

Hidroponski uzgoj rajčice

Milašinović, Srđan

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:828267>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-22**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Srđan Milašinović

Sveučilišni preddiplomski studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Hidroponski uzgoj rajčice

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Srđan Milašinović
Sveučilišni preddiplomski studij Poljoprivreda
Smjer Hortikultura

Hidroponski uzgoj rajčice

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. mag.ing.agr. Boris Ravnjak, mentor
2. izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković, član
3. dr.sc. Monika Tkalec Kojić, član

Osijek, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivrede, smjer hortikultura

Završni rad

Srđan Milašinović

Hidroponski uzgoj rajčice

Sažetak:

Kako bi osigurali kontinuiranu proizvodnju povrća tijekom cijele godine, naši domaći proizvođači počeli su uvoditi hidroponsku proizvodnju povrća. Poznato je da se hidroponska proizvodnja počela primjenjivati u uvjetima u kojima nije bilo dovoljnog obradivog tla ili je obradivo tlo nedovoljno plodno i iscrpljeno ili pak nepovoljno za uzgoj povrća. Hidropon znači „rad vode“, ali u praktičnom smislu predstavlja tehniku uzgoja rajčice bez supstrata ili s inertnim supstratom kojem su dodana sva potrebna hraniva. Proizvodnjom rajčice bez tla nastojalo se izbjeći rast korova i mjesto nastanka bolesti te postići precizna kontrola ishrane bilja. Glavni cilj hidroponske tehnologije je osigurati rajčici u određenoj fazi rasta određenu količinu hraniva i optimalne mikroklimatske uvjete, radi postizanja visokih prinosa.

Ključne riječi: hidroponska proizvodnja, rajčica

23 stranica, 19 slika, 2 tablice, 17 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih radova i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc Thesis

Srđan Milašinović

Hydroponic tomato production

Summary:

In order to ensure a continuous vegetable production all year long, our local producers have started to introduce a hydroponic vegetable growing. It is known that hydroponic production started to be applied in conditions where there was no enough farmland, or farmland was exhausted and not fertile enough or it was contaminated and inappropriate for vegetable growing. The word hydroponics means „water working“, but in practice it represents a method of plant growing without substrates or with an inert substrate which was added all the necessary nutrients. Tomato production without the soil aimed at avoiding the place of appearing of diseases and weed growth and to achieve a precise control of plant nutrition. The main goal of hydroponic technology is to ensure a necessary quantity of nutrients and optimum microclimatic conditions to each tomato species in a certain growth stage in order to achieve maximum yield.

Keywords: Hydroponic production, tomato

23 pages, 19 pictures, 2 tables, 17 references

BSc thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA | 3 |
| 2.1. OBILJEŽJA I KARAKTERISTIKE RAJČICE | 3 |
| 2.1.1. Morfološka obilježja | 3 |
| 2.1.2. Uvjeti uzgoja | 5 |
| 2.1.3. Plodored, sjetva i sadnja | 7 |
| 2.1.4. Njega rajčice | 9 |
| 2.1.5. Posljedica nedostatka hranjivih elemenata kod rajčice | 10 |
| 2.2. HIDROPONSKI UZGOJ RAJČICE | 11 |
| 2.2.1. Uzgoj s inertnim supstratom | 11 |
| 2.2.2. Sustav za navodnjavanje i prihranu rajčice | 11 |
| 2.2.3. Fitomonitoring i mjere zaštite | 13 |
| 2.2.4. Štetnici rajčice | 13 |
| 2.2.5. Crop mjerenja i biopolinacija | 18 |
| 3. PROIZVODNJA RAJČICE U STAKLENICIMA TVRTKE OSATINA | 20 |
| 4. ZAKLJUČAK | 22 |
| 5. POPIS LITERATURE | 23 |

1. UVOD

Rajčica (*Solanum lycopersicum* L.) je jednogodišnja biljka iz porodice *Solanaceae*. Zauzima značajno mjesto u ishrani ljudi. Proizvodi se u plastenicima, staklenicima i na otvorenom, i to kao vrlo rana, srednje rana i kasna proizvodnja te proizvodnja za preradu. Najzastupljenija je vrsta iz porodice *Solanaceae* s obzirom na udio u poljoprivrednoj proizvodnji. Rajčica je dovedena u Europu već za drugog Kolumbova putovanja, ali još se dugo uzgajala samo u botaničkim vrtovima jer se pretpostavljalo da je otrovna. Kao povrće se počinje uzgajati tek početkom dvadesetog stoljeća. U Hrvatskoj se rajčica proizvodi na oko 6 500 ha, uz prosječan prinos od 16 t/ha. Količinski se najviše rajčice proizvode u Dubrovačko-neretvanskoj županiji gdje se postižu najveći prinosi koji su gotovo 2.5 puta viši od prosjeka prinosa za čitavu Hrvatsku.



Slika 1. Plod rajčice

Izvor: <https://www.savjetnica.com/sadnja-rajcica/>

Prosječan prinos rajčice proizvedene u Hrvatskoj u zaštićenom prostoru kod uzgoja u tlu kreće se od 15-18 t/ha (na 14 cvjetnih etaža), a u hidroponskom uzgoju od 25-30 kg/m² (na 25-35 cvjetnih etaža). Plodove jedemo sirove, kuhane ili konzervirane. U zaštićenim prostorima, rajčice se mogu uzgajati i bez tla odnosno u sistemu hidropona. Hidroponska proizvodnja se odvija u grijanom i povremeno grijanom zaštićenom prostoru (staklenik ili plastenik), što znači da je proizvodnja moguća tijekom cijele godine u vertikalnom uzgoju s 20-34 etaža plodova. Hidroponi su zaštićeni pojedinačni prostori u kojima se biljke uzgajaju bez tla, sa ili bez inertnih supstrata. Presadnice se proizvode u čepovima kamene vune te se u fazi dva prava lista biljke presađuju u kontejnere s kokosovim vlaknom, a isti

se ulaže u ploču čiji je sadržaj vlakno kokosova oraha ili sve u kamenu vunu. Opskrba hranjivom otopinom odgovarajućeg sustava makro i mikro elemenata osigurava se putem sustava navodnjavanja „kap na kap“ (Parađiković, 2009.).

2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

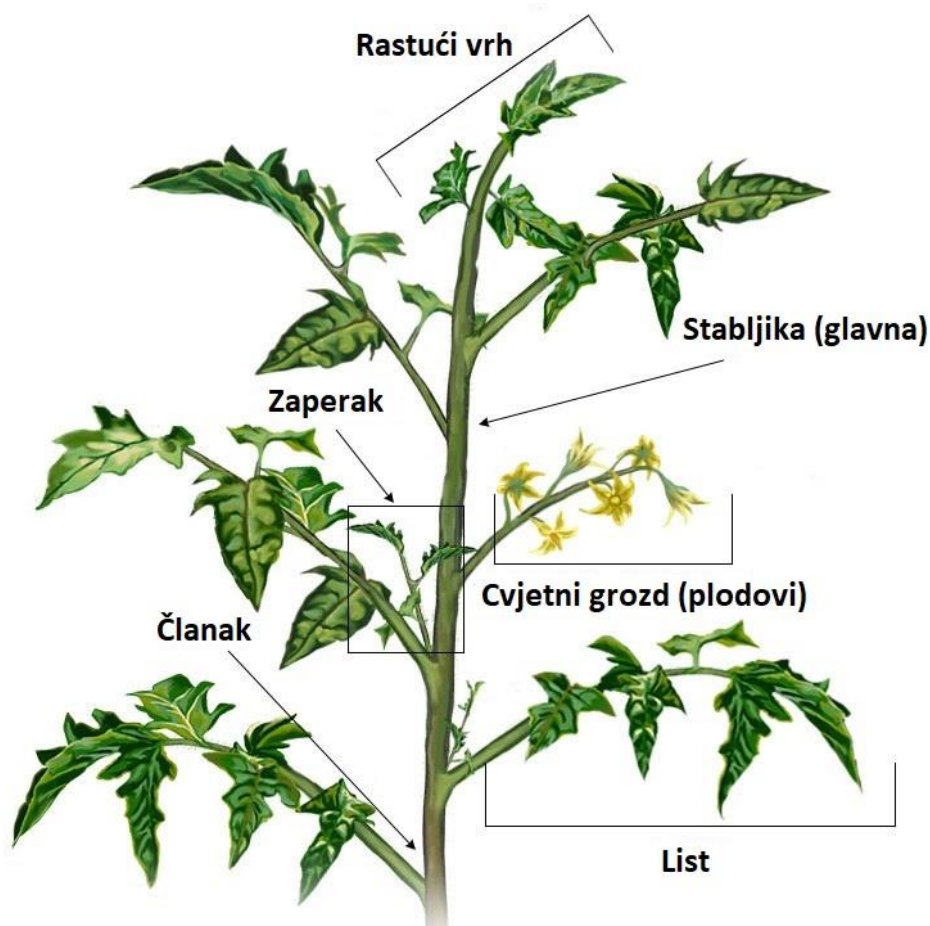
2.1. OBILJEŽJA I KARAKTERISTIKE RAJČICE

2.1.1. Morfološka obilježja

Rajčica je jednogodišnja zeljasta biljka koja u povoljnim uvjetima uzgoja u zaštićenim prostorima u vegetaciji može održati i duže od dvije godine (Slika 2.). Korijen je vretenast, može doseći do 1,3 metara dubine, a granati se do 2 metra u širinu. Biljka rajčice stvara adventivno korijenje na stabljici kod uzgoja u tlu ili u hidroponu, a to može biti u slučaju kada je dublja sadnja. Razvijenost korijenovog sustava usko je povezana sa bujnošću nadzemnog dijela biljaka. Adventivno korijenje se razvija i iz viših dijelova stabljike na mjestu kontakta sa tlom kad ona polegne. Razvija se tehnologija uzgoja cijepljenjem na podloge drugih srodnih vrsta koje imaju razvijeniji korijen čime se naročito u uzgoju u zaštićenim prostorima povećava otpornost na bolesti i štetnike, te se povećava prinos i kvaliteta ploda. Stabljika je zeljasta, promjera 1-3 cm, pokrivena dlačicama i pri dnu odrvenjela. Sklona polijeganju jer nema dovoljno potpornog tkiva. Tipovi stabljike su: indeterminantan, determinantan i semideterminantan. Prvi tip su visoke stabljike i mogu narasti nekoliko metara, drugi tip su niske ili grmolike stabljike, a narastu do 1,5 metara visine, a treći tip su prijelazne i mogu imati duže stabljike što ovisi o kultivaru. Kod indeterminantnog tipa rajčice, vegetacijski vrh raste sve dok za to ima povoljnu temperaturu i svjetlo, zbog toga u hidroponskom uzgoju dužina stabljike doseže i do 12 metara. List je neparno perast. Liske su romboidnog oblika, prekrivene dlačicama i naborane. List može biti sitnije i krupnije građen, do 60 centimetara dužine. Kod većine kultivara koji se koriste u zaštićenim prostorima, listovi su krupniji i odlikuju se bujnošću. Lisna masa se uklanja paralelno sa berbom plodova. Stabljika i list prvo usvoje hraniva a tek onda preostali dijelovi. Cvijet je jednostavan (6-14 cvjetova) ili složena cvat (14-25 cvjetova). Cvjetovi se na cvjetnoj grani razvijaju od dna prema vrhu cvata. Cvijet je dvospolan, pentameran sa po pet lapova, latica i prašnika. Latice su žute boje. Prašnici su srasli i obuhvaćaju tučak. Potrebna je redukcija otkidanjem suvišnih cvjetova. Na taj način osigurava se ujednačenost plodova, a to znači i ujednačena berba. Plodnica može biti dvogradna, trogradna, ili višegradna iz koje se razvija plod odnosno boba. Da bi prinos bio što veći, potrebno je vršiti oprašivanje cvijeta. Pored kemijskog načina primjenom preparata na bazi hormona za prijevremeno sazrijevanje te mehaničkog, pomoću vibratora,

danas je sve više prisutno i daleko najbolje oprašivanje pomoću prirodnih oprašivača odnosno biobumbara (Lešić, 2002.).

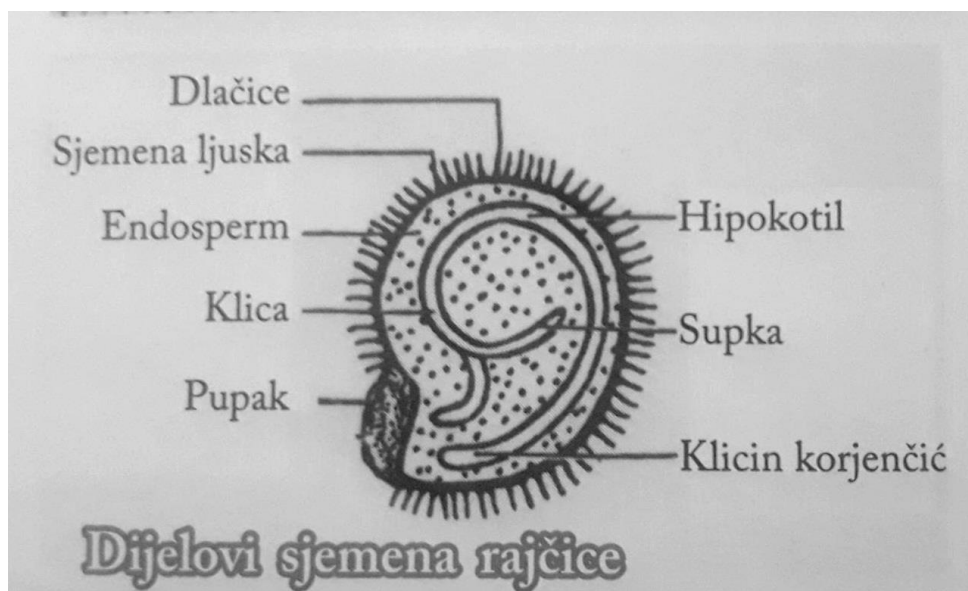
Plod se sastoji od mesa kojeg čine stjenke perikarpa i pokožice te pulpe koju čine placentе, sjemena i želatinozno tkivo koje ispunjava unutrašnjost komore. Meso ploda kod nekih kultivara može biti žuto, narančasto i crveno ili u kombinaciji navedenih boja. Od oplođene plodnice do potpuno potpunog zrelog ploda srednje krupne rajčice za ranu proizvodnju u plasteničkom uzgoju potrebno je 110 dana, a za srednje ranu proizvodnju od 75-90 dana, što zavisi o izboru kultivara. Od 40-45 dana od oplodnje dolazi do intenzivnog rasta ploda i to se zove zelena zrioba. U toj fazi plod je poprimio određeni oblik i u slijedećih 20 dana plod se formira i dobiva na težini. Crvenu boju rajčici daju grupe pigmentata, klorofil i karotenoidi. Plod može biti različitog oblika te se razlikuje prema promjeru: sitni plodovi, srednje krupni, krupniji te ekstra krupniji plodovi (Lešić, 2002.).



Slika 2. Morfološki prikaz rajčice

Izvor: <https://www.Pinova.hr>

Sjeme je dio pulpe, ovalno, spljošteno do 4 mm dužine, 3 mm širine i 1,5 mm debljine (Slika 3.). Prekriveno je gustim dlačicama. Klijavost zadržava više godina. Ovisno o kultivaru i krupnoći sjemena, u 1 g može biti od 200-350 sjemenki.



Slika 3. Dijelovi sjemena rajčice

Izvor: Matotan, Z. (2008.): Plodovito povrće

2.1.2. Uvjeti uzgoja

Dužina klijanja zavisi od temperature pa tako na temperaturi od 22 °C tijekom 24 h, potrebno je 5-6 dana da sjeme rajčice proklija. Minimalna temperatura klijanja je 9-10 °C, a sjeme može klijati i na vrlo visokoj temperaturi, sve do 35 °C. Što je temperatura niža, za klijanje je potrebno više dana. Ako je klica u tom razdoblju izložena vlažnim i tamnim uvjetima, na nižoj temperaturi dolazi do bolesti korijenovog vrata čiji je uzročnik fitopatogena gljiva „*Phyrium debarianum*“, već u prvim satima poslije nicanja. Optimalna temperatura za klijanje je 22-25 °C, a za rast i razvoj sve do plodonošenja potrebna je temperatura od 18-22 °C. Najpovoljnija relativna vlaga je između 55-65 %. Pri temperaturama od 25-28 °C cvat se može javiti nakon 7 do 10 listova i može doći do grananja cvata i zametanja više cvjetova u cvatu. Ako se ovo pojavi na višim etažama, težina ploda može peteljku odcijepiti od stabla te bi svako trebalo reducirati takve oplodene cvjetne grane i ostaviti 6 do 7 plodova (Parađiković, 2009.).

Rajčica za rast i razvoj traži dosta svjetlosti. Tijekom jeseni i zime su nepovoljni uvjeti za uzgoj rajčice u zaštićenim prostorima. Dužina dana za cvjetanje i zametanje plodova trebala bi biti 10-16 sati u razdoblju od 14-21 dana za svaku cvijetu etažu, a to odgovara radijaci od 6000 mW/m², što se u kontinentalnim uvjetima teško postiže u veljači i ožujku te iz tog razloga treba se izabrati sortu rajčice koja je manje zahtjevnja prema količini svijetla u tom razdoblju. Za normalan rast i razvoj rajčica traži umjerenu vlažnost tla, poljski vodni kapacitet od 60-70 % te relativnu vlažnost zraka od 70-80 %. Navodnjavanje treba biti jednokratno kako bi biljka što prije uspostavila kontakt sa tlom. Optimalna temperatura za rast i razvoj rajčice tokom dana je 20-25 °C, a tijekom noći 15-18 °C. Na temperaturi nižoj od 0 °C, rajčica trajno stradava (Tablica 1.). Niske temperature u početnim stadijima razvoja negativno utječu na kasniji razvoj biljaka uvjetujući njenu preranu cvatnju što za posljedicu ima niži prinos i lošiju kvalitetu (Matotan, 2008.).

Tablica 1. Temperaturni režim u proizvodnji rajčice (Matotan, 2008.)

| Faza razvoja biljke | Optimum °C | Minimum °C |
|---------------------|------------|------------|
| Klijanje i nicanje | 16-29 | 11 |
| Vegetativni porast | 21-24 | 18 |
| Plodonošenje (dan) | 19-24 | 18 |
| Plodonošenje (noć) | 14-17 | 10 |
| Zrioba | 20-24 | 16 |

Plodovi koji su se razvijali u suboptimalnim temperaturnim uvjetima lošije su obojenosti jer se crveni pigment ne stvara na temperatura od 16 °C, a uslijed niskih se temperatura na vršnom dijelu ploda javljaju i sivo smeđe pjege koje ulaze i u unutrašnjost ploda te su uzrokom neujednačene zriobe. Na visoke temperature rajčica je znatno tolerantnija no i one mogu štetno djelovati na rast i razvoj biljaka, posebice ako su povezane s nedostatkom vlage u tlu. Temperature više od 30 °C usporavaju proces fotosinteze, a ako plodovi nisu dobro zaštićeni lišćem zbog intenzivnog svijetla i visokih temperatura ,mogu biti oštećeni. (Walls, 1989.)

2.1.3. Plodored, sjetva i sadnja

Tlo za uzgoj rajčice mora biti rahlo, dobre strukture, plodno, neutralno ili slabo kisele reakcije pH 6,0-7,0. Treba izbjegavati tla koja sadržavaju puno gline, jer u tim uvjetima ne može se dobro razvijati korijenov sustav. Također je važno da tlo nema visoku razinu podzemnih voda. U plodoredu rajčica zahtjeva za prethodnu kulturu: salatu, špinat, mladi luk, rotkvicu i sl. Rajčica se proizvodi iz presadnica (Slika 4.) ili direktnom sjetvom. Za ranu poljsku proizvodnju sjetva sjemena za proizvodnju presadnica počinje u južnim toplijim područjima oko 10. siječnja, a za srednje ranu oko 15. veljače. U sjevernim područjima sjetva za ranu proizvodnju počinje oko 20. veljače, a za kasniju početkom ožujka pa sve do 10. travnja, što ovisi i o sorti koju sijemo. Postoji proizvodnja rajčice na otvorenim poljima, te u zaštićenim prostorima kao što su plastenici i staklenici. U zaštićenim prostorima se sve više koristi hidroponski uzgoj rajčice koji se pokazao kao isplativ tip proizvodnje. Proizvodnja rajčice se dijeli na proizvodnju presadnica rajčice, proizvodnju za svježu potrošnju te proizvodnju rajčice za preradu. U suvremenoj proizvodnji presadnice rajčice se uzgajaju kontejnerskim načinom. Sjetvu je najbolje obaviti u kontejnere s oko 450 sjetvenih mjesta, nakon sjetve kontejnere smjestiti u klijalnišne komore za naklijavanje u kojima se održava temperatura od 30 °C i potpuna zasićenost zraka vlagom (Jones, 2007.).



Slika 4. Presadnice rajčice

Izvor: <https://www.agroklub.com/povrcarstvo>

Nakon što sjeme proklije, kontejneri se iz klijalniških komora premještaju u grijane zaštićene prostore u kojima se održava ujednačena temperatura tijekom dana i tijekom noći

25-27 °C sve dok sjeme u potpunosti ne nikne. Dobro razvijene presadnice rajčice su pred presađivanje visoke petnaestak centimetara i imaju 5-6 potpuno razvijenih pravih listova. Za uzgoj rajčice u zaštićenim prostorima gdje se sade razvijenije presadnice nego kod uzgoja na otvorenom presadnice se mogu presaditi u pojedinačne lončiče. Osim u tlu, rajčica se uspješno može uzgajati hidroponskim načinom na blokovima kamene vune, kokosovih vlakana ili drvenoj piljevini. Navedeni supstrati ne sadrže nikakva hranjiva već isključivo služe samo kao medij za ukorjenjivanje preko kojeg biljka dobiva vodu i potrebna hranjiva iz hranjive otopine. Presadnice za hidroponski način proizvode se u grijanim zaštićenim prostorima sjetvom u čepove kamene vune s kojima se u fazi kotiledonskih listova biljke presađuju u veće blokove najčešće kvadratnog oblika širine 10 cm i visine 7,5 cm (Slika 5.). Čepovi i blokovi se vlaže hranjivom otopinom prilagođenog sastava razvojnog stadiju biljke, a temperaturni režim je isti kao kod kontejnerskog uzgoja presadnica i grijanih zaštićenih prostora (Znaor, 1996.).



Slika 5. Hidroponski uzgoj rajčice

Izvor: <https://www.poljoprivreda.gov.hr>

Hranjiva otopina za hidropon sadrži u optimalnom odnosu sve hranjive biogene elemente, određene pH vrijednosti i koncentracije koja se određuje stupnjem električne provodljivosti. Ostali režimi tijekom uzgoja kao što su temperature, relativna vlaga zraka

ili sadržaj ugljičnog dioksida te sama tehnika uzgoja identični su onima koji se primjenjuju u klasičnom načinu uzgoja u zaštićenim prostorima (Walls, 1989.).

2.1.4. Njega rajčice

Iznad redova posađene rajčice postavljaju se žice s kojih se na svaku biljku spušta vezivo i lagano priveže za stabljiku uz površinu tla (Slika 6.). S porastom biljke stabljika se omata oko veziva. 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 te kako se odstranjuje list i skida plod, biljke se spuštaju i mogu postići dužinu 10-12 m, s ukupno 25-30 cvjetnih etaža (Parađiković, 2009.).



Slika 6. Spuštanje rajčice u hidroponu

Izvor: <https://www.agroklub.hr>

Ako ne postoje svi tehnološki uvjeti za uzgoj na gore navedeni način, onda se 6-7 tjedana prije planiranog završetka berbe biljci prikrađuje vrh ostavljajući po tri lista iznad najgornje cvjetne grančice. Pinciranje ili zakidanje zaperaka redovita je mjera kod uzgoja ranih sorti. Biljke se formiraju na jedno stablo, a bočni izdanci redovito se uklanjaju kad dostignu dužinu od 5 cm. Dekaptacija se obavlja nakon što je biljka razvila dovoljan broj plodnih etaža e ako financijski učinak nije povoljan. Na taj se način zaustavlja rast i postiže

ubrzana zrioba zaostalog ploda na biljci. Donje lišće koje stari se treba redovno skidati, a počinje nakon što su prvi plodovi sazreli. Kod indeterminiranih sorti rajčice zaperci se uklanjaju jednom tjedno. Međurednom kultivacijom rajčice dolazi do aeracije površinskog sloja te mehaničkog uništavanje korova. Ova mjera obavlja se 3-4 puta tijekom vegetacije, sve dok biljke ne zatvore redove. Suvremeni način proizvodnje rajčice na hranjivoj podlozi ili kamenom vuni s točnim omjerom hranjivih elemenata i pH vrijednošću odvija se sistemom preko kapaljke (<https://pinova.hr/njegarajcice>).

2.1.5. Posljedica nedostatka hranjivih elemenata kod rajčice

Pomanjkanje dušika dovodi do usporenog rasta, biljka poprima vretenast izgled. Donje lišće je žutozeleno, a kasnije cijela biljka postaje blijedozelena. Lisne plojke su sitnije, više okomite, s ljubičastom nervaturom na naličju. Manjak fosfora dovodi do tanje stabljike, listovi su sitni, kruti i okrenuti prema dolje. Gornja je strana liski plavozelena, a donja ljubičasta, uključujući nervaturu. Staro lišće brzo otpada i pokriveno je ljubičastim pjegama. Manjak kalija izaziva ograničen rast biljke, na starijem lišću se pojavljuju ožegotine od rubova. Plodovi nedolično zriju. Višak dušika izaziva da biljka zaostaje u rastu. Listovi su kraći, tamnozeleni su boje i kruti. Listovi gube turgor, rubovi liški se suše, a na plojkama se pojavljuju vodene pjege. Zahvaćeno lišće odumire i postaje bjelkasto sivo (Znaor, 1996.).

Tablica 2. Mineralni sastav lista rajčice (Reada van Eysinga i Smidle, 1981.)

| Hranivo | % u suhoj tvari |
|---------|-----------------|
| N | 2,8-4,9 |
| P | 0,40-0,65 |
| K | 2,7-5,9 |
| Ca | 2,4-7,2 |
| Mg | 0,36-0,85 |
| S | 1,0-3,2 |

2.2. HIDROPONSKI UZGOJ RAJČICE

2.2.1. Uzgoj s inertnim supstratom

Glavni oblik proizvodnje rajčice u hidroponskom uzgoju je uzgoj na inertnim supstratima. U ovakvom načinu proizvodnje supstrat predstavlja medij čija je uloga učvršćivanje korijenovog sustava, održavanje vode u pristupačnom obliku biljkama, otjecanje suviška hraniva te osiguravanje pravilne izmjene zraka. Supstrat mora biti sterilan, inertan i imati odgovarajući kapacitet za vodu, zrak i hranjivu otopinu te povoljan odnos makro i mikro kapilara. Pri odabiru supstrata možemo birati između supstrata anorganskog, organskog te sintetičkog porijekla. U supstrate organskog porijekla ubrajamo treset, vlakna kokosovog oraha, rižine ljuske, piljevinu, koru drveta, borove iglice i dr. U anorganske supstrate ubrajamo kamenu vunu, vermikulit, perlit, kvarcni pijesak, ekspaniranu glinu, stiropor i dr. Sintetički supstrati se javljaju kao nusproizvod industrije namještaja.

Najrašireniji i najčešće korišten supstrat u hidroponskom uzgoju rajčice je kamena vuna. Ona se u početku koristila kao izolacioni materijal u građevinarstvu. Tek je 60-ih godina prošlog stoljeća prvi put upotrijebljena kao podloga za biljku. Kamena vuna je slabo alkalna ali je zato inertna i biološki nerazgradiva. Ima vrlo dobar kapacitet držanja vode, oko 80 %. Vrijednost pH joj je 7-7,5, ali budući da nema pufernu sposobnost lako se snižava na željenu vrijednost. Na tržištu se pojavljuje u obliku blokova, kocki, čepova i granulata, različitih dimenzija i gustoće. Prednosti kamene vune su smanjen rizik od štetnika i bolesti, nema korova, ekonomično korištenje hraniva, smanjen rast korijena, lakša kontrola uzgoja i mogućnost reciklaže nakon uporabe (Parađiković, 2009.).

2.2.2. Sustav za navodnjavanje i prihranu rajčice

Jedinica za navodnjavanje i prihranu pri hidroponskom uzgoju rajčice vrlo je kompleksna oprema (Slika 7.). Pri izboru treba voditi računa o ukupnoj dnevnoj potrošnji vode te stvarno potrebnom broju recepata odnosno kultura koje će se istovremeno uzgajati. Izborom broja recepata jednoznačno je određen broj pripadajućih spremnika za hranjiva. Naime svaki recept zahtijeva dva zasebna spremnika, A i B tip, pri čemu je spremnik za kiselinu (HNO_3) zajednički za sve recepte. U neposrednoj blizini jedinice postavlja se dodatni spremnik za vodu. Veličina tog spremnika također se određuje ne temelju prosječne dnevne potrošnje vode koja u pravilu ne prelazi količinu od 10 lit/m² tijekom 24

sata. Ovakvi sustavi također sadrže jedinicu za pročišćavanje, mjerač protoka, pomoćne pumpe te EC i pH mjerače. Mjerači su profesionalne izvedbe i neophodni su za rad pri ovoj vrsti uzgoja. Jedinica sa spremnicima za hraniva i kiselinu te spremnikom vode u pravilu se smješta unutar jednog od zaštićenih prostora, vodeći pri tome računa o pravcima budućeg proširenja kako bi se mogao pravilno dimenzionirati primarni te sekundarni cijevni razvod. Osnovu cijevnog razvoda čini glavni napojni vod koji se povlači od jedinice za prihranu do svakog pojedinog zaštićenog prostora. Na njega se priključuju svi potrebni sekundarni odvojeci. Oba su ova razvoda izrađena iz debelostijenih PVC cijevi i u pravilu se postavljaju neposredno ispod površine zemlje. Površinski razvod je znatno manjeg promjera i radi se iz cijevi promjera 25 mm. Završnicu razvoda čine Netafin kapaljke protoka 3lit/sat sa cca 80 cm spojnog crijeva. Kompletan površinski razvod, uključujući i kapaljke, izrađuje se iz PE materijala isključivo crne boje kako bi se spriječio razvoj algi u sustavu razvoda. Broj kapaljki jednoznačno je određen brojem biljaka koje se prihranjuju. Broj navodnjavanja tijekom dana ovisi o vremenu, količini svjetlosti, razvijenosti usjeva i podloge. Kod uzgoja na kamenoj vuni tijekom dana može biti i preko 30 navodnjavanja. Sustav za navodnjavanje i prihranu može biti otvoren i zatvoren. Kod otvorenih sustava drenažna voda se ne reciklira u istom sustavu nego se uz pomoć cijevi skuplja na jednom mjestu i koristi za druge namjene. U slučaju njenog ispuštanja u prirodu moglo bi doći do zagađenja životne sredine. U zatvorenom sustavu drenažna voda se reciklira, sterilizira i ponovno koristi (Parađiković, 2009.).



Slika 7. Sustav navodnjavanja u hidroponskom uzgoju rajčice

Izvor: <https://www.telegram.hr>

2.2.3. Fitomonitoring i mjere zaštite

Fitomonitoring predstavlja pozorno praćenje svih parametara rasta i razvoja rajčice tijekom vegetacije. Prati se vršni, središnji te donji dio biljke. Promatraju se listovi, stabljike, cvjetovi te plodovi. S biljnog aspekta, prati se ishrana bilja što predstavlja regulaciju i unos hranjivih elemenata (Jones, 2007.).



Slika 8. Nedostatak željeza (lijevo) i nedostatak mangana (desno)

Izvor: Lešić, R. (2002.): Povrćarstvo

Osim ovih parametara također treba vršiti svakodnevni monitoring štetnika koji napadaju i parazitiraju biljku. Rajčica je izložena velikom broju nametnika. Različite bolesti izazivaju bakterije, gljivice, mikoplazme i virusi, a štete nanose nematode i različiti insekti, što neposredno, što prenošenjem virusa. Od primarne su važnosti preventivne mjere. Pridržavanje plodosmjene i kontrola populacije štetnika u tlu, koji mogu nakon sadnje učiniti velike štete. Kada je to moguće, potrebno je koristiti rezistentne ili tolerantne sorte. Budući da se sve više bolesti prenosi sjemenom, prijeko potrebna preventivna mjera jest i dezinfekcija sjemena.

2.2.4. Štetnici rajčice

Jedan od značajnih štetnika rajčice je lisni miner (*Tuta absoluta* L.) (Slika 9.). Jaja su sitna, cilindrična oblika, krem do žute boje. Gusjenice su zelenkaste do svijetlo ružičaste, sa

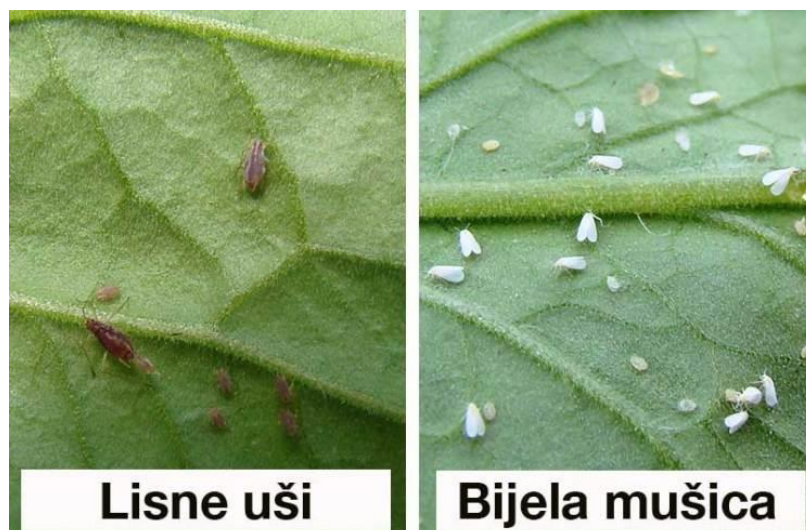
smeđom glavom. Gusjenice se ubušuju u list, stabljiku i plod. Na listovima uzrokuju pojavu hodnika nepravilnog oblika.

Štitasti moljac (Slika 10.) prvenstveno je štetnik rajčice uzgajane u zaštićenim prostorima. Odrasli oblici štitastog moljca su mali bijeli, vrlo pokretljivi leptirići, dužine oko 2 mm i tijela prekrivenog bijelim voskom u obliku praška. Odrasli leptirići parazitiraju na vršnim listovima dok se ličinke i kukuljice nalaze na naličju listova donjih etaža. Štitasti moljci se uspješno mogu suzbijati postavljanjem žutih ljepljivih ploča i korištenje parazitske osice „*Encarsia formosa*“. Osim ovog štetnika, ostali štetnici su stjenice, bijela mušica, crveni pauk te kukuruzna sovica. Kukuruzna sovica je polifagni štetnik, odrasli insekt je leptir svijetlo smeđih krila raspona 3-4 cm. Štete nanose gusjenice koje se hraneći uvlače u sve dijelove biljke. Stjenice su kukci do 1 cm spljošteno ovalnog tijela smeđe crvene ili zelene boje prošarano crnim šarama. Odraslim oblicima veoma su slične i ličinke koje su manjih dimenzija. Štete na plodovima rajčice prave odrasle stjenice i njihove ličinke hraneći se sisanjem na plodovima praveći bjeličaste pjege unutar kojih se tkivo suši (<https://www.pinova.hr>).



Slika 9. Moljac miner „*Tuta absoluta*“ i stadiji gusjenice

Izvor: <https://www.pinova.hr>



Slika 10. Štetnici na naličju lista rajčice

Izvor: <https://www.syngenta.hr>

Crveni pauk je mala grinja gotovo prozirnog tijela bjelkasto-žućkaste do crvenkaste boje dužine oko 1 mm (Slika 11.). Štete na rajčici prave svi uzrasni oblici sišući biljne sokove na naličju lisnih plojki uslijed čega se između lisnih žila pojavljuju klorotične točkice bjelkasto srebrnkaste boje. Kod jačeg napada lisno tkivo između žila se suši. Razvoju štetnika pogoduju visoke temperature i niska vlažnost zraka. Smanjenje štete pridonosi i biološki način suzbijanja primjenom grabežljivih grinja „*Amblyseius californicus*“ i „*Phytoseiulus persimilis*“ odnosno božje ovčice „*Stethorus punctillum*“ (Smilde, 1981.).



Slika 11. Crveni pauk, štetnik na rajčici

Izvor: <https://www.agroklub.com/povrcarstvo>

Tijekom vegetacije, rajčica može biti napadnuta velikim brojem bolesti, no suvremeni hibridi dobrim dijelom imaju genetsku otpornost na veći broj tih bolesti. U zaštićenim prostorima najznačajnije štete nanose siva i baršunasta plijesan. Siva plijesan nanosi štete uglavnom rajčici uzgajanoj u zaštićenim prostorima koji se nedovoljno i neredovito prozračuju (Slika 12.). Zaraza se može pojaviti u svim razvojnim stadijima i dijelovima biljke. Najčešće se pojavljuje na stabljici na mjestima zakidanja zaperaka i stapkama s kojih je obran plod. Uz stapku ploda bolest uzrokuje pojavu sive prevlake uslijed čega okolno tkivo omekša, počinje trunuti i plod najčešće otpada.



Slika 12. Simptomi sive plijesni na rajčici

Izvor: <https://www.chromos-agro.hr>

Baršunasta plijesan kao i siva plijesan prvenstveno su bolesti rajčice uzgajane u zaštićenim prostorima kod povišenog vlaženja (Slika 13.). Optimalne temperature za njen razvoj su 20-22 °C. Bolest najprije zahvaća donje etaže listova na čijem se naličju javljaju maslinasto zelenkaste prevlake, a na gornjoj strani nekroze. Bolest se također može javiti i na plodovima najčešće oko same peteljke. Bolest preživljava na ostacima biljnih dijelova. Izvor zaraze nekada može biti i sjeme, no u novim sortama hibrida to se rjeđe događa. Pojavu bolesti moguće je smanjiti poštivanjem plodoreda, uklanjanjem biljnih ostataka iz zaštićenih prostora te redovitim prozračivanjem kako bi se vlažnost zraka unutar zaštićenih prostora smanjila. Zaražene listove treba odstraniti i iznijeti iz objekta, odnosno zaštićenog prostora (Smilde, 1981.).



Slika 13. Baršunasta plijesan na listovima rajčice

Izvor: <https://www.agroportal.hr>

Mjere zaštite moramo napraviti kako bi zaštitili biljku na što veći mogući način. Od mjera zaštite, koriste se agrotehničke mjere- sadnja zdravih presadnica u stakleniku ili plasteniku. Poštivati plodored te pravilnu plodosmjenu, suzbijanje korova pomoćnica u nasadu i oko zaštićenog prostora. U mehaničke mjere spadaju postavljanje ventilacijskih otvora te selektivno uklanjanje i uništavanje zaraženog lišća i biljaka. Što se tiče fizikalnih mjera zaštite, postavljaju se žute ploče i zaštitne mreže. Biološke mjere zaštite su prirodni neprijatelji štetnika kao što je „*Macrolophus pygmeus*“ predatorska stjenica te „*Encarsia formosa*“ parazitska osica (Slika 14.). Kemijske mjere zaštite se ne koriste (Jones, 2007.).



Slika 14. Parazitska osica (lijevo) i žute ploče (desno) koje se postavljaju u staklenik

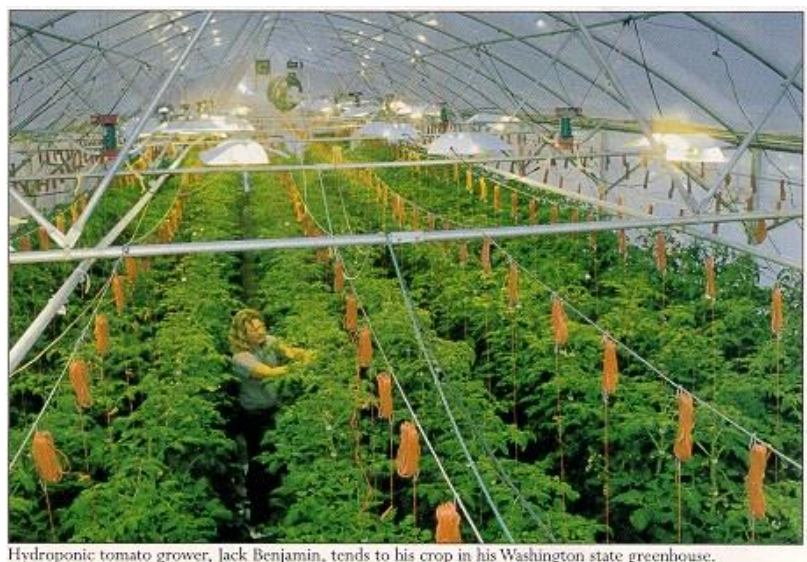
Izvor: <https://www.koppert.com>

2.2.5. Crop mjerenja i biopolinacija

Pod crop mjerenja podrazumijevamo vrijednosti koje se mjere na biljci (Slika 15.). Mjerenje se obavlja na određenim biljkama po sekcijama u zaštićenom prostoru. Mjere se vrijednosti svaki tjedan, isti dan. Na svakoj biljci sa stražnje strane nalazi se vezivo gdje se markerom označava koliki je tjedni porast biljke. Temeljem mjerenja donosimo odluke vezane za kontroliranje mikroklimatskih uvjeta i navodnjavanje. Mjerenje biljaka uključuje: gustoću stabljike (m^2), broj ubranih plodova (kg/tjednu), prosječna težina ploda (g), tjedni rast biljaka (cm), broj listova po biljci, dužina lista (cm), širina lista (cm), promjer stabljike (mm), dužina grozda (cm), udaljenost cvjetne grane od vrha (cm), broj etaža, brzina cvjetanja te indeks lisne mase.

Visina cvjetajućeg grozda definira se kao udaljenost između vrha biljke i najmlađe cvjetne grupe koja ima barem jedan potpuno otvoreni cvijet.

Idealna visina cvjetajućeg grozda bi trebala biti 12 cm. Ako je > 15 cm, biljka je vegetativna. Ako je < 15 cm, biljka je generativna. Mjerenje se obavlja s digitalnim instrumentom koji ima mogućnost istovremenog mjerenja temperature otopine, pH i EC. Mjerenje se obavlja svako jutro u prethodno odabranim redovima i blokovima kamene vune (Stefanelli i sur., 2013.).



Hydroponic tomato grower, Jack Benjamin, tends to his crop in his Washington state greenhouse.

Slika 15. Crop mjerenja u hidroponskom uzgoju rajčice

Izvor: <https://www.ndsu.edu>

Kod uzgoja kultura u zaštićenom prostoru, oprašivanje je neophodan proces za uspješno formiranje plodova. Oprašivanje obično vrše pčele i bumbari. Kako su zahtjevi za kvalitetom i ekološkom prihvatljivošću sve veći, tako je i sve viša spoznaja o prednostima bumbara kao oprašivača. Ustanovljeno je da su bumbari produktivniji od pčela. Manje su osjetljivi na temperaturne oscilacije i nizak intenzitet svjetlosti te imaju veći broj posjećenih cvjetova od pčela. U stakleniku se koriste najčešće „Natupol Excel“, Koppert košnice koje se postavljaju unutar zaštićenog prostora (Slika 16.). Najprikladnija mjesta za postavljanje košnica su na početku i na kraju redova u određenim sekcijama. Prednosti biopolinacije u hidroponskom uzgoju rajčice su: ranije dozrijevanje, bolja ujednačenost ploda te veći prinos (Znaor, 1996.).



Slika 16. Postavljanje „Koppert“ košnica u proizvodnji rajčice

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

3. PROIZVODNJA RAJČICE U STAKLENICIMA TVRTKE OSATINA

Osatina grupa d.o.o. je tvrtka sa područja Đakovštine koja se bavi ratarskom proizvodnjom, proizvodnjom voća, povrća, mlijeka, mesa i stočne hrane, maloprodajom sjemenske robe, gnojiva i sredstva za zaštitu bilja itd. Koncept proizvodnje vođen je znanjem i kompetencijom, modernom tehnologijom, kvalitetom i održivim razvojem. Staklenička proizvodnja rajčice odvija se u malom mjestu Tomašanci (Slika 17.). Suvremena proizvodnja rajčice u zaštićenim prostorima podrazumijeva korištenje optimalnih uvjeta za rast i razvoj biljaka u cilju ostvarivanja maksimalnih prinosa te najviše kvalitete proizvoda. Koristi se ugljikov dioksid nastao kao nusproizvod rada kogeneracijskih uređaja za proizvodnju električne energije. Sustav dehumidifikacije, odnosno izmjene zraka omogućuje kontrolu relativne vlažnosti uz značajne štednje toplinske energije za 40 %. Automatsko je evidentiranje rada zaposlenika i fitomonitoringa te automatizacija sustava manipulacije i konfekcioniranje gotovih proizvoda po berbi (<https://www.osatina.hr>).



Slika 17. Staklenik Tomašanci

Izvor: <https://www.osatina.hr>

Hidroponski uzgoj rajčice se provodi u staklenicima ukupne površine od 9 ha. Uzgajaju se dvije sorte rajčice, a to su „grapollo“ rajčica te „koktel“ rajčica. Staklenik je podijeljen na dva dijela gdje se uzgaja 6 ha grapollo rajčice te 3 ha „koktel“ rajčice. Uzgojni prostor je podijeljen na 12 sekcija te svaka sekcija sadrži po 8 ili 9 polja.

Prate se trendovi i potrebe kupaca te se u stakleniku koristi najmodernija tehnologija uzgoja. Suvremena proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru podrazumijeva korištenje optimalnih uvjeta za rast i razvoj biljaka u cilju ostvarivanja maksimalnih prinosa i najviše kvalitete proizvoda. U ovakvom načinu proizvodnje za supstrat se koristi kamena vuna koja omogućava recirkulaciju hranjivih tvari i vode, na taj način se sprječava suvišno gubljenje ulaznih hranjivih sastojaka.

Biljke brzo rastu, imaju dovoljno prostora za optimalan rast i razvoj. Uzgojni prostor je čist, prozračan, koriste se ventilatori kako bi temperatura bila optimalna, krov se boja kako bi došlo do zasjenjenja.



Slika 18. Unutrašnjost staklenika

Izvor: <https://www.osatina.hr/staklenici/>

4. ZAKLJUČAK

Hidroponski uzgoj rajčice je suvremeni uzgoj koji koristi najnovije tehnologije kako bi se proizvela prirodna i zdrava rajčica u zaštićenom prostoru uz praćenje svih mikroklimatskim parametara. Ovakav način proizvodnje pruža zaštitu od mehaničkih i vanjskih klimatskih utjecaja. Kontrolirani uvjeti, znače da je moguće kontrolirati gotovo sve uvjete unutar zaštićenog prostora. Hidroponska proizvodnja rajčice ima jako puno prednosti s obzirom na proizvodnju rajčice u tlu. Prednosti su te da je zagađenje tla otpadnim vodama iz proizvodnje manja jer se voda sterilizira te se vraća u proizvodnju. Također, uzgoj u sterilnom supstratu je bolji i efikasniji zbog toga što sama biljka preko supstrata ne može upiti teške metale, kemijska sredstva ili druge štetne tvari. Pojava štetnika i bolesti bilja je sve manja zbog kontroliranih mikroklimatskih uvjeta. Ne dolazi do zagađenja okoline, čovjeka i životinja jer se ne koriste pesticidi, odnosno kemijska zaštita već se uglavnom koristi biološka zaštita rajčice. Uvjeti su kontrolirani što omogućuje idealan omjer hranjiva, temperature i vlažnosti. Proizvodnja je kontinuirana kroz cijelu godinu. Osobno bih preporučio hidroponsku proizvodnju rajčice zbog manjeg zagađivanja okoliša te proizvodnje plodova visokog prinosa i kvalitete. Također, proizvodnja rajčice u hidroponu se ekonomski isplati zbog toga što je u kontinuiranom procesu proizvodnje tijekom cijele godine. Sa sigurnošću mogu reći kako hidroponski uzgoj rajčice vidim kao novi i poboljšani sustav proizvodnje koji će svakako u budućnosti donijeti velike i pozitivne rezultate.

5. POPIS LITERATURE

1. Gruda, N., Bisbis, M., Tanny, J. (2019.): Impacts of protected vegetable cultivation on climate change and adaptation strategies for cleaner production – A review. *Journal of Cleaner Production*, 225 (1): 324-339.
2. Jones, B.J. (2007.) : *Tomato plant culture : In the field, Greenhouse, and home garden.* CRC press LLC, Boca Raton, 199.
3. Lešić, R., Borošić J., Buturac, I., Poljak, M., Čustić, M., Romić, D. (2002.) : *Povrčarstvo.* Zrinski d.d., Čakovec, 627.
4. Matotan, Z., (2008.) : *Plodovito Povrće.* Neron d.d., Bjelovar, 179.
5. Parađiković, N., (2009.) : *Opće i specijalno povrčarstvo.* Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 536.
6. Roorda van Eysinga, J. P. N. L., Smilde, K. W. (1981.): *Nutritional disorders in glasshouse tomatoes, cucumbers and lettuce.* Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 130.
7. Stefanelli, D., Jaeger, J., Jones, R. (2013.): *A new method for hydroponic tomato production*
8. Walls, G.I. (1989.) : *Growing Tomatoes,* Newton Abbot, London
9. Znaor, D. (1996.) : *Ekološka poljoprivreda.* Nakladni zavod Globus, Zagreb
10. <https://www.koppert.hr> 01.08.2020.
11. <https://www.osatina.hr> 01.08.2020.
12. <https://www.agroklub.com> 04.08.2020.
13. <https://www.pinova.hr> 04.08.2020.
14. <https://www.poljoprivreda.gov.hr> 05.08.2020.
15. <https://www.syngenta.hr> 08.08.2020.
16. <https://www.cabi.org> 03.08.2020.
17. <https://www.scribd.com> 04.08.2020.