

## 2.2. Njega rajčice

Kod uzgoja rajčice u zaštićenim prostorima iznad redova presađene rajčice postave se žice s kojih se na svaku biljku spušta vezivo i lagano priveže za stabljiku uz površinu tla. S porastom biljke stabljika se omata oko veziva. Kao i kod uzgoja sorata visoke stabljike na otvorenom, ostavlja se samo jedna stabljika, a iz pazuha listova redovito se odstranjuju zaperci kad narastu do dužine oko 5 cm. Tijekom vegetacije, stari neproduktivni listovi ispod ubranih etaža plodova se odstranjuju, a biljke se spuste da stabljika bez lišća priligne uz tlo. Kad biljka naraste do nosive žice može se prebaciti preko nje i tako nastaviti proizvodnju, ali u suvremenom načinu uzgoja za to se koriste vješalice na koje se namota 10 –15 m PVC veziva i kako biljka raste, plodonosi, a kako se odstranjuje list i skida plod, biljke se spuštaju te mogu postići dužinu i do 9 m, s ukupno 25 –30 etaža s plodovima (Parađiković, 2009.).

## 2.3. Zaštita rajčice

Prema Parađiković i sur. (2007.) primjeni bioloških preparata daje se prednost pogotovo kada su u pitanju zaštićeni prostori i organska proizvodnja zbog pojave rezistentnosti patogena i štetnika na pesticide, a posebno kod uzgoja povrća. Autori su istraživali utjecaj parazitske gljive (*Trichoderma harzianum*) za suzbijanje gljivičnih bolesti uzročnika polijeganja presadnica rajčice (*Pythium debarianum* i *Rhizoctonia solani*) i standardnog kemijskog pesticida. Istraživanje je postavljeno tako da je inokulacija supstrata obavljena izolatima fitopatogenih gljivica *Pythium debayianum* (izolat 62946) i *Rhizochtonia solani* (izolat 63002). Za suzbijanje bolesti primjenjen je biološki pripravak TRI 003 tvrtke Bio Works Inc. Geneve, NY, USA koji sadrži spore *Trichoderma harzianum* (T-22 izolat)  $1 \times 10^8$  po gramu

suhe tvari. Autori navode kako je pregledom biljaka nakon primjene fungicida uočeno da su tretmani s biološkim pripravkom TRI 003 rezultirali najvećim brojem zdravih biljaka. Nadalje kako su sve biljke bile zdrave, dolazi do razvijanja stabljike i prvog para pravih listova.

## **2.4. Gnojidba rajčice**

Prihrana rajčice u hidroponskom sustavu provodi se zajedno s navodnjavanjem pa je stoga ova važna agrotehnička mjera prikazana u dijelu navodnjavanja odnosno hranjive otopine.

## **2.5. Berba i skladištenje**

Ovakvim načinom uzgoja moguće je ostvariti, ovisno o kulturi koja se uzgaja, između 20-25 kg/m<sup>2</sup> kod tzv. cherry kultivara pa do 50 do 55 kg kod krupnijih kultura. Od samog početka sadnje pa do berbe obično je potrebno oko 80 do 100 dana, a berba najčešće počinje u travnju i traje do kraja listopada. Što se tiče stupnja zrelosti kod berbe, najbitniji elementi u tome su udaljenost tržišta i mogućnost plasmana pa se tako plodovi mogu iznimno skladištiti i do nekoliko dana (Borošić i sur., 2011.).

### **3. NAVODNJAVANJE RAJČICE**

Tehnika navodnjavanja rajčice ovisi o tome je li rajčica uzgojena na otvorenome polju ili u zaštićenim prostorima. Nadalje, je li rajčica uzgojena na tlu ili u supstratu. Bez obzira na metodu navodnjavanja i tehnologiju uzgoja rajčice prvi korak za uspješnu proizvodnju je analiza kvalitete vode za navodnjavanje.

#### **3.1. Navodnjavanje na otvorenome polju**

Na otvorenome polju rajčicu se najčešće navodnjava metodom kišenja, površinski te lokalizirano. Navodnjavanje kišenjem ili umjetno kišenje (slika 8.) je takav način dodavanja vode nekoj kulturi da se ona raspodjeljuje po površini terena u obliku kišnih kapljica, oponašanjem prirodne kiše. Voda se zahvaća na izvorištu crpkama i pod pritiskom (do 7 i više bara) se kroz sustav cjevovoda dovodi do proizvodnih poljoprivrednih površina gdje se pomoću rasprskivača (slika 9.) raspodjeljuje u kapljicama po navodnjavanoj površini. Učinkovitost navodnjavanja ovisi o tipu tla, odnosno njegovim infiltracijskim sposobnostima. Tan i sur. (2009.) u rezultatima svoga istraživanja navode povećanje uroda rajčice u navodnjavanjem uvjetima na lakšem tlu (42 do 47%) u odnosu na teže tlo (26 do 35%).

Izbor rasprskivača ovisi od kulture koja se navodnjava, infiltracijske sposobnosti tla te topografije terena. Za osjetljivije kulture kao što je rajčica upotrebljavaju se rasprskivači s malim i finim kapljicama. Kod navodnjavanja kišenjem od iznimne važnosti je uskladiti intenzitet kišenja rasprskivača sa infiltracijskom sposobnosti tla, kako ne bi došlo do zamočvarivanja.

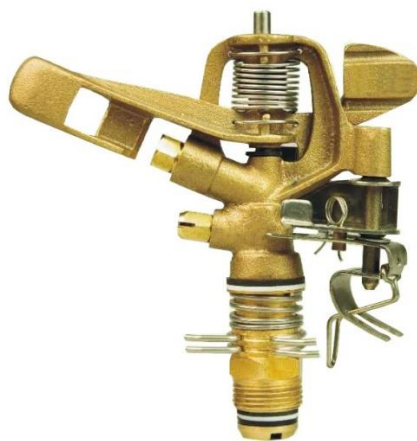
Prema saznanjima Tan i sur. (2009.) urod rajčice ne varira ovisno o metodi navodnjavanja. Autori su proveli istraživanje u kojem su rajčicu navodnjavali površinskom i podpovršinskom metodom. Proučavali su kako će metoda navodnjavanja utjecati na urod i kvalitetu ploda rajčice. Prosječan urod rajčice navodnjavana površinskom metodom bio je 35 do 37% viši u odnosu na kontrolni tretman (ne navodnjavan) dok je kod podpovršinske metode navodnjavanja urod bio viši za 43 do 47% premda ne statistički opravdano.

Lokalizirano navodnjavanje je metoda koja se češće primjenjuje u zaštićenim prostorima pa je stoga veća pozornost spomenutoj metodi dana u idućem poglavlju.



Slika 8. Sustav za navodnjavanje metodom  
kišenja

(Izvor: [www.agroklub.hr](http://www.agroklub.hr))



Slika 9. Rasprskivač

(Izvor: [www.hidroponika.rs](http://www.hidroponika.rs))

### 3.2. Hidroponski uzgoj rajčice

Zbog sve veće tržišne potražnje za svježim povrćem i ukrasnim biljem, u suvremeno doba često se odabire uzgoj u zaštićenim prostorima (slika 10.). Zaštićenim prostorima smatraju se svi oni prostori koji štite biljku od nepovoljnih klimatskih uvjeta, ograđeni i natkriveni na način da u njim prodira danje svjetlo. U njima je moguće mijenjati vegetacijske čimbenike kao što su toplina, volumni udio zraka i tla, svjetlo, vlaga zraka i tla, a temeljna svrha im je očuvanje topline koja se ili akumulira od svjetlosne energije Sunca ili se uvodi raznim sustavima grijanja. Najvažnija zadaća ovakvog uzgoja bilja je omogućiti svježe plodove potrošaču u bilo koje doba godine (Benko i Fabek, 2011., Borošić i sur., 2011.).

Iako je uzgoj u zaštićenim prostorima iskoristiv upravo iz razloga što je određena kultura dostupna potrošačima tijekom cijele godine, s druge strane ovakav uzgoj je ograničen iz razloga što je tlo opterećeno neprestanim uzgojem na način da se smanjuje njegova plodnost te je kultura izloženija štetočinama. Zbog toga se često u zaštićenim prostorima pribjegava tzv. hidroponskom uzgoju koji regulira razinu hranjivih tvari u području korijena i reducira pojavu štetočina (Benko i Fabek, 2011., Borošić i sur., 2011.).

Prema Benko i Fabek (2011.) hidroponskim uzgojem smatra se onaj uzgoj bilja za koji nije potrebno tlo. U širem smislu, to je uzgoj bilja koji se odvija u zaštićenom prostoru ili na otvorenom polju, na inertnoj podlozi kroz koju se propušta vodena otopina potrebnih biogenih elemenata potrebnih za normalnu ishranu biljke, a u užem smislu to je sustav uzgoja bilja u

vodi u kojoj su otopljene soli biogenih elemenata (naziva se vodena kultura). Sam naziv ovog uzgoja dolazi od grčkih riječi *hydor* koja označava vodu te *ponos* koja označava rad, tj. posao.

U posljednje vrijeme se često postavlja pitanje kakvoće i nutritivnog sastava povrća proizvedenog u „soilless“ sustavima. Potrebno je naglasiti kako rezultati višegodišnjih ispitivanja biokemijskog sastava rajčice nisu pokazala znatnije razlike u kvaliteti ploda proizvedenog u tlu ili supstratu. Đurovka (2006.) još navodi kako prema istraživanjima u Nizozemskoj rajčica uzgojena u kockama kamene vune ima jednak nutritivni sastav kao i rajčica uzgojena u polju, ali ima produljeni vijek trajnosti plodova. Prema rezultatima istraživanjima Dobričević (2003.) vidljivo je kako dvanaest kultivara rajčice uzgojenih na kamenoj vuni zadovoljavaju kvalitetom, a kultivari su se međusobno razlikovali sadržajem vitamina C, suhe tvari i ukupne kiselosti. Međutim često su prisutne primjedbe na ukus ploda rajčice uzgojene u supstratu. Plastičan i umjetan okus rezultat je izbora sorte i težnje uzgajivača za uzgojem sorti s produženom i postepenom zriobom ploda i nakon berbe i velikom čvrstoćom koja omogućuje dobar transport ploda (Đurovka i sur., 2006.).

Kvaliteta ploda rajčice, odnosno biokemijski sastav ovisi o pristupačnosti hraniva i uvjetima uzgoja koji omogućuju optimalnu fotosintezu. Za rajčicu važan je sadržaj vitamina i karotenoida, a njihova sinteza ovisi o nakupljenom šećeru u listovima gdje se i biosintetizira u vitamin C koji se zatim transportira u plod (Đurovka i sur., 2006.). Najviše vitamina C se sintetizira u listovima oko ploda, a najmanje u donjim listovima i stoga je njih potrebno ukloniti.

Sadržaj vitamina, likopena, limunske i jabučne kiseline i naravno na prvom mjestu prirod kod rajčice se može povećavati mineralnom ishranom. Posebno je važna uloga P i K kao i odnos N:K. Međutim navedena svojstva su ipak pod većim utjecajem mikroklimatskih uvjeta u plasteniku ili stakleniku (Đurovka i sur., 2006.). Dakle, pravilnim izborom sorti uz optimalne uvjete i pravilnom ishranom koja zavisi od sorte, faze rasta i razvoja mogu se dobiti kvalitetniji plodovi rajčice i postići znatno veći prirod u zaštićenom prostoru u odnosu na uzgoj na otvorenom polju.



Slika 10. Staklenik za hidroponski uzgoj rajčice  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

### 3.3. Supstrati u hidroponskom uzgoju rajčice

Za sadnju presadnica najviše se koriste supstrati kamena vuna i kokosova vlakna koji se pakiraju u polietilenske vreće. Vreće su specifičnog izgleda, naime, proizvode se na način da je unutarnja strana vreće crne boje, što sprječava razvoj algi, dok je vanjska strana bijele boje iz razloga što bijela boja reflektira svjetlo za vrijeme zimskih mjeseci i istovremeno sprječava pretjerano zagrijavanje korijena i cijelog područja oko korijena za vrijeme ljetnih mjeseci (Borošić i sur., 2011.).

Kačić i sur. (2009.) proučavali su utjecaj različitih supstrata na porast presadnica rajčice. U istraživanju su koristili sljedeće supstrate: ilovača (mješavina tla i razgrađenog organskog gnojiva 50 : 50; treset (100%); mješavina ilovače i treseta (50 : 50). Nadalje u istraživanju su korišteni sljedeći kultivari rajčice: Graziella, Big Beef and Amati. U rezultatima istraživanja autori navode kako su kod hibrida Graziella zasađenog na supstratu mješavine tla i organskog gnojiva zabilježeni najbolji kvantitativni parametri (dužina internodija, masa zelene stabljike, visina stabljike, dužina korijena, masa korijena). Autori ističu zanimljive rezultate kultivara Big Bef kod kojega je zabilježen najniži rezultat duljine internodija te pojašnjavaju kako je kultivar rajčice Graziella pogodan za uzgoj na različitim supstratima za razliku od spomenutog Big Bef kultivara koji ima specifične zahtjeve prema supstratu.

Kod hidroponskog uzgoja kulture se uzgajaju na supstratima ili bez njih. U uzgoju sa supstratima koriste se inertni supstrati koji se ne razgrađuju, ne otapaju i bitno ne mijenjaju sastav hranjivih otopina. Isto tako, oni trebaju imati određena fizikalna i kemijska svojstva. Bitna kemijska svojstva su inertnost i sterilnost, a fizikalna odgovarajući kapacitet za zrak, tj.

kisik, visoki kapacitet za vodu, tj. hranjivu otopinu te dobru dreniranost. Postoje dva načina postavljanja supstrata; supstrat može biti postavljen ili u polipropilenske kanalice koje su smještene na tlu i pokrivene crno-bijelom folijom ili na viseće nosače naziva „gutter“ koji su postavljeni 50 do 70 cm iznad tla. Primjena ruba nosača i kanalica je u tome što oni služe za otjecanje procijeđene hranjive otopine do sabirnih spremnika, koje se osigurava padom od 0,5 % po dužini objekta (Borošić i sur., 2011.).

Za hidroponski uzgoj supstrati su podijeljeni po podrijetlu na anorganske, organske i sintetske supstrate (Borošić i sur., 2011., Enzo i sur., 2001.). U proizvodnji najčešće su korišteni slijedeći anorganski supstrati: silikatni pijesak i šljunak, perlit, kamena vuna i vermikulit. Kamena vuna je supstrat s najpovoljnijim fizikalnim svojstvima i najrašireniji supstrat u Hrvatskoj. Nalazi se u suhom stanju zbog male volumne mase pogodne za manipulaciju. Ima visoku ukupnu poroznost, te dobar kapacitet za vodu i zrak. Blage je alkalne reakcije (pH 7,0 do 7,5). Kamena vuna je prirodni materijal dobiven termičkom obradom stijena vulkanskog porijekla, koje se uz dodatak kokosa i vapnenca tale i dorađuju do konačnog proizvoda, koji pod utjecajem visokih temperatura dobiva vlaknastu strukturu (Lojna, 2009.).

Od organskih supstrata u upotrebi su najčešće: treset koji je najstariji i najvažniji organski supstrat koji se dobiva iz ostataka Sphangum mahovina. Karakteriziraju ga dobra struktura i dreniranost. Dijelimo ga na bijeli i crni treset, zavisno o stupnju raspadnutosti. Bijeli treset ima izrazito veliku moć upijanja i veliku kiselost. Njegova pH vrijednost se proteže između 3,5 i 4,2. Zato što sadrži vrlo malo hranjivih tvari, poboljšava vodni režim i zračnu propusnost tla, te zakiseljava alkalna tla. Crni treset u sebi sadrži veće količine mineralnih tvari, koje su pogodne za rast biljaka. Njegov pH se proteže od 6,5 do 7,2 pa prema tome možemo vidjeti da je pogodan za uzgoj biljaka kojima odgovaraju neutralna ili slabo alkalna tla. Zatim su u upotrebi često vlakna kokosova oraha koja u suhom su stanju kao i kamena vuna zbog male volumne mase pogodne za manipulaciju. Također ima visoku ukupnu poroznost te dobar kapacitet za vodu i zrak. Odgovarajuće je pH vrijednosti od 5,0 do 6,0. Bogat je hormonima i steriliziran vodenom parom pod tlakom, a to osigurava idealne uvjete za ukorjenjivanje te štiti od uzročnika biljnih bolesti. Kokosova vlakna su potpuno obnovljiv resurs, a najpopularniji na tržištu su prešani blokovi koji zahtjevaju natapanje u vodenoj otopini prije uporabe (Roberto, 2005.). Prema podacima iz 2004. godine u Hrvatskoj se trenutno koristi 3,75 l kamene vune po biljci (Borošić i sur., 2004.).

Parađiković (2009.) navodi važne razlike između organskih i anorganskih supstrata. Anorganski supstrati imaju malu sposobnost izmjene kationa dok se organski supstrati odlikuju



dobrom retencijskom sposobnošću. Kamena vuna, slabo alkalne reakcije ima retencijski kapacitet oko 80%. Nema pufersku sposobnost tako da se pH može lako spustiti na željenu vrijednost. Omogućuje lakšu kontrolu uzgoja, manji korijenov sustav, ekonomično trošenje hraniva, mogućnost reciklaže nakon korištenja. Organski supstrati kao što su kokosova vlakna imaju posebno dobro svojstvo zadržavanja hranjive otopine. Omogućuju lagan rast i dobro širenje korjenovog sustava. Drenaža je bolja nego kod treseta jer je bolja poroznost kokosovog vlakna. Manje se skuplja i otporna je na zbijanje. Kapacitet izmjene kationa gotovo je jednaka kao kod treseta, ali je razlaganje sporije i nema korova te patogena.

Ranije objavljena istraživanja ukazuju na variranje uroda, kvalitativnih i kvantitativnih svojstava rajčice u odnosu na tip supstrata. Prema Borošiću (2004.) prirod rajčice u kokosovim vlaknima i ekspanziranoj glini je bio za 8,7% manji u odnosu na kamenu vunu. Ondrašek (2008.) u rezultatima svog istraživanja navodi kako je najveći prirod rajčice postignut na kockama kamene vune. Nadalje autori navode kako je provođenje jednakog programa fertigacije rezultirao različitim sadržajem hranjiva i potrošnje vode isto kao i prirodnom rajčice u različitim supstratima. Najbolja vodna svojstva, najmanji gubitak hraniva curenjem i najveći prirod zabilježen je kod kamene vune, dok je najveća drenaža i gubitak hraniva izražen kod perlita. Benko (2004.) u rezultatima svog istraživanja navodi kako je na prirod rajčice uzgajane u grijanim plastenicima utjecao odabir supstrata, volumen supstrata po biljci i broj navodnjavanja. Prema rezultatima istraživanja Ondrašeka (2004.) najveću potrošnju vode u proizvodnji rajčice od 9111 m<sup>2</sup> imala je kamena vuna (Grodan) u odnosu na perlit i treset. Isti autor navodi kako je najmanju potrošnju vode imao perlit s 8661 m<sup>2</sup>.

Kod hidroponskog uzgoja bez supstrata, hidroponi osiguravaju hranjivu otopinu korijenu biljke uz dovoljno kisika za rast korijena. Tehnike koje se provode kod ovakvog uzgoja su:

- Tehnika hranjivog filma – „nutrient film tehnic“ NFT; kod ove tehnike aerirana hranjiva otopina, visine do 1 cm, stalno teče u plitkim kanalima; ovakav sustav je reciklirajući zato što se hranjiva otopina prije vraćanja u sustav sterilizira.
- Aeroponika – korijen biljke je u zraku tamnog prostora; hranjivu otopinu korijen dobiva u obliku aerosola (magle), što ga čini stalno vlažnim. Prilikom pada, hranjiva otopina se vraća u spremnik i sterilizira.
- Plutajući sustav kontejnera i ploča (plutajući hidropon) – tehnika uzgoja kod koje se biljka nalazi na aeriranoj hranjivoj otopini u bazenima (Borošić i sur., 2011).

Precizno dodavanje vode i hraniva predstavlja izazov u hidroponskoj proizvodnji jer je cilj štedjeti vodu, izbjeći nepotrebne troškove te smanjiti gubitke nastale nepravilnom

gnojdbom, a time smanjiti i negativan učinak na okoliš. Na posljetku važno je udovoljiti potrebama biljaka za vodom i hranivima jer je cilj svake proizvodnje postizanje visokih prinosa i plodove što bolje kakvoće.

Navodnjavanje rajčice u hidroponskom uzgoju odvija se zajedno s prihranom (fertigacija). Sustav se sastoji od lateralnih cijevi promjera 20 mm s kapaljkama kapaciteta 2 ili 4 l/h i kapaljki promjera 3/5 mm. Prije upotrebe sustava za navodnjavanje potrebno je kroz njega pustiti čistu vodu kako bi se isprale sve moguće nečistoće, a sam sustav je potrebno uključiti dan prije planirane sadnje i potrebno je supstrat natopiti hranjivom otopinom. Kočke kamene vune u kojima su presadnice, postavljaju se na kvadratne otvore na gornjoj plohi supstrata. Samo dno kočke mora biti čvrsto i potrebno je da u potpunosti pokriva površinu otvora. Nakon toga, u kočke se okomito utiskuju nosači kapaljki za fertigaciju, a ukoliko su u kocki dvije presadnice, tada se u nju utiskuju dva nosača s kapaljkama. Nekoliko dana poslije postavljanja kapaljki potrebno je na bočnim stranama supstrata napraviti dva horizontalna proreza. Naime, u to vrijeme korijen počinje probijati iz kočke u supstrat pa je potrebno napraviti proreze kako bi kroz njih otjecao višak hranjive otopine (Borošić i sur., 2011.).

Utjecaj sustava za navodnjavanje na biomasu rajčice česta je tema znanstvenih istraživanja. Schober i sur. (2008.) proučavali su utjecaj različitih normi navodnjavanja rajčice sustavom „kap po kap“ na porast biomase. Tretmani navodnjavanja bili su kako slijedi: kontrola, navodnjavanje koje je prekinuto 25 dana prije berbe i visok sadržaj vode u tlu. Zabilježene su statistički opravdane razlike u masi ploda i prinosu rajčice po tretmanima navodnjavanja. Najveća masa ploda i prinos rajčice ostvaren je na tretmanu navodnjavanja sa visokim sadržajem vode u tlu.

Voda koja se upotrebljava u sustavu „kap po kap“ mora imati odgovarajuća svojstva u pogledu kvalitete. Najkvalitetnija voda za navodnjavanje je kišnica ili bilo koja druga meka voda (Đurovka, 2006.). Prije uporabe vode za navodnjavanje potrebno je izvršiti kemijsku analizu koju je potrebno ponoviti tijekom vegetacije. Problem predstavlja povećana količina soli koja dovodi do zaslanjivanja supstrata i začepljenja sapnica, stoga je potrebno provoditi ispiranje. Pored tehničkih problema, povećana količina minerala narušava pravilnu ishranu rajčice. Posebno je štetna voda s povećanom količinom K, Na, Mg i Ca. Pravilo je da sadržaj mikro i makrohraniva u vodi bude manji od sadržaja u hranjivoj otopini (Parađiković, 2009.).

U pogledu kvalitete vode za navodnjavanje važan je pH vode koje bi trebao iznositi u granicama od 6 do 7 pH jedinica (Parađiković, 2009.). pH reakcija utječe na pristupačnost hraniva (Fe, B), a važno je naglasiti kako je veličina kojom se može manipulirati tijekom vegetacije, prilagođava potrebama biljke. Jedan od najčešćih problema koji se javljaju kod vode

za navodnjavanje je povećan sadržaj soli. Sadržaj topivih soli u supstratu kontrolira se pomoću EC metra (Electrical conductivity) (slika 11.) koji mjeri mogućnost otopine da provodi električnu energiju.



Slika 11. EC metar

(Fotografija: Marković M.)

EC vrijednost stavlja se u korelaciju s koncentracijom soli odnosno iona u vodenoj otopini i prema Heinen i sur. (2002.) uz količinu vode i hraniva predstavlja najvažniju varijablu u hidroponskoj proizvodnji. Autori navode kako se sniženje uroda može očekivati i kod visoke ( $>4 \text{ dS m}^{-1}$ ) i niske EC ( $<2 \text{ dS m}^{-1}$ ) vrijednosti. Kod niske EC vrijednosti u supstratu, odnosno u vodenoj otopini nema dovoljno hraniva što ima za posljedicu manju količinu usvojenih hranjiva i sniženje uroda. Kod visoke EC vrijednosti hraniva ima dovoljno, međutim zbog vezivanja vode na ione dolazi do solnog udara odnosno biljka nije u mogućnosti usvojiti vodu iz supstrata i vene. Navedeno je potvrđeno istraživanjem Heinen i sur. (2002.). Autori su proučavali površinu lista te masu zelenih i sušenih biljaka rajčice, usvajanje vode i hraniva u odnosu na količinu dodanih hraniva te učestalost fertigacije te različitih EC vrijednosti na kamenoj vuni. Najveća lisna površina i masa zelene biljke ostvarene su kod EC vrijednosti između 2 i  $4 \text{ dS m}^{-1}$ . Najbolje usvajanje vode je pri vrijednosti  $2 \text{ EC dS m}^{-1}$ . Autori zaključuju slijedeće: kod niske EC vrijednosti ( $<2 \text{ dS m}^{-1}$ ) je manje usvajanje hraniva što rezultira manjom koncentracijom hraniva u biljci dok kod visoke EC vrijednosti ( $>4 \text{ dS m}^{-1}$ ) manje je usvajanje vode (osmoza).

EC vrijednost može poslužiti kao parametar za određivanje trenutka početka navodnjavanja. Saha i sur. (2008.) proučavali su različite varijante EC hranjive otopine i sadržaja vode (%) u kamenoj vuni kod hidroponskog uzgoja rajčice. Varijante su bile kako slijedi: %  $<70\%$  ili EC  $>1,4$  (T1); %  $<70\%$  ili EC  $>1,7$  (T2); %  $<80\%$  ili EC  $>1,4$  (T3); %  $<80\%$  ili EC  $>1,7$  (T4). U rezultatima istraživanja autori navode bolje ostvarene rezultate na T1

i T2 u odnosu na ostale. Zamijećen je bolji rast korijena na spomenutim tretmanima što povezuju s manjim gubitkom hraniva drenažnom vodom. Nadalje biljke na T1 i T2 tretmanima imale su finije korijenove dlačice, učinkovitiju fotosintezu i stopu transpiracije, zatim veći urod i učinkovitost navodnjavanja.

Vodena otopina (hranjiva otopina) ima mjerljiv EC no to ne mora značiti da voda sadrži hraniva koja su potrebna biljci. U praksi se najčešće polazi od vrijednosti: EC 1 mS cm<sup>-1</sup> jednak je 1 g soli u litri vode.

Povećanjem EC-vrijednosti hranjive otopine do određene razine, moguće je poboljšanje kvalitete hidroponskih plodova rajčice. Dodavanje NaCl-a u hranjivu otopinu, uz povećanje EC-vrijednosti, može uzrokovati razlike u mineralnom sastavu ploda (Erhatic-Sukalić i sur., 2008.). Provedeno je istraživanje u kojem je praćen utjecaj povećane koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini (0,05, 0,125 i 0,2 %), na sadržaj biogenih makro-elemenata u plodovima rajčice, u odnosu na hranjivu otopinu bez NaCl-a. Autori (Erhatic-Sukalić i sur., 2008.) u rezultatima svoga istraživanja navode slijedeće: koncentracija NaCl-a nije značajno utjecala na količinu dušika, dok je povećana koncentracija rezultirala opravdanim smanjenjem sadržaja kalija i fosfora te povećanjem sadržaja željeza u plodu rajčice. Zaključuje se da povećanje koncentracije NaCl-a u hranjivoj otopini različito utječe na usvajanje pojedinog hraniva.

Parađiković (2009.) navodi kako prilikom povećane koncentracije soli dolazi do solnog udara jer biljka nije u mogućnosti usvojiti vodu. Rajčica u odnosu na drugo povrće dobro podnosi povećan sadržaj soli.

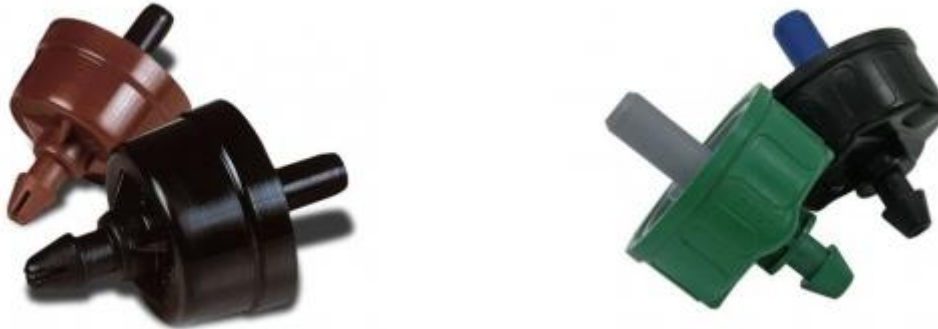
Sofisticirani sustavi za navodnjavanje i intenzivna hidroponska proizvodnja zahtijevaju kontinuirano praćenje sadržaja vode u supstratu odnosno potrebe biljke za vodom. Vlažnost supstrata najčešće se mjeri pomoću tenziometra. Sadržaj vode u supstratu je promjenjiva veličina i stoga procjena potrebe za navodnjavanjem predstavlja složen problem. Količina vode za povrćarske kulture se određuje prema starosti korijena odnosno razvojnoj fazi same biljke (Parađiković, 2009.).

### *Kapaljke*

Kapaljka je otvor na kojem je reducirani radni tlak iz cijevi i u obliku kapljice ispušta vodu na ili u supstrat. Dobrim kapaljka smatraju se one koje osiguravaju mali ujednačeni tok vode ili kapanje s konstantnim istekom, koji značajno ne varira na površini pod sustavom. Konstruirano je i proizvedeno više tipova kapaljki s ciljem da nisu skupe, da su pouzdane i da osiguravaju ujednačeno kapanje. Neki od osnovnih tipova kapaljki (Romić i Tomić, 1988.) su: kapaljke na principu laminarnog toka vode (mikrocijevi), kapaljke na principu turbulentnog

toka (labirinta), kompenzirajuće kapaljke ili kapaljke na principu izjednačavanja tlaka, samoispirajuće kapaljke.

Obzirom na mjesto instaliranja kapaljki na lateralnim cijevima razlikujemo kapaljke ugrađene u cijevi, na njih i dodane ili postavljene na cijev. U posljednje vrijeme na tržištu se pojavljuju i trake s ugrađenim kapaljkama. Neki od tipova kapaljki prikazani su na (slici 12.).



Slika 12. Kapaljke sa fiksnim protokom i sa regulacijom čišćenja

(Izvor: <http://www.agroaqua.com/sistemi-za-navodnjavanje-kap-po-kap/>)

### *Filteri*

Jedan od najznačajnijih problema navodnjavanja kapanjem je začepljenje kapaljki, bilo mehaničko ili kemijsko. Začepljenje kapaljki je izravno povezano s kakvoćom vode za navodnjavanje, te s njezinim fizikalnim, kemijskim i mikrobiološkim čimbenicima. Sva su tri čimbenika i međusobno povezana. Zbog toga prije instaliranja kapaljki preporučeno je učiniti analizu kakvoće vode (Romić i Tomić,1988.).

Filteri sprječavaju mehaničko začepljenje kapaljki, a na temelju analize vode odabire se odgovarajući tip filtera (slika 13.):

- Šljunkovito/pjeskoviti filteri koriste se za taloženje pjeskovitih čestica i algi iz vode za navodnjavanje. Voda prolazi kroz više slojeva koje izmjenično čine pijesak i šljunak. Prednost ovog filtera je u tome što je relativno jeftin, a može biti naročito učinkovit kao prefilter za jako onečišćenu vodu.

- Kod mrežastih se filtera, mrežice, izgrađene od nehrđajućeg čelika, koriste kao brana prolasku krupnijih čestica pijeska i praha u sustav za navodnjavanje.
- Diskosni filteri predstavljaju seriju diskova spojenih u cjelinu koji sprječavaju prolaz krupnijim organskim ili anorganskim česticama dispergiranih u vodi za navodnjavanje.
- Hidrociklički je filter konusnog oblika, širi na vrhu, a radi na principu centrifugiranja. Hidrociklički filteri uklanjaju suspendirane čestice uslijed veće specifične težine od vode (Romić i Tomić,1988.).

Filterima je moguće spriječiti mehaničko začepljenje kapaljki. Međutim, kroz filtere povremeno prolaze sitnije čestice koje se mogu akumulirati u cijevima. Tijekom rada sustava u sezoni navodnjavanja povremeno je potrebno ispirati cijevi, jednostavno otvaranjem i ispuštanjem mlaza vode.



Slika 13. Različiti tipovi filtera

(Izvor: <http://www.agrogas.co.rs>)

Osim mehaničkog kapaljke su podložne i kemijskom začepljenju. Ono se javlja kao posljedica stvaranja netopivih soli na samom otvoru ili unutar kapaljke. Taloženjem (precipitacijom) soli kalcija, magnezija, željeza ili mangana, smanjuje se učinkovitost cijelog sustava. Odgovarajuće rješenje mogućeg začepljenja kapaljki moguće je dati tek nakon analize kemijskog sastava vode za navodnjavanje. Jedan od mogućih načina sprječavanja taloženja karbonata jest kontroliranje pH vode. Mogućnost precipitacije karbonata iz vode povećava se i s povećanjem temperature. Sustavi za navodnjavanje su često izloženi izravnoj sunčevoj svjetlosti, čime se voda unutar sustava može zagrijati i do 50°C. Jedan od učinkovitih načina sprječavanja taloženja karbonata iz vode jest smanjivanje pH dodavanjem kiseline. Međutim, postupak zahtijeva veliku pozornost, jer, osim što je dodavanje suviška kiseline neekonomično,

ona može izazvati oštećenje osobito metalnih dijelova sustava. Kontaminiranje vode bakterijama i algama, posebno iz površinskih izvora, može također uzrokovati začepljenje dijelova sustava ili njihovo oštećenje korozijom. Navedeni procesi mogu se uspješno sprječavati kloriranjem vode. Organska tvar može se ispirati vodom ili komprimiranim zrakom. Alge i mikroorganizmi mogu proći kroz filtre i razvijati se u sustavu, a što se sprječava kloriranjem (Romić i Tomić,1988.).

U daljnjem tekstu navedene su neke od prednosti i nedostataka sustava za navodnjavanje kapanjem prema Kosu, (1987.) :

- štedi vodu, ušteda se postiže time da se navodnjava samo dio ukupne površine, manji su gubici isparavanjem, a primjenom manjih količina vode manjeg intenziteta smanjeno je površinsko otjecanje. Manji su i gubici vode pod utjecajem vjetra.
- povećava prinos, učestalije dodavanje vode smanjuje mogućnost vodnog stresa biljke što se odražava na rast i razvoj, a time i na prinos uzgajane kulture.
- smanjena opasnost od zaslanjivanja, češće navodnjavanje utječe na smanjenje koncentracije soli u tlu, uklanja mogućnost izravnog oštećenja lista visokim koncentracijama soli, ispire soli na rubove rizosfere.
- omogućava primjenu kemikalija, ovakav sustav omogućava primjenu kemikalija (gnojiva, herbicida, insekticida, fungicida, nematicida, regulatora rasta) zajedno s vodom, što ima prednost i s ekonomskog i ekološkog stajališta.

Primjerice, primjenom gnojiva kroz sustav smanjuje se njihova količina budući da se ona dodaju ciljano samo u zonu korijena, doziranje se provodi prema potrebama biljke, višekratna primjena smanjuje mogućnost njihovog ispiranja.

- ograničava rast korova, reducira se rast korova na dijelu nenavodnjavane površine, što ujedno smanjuje i potrošnju vode. Filtriranjem vode smanjuje se donos sjemenki korova vodom. Međutim, može se i potaknuti rast korova u zoni vlaženja, a i to se učinkovito može rješavati primjenom selektivnih herbicida kroz sustav.
- smanjuje se potrebna energija, cijena energije za pokretanje pumpi je manja, jer je radni tlak ovog sustava relativno nizak u usporedbi s drugim načinima i sustavima navodnjavanja pod tlakom. Efikasnost ovog navodnjavanja je veća te se ono može

uspoređivati i sa površinskim navodnjavanjem budući da se pumpa značajno manja količina vode.

- smanjuje se radna snaga, sustav se može automatizirati što izravno smanjuje potrebu za radnom snagom.
- uvođenje suvremenih proizvodnih postupaka.

Nedostaci sustava na navodnjavanje kapanjem su sljedeći:

- začepljenje, potpuno ili djelomično začepljenje unutar sustava ili kapaljki jedan je od najvećih problema navodnjavanja „kap po kap“. Začepljenje će nepovoljno utjecati na ujednačenost primjene vode i kemikalija.
- oštećenja, većina dijelova izrađena su od plastičnih materijala koji mogu biti oštećeni glodavcima, nepažljivim rukovanjem ili mehanizacijom.
- akumulacija soli u blizini korijena, primjenom jako zaslanjene vode visoke koncentracije soli akumuliraju se na površini ili na rubnim dijelovima vlažne zone. Akumulacija soli od prethodnog navodnjavanja može onemogućiti klijanje ili nicanje nove biljke.
- ograničava razvoj korjenovog sustava, vlaženjem samo dijela tla potencira razvoj korijena unutar zone vlaženja što može uzrokovati čak i narušavanje statike biljke ili potrebu za korištenjem potpornja.
- cijena koštanja, početna cijena koštanja je viša u odnosu na neke druge metode i načine. Cijena ipak znatno ovisi o kulturi koja se navodnjava, opremi koja se ugrađuje i stupnju automatizacije. Cijena koštanja je vrlo važna budući da je navodnjavanje i ekonomska kategorija (Kos, 1987.).

### *Hranjiva otopina*

Hranjiva otopina kod hidroponskog uzgoja povrća, pa tako i kod uzgoja rajčice pruža potrebne elemente za razvoj biljke gdje značajnu ulogu ima kvaliteta vode. Zbog pH-vrijednosti



vode koja se koristi u pripremi hranjive otopine, ponekad je potrebno koristiti kiseline kako bi se pH-vrijednost regulirala. Naime, ukoliko je pH vrijednost prevelika potrebno ju je smanjiti dodavanjem kiselina. Optimalna pH vrijednost hranjive otopine iznosi od 5,5 do 6,5. U zaštićenim prostorima veliku ulogu igraju računala uz pomoć kojih se upravlja mikroklimom prostora, kao što su temperatura, relativna vlažnost zraka, svjetlost i količina hranjive otopine odnosno vode koja je dodana biljkama.

Sustav za fertigaciju sastoji se od spremnika (slika 14.) u kojima se hranjiva otopina razrjeđuje i miješa te se šalje ili u veliki spremnik otopine ili do biljke. Hranjiva otopina priprema se iz tri spremnika, koji sadrže 100 puta koncentriranu otopinu:

1. Spremnik A:  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , Fe-helat (FeEDTA),  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{MoO}_3$
2. Spremnik B:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
3. Spremnik C:  $\text{HNO}_3$

EC-vrijednost i pH potrebno je svakodnevno kontrolirati u glavnom spremniku i zoni korijena kako bi se periodičkim sakupljanjem rezultata napravili prosječni uzorci za određeno razdoblje koji se nakon toga minimalno jednom mjesečno šalje na laboratorijsku analizu sastava. Naime, svakodnevno kontroliranje i laboratorijska analiza potrebni su kako bi se znalo je li potrebna određena korektura samog sastava hranjive otopine (Borošić i sur., 2011).



Slika 14. Spremnici za pripremu hranjive otopine  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

Na tržištu je velika ponuda proizvođača mineralnih gnojiva posebno formulirana za uzgoj povrća hidroponskom tehnologijom. Jedan od najpoznatijih proizvođača je izraelska

tvrtka Haifa koja daje gojidbene preporuke za proizvodnju rajčice kako je prikazano u tablici 1.

Tablica 1 . Preporuka ishrane rajčice fertigacijom (Đurovka, 2006.)

| Fenofaza                                     | Potrebna količina hraniva<br>g/m <sup>2</sup> /dan |                               |                  |     |      | Preporučena vodotopiva gnojiva<br>g/m <sup>2</sup> /dan |         |    |                  |     |     |
|--|--|-------------------------------|------------------|-----|------|---|---------|----|------------------|-----|-----|
|  | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO  | 20:20:20  | 16:8:32 | AN | K <sub>2</sub> O | Ca  | Mg  |
| <b>Presadivanje</b>                          | 0.1  | 0.1                           | 0.1              |     |      | 0.5   |         |    |                  |     |     |
| <b>Vegetativni porast - cvatnja</b>          | 0.3  | 0.3                           | 0.3              | 0.1 |      | 1.5   |         |    |                  | 0.5 |     |
| <b>Cvatnja – zametanje II. cvjetne grane</b> | 0.3  |                               | 0.45             | 0.1 | 0.05 |   |         | 1  | 1                | 0.5 | 0.2 |
| <b>Rast plodova – zrenje/berba</b>           | 0.3  | 0.15                          | 0.6              | 0.1 | 0.05 |   | 2       |    |                  | 0.5 |     |

Brojna istraživanja prikazuju važnost i učinkovitost pravilne gnojidbe na urod i kvalitetu ploda rajčice. Primjerice, nedostatak Ca uzrokuje vršnu trulež ploda, a indirektno je povezan s većim brojem čimbenika uključujući prezasićenost supstrata solima, visok sadržaj Mg<sup>+</sup> iona te NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i K<sup>+</sup> te nepovoljan vodni režim supstrata (ili tla). Parađiković i sur. (2010.) proučavali su utjecaj različitih oblika (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) i količine dušičnog gnojiva na urod i kvalitetu ploda rajčice uzgojene u zaštićenom prostoru. Rajčica je gnojena navedenim oblicima dušičnog gnojiva kako slijedi: 300, 500, 800 mg N po biljci u tjedan dana.

U rezultatima istraživanja autori navode kako je koncentracija Ca u lišću rajčice ovisila o visokoj temperaturi zraka te obliku dušičnog gnojiva što je u uskoj povezanosti s pojavom vršne truleži ploda (BER – blossomendrot). U pogledu količine gnojiva autori navode kako kod primjene 300 mg N nije uočena spomenuta bolest dok je kod 500 mg N uočena na nekoliko biljaka. Nadalje autori naglašavaju kako je najniži urod rajčice ostvaren kod gnojidbe rajčice 800 mg N (NH<sub>4</sub>-N) i pri visokoj temperaturi zraka. U tablici 2. možemo vidjeti preporučeni sastav hranjive otopine u spremnicima i u samoj zoni korijena.

Horvat i sur. (2010.) navode kako na bioaktivne i nutritivne sastojke ploda rajčice utječe genetski sastav biljke i uvjeti u kojima se ona uzgaja. Njihovo istraživanje imalo je za cilj utvrditi utjecaj različite razine prihrane i vrste malča na koncentraciju likopena, askorbinske kiseline, glukoze, fruktoze i saharoze u plodu rajčice. U rezultatima svoga istraživanja autori navode kako se povećanjem razine prihrane i korištenjem crnog PE malča povećao isadržaj likopena u plodu rajčice. Na sadržaj askorbinske kiseline nije utjecala prihrana, ali je primjena crnog PE malča smanjila njen sadržaj. Povećanjem doze prihrane povećao se sadržaj svih

istraživanih šećera u plodu. Najveći sadržaj fruktoze i glukoze zabilježen je na golom tlu, a saharoze u plodovima rajčice uzgajane na crnom PE malču.

Tablica 2. Preporučeni sastav hranjive otopine za rajčicu (Sonneveld, 1991, prema Adams, 2002)

| Hranivo                           | Spremnik            |                   | Zona korijena       |                   |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|                                   | mmolL <sup>-1</sup> | mgL <sup>-1</sup> | mmolL <sup>-1</sup> | mgL <sup>-1</sup> |
| NO <sub>3</sub> -N                | 13,75               | 193               | 17,0                | 228               |
| NH <sub>4</sub> -N                | 1,25                | 17,5              | <0,5                | 7                 |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> -P | 1,25                | 39                | 0,7                 | 22                |
| SO <sub>4</sub> -S                | 3,75                | 120               | 5,0                 | 160               |
| K                                 | 8,75                | 342               | 7,0                 | 274               |
| Ca                                | 4,25                | 170               | 7,0                 | 280               |
| Mg                                | 2,0                 | 48                | 3,5                 | 85                |
|                                   | μmolL <sup>-1</sup> | mgL <sup>-1</sup> | μmolL <sup>-1</sup> | mgL <sup>-1</sup> |
| B                                 | 30,0                | 0,33              | 50,0                | 0,55              |
| Cu                                | 0,75                | 0,05              | 0,7                 | 0,04              |
| Fe                                | 15,0                | 0,80              | 15,0                | 0,80              |
| Mn                                | 10,0                | 0,55              | 7,0                 | 0,38              |
| Mo                                | 0,5                 | 0,05              | -                   | -                 |
| Zn                                | 5,0                 | 0,33              | 7,0                 | 0,50              |
| EC, ds m <sup>-1</sup>            | 2,3                 |                   | 3,0                 |                   |

#### *Izvor i kvaliteta vode za navodnjavanje*

Voda nepovoljnih mehaničkih, kemijskih ili bioloških svojstava može uzrokovati štete na sustavu za navodnjavanje odnosno na samoj biljci što na kraju dovodi do gubitaka i nepotrebnih troškova. Na našem području najčešći izvor vode za navodnjavanje jesu podzemne bunarske vode, premda treba napomenuti kako u preostalom svijetu za navodnjavanje može biti korištena tehnološka voda ili vode iz domaćinstava. Potrebno je imati na umu kako svaka ponovna uporaba (reciklaža) vode ima za mogućnost onečišćenje različitim patogenima, ksenobioticima ili anorganskim polutantima. Pored toga upotreba drenažne vode iz zatvorenog sustava za navodnjavanje ako nije učinjena prethodna analiza može dovesti do zasićenja supstrata otopljenim solima i hranivima. Battilani i sur. (2009.) navode mogućnost pročišćavanja otpadnih voda za navodnjavanje rajčice u manje razvijenim dijelovima svijeta gdje vlada nedostatak čiste pitke vode.

#### 4. STAKLENIK „BELJE“, MITROVAC

Staklenik „Belje“ (slika 15.) u kompleksu Mitrovac u Baranji izgrađen je 2013.g., na površini od 4,5 ha, što je ujedno prvi i najveći staklenik u Baranji te jedan od najvećih u Republici Hrvatskoj. Projekt Mitrovac je primjer održive, ali i ekološke proizvodnje, a sam kompleks se sastoji od farme, bioplinskog postrojenja, solarne elektrane i staklenika koji koristi energiju proizvedenu putem bioplinskog postrojenja.

U samu izradu i opremanje utrošeno je sveukupno 78 milijuna kuna, a sam staklenik je izgrađen u periodu od samo 6,5 mjeseci te je opremljen najsuvremenijom tehnologijom tvrtke NETAFIM, koja je ujedno i jedna od vodećih tehnologijskih tvrtki u svijetu.



Slika 15. Staklenik „Belje“, Mitrovac

(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

U samom stakleniku uzgajaju se dvije sorte rajčice, grapolo i BEEF, što je ujedno i jedina domaća proizvodnja te sorte u Hrvatskoj. Uzgaja se 75% sorte grapolo i 25% sorte BEEF. Godišnji prinos kojega u stakleniku priželjkuju iznosi oko 2300 tona, a prva berba je bila već u 2014. godine, čime je smanjen uvoz rajčice s vanjskog tržišta.

Sam proizvodni proces u ovakvom hidroponskom uzgoju zahtjeva strogu kontrolu klime, navodnjavanja i uvjeta u stakleniku. Proizvodnja rajčice je cjelogodišnja i zahtjeva konstantan nadzor tehnologa te stalnu edukaciju zaposlenika pošto je u sam proces uloženi višemilijunski iznos. Na početku proizvodne godine obavlja se pozicioniranje biljaka, njega te priprema za eksploataciju. Zatim slijedi oplodnja koja se vrši uvođenjem bumbara u staklenik krajem veljače, a berba se odvija od travnja pa sve do prosinca kada se završava proizvodni ciklus te se staklenik tada čisti i priprema za novu proizvodnu godinu.

## 4.1. Proizvodni proces

### 4.1.1. Priprema za proizvodnju

Prije početka proizvodnje staklenik se čisti od biljnih ostataka od prošlogodišnje proizvodnje, pere perlačima visokog pritiska, te se vrši dezinfekcija kako staklenika tako i radnog predprostora i okoliša (slika 16.). Nakon čišćenja vrši se priprema za sadnju tako da se postave ploče kokosovih vlakana na limene stolove i pune se hranjivom otopinom kako bi se ploče isprale.



Slika 16. Priprema staklenika za proizvodnju

(Fotografija: Lovrić K., 2016.)

### 4.1.2 Sadnja

Sadnja rajčice je odmah prilikom istovara kamiona sa sadnicama na jastuke kokosovih vlakana (slika 17.). Prije sadnje staklenik je zagrijan na željenu temperaturu (17 °C) kako bi se sadnice prilagodile na toplinu, svjetlost i vlagu (prvih 12 sati). Nakon toga slijedi definiranje temperature i vlage, na jastuk od kokosovih vlakana 3 sadnice, 1 red ima 72 jastuka, svaka sadnica 2 vrha (292 reda). Sadnice direktno iz kamiona idu na kolica za berbu i slažu se na stolove – kritičan proces je stanje sadnica u kamionu, bitan je odabir dobavljača sadnica, temperatura tijekom transporta, vlažnost supstrata, uzrast sadnica.



Slika 17. Rajčica u kocki od kokosovog vlakna

(Fotografija: Lovrić K., 2016.)

### 4.1.3. Uzgoj

Nakon sadnje započinje uzgoj rajčice do berbe kao i do kraja vegetacije, u tom razdoblju obavljaju se radovi oko biljaka kao što su:

- rezanje listova (nožem)
- kidanje cvjetova (prstima ili škarama)
- namatanje i kidanje bočnih grana (rukama, nožić)
- spuštanje biljaka (rukama)
- klipsanje etaža (rukama)
- berba (škarama)

Kod uzgoja biljaka (slika 18.) provodi se namatanje biljaka na špagu (namatanje je bitno kako ne bi došlo do oštećenja lista, vrha i cvijeta). Namatanje bi trebalo biti dovoljno gusto kako kasnije ne bi došlo do pucanja.

Bočne grane u cijelosti se otklanjaju kidanjem kako bi se smanjio rizik od bolesti u kasnijim fazama. Provodi se i reduciranje broja cvjetova na temelju kvalitete vrha sadnice (prema tome je li biljka dovoljno generativno jaka da podnese određeni broj cvjetova i plodova na kraju), rezanje lista (u cijelosti otkinuto kako bi se smanjio rizik od bolesti u kasnijim fazama), spuštanje biljaka (bitno da su vrhovi dovoljno udaljeni od kuka da bi se oslobodio rast biljke do slijedećeg tjedna i da bi plodovi bili dostupni za berbu).



Slika 18. Uzgoj rajčice  
(Fotografija: Šarlija K.,2016.)

#### 4.1.4. Oprašivanje

Oprašivanje se obavlja uz pomoć bumbara (slika 19.), veći dio zaštite usjeva uz pomoć biološke zaštite (predatora), ukoliko je neizbježno obavljaju se prskanja sa samohodnom električnom prskalicom. Tijekom proljeća, jeseni i zime 2 košnice/ha bumbara stavljaju se u staklenik svaka 2 tjedna, a ljeti 3 košnice/ha svaka 2 tjedna, smješteni su ispod stolova na nosačima, okrenuti nasuprot jedni drugih. Rad bumbara se prati po ogrebotinama na cvjetovima, tehnolog vrši vizualnu kontrolu (ako nije dovoljan rad povećava se broj bumbara). Bumbari se nabavljaju iz Nizozemske, a životni vijek bumbara 6 do 8 tjedana



Slika 19. Biobumbari trvtke „Koppert“  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

#### 4.1.5. Navodnjavanje „kap po kap“

Za potrebe navodnjavanja koristi se voda iz bušenih bunara (slika 20.) dubine 12 m. Voda se iz bunara odvodi cjevovodom koji se nalazi pod zemljom do spremnika br. 4 (slika 21.). Volumen spremnika iznosi 510 m<sup>3</sup>. Voda koja se skladišti u spremniku 4, pročišćava se kroz pješčane filtere i neutralizira pomoću HNO<sub>3</sub>, te takva obrađena voda sprema se u spremnik broj 1. Pješčani filter, „screening“ filter (slika 22.) nalazi se između svake jedinice.



Slika 20. Bušeni bunar  
(Fotografija: Šarlija K., 2016)



Slika 21. Spremnici vode  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)



Slika 22. Pješčani filteri  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

Fertigator (slika 23.) uzima vodu iz spremnika broj 1, nakon čega dodaje hranjive tvari i kiselinu za željeni EC i pH i tako obrađena voda odlazi u staklenik. Za vrijeme navodnjavanja vrijednost električne vodljivosti iznosi između 2,5-3,5, a pH vrijednost od 5,2-5,8. U stakleniku



se nalazi 24 filtera i ventila, i sustav za navodnjavanje. Sustav za navodnjavanje ima 4 jedinice (slika 24.) koje rade sve odjednom, a od toga 2 jedinice služe za navodnjavanje (fertigatori). Kapacitet jedinice za navodnjavanje iznosi  $64 \text{ m}^3$  (Lovrić,2016.).



Slika 23. Fertigator  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)



Slika 24. Jedinice za navodnjavanje  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

U stakleniku se nalazi 292 reda, u svakom redu nalazi se 72 jastuka, a svaki jastuk ima 6 kapljača (slika 25.). Tlak u kapljačima može se kretati od 0,5-3,5 bara, a optimalni tlak iznosi 2 bara. Sustavom cjevovoda voda dolazi do kapljača čiji kapacitet iznosi 3L/h (proizvođač kapljača NETAFIM).

Voda iz kapljača ide u kokosov jastuk što biljka koristi za sebe, višak vode se otprema u odvodne kanaliće i cjevovodom se dovodi do spremnika 2. Iz spremnika 2 se ta drenaža sterilizira i šalje u spremnik 3 i također se može koristiti u jedinici navodnjavanja (slika 26.) kako bi se uštedjelo na hranjivu.



Slika 25. Kapljači  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)



Slika 26. Jedinice za navodnjavanje  
unutar staklenika  
( Fotografija: Šarlija K., 2016.)

Navodnjavanje se provodi prema radijaciji, te prema temperaturi. Temperatura vode je bitan faktor u sustavu za navodnjavanje, pa tako njezina temperatura mora biti između 11-13°C. Kako bi se održala odgovarajuća temperatura koriste se sustavi za zagrijavanje vode, ali se kod zagrijavanja mora jako obratiti pažnja da temperatura ne prijeđe zadane vrijednosti, kako se pretjeranim zagrijavanjem vode ne bi potaknuo razvoj bakterija i virusa.

Početak navodnjavanja je 2 sata poslije izlaska sunca, a prestanak navodnjavanja 2 sata prije zalaska sunca (automatski – nadzor kontinuiran). Navodnjavanje se povećava ili smanjuje ovisno o drenaži, ukoliko se više otpadne vode drenira iz jastuka kokosovih vlakana smanjuje se navodnjavanje. U ljetnoj fazi navodnjavanja željena drenaža iznosi 30 do 40%, električna vodljivost 4 do 4,5, a pH vrijednost 5,5 do 6,2. Dnevno navodnjavanje ljeti je količinom vode od 12 l/m<sup>2</sup>, što iznosi 40% drenaže. Na kraju svakog reda nalaze se četiri drenažne jame, dvije s lijeve strane, dvije s desne strane.

Obrok navodnjavanja iznosi 70 do 150 mm po kapljaču, ovisno o fenofazama biljke, te dobu godine. Tijekom ljeta obroci navodnjavanja mogu ići i do svakih 8 minuta, a nekada i litra na dan.

Doziranje CO<sub>2</sub> provodi se preko plamenika ili se dozira tekući CO<sub>2</sub> putem cjevovoda (slika 27.) raspršivajući po stakleniku. Doziranje ovisi o intenzitetu sunčeve svjetlosti (min 300 ppm, max 1200 ppm). Sumporače (slika 28.) rade između 23:00 i 4 sata kao prevencija za pepelnicu.



Slika 27. Ubacivanje CO<sub>2</sub> u cjevovod  
(Fotografija: Lovrić K., 2016.)



Slika 28. Sumporača  
(Izvor: <http://www.rsghydro.ca/> )

### *Hraniva*

Za svaku jedinicu navodnjavanja postavljena su 2A i 2B spremnika (slika 29.) čiji volumeni iznose 2200 l i koriste se za miješanje hraniva. Uz 4 spremnika A i B staklenik posjeduje spremnik s HNO<sub>3</sub> (slika 30.) također zapremnine 2200 l. HNO<sub>3</sub> se koristi za regulaciju pH vrijednosti (snižavanje pH) i postizanje EC – električne vodljivosti. Tijekom godine provodi se 10 analiza drenažne vode, na temelju čijih rezultata se rade recepture hraniva.



Slika 29. Spremnici hraniva  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)



Slika 30. Spremnik HNO<sub>3</sub>  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)

#### **4.1.6. Grijanje, hlađenje, ventilacija i sjenjenje staklenika**

Grijanje (slika 31.) se provodi preko spremnika topline zapremnine 2500 m<sup>3</sup>, koji se puni preko dva izvora topline:

1. preko bioplinskog postrojenja (24/7),
2. preko kotlovnice instalirane snage 8 MWh.

Sustav za reguliranje potrebne klime je ventilacija (slika 32.), a za smanjenje dnevne svjetlosti potreban je sustav sjenila (slika 33.). Ventilacija staklenika provodi se preko postavljenih krovnih prozora. Krovno otvaranje ventilacije omogućava prozračivanje staklenika otvaranjem ili zatvaranjem krila u odnosu na smjer vjetrova. Radi smanjenja dnevne svjetlosti uslijed utjecaja sunčevog zračenja koriste se posebna sjenila koja se mogu regulirati automatski ili poluautomatski i zaštititi biljku u najtoplijem dijelu dana. Pored ovih materijala provodi se i bojanje krovnog i bočnog stakla ekološkim bojama koje su prihvatljive i s prvim jesenskim kišama se ispiru, a s pojavom mraza potpuno nestaju s površine objekta.



Slika 31. Grijaće cijevi  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)



Slika 32. Ventilacija unutar staklenika  
(Fotografija: Šarlija K., 2016.)



Slika 33. Sjenila u stakleniku  
(Izvor: <http://www.hidroponija.hr/zasjena>)

#### 4.1.7. Berba

Berba (slika 34.) se obavlja do 2 puta tjedno, ovisno o brzini zriobe tako da radnik pripremljena kolica s praznom ambalažom uzima sa središnjeg puta te ih puni u redu, a nakon što su kolica napunjena ostavlja ih na središnjem putu. Kada se nakupi 5 do 6 kolica ona se zajedno voze u radni prostor prilikom čega se vrši istovar na euro palete i ponovno pune praznom ambalažom. Završetak proizvodnje obavlja se zakidanjem vrha početkom studenog te slijedi zadnja berba sredinom prosinca nakon čega ponovno započinje čišćenje i pripreme za novu sezonu.



Slika 34. Berba rajčice  
(Fotografija: Lovrić K., 2016.)

#### 4.1.8. Praćenje i nadzor stakleničke proizvodnje rajčice

Praćenje i nadzor hidroponskog uzgoja rajčice provodi se preko računalnog programa tvrtke Priva. Zadaća ovog sustava je kontrola temperature dan-noć, jačina svjetla, kontrola pH i EC, fertirigacija hranjivom otopinom, regulacija klime i dr. Ventilacija radi po principu izmjene zraka unutar staklenika (upuhivanje kroz tube), prirodna ventilacija provodi se otvaranje krovnih otvora (ljeti češće tijekom dana, zimi rjeđe).

Optimalna dnevna temperatura u stakleniku je 21 °C (prihvatljiv raspon temperature je između 16 i 32°C). Na kritičnu granicu se može utjecati prirodnim provjetranjem. Noćna optimalna temperatura je 16 °C (prihvatljiv raspon temperature je između 10 i 18°C), a nadzor se vrši preko računalnog programa te se generira ispis temperatura preko računala (dnevni izvještaj prosječne dnevne vrijednosti temperature printa se u 11 navečer na printeru). Taj ispis pokazuje i cijeli nadzor proizvodnje za taj dan – sve što je taj dan rađeno.

Optimalna relativna vlaga zraka je 70% (prihvatljiv je raspon od 50 do 95%). Grijanje se provodi preko sustava tračnica, proizvodne cijevi i cijevi za topljenje snijega. Voda iz spremnika temperature oko 85°C ide u sustave grijanja, a pothlađena voda iz staklenika prema spremniku topline na 35°C. Temperatura vode u cijevima je od 5 do 60°C, a koristi se prema potrebi i za kontrolu relativne vlage zraka i temperature u stakleniku.

## 5. ZAKLJUČAK

Kao što svaka tehnologija uzgoja bilja ima svoje prednosti i nedostatke, tako i hidroponski uzgoj podliježe tim zakonima. Veliki broj čimbenika ide u korist ovom novom načinu uzgoja, ali neke negativne strane ipak zabrinjavaju, pri čemu je potrebno zapitati se jesmo li se uopće odmaknuli od konvencionalnog uzgoja. Ovakav način uzgoja ima puno svojih prednosti, s većim udjelom svojih pozitivnih strana, ali je ipak potrebno još dodatnih istraživanja po ovome pitanju i svakako ispitivanja o samom utjecaju ovakvog uzgoja bilja na čovječanstvo. Sve u svemu, s obzirom da živimo u doba velikih kriza i siromaštva, ovo bi mogao biti jedan od načina na koji se mogu riješiti barem djelomice, pitanje siromaštva i gladi, ali svakako s određenom mjerom opreza kako ovakav uzgoj ne bi prešao granicu humanosti.

Navodnjavanje rajčice metodom „kap po kap“ je najprikladniji, ali i najprecizniji način lokaliziranog navodnjavanja u hidroponskom načinu uzgoja ove kulture, s obzirom na optimalne uvjete koje pronalazimo u stakleniku, svaka biljka na taj način dobiva točno određenu količinu vode kroz jedinice navodnjavanja u točno određeno vrijeme, a sam sustav se pokreće kada se skupi dovoljna suma radijacije, ali bez obzira na brojne prednosti koje ovaj sustav nosi, jedan od glavnih nedostataka su visoki troškovi izgradnje te korištenja i održavanja sustava.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Adams, P. (2002). Nutritional control in hydroponics. U: Savvas, D., Passam, H., ur. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Atena, Grčka: Embryo Publications, 211-261
2. Battilani A., Plauborg F., Andersen M.N., Andersen M., Schweitzer A., Steiner M., Sandei L., Gola S., Dalsgaard A., Forslund A., Klopmann W., Solimando D. (2009): Waste water reuse pathways for processing tomato. Acta Hort. 823, 61-68.
3. Benko, B., Fabek, S. (2011). Hidroponske tehnike uzgoja povrća *Gospodarski list*, (<http://www.gospodarski.hr/Publication/2011/13-14/hidroponske-tehnike-uzgoja-povra/7491>)
4. Borošić J., Novak B., Benko B. (2004.): Utjecaj volumena supstrata na komponente priroda rajčice u hidroponskom uzgoju. Zbornik radova 39. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma. Opatija, 2004.
5. Borošić, J., Benko, B., Toth, N. (2011). Hidroponski uzgoj povrća, Zagreb
6. Bošnjak Đ., Pejić B. (1995.): Turnus kao osnova zalivnog režima paradajza. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 29: 369-375.
7. Bošnjak Đ. (2003.): Navodnjavanje u bašti. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad. Monografija, str. 124.
8. Državni zavod za statistiku, DZS (2010.): Poljoprivredna proizvodnja u 2009. Republika Hrvatska, Zagreb.
9. Dobričević N., Voća S. (2003.): Kakvoća plodova rajčice uzgojenih na kamenoj vuni. Zbornik sažetaka 38. znanstvenog skupa hrvatskih agronoma. Opatija, 2003.
10. Đurovka M., Lazić B., Bajkin A., Potkonjak A., Marković V., Ilin Ž., Todorović V. (2006.): Proizvodnja povrća i cveća u zaštićenom prostoru. Poljoprivredni fakultet Banja Luka. 2006.
11. Enzo, M., Gianquinto, G., Lazzarin, R., Pimini, F., Sambo, P. (2001). Principi tecnico agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo, Padova, Italy



12. Erhatic-Sukalić R., Toth N., Borošić J., Herak-Ćustić M., Benko B. (2008.): Mineralni sastav ploda rajčice pri različitim koncentracijama NaCl-a u hranjivoj otopini. Proceedings of 43<sup>rd</sup> Croatian and 3<sup>rd</sup> International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia, 444- 446.
13. Food and Agriculture Organisation of United Nations, FAO (2017.): FAOSTAT, Food and Agriculture Data. Dostupno na: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, 21. 03. 2017., 11:20.
14. Heinen M., Marcelis L. F. M., Elings A., Figueroa R., del Amor F. M. (2002.): Effects of EC and Fertigation Strategy on Water and Nutrient Uptake of Tomato Plants. Proceedings of 4<sup>th</sup> IS on Cropmodels. Acta Hort. 593, 101-107.
15. Horvat J., Ban D., Goreta Ban S., Oplaniš M., Žnidarčić D. (2010.): Utjecaj malča i prihrane na bioaktivne i nutritivne spojeve ploda rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 45<sup>th</sup> Croatian & 5<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia. 634-638.
16. Lešić R., Borošić, J., Buturac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Povrćarstvo, Zrinski, Čakovec, 2002.
17. Lojna, M. (2009). Supstrati u hidroponskom uzgoju rajčice, Završni rad; Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
18. Kačiu S., Fetahu S., Aliu S., Ramadani S., Rusinovci I. (2009.): Influence of different types of substrates in growth intensity of seedlings for different hybrids of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Sjemenarstvo, vol. 26: 47-54.
19. Kos Z. (1987.): Hidrotehničke melioracije tla-navodnjavanje, Školska knjiga, Zagreb
20. Maksimović, P. (2009). Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru Partenon, Beograd
21. Matthioli P. (1554.): Medici Senensis Commentarii, in Libros sex Pedacii Dioscoridis Anazarbei, de Materia Medica, Adjectis quàm plurimis plantarum & animalium imaginibus, eodem authore, also known as Commentarii.
22. Ondrašek G., Romić D., Borošić J. (2004.): Potrošnja vode i makroelemenata u hidroponskom uzgoju rajčice. Zbornik sažetaka 39. Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma. Opatija 2004.
23. Ondrašek G., Romić D., Borošić J., Herak-Ćustić M., Romić M. (2008.): Water consumption and macro nutrient leaching in tomato substrate growing. VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Stara Lesna Slovakia, 2008. 967-970.

24. Papadopoulos A.P. (1991): Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media, Canada.
25. Parađiković N., Vinković T., Teklić T., Bilajac R., Tolušić M. (2007.): Utjecaj temperature i relativne vlažnosti zraka na pojavu nedostatka kalcija u plodu rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Agronomski glasnik, 473-482.
26. Parađiković N., Kraljićak Ž. (2008.): Zaštićeni prostori – plastenici i staklenici. Osječko-baranjska županija, 2008.
27. Parađiković N. (2009.): Opće i specijalno povrćarstvo, Sveučilište "Josipa Jurja Strossmayera", Poljoprivredni fakultet, 2009.
28. Parađiković N., Teklić T., Vinković T., Kanižai G., Lisjak M., Mustapić-Karlić J., Bučan L. (2010.): The incidence of BER-affected tomato fruit under influence of the form of N fertilizer. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol.8 (1 ),132-136.
29. Roberto K.(2005). How to Hidroponics, New York
30. Romić D., Tomić, F. (1988): Navodnjavanje, FPZ Zagreb
31. Rubatzky, Vincent E., Yamaguchi, Mas (1997.): World Vegetables
32. Saha U. K., Papadopoulos A. P., Hao X., Khosla S. (2008.): Irrigation Strategies for Greenhouse Tomato Production on Rockwool. Hortscience, 43(2):484–493.
33. Schober G. M., Pék Z., Helyes L. (2010.): Effect of drip irrigation in processing tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) karsten). VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Stara Lesna, Slovakia, 2008. 627-630.
34. Sonneveld, C. and Voogt, W. (1990) Response of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) to a unequal distribution of nutrients in the root environment. Plant and Soil 124, 251-256.
35. Tan C. S., Zhang T. Q., Reynolds W. D., Warner J., Drury C. F. (2009): Farm-scale processing tomato production using surface and subsurface drip irrigation and fertigation. ISHS Acta Horticulturae 823, 77-82.

## 7. SAŽETAK

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*), a u povoljnim uvjetima može biti i dvogodišnja. Potreba biljke za vodom važan je čimbenik u fertigaciji jer je sustav za navodnjavanje primarno korišten kako bi navodnjavao, a učinkovitost fertigacije je dodatna vrijednost sustava.

Tehnika navodnjavanja rajčice ovisi o tome je li rajčica uzgojena na otvorenome polju ili u zaštićenim prostorima. Na otvorenome polju rajčicu se najčešće navodnjava metodom kišenja, površinski te lokalizirano. Navodnjavanje rajčice u hidroponskom uzgoju odvija se zajedno s prihranom (fertigacija).

U stakleniku „Belje“ se prije samog unosa presadnica staklenik dezinficira i priprema za proizvodnu godinu, 1 red ima 72 jastuka, svaka sadnica 2 vrha (292 reda). Slijedi unošenje biobumbara gdje se tijekom proljeća, ljeta i zime unose svaka 2 tjedna. Sam proces navodnjavanja, kao i ostalih procesa koji se odvijaju unutar staklenika se prati putem računalnog programa tvrtke Priva.

Ključne riječi: rajčica, hidroponski uzgoj, navodnjavanje „kap po kap“, staklenik „Belje“

## 8. SUMMARY

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is an annual herbaceous plant belonging to the family Solanaceae, but can in favorable conditions be biennial. The need of plants for water is an important factor in fertigation because the irrigation system is primarily used to irrigated and effectiveness of fertigation is additional value system.

Irrigation techniques tomatoes depends on whether the tomatoes grown in the open field or in greenhouses. In the open field tomatoes are usually irrigated by sprinkling method, surface and localized. Irrigation tomatoes in hydroponic solution takes place with fertilization (fertigation).

In the greenhouse of "Belje" before the seedlings come, we have to disinfected and prepared greenhouse for the production year, 1 row has 72 bag, and we have 292 rows, each seedling has 2 peak. The following is the introduction of bumblebee where during the spring, summer and winter bring them inside every 2 weeks. The process of irrigation, as well as other processes that take place inside the greenhouse is monitored by a computer program company Priva.

Keywords: tomatoes, hydroponic cultivation, irrigation "drop by drop", greenhouse "Belje"

## **9. POPIS TABLICA**

Tablica 1 . Preporuka ishrane rajčice fertigacijom ( Đurovka, 2006.) str. 27

Tablica 2. Preporučeni sastav hranjive otopine za rajčicu (Sonneveld, 1991, prema Adams, 2002) str. 28

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1. Determinantan tip rasta rajčice

(Izvor: <http://pinova.hr>) str. 4

Slika 2. Indeterminantan tip rasta rajčice

(Izvor: <http://pinova.hr>) str. 4

Slika 3. Različiti oblici plodova rajčice

(Izvor: [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza](http://pinova.hr/hr_HR/baza)) str. 4

Slika 4. Potreba rajčice za svjetlošću str. 9

Slika 5. Rajčica na otvorenom uz primjenu jednoredne crne PE folije i sustav navodnjavanja "kap po kap"

(Izvor: <http://pinova.hr/hr>) str. 9

Slika 6. Presadnice rajčice

(Izvor: <http://pinova.hr/hr>) str. 10

Slika 7. Pikirane presadnice

(Izvor: <http://www.ss-mareljkovicassb.skole.hr>) str. 11

Slika 8. Sustav za navodnjavanje metodom kišenja

(Izvor: [www.agroklub.hr](http://www.agroklub.hr)) str. 14

Slika 9. Rasprskivač

(Izvor: [www.hidroponika.rs](http://www.hidroponika.rs)) str. 14

Slika 10. Staklenik za hidroponski uzgoj rajčice str. 16

Slika 11. EC metar str. 20

Slika 12. Kapaljke sa fiksnim protokom i sa regulacijom čišćenja

(Izvor: <http://www.agroaqua.com/sistemi-za-navodnjavanje-kap-po-kap/>) str. 22

Slika 13. Različiti tipovi filtera

(Izvor: <http://www.agrogas.co.rs>) str. 23

Slika 14. Spremnici za pripremu hranjive otopine str. 27

Slika 15. Staklenik „Belje“, Mitrovac str. 29

Slika 16. Priprema staklenika za proizvodnju

(Fotografija: Lovrić K.,2016.) str. 30

Slika 17. Rajčica u kocki od kokosovog vlakna

(Fotografija: Lovrić K.,2016.) str. 31

Slika 18. Uzgoj rajčice str. 32

Slika 19. Biobumbari trvtke „Koppert“ str. 33

- Slika 20. Bušeni bunar str. 33
- Slika 21. Spremnici vode str. 33
- Slika 22. Pješčani filteri str. 34
- Slika 23. Fertigator str. 34
- Slika 24. Jedinice za navodnjavanje str. 34
- Slika 25. Kapljači str. 35
- Slika 26. Jedinice za navodnjavanje unutar staklenika str. 35
- Slika 27. Ubacivanje CO<sub>2</sub> u cjevovod  
(Fotografija: Lovrić K., 2016.) str. 36
- Slika 28. Sumporača  
(Izvor: <http://www.rsghydro.ca/> ) str. 36
- Slika 29. Spremnici hranjiva str. 36
- Slika 30. Spremnik HNO<sub>3</sub> str. 36
- Slika 31. Grijaće cijevi str. 37
- Slika 32. Ventilacija unutar staklenika str. 37
- Slika 33. Sjenila u stakleniku  
(Izvor: <http://www.hidroponija.hr/zasjena>) str. 37
- Slika 34. Berba rajčice  
(Fotografija: Lovrić K., 2016.) str. 38

## **11. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1 . Proizvodnja rajčice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2015. godine  
(Državni zavod za statistiku, DZS (2010.): Poljoprivredna proizvodnja u 2009.  
Republika Hrvatska, Zagreb.) str. 1

Grafikon 2. Proizvodnja rajčice po regijama Republike Hrvatske u razdoblju od 2006. do  
2009. godine  
(Državni zavod za statistiku, DZS (2010.): Poljoprivredna proizvodnja u 2009.  
Republika Hrvatska, Zagreb.) str. 2



**Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku**

**Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo**

**Diplomski rad**

**Navodnjavanje rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na primjeru staklenika „Belje“ d.d.**

**Ksenija Šarlija**

**Sažetak:**

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*), a u povoljnim uvjetima može biti i dvogodišnja. Potreba biljke za vodom važan je čimbenik u fertigaciji jer je sustav za navodnjavanje primarno korišten kako bi navodnjavao, a učinkovitost fertigacije je dodatna vrijednost sustava.

Tehnika navodnjavanja rajčice ovisi o tome je li rajčica uzgojena na otvorenome polju ili u zaštićenim prostorima. Na otvorenome polju rajčicu se najčešće navodnjava metodom kišenja, površinski te lokalizirano. Navodnjavanje rajčice u hidroponskom uzgoju odvija se zajedno s prihranom (fertigacija).

U stakleniku „Belje“ se prije samog unosa presadnica staklenik dezinficira i priprema za proizvodnu godinu, 1 red ima 72 jastuka, svaka sadnica 2 vrha (292 reda). Slijedi unošenje biobumbara gdje se tijekom proljeća, ljeta i zime unose svaka 2 tjedna. Sam proces navodnjavanja, kao i ostalih procesa koji se odvijaju unutar staklenika se prati putem računalnog programa tvrtke Priva.

**Rad je izrađen na:** Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku

**Mentor:** Monika Marković

**Broj stranica:** 50

**Broj slika:** 34

**Broj grafikona:** 2

**Broj tablica:** 2

**Broj literaturnih navoda:** 35

**Broj priloga:** /

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** rajčica, hidroponski uzgoj, navodnjavanje „kap po kap“, staklenik „Belje“

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Jasna Šoštarić, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Monika Marković, mentor
3. Doc. dr. sc. Tomislav Vinković, član
4. MsC Miroslav Dadić, zamjenski član

**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josip Juraj Strossmayer University of Osijek****Faculty of Agriculture****University graduate study , course Vegetables and floriculture****Graduate Thesis****The irrigation of tomato ( *Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse „Belje“****Ksenija Šarlija****Summary:**

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is an annual herbaceous plant belonging to the family Solanaceae, but can in favorable conditions be biennial. The need of plants for water is an important factor in fertigation because the irrigation system is primarily used to irrigated and effectiveness of fertigation is additional value system. Irrigation techniques tomatoes depends on whether the tomatoes grown in the open field or in greenhouses. In the open field tomatoes are usually irrigated by sprinkling method, surface and localized. Irrigation tomatoes in hydroponic solution takes place with fertilization (fertigation).

In the greenhouse of „Belje“ before the seedlings come, we have to disinfect and prepared greenhouse for the production year, 1 row has 72 bag, and we have 292 rows, each seedling has 2 peak. The following is the introduction of bumblebee where during the spring, summer and winter bring them inside every 2 weeks. The process of irrigation, as well as other processes that take place inside the greenhouse is monitored by a computer program company Priva.

**Theis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek**Mentor:** Monika Marković, assistant professor**Number of pages:** 50**Number of figures:** 34**Number of chart:** 2**Number of tables:** 2**Number of references:** 35**Number of appendices:** -**Original in:** Croatian**Key words:** tomatoes, hydroponic cultivation, irrigation „drop by drop“, greenhouse „Belje“**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. Professor Jasna Šoštarić, president of the Commission
2. Assistant professor Monika Marković, mentor
3. Assistant professor Tomislav Vinković, member of the Commission
4. MsC Miroslav Dadić, the Replacement member

