

# Hidroponska proizvodnja krastavca u zaštićenim prostorima

---

**Biki, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:664816>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-23**



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](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Ivan Biki

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**HIDROPONSKA PROIZVODNJA KRSTAVCA U ZAŠTIĆENOM PROSTORU**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Biki

Sveučilišni diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**HIDROPONSKA PROIZVODNJA KRSTAVCA U ZAŠTIĆENOM PROSTORU**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. dr.sc. Monika Tkalec Kojić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. izv.prof.dr.sc. Miro Stošić, član

**Osijek, 2020.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. AGROBOTANIČKA SVOJSTVA KRSTAVCA.....	3
2.3. Gnojdba .....	6
3. OPIS HIDROPONSKOG UZGOJA – TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE .....	14
3.1. Sustav za navodnjavanje i prihranu .....	17
3.2. Hranjiva otopina.....	19
3.3. Sadnja presadnica u supstrat .....	20
3.4. Sustav grijanja.....	22
4. ZNANSTVENE SPOZNAJE O HIDROPONSKOM UZGOJU KRSTAVACA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE .....	24
4.1. Hidroponski uzgoj krstavca u ljetno-jesenskom roku .....	24
4.2. Izbor supstrata za hidroponski uzgoj krstavaca .....	26
4.3. Izbor kultivara s obzirom na supstrat za hidroponski uzgoj krstavaca .....	30
5. ZAKLJUČAK.....	34
6. POPIS LITERATURE.....	35
7. SAŽETAK .....	37
8. SUMMARY.....	38
9. POPIS TABLICA .....	39
10. POPIS SLIKA.....	40
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	41
BASIC DOCUMETATION CARD .....	42

## 1. UVOD

Krastavac (*Cucumis sativus L.*) je rasprostranjen širom svijeta, kao jedna od najvažnijih tikvenjača u prehrani čovječanstva. Od 19. st. kreće prvi uzgoj krastavaca u zaštićenim prostorima, sa pojavom prvih staklenika u viktorijanskoj Engleskoj. Danas se najveća proizvodnja krastavaca odvija u Kini, dok je kod nas posljednjih godina proizvodnja u velikom padu. Osim kao hrana, što je i dalje primarna uloga ove namirnice, krastavac se, zbog svojih korisnih svojstava, sve više rabi i u kozmetičke svrhe. Proizvodi se kao salatni krastavac za svježiu konzumaciju i kao industrijski kornišon koji se kiseli u staklenim ambalažama. Salatni krastavci su većih dimenzija i deblje kore. Kao termofilna vrsta traži više temperature zraka, ali i tla. Zbog velike lisne površine treba i više vode, pogotovo tijekom plodonošenja. Iz tog je razloga uzgoj krastavaca u zaštićenim prostorima puno pogodniji, pošto u njima prilagođavamo agroklimatske uvjete koji iskorištavaju njegove biološke potencijale. A i štite od nepovoljnih proljetnih mrazova, koji su česta boljka kod uzgoja na otvorenom. Sjeme krastavaca je krupnije. Može se sijati izravno u uzgojne blokove kamene vune. Krastavac je, uz rajčicu i papriku, najznačajnija povrtlarska kultura u proizvodnji u zaštićenim prostorima. U radu su opisani agroekološki uvjeti proizvodnje krastavca, sa naglaskom na proizvodnju u zaštićenim prostorima. Troškovi takve proizvodnje znaju biti do 4 puta veći od proizvodnje na otvorenom.

Primjenom hidroponske tehnologije uzgoja u zaštićenim prostorima postižu se povoljniji uvjeti rasta i razvoja biljaka u odnosu na konvencionalni uzgoj. Uzgojem na organskim i anorganskim supstratima izbjegavaju se problemi narušavanja fizičkih, mikrobioloških i kemijskih svojstava tla koji nastaju kao rezultat uzastopne višegodišnje proizvodnje u tlu. Trošak podizanja jednostavnog negrijanog plastenika prema Juračaku iznosi oko 30 €/m<sup>2</sup>. Za m<sup>2</sup> grijanog potrebno je izdvojiti 50-80 €/m<sup>2</sup>, a najskuplja investicija je hidroponski. On može koštati i do 120 €/m<sup>2</sup>, tj. za podizanje 1.000 m<sup>2</sup> potrebna investicija može iznositi oko 900 000 kn.

Porast svjetske populacije, praćen trajnim gubitkom sve većih površina plodnog tla uslijed urbanizacije, erozije i iscrpljivanja tla, donosi sve veću potrebu za prehranom tog rastućeg stanovništva alternativnim uzgojem bez tla. Sve se više eksperimentira sa vertikalnom poljoprivredom u tzv. urbanim farmama i uzgojima bez tla u zaštićenom i kontroliranom prostoru, kao što su različite vrste hidroponskih tehnika uzgoja. Biljke se uzgajaju u hranjivoj otopini koja je bogata nutrijentima u obliku anorganskih iona. Doziranjem hraniva, vode i mikroklimе putem računala postiže se visoka efikasnost. Na kraju

proizvodnog ciklusa neophodno je napraviti temeljito čišćenje i dezinficiranje proizvodnog prostora kao i alata koji se koristio u proizvodnji. Nakon toga slijedi sjetva i priprema presadnica za novi ciklus proizvodnje. Posljednjih se godina povećao hidroponski uzgoj biljaka i kao posljedica zabrane uporabe otrovnog metil bromida, kao sredstva za suzbijanje štetočina u proizvodnji presadnica gdje je tlo supstrat za proizvodnju (Shrestha i Dunn, 2013.). U ovom će radu biti opisan hidroponski uzgoj, sa naglaskom na tikvenjaču *Cucumis sativus L.* i karakteristike njezine proizvodnje, potencijala i mogućnosti u tako intenzivnoj i kontroliranoj proizvodnji kao što je hidroponska. Za pretpostaviti je da će takva proizvodnja neimenovno porasti i dobiti na značaju sa daljnjim razvojem poljoprivredne proizvodnje u RH i svijetu.

## 2. AGROBOTANIČKA SVOJSTVA KRASTAVCA

Krastavac (*Cucumis sativus* L.) je rasprostranjen širom svijeta, kao jedna od najvažnijih tikvenjača u prehrani čovječanstva (Tablica 1.). U pitanju je jednogodišnja zeljasta biljka. U Europu su je donijeli stari Grci i/ili Rimljani, najvjerojatnije iz Egipta. Po srednjoj je Europi rasprostranjena tek od srednjeg vijeka, a od 19. st. kreće prvi uzgoj krastavaca u zaštićenim prostorima, sa pojavom prvih staklenika u viktorijanskoj Engleskoj. Osim kao hrana, što je i dalje primarna uloga ove namirnice, krastavac se, zbog svojih korisnih svojstava, sve više rabi i u kozmetičke svrhe. Proizvodi se kao salatni krastavac za svježiju konzumaciju i kao industrijski kornišon koji se kiseli u staklenim ambalažama (Slika 1.). Salatni krastavci su većih dimenzija i deblje kore. Krastavac je termofilna vrsta koja traži više temperature zraka, ali i tla. A zbog velike lisne površine treba i više vode, pogotovo tijekom plodonošenja. Iz tog je razloga uzgoj krastavaca u zaštićenim prostorima puno pogodniji, pošto u njima prilagođavamo agroklimatske uvjete koji iskorištavaju njegove biološke potencijale. A i štite od nepovoljnih proljetnih mrazova, koji su česta boljka kod uzgoja na otvorenom. Prema Kurtoviću (2008.), podzemni korijen mu raste slabije u odnosu na površinski pa je vrlo osjetljiv na mehanička oštećenja. Stabljika krastavca može narasti do 10 m. Iz pazušaca listova razvijaju se vriježe. Stabljika se po tlu širi horizontalno. Ukoliko krastavac ima potporu, kao kod proizvodnje na armaturi ili u hidroponu, penje se pomoću vitica. Ima veliki list, na kojem se nalazi pet glavnih žila vidljivih na naličju. Cijeli list je obrastao dlačicama. Prema vrhu vriježa veličina listova se smanjuje.

**Tablica 1.** Sistematika krastavca

<b>Carstvo:</b>	<i>Plantae</i>
<b>Divizija:</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Razred:</b>	<i>Rosopsida</i>
<b>Red:</b>	<i>Cucurbitales</i>
<b>Porodica:</b>	<i>Cucurbitaceae</i>
<b>Rod:</b>	<i>Cucumis</i>
<b>Vrsta:</b>	<i>C. sativus</i>

**Izvor:** <https://hr.wikipedia.org/wiki/Krastavac>

## 2.1. Agroekološki uvjeti

Pošto je krastavac termofilna biljka, temperature za nicanje krastavca trebaju biti između 22-24 °C, za rast i razvoj 18-20 °C dnevne, a noćne ne ispod 13 °C. Zalijevanje se obavlja prema potrebi i uvijek pravovremeno, pri čemu valja paziti da se ne kvase biljke zbog razvoja bolesti. Relativnu vlažnost zraka treba održavati na razini 85 – 90 % (Parađiković, 2009.).



Slika 1. Krastavac kornišon

Izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cucumber>



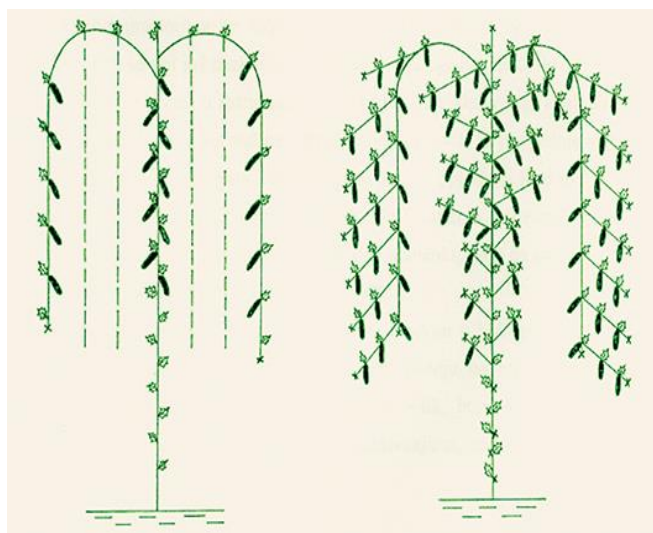
Slika 2. Polje krastavaca

Izvor: <https://www.123rf.com>



## 2.2. Sjetva i njega usjeva

Postoji nekoliko načina uzgoja presadnica, pri čijem se presađivanju vrlo pazi na očuvanje osjetljivog korijenovog sustava mladih biljaka krastavaca. U suvremenoj se proizvodnji krastavaca u zaštićenim prostorima presadnice proizvode u kockama od treseta i celuloznih jiffi lonaca (dimenzija 10 x 10 ili 10 x 12 cm). Uobičajeni način proizvodnje presadnica je da se sa mehaničkim prešanjem treseta istodobno obavlja i sjetva. Ide po jedna sjemenka u svaku kocku. Kod uzgoja presadnica u kamenoj vuni hrana se dozira putem računala i tu se presadnica odgaja do faze berbe (Parađiković, 2009.). Korijen krastavca je površinski, a u tlo prodire do 30 cm. Stabljika je vriježa. Listovi su jednostavni, krupni i dlakavi, petokrpastog oblika (Slika 2.). Iz pazuha listova razvijaju se sekundarne vriježe, a ovisno o načinu uzgoja mogu se razviti vriježe tercijarnih i viših redova. Stablo krastavca je razgranato i puzavo, dužina ovisi o sorti te u uvjetima uzgoja, a može narasti i do tri metra. Zbog toga je pri uzgoju istoga u tlu prikladno oslanjanje na postavljenu armaturu. U hidroponskom uzgoju ovaj je problem automatski riješen. Na donjem dijelu stabljike potrebno je redovito pincirati zaperke (Slika 3.). Listovi su mu krupni sa vidljivim žilama na naličju, a neke sorte imaju s donje strane i bodljikave izrasline. Na dnu listova rastu bočni izboji, koji se kod nekih sorata ostavljaju za plod ili se uklanjaju. U jednom kilogramu sjemena ima oko 32.000 sjemenki. Ovisno o klijavosti i tehnologiji potrebna količina sjemena iznosi 1-8 kg/ha. Sjeme zadržava klijavost i do 8 godina. Plod krastavca je peponis. Ako oni prerastu i počnu žutjeti to je znak da su prezreli i nemaju tržišnu vrijednost.



**Slika 3.** Pinciranje zaperaka krastavaca

**Izvor:** <https://gospodarski.hr>

### 2.3. Gnojdba

Količina mineralnih gnojiva koja se unosi u tlo unosi u fazi obrade ovisi o načinu uzgoja te o očekivanom prinosu. Za prinos od 10 tona krastavci utroše 50 kg N, 16 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 55 kg K<sub>2</sub>O i 10 kg MgO (Tablica 2.).

**Tablica 2.** Iznošenje hraniva iz tla nakon berbe

Hranivo	Kg hraniva / 1 t prinosa ploda
N	2,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,2
K <sub>2</sub> O	2,0
MgO	0,7

**Izvor:** [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/povrcarstvo/krastavac/gnojdba-krastavaca](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo/krastavac/gnojdba-krastavaca)

Poslije svake druge ili treće berbe krastavci se prihranjuju folijarno i to 0,5 % - tna otopina uree 46 % N dok su listovi još mladi, a 1 % - tna otopina uree 46 % N kada je list potpuno razvijen. Može se prihranjivati Fertinom P za povrće u koncentraciji 1-2 %, broj tretiranja barem 2-3 puta u razmacima prskanja 10-14 dana.

### 2.4. Bolesti i štetnici krastavca

Krastavac je jednogodišnja zeljasta kultura vrlo osjetljiva na bolesti. Bolesti i štetnici svake godine nanose značajne ekonomske štete na nasadima krastavaca. Već nakon samog nicanja za vlažnog i hladnog vremena mlade biljčice krastavca mogu biti napadnute gljivičnim bolestima čiji se uzročnici nalaze u tlu, a pripadaju skupini polifagnih mikroorganizama roda *Phytium*, *Phytophthora*, *Sclerotinia* i dr. Najčešće bolesti krastavca su plamenjača (*Pseudoperonospora cubensis*) i pepelnica (*Erysiphe cichoracearum*). Ostale bolesti koje se javljaju su venuće, virus mozaika krastavaca, bolest klijanaca, bijela trulež, krastavost plodova, trulež korijena i crna trulež stabljike. Najčešći štetnici na krastavcu su zelena breskvina uš, lisni mineri, kalifornijski trips i štitasti moljac.

*Phomopsis sclerotiodes* (trulež korijena) je simptomima slična kao i *Didymella bryoniae* (crna trulež stabljike). Radi se o bolesti koja je u početku u obliku vodenastih pruga na vratu korijena. One brzo potamne pa se na tom mjestu mlade biljčice prelome i uvenu. Propadanje mladih biljčica može biti uzrokovano i truležom korijena uslijed napada istih uzročnika. Čim se primijete prvi simptomi propadanja mladih biljčica tlo neposredno uz

samu biljčicu potrebno je raskužiti zalijevanjem 0,15 %-tnom otopinom fungicida u količini oko 0,5 dl po sjetvenom mjestu.

*Fusarium oxysporum* (fuzarijsko venuće) je bolest ponovljenog ili prečestog uzgoja krastavaca na istoj površini za vrijeme toplog vremena (Slika 4.). Uzročnik prezimljuje na zaraženim biljnim ostacima te se prenosi na zdrave biljke. Uzrokuje začepljenje provodnih snopića stabljike uslijed čega se suši čitava biljka, a jedina uspješna mjera borbe protiv fuzarijskog venuća je pridržavanje plodoreda i upotreba zdravog, tretiranog sjemena.



**Slika 4.** *Fusarium oxysporum* na krastvacu

**Izvor:** <https://www.nexles.com/articles>

*Pseudoperonospora cubensis* (plamenjača) je u našim uvjetima ekonomski najznačajnija bolest krastavaca (Slika 5.). Javlja se naročito jako u godinama s prohladnim i vlažnim ljetom. Za kratko vrijeme može u potpunosti uništiti usjev. Pojavljuje se u vidu svijetlozelenih okruglih pjega na listovima. Pjege se postupno povećavaju, postaju uglate i oivičene žilicama lista. Listovi požute i kasnije posmeđe te se osuše, a biljke ugibaju.

*Erysiphe cichoracearum* (pepelnica) dolazi za vrijeme suhog i toplog vremena, posebice tijekom sredine razdoblja plodonošenja. Uzročnik je gljivica *Erysiphe cichoriacearum*, koja prezimljuje u tlu i vjetrom biva prenesena na listove. Na gornjoj strani listova izaziva pepeljastu prevlaku. Zaraženo lišće žuti i postepeno suši. Zaštitu fungicidima protiv pepelnice počinje se provoditi čim se pojave prvi simptomi.



**Slika 5.** *Pseudoperonospora cubensis*

**Izvor:** <https://www.forestryimages.org/>

Najčešći štetnici krastavaca su lisne uši (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aphis citricola*, *Aphis fabae*) (Slika 6.). One mogu prouzročiti znatne štete tijekom vegetacije na prvom mjestu, čiji je napad prepoznatljiv po uvijanju listova, a listovi su ljepljivi od medne rose koju izlučuju. U razdoblju plodonošenja za zaštitu se koriste preparati vrlo kratke karence kao Primor WP u koncentraciji 0,04 % s karencom od 4 dana, Chess u koncentraciji 0,04 % s karencom 3 dana i Hostaquick EC 50 u koncentraciji 0,05 % s karencom od 7 dana. Primjenu ovih preparata moguće je izvršiti zajedno s tretiranjem protiv bolesti uz strogo poštivanje karence. Da bi se spriječio napad i štete od insekata uputno je s pripremom gredica za sjetvu u tlo unijeti neki od zemljišnih insekticida kao što su Dursban G-7,5 u količini 50-60 kg/ha ili Volaton G-10 u količini 40-50 kg/ha. Čest napad, posebice zemljišnih štetnika, može se očekivati ispod folija, budući da je u proljeće tlo ispod njih toplije i tako privlači insekte kojima omogućuje brži razvoj.

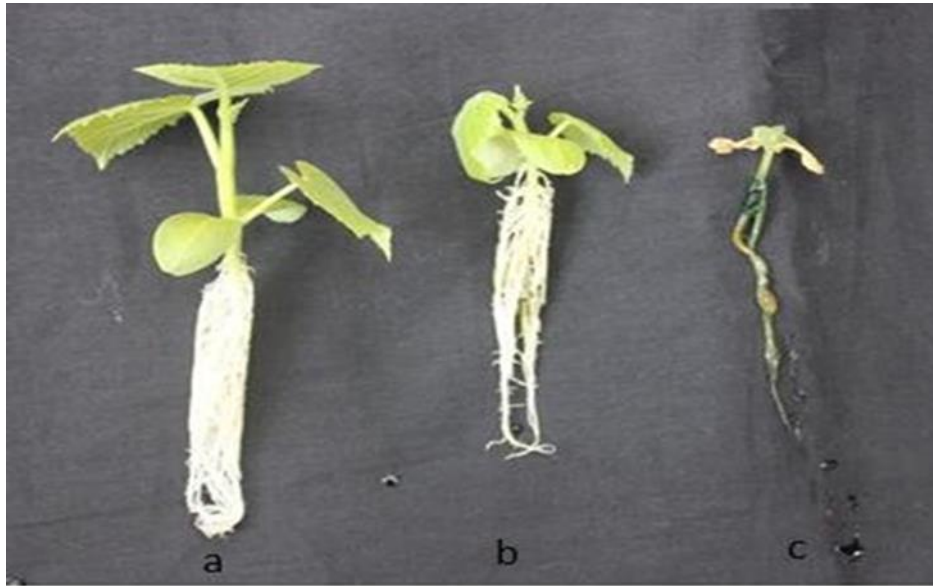


**Slika 6.** Lisne uši

**Izvor:** <https://www.nexles.com/>

## **2.5. Biološka zaštita krastavaca**

Biofungicidi i bioinsekticidi su važan segment pri biološkoj kontroli plodovitog povrća kao što je krastavac. Biofugnicide možemo podijeliti u 3 skupine, prema njihovoj bazi. Mogu biti na bazi gljivica, kvasaca ili bakterija. Svi biofugnicidi imaju određene prednosti i nedostatke. Prednosti su da su u pitanju sredstvima čija su baza organizmi prirodnog porijekla. Ona omogućavaju razvoj održive poljoprivrede primjenom bioloških agensa u programima integrirane zaštite bilja. Ne narušavaju bioraznolikost. Smanjuju potrebu za agresivnim kemijskim sredstvima koji potencijalno mogu uništiti i organizme koji nisu ciljana skupina. Prednost biofungicida je i svakako kraća karenca i radna karenca, kao i njihova široka primjena u svim tipovima biljne proizvodnje. Primjenom biofungicida možemo trajno unijeti dobre organizme u tlo, čime obogaćujemo tlo i bioraznolikost. Pripravci nisu štetni za zdravlje ljudi i korisnih životinja, ne ostavljaju rezidue i ne stvaraju rezistentnost. Nedostaci biofugnicida su teža primjena u praksi jer imaju užu spektar djelovanja od kemijskih fungicida. Djelovanje biofungicida je znatno sporije i njihova primjena je moguća isključivo u slučaju prevencije. Zbog organskog podrijetla imaju znatno kraći rok trajanja od kemijskih sredstava. Nedostatak je i nešto viša cijena, potreba za višekratnom primjenom i sniženje pragova štetnosti.

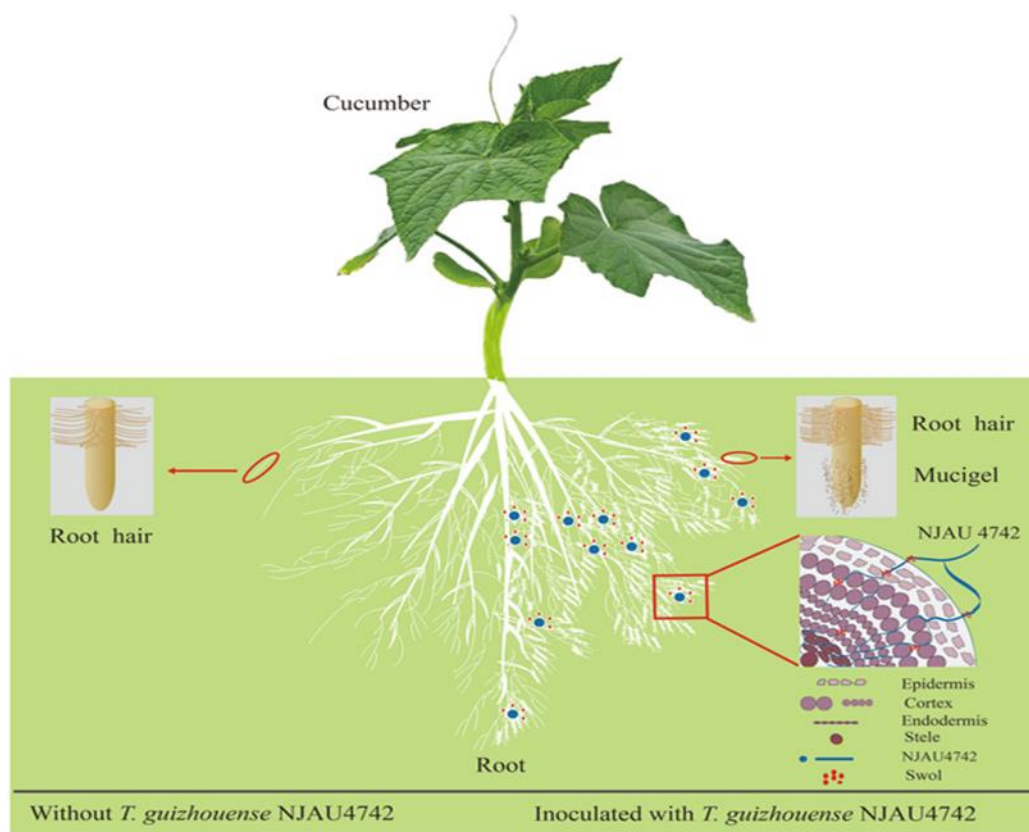


**Slika 7.** Tretman sjemena krastavca sa pripravkom *Trichoderma* ssp. (a) i bez pripravka (b) i (c)

**Izvor:** <https://www.researchgate.net>

Gljivice roda *Trichoderma* su biološki agenti u kontrolni biljnih bolesti, ali i zaštiti usjeva od napada biljnih patogena. Također djeluju kao vrhunski inhibitori rasta te razvijaju imunost sustav same biljke na određene bolesti. Njezini enzimi djeluju preventivno kada je u pitanju razvoj patogenih gljivica. Gljivica pomaže i u ponovnom uspostavljanju biološke ravnoteže u tlu. One čine najzastupljeniju skupinu mikroorganizama u biološkoj zaštiti bilja. Oko 90 % gljivica ovoga roda su antagonisti. Način djelovanja *Trichoderma* se zasniva na 2 procesa - mikoparazitizam i antibiotizam. Mikoparazitizam je zasnovan na odnosu micelija antagonista i patogena, nakon čega izlučevine enzima obavljaju degradaciju staničnog zida domaćina. Gljivice roda *Trichoderma* ssp. poznate su po lučenju snažnog hidrolitičkog multienzimskog kompleksa, proteaza i celulaza. Imaju ulogu i kao alternativni izvor energije, tj. bio-goriva. Pošto se korištenjem *Trichoderme* spp. smanjuje potreba za kemijskim fungicidima, troškovi mogu biti znatno manji u odnosu na korištenje drugih sredstava, a navedena racionalizacija je pozitivna i za okoliš. *Trichoderma* spp. je gljiva prisutna u gotovo svim tipovima tala. Njezina uloga u posljednje vrijeme sve više dobiva na značenju u području biološke zaštite. Dokazano je da preferira područja s velikom količinom zdravog korijenja koje ujedno i potiče na rast. Koristi se kao antagonistička gljiva za suzbijanje fitopatogenih gljivica. Najbolji stimulator rasta biljaka je uočen kod korištenja korisne gljive *Trichoderme harzianum*, gdje je klijanje

povećano za 30 %, a korijenov sustav za 95 % (Slika 7 i 8.). Ona je u RH registrirana u obliku pripravka Trichodex WP.



**Slika 8.** Rast korijena krastavaca sa i bez tretmana pripravka *Trichoderma* ssp.

**Izvor:** <https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/>

Bioinsekticidi se koriste pri ekološkoj zaštiti bilja. U svijetu je registrirano nekoliko stotina preparata od bioinsekticida. Podjela bioinsekticida izvršena je prema vrsti organizama koje suzbijaju: bioinsekticide, biofungicide, bioherbicide i dr. Uključuju makrobiološke agense i mikrobiološke agense, zatim prirodne pesticide i derivate nekih organizama. U mikrobiološke agense ubrajamo mikroorganizme koji su uzročnici bolesti štetoina. U ovu grupu pripadaju virusi, bakterije, gljivice, mikoplazme i mikrosporidije. agense ubrajamo kukce, grinje, pauke, nematode, ptice i sisavce. Bioinsekticidi se rade na bazi korisnih mikroorganizama ili produkata njihovog metabolizma, stvarajući pritom toksine, kristale, spore i antibiotike. Štite biljke, djelujući antagonistički na uzročnike bolesti, štetne insekte, nematode i korove. Bezopasni su za ljude i ekološki su sigurni jer ne zagađuju podzemne vode i popravljaju fiziološka svojstva tla. Osim toga proizvode vitamine, enzime i biljne

hormone kojima djeluju na imunost sustav biljaka, povećavajući njihovu otpornost. Biološko suzbijanje štetočina i bolesti sve više zamjenjuje tradicionalnu kemijsku zaštitu pesticidima. U Hrvatskoj i svijetu najviše se koriste bioinsekticidni pripravci na osnovi bakterije *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). Pripravci na osnovi bakterije *Bacillus thuringiensis* kurstaki koriste se za suzbijanje gusjenica leptira, a podvrsta *Bacillus thuringiensis tenebrionis* za suzbijanje ličinki kornjaša. Pripravci na osnovi gljivice *Beauveria bassiana* koriste u suzbijanju krumpirove zlatice, kukuruznog moljca i cvjetnog štitastog moljca. Radi se o korisnim organizmima koji su u prirodi sastavni dio mikro svijeta. Mogu se primjenjivati u obliku polunativne kulture ili u različitim formulacijama: vodotopive granule, mikrokapsule, prašivo, emulzije, pelete i topivo prašivo. Nedostatak bioloških preparata je kratak rok čuvanja, ali taj problem se rješava inkapsulacijom mikroorganizama ili njihovih produkata u matrice organskih polimera. Biopreparati mogu sadržavati jedan ili veći broj mikroorganizam kao aktivnih tvari. Maksimalno dozvoljen broj tretiranja određen je za svaku biljnu vrstu.

*Bacillus thuringiensis* (skraćeno "*Bt*") je insekticidna bakterija, u širokoj uporabi pri kontroli velikog broja biljnih štetočina - uglavnom ličinki *Lepidoptera* (leptiri i moljci). Prirodno se pojavljuje u zemlji, a od 1950.-tih se koristi u komercijalnoj biološkoj kontroli. *Bt* proizvodi predstavljaju oko 1 % svjetskog agrokemijskog tržišta. Dolazi u obliku praška, koji sadrži mješavinu suhih spora i kristala toksina. Primjenjuju se na lišće ili druga okruženja gdje vegetativne stanice sadrže endospore (svijetle faze) i kristale insekticidnog proteinskog toksina (delta-endotoksin). Većina stanica se raspada i oslobađa spore i kristale toksina. Kristali su agregati velikog proteina zvanog protoksin. On se mora aktivirati da bi počeo djelovati. Kristalni protein je netopiv u normalnim uvjetima, što znači da je siguran za ljude, životinje i većinu insekata. Počinje djelovati pri visokom pH preko 9, što su ujedno uvjeti koji se obično nalaze u sredini crijeva Lepidopternih ličinki. Iz tog razloga, *Bt* je visoko specifičan insekticidni agens. *Bacillus thuringiensis* ima dvije vrste toksina. To su su Cry kristalni toksini, kodirani različitim križnim genima (i ovako se razvrstavaju različite vrste *Bt*). Druge vrste su Cyt citolitički toksini, koji mogu povećati Cry toksine i učinkovitost kontrole insekata. Kada se govori o osjetljivosti ličinki pojedinih vrsta *Lepidoptera* na mikrobiološke insekticide čiju aktivnu tvar predstavlja *Bacillus thuringiensis ssp. kurstaki*, važno je napomenuti da je kod nekih vrsta patogenost primijenjenog preparata zasnovana na kristalima, a kod drugih, npr. kod *Ostrinia nubilis*, potrebno je prisutstvo i spora i kristala.



## 2.6. Žetva i dorada

Najveći svjetski proizvođač krastavaca je Kina s oko 60 % svjetske proizvodnje. Ostali veći proizvođači Kine su Turska, Rusija, Iran i SAD. Na godišnjoj se razini proizvede gotovo 50 milijuna tona krastavaca. Prema Državnom zavodu za statistiku, kod nas je proizvodnja krastavaca u konstantnom padu. U 2017. je iznosila 8 440 tona za tržište. U 2018. je iznosila 4578 tona, a u protekloj 2019. samo 3004 tona za tržište. Prema vremenu prispjeća razlikuje se jesenska, zimska i proljetna proizvodnja krastavaca. Proljetna proizvodnja, sa urodom između veljače i svibnja, je najpogodnija i ekonomski najprihvatljivija s gledišta potražnje (viša ponuda po nižim cijenama). Za proizvodnju u ovom razdoblju sjetva se obavlja krajem studenog, a sadnja 4-5 tjedana poslije. Preferiraju se uvozne hibridne sorte podrijetlom iz Nizozemske. Sve češće se upotrebljava tzv. Ženski hibrid, čijim se uzgojem postiže značajna ušteda ručnog rada oko svakodnevnog uklanjanja muških i kastriranja ženskih cvjetova. Također mu se berba skraćuje za 7-15 dana, ima veći razmak kod sukcesivne berbe, nema potrebe za oprašivanjem pri oplodnji, veća je preglednost biljaka uslijed manje lisne površine, a i prinosi su viši. Budući da je riječ o isključivo ručnoj berbi, krastavci pripadaju skupini radno-intenzivnih kultura. Stoga u konvencionalnoj proizvodnji troškovi berbe znaju biti i do 70 % ukupnih troškova proizvodnje. Moguća je i mehanizirana berba krastavaca kornišona koja je jednokratna, pošto se prolaskom kombajna uništava usjev. Iz tog razloga poželjan je sjetvom postići što gušći sklop biljaka (oko 200.000 biljaka/ha). Kombajn dnevno može ubrati 2-4 ha i ovaj se tip berbe stoga primjenjuje samo na velikim površinama. Ručna berba krastavaca odvija sukcesivno, 2-3 puta tjedno, a ponekad i do 2 puta na dan, pošto bi u protivnom prerasti i prijeći u nižu i jeftiniju III. Kategoriju, koja je nepoželjna na tržištu. Bere se uz pomoć nožića ili škarica, kojima se odreže i dio stapke. Plodovi se potom prenose u hladniju prostoriju na sortiranje, pakiranje i otpremu. Pakiraju se u kartonske kutije ili plastične sanduke. Prinos krastavaca u zaštićenom prostoru dosta varirati (10-75 kg/m<sup>2</sup>). Prema Tržišnom cjenovnom informacijskom sustavu u poljoprivredi (TISUP), u razdoblju od 03.08.2020. do 09.08.2020. cijena salatnog krastavca na veletržnici u Osijeku iznosila je između 4-5 kuna/kg.

### 3. OPIS HIDROPONSKOG UZGOJA – TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Tradicionalno uzgajanje različitih vrsta povrća u plastenicima dovelo je do osiromašenog zemljišta, akumulacije hraniva i soli u njemu, pojave štetnika i smanjivanje prinosa. Primjenom hidroponske tehnologije uzgoja u zaštićenim prostorima postižu se povoljniji uvjeti rasta i razvoja biljaka u odnosu na konvencionalni uzgoj. Hidropon doslovno znači „rad vode“, ali u praktičnom smislu predstavlja tehniku uzgoja biljaka bez supstrata ili s inertnim supstratom kojem su dodana sva potrebna hraniva (Bogović, 2011.). Uzgojem na organskim i anorganskim supstratima izbjegavaju se problemi narušavanja fizičkih, mikrobioloških i kemijskih svojstava tla koji nastaju kao rezultat uzastopne višegodišnje proizvodnje u tlu. Biljke brže rastu, imaju optimalnu opskrbljenost hranjivima i vodom, a skraćuju se i pojedine fenofaze u usporedbi s uzgojem na tlu. To se postiže usklađivanjem učestalosti i trajanja obroka navodnjavanja tijekom dana s intenzitetom svjetlosti, vrstom i volumenom supstrata po biljci, te fenološkom fazom biljke. Istovremeno je potrebno mjeriti količine procijeđene hranjive otopine, pošto se temeljem tih podataka mogu odrediti učestalost i trajanje navodnjavanja (Benko i Fabek, 2009.).

**Tablica 3.** Prinos krastavaca i drugog plodovitog povrća u hidroponskom uzgoju

Kultura	Kg/m <sup>2</sup>
Paprika	20 do 39
Rajčica cherry	20 do 25
Rajčica krupnoplodna	40 do 50
<b>Krastavac</b>	<b>20 do 30</b>
Riga	3 do 4 (2 do 3 berbe, po turnusu)
Salata i matovilac	2 do 2,5 (po turnusu)

**Izvor:** <https://gospodarski.hr/>

Prednosti hidropona su: uzgoj na lokacijama s neplodnim tlima ili bez tla, reducirana pojava biljnih štetočina, monokulturni uzgoj, bolja kontrola opskrbe biljaka vodom, bolja kontrola opskrbe biljnim hranjivima, čuvanje podzemnih voda (kod zatvorenog hidroponskog sustava), bolja kontrola mikroklimatskih uvjeta, veće iskorištenje vode i biljnih hranjiva, lakše planiranje dinamike svih poslova, lakša priprema, sadnja, njega

usjeva i berba, veća radna učinkovitost, veća iskoristivost prostora, veća produkcija biomase po jedinici površine i jedinici vremena; brži rast i ranija berba te ukupno veći prinosi (Borošić i sur., 2011.) (Tablica 3.). Nedostaci hidroponske proizvodnje su: viši troškovi investicija, važan pravilan odabir sortimenata, veća brojnost biljnih štetočina kroz ventilacijske otvore zbog smanjene populacije prirodnih neprijatelja, onečišćenje tla i podzemnih voda (kod otvorenog hidroponskog uzgoja) i više znanja (Borošić i sur., 2011.). Porast svjetske populacije, praćen trajnim gubitkom sve većih površina plodnog tla uslijed urbanizacije, erozije i iscrpljivanja tla, donosi sve veću potrebu za prehranom tog rastućeg stanovništva alternativnim uzgojem bez tla. Sve se više eksperimentira sa vertikalnom poljoprivredom u tzv. urbanim farmama i uzgojima bez tla u zaštićenom i kontroliranom prostoru, kao što su različite vrste hidroponskih tehnika uzgoja. Tako imamo hidroponsku metodu uzgoja sa ili bez supstrata, čija je svrha učvršćivanje korijenovog sustava. Pod uzgoj bez supstrata potpada tehnika na hranjivom filmu, vodena kultura, plutajući kontejneri i aeroponski uzgoj. Kod tehnike hranjivog filma (*NFT*) korijen je pričvršćen za plastični kanal, na čijem je dnu porozni materijal koji omogućuje slobodan razvoj korijena, dok kroz sustav kanala neprestano protječe tanki film hranjive otopine. Ona nije pogodna za plodovitu kulturu poput krastavca već više za neka lisnata povrća. Kod aeroponskog uzgoja biljaka korijen biljke je stalno ili privremeno uronjen u sustav cijevi u kojem se nalazi aerosol, tj. zasićena magla bogata hranivima. Prednost aeroponskog uzgoja je lako premještanje i čišćenje korita kod pranja i dezinfekcije (Parađiković, 2009.). Ipak, najdominantniji uzgoj i u ovom radu najznačajniji naglasak zaslužuje onaj u hidroponskoj hranjivoj otopini sa kapanjem i inertnim supstratom, u koji je uronjen korijen biljke. Organski supstrati mogu biti od treseta, kokosa, rižine ljuske, piljevina, kora drveta ili borove iglice. Anorganski supstrati mogu biti kamena vuna (Slika 9.), vermikulit, perlit, kvarcni pijesak ili ekspandirana glina.



**Slika 9.** Supstrat kamene vune

**Izvor:** <https://zelenastanica.com>

Biljke se uzgajaju u hranjivoj otopini koja je bogata nutrijentima u obliku anorganskih iona. Hranjiva otopina sadrži u optimalnom odnosu sve hranjive biogene elemente, određene je pH-vrijednosti i koncentracije koja se određuje stupnjem električne provodljivosti (EC-vrijednost). Doziranje hraniva, vode i mikroklima putem računala postiže se visoka efikasnost. Posljednjih se godina povećao hidroponski uzgoj biljaka kao posljedica zabrane uporabe otrovnog metil bromida, kao sredstva za suzbijanje štetočina u proizvodnji presadnica gdje je tlo supstrat za proizvodnju (Shrestha i Dunn, 2013.). Iako se u usporedbi s klasičnom proizvodnjom može reći da su uvjeti u hidroponskom uzgoju gotovo sterilni, u komercijalnoj se proizvodnji u praksi ipak pojavljuju se problemi s raznim bolestima i štetnicima (Bogović, 2011.). Većina biljaka dobro reagira na uvjete u hidroponskoj proizvodnji, pošto putem takvog uzgoja dobivaju sve potrebno u optimalnim uvjetima. Ali se dobar dio kultura, zbog visokih troškova proizvodnje, ne isplati uzgajati na ovaj način i iako tehnološki izvodljiva, nije nužno financijski isplativa. *Cucumis sativus L.* iz porodice tikvenjača je, kao jedna termofilna i polodovita biljka, pogodna za hidropon. Iza rajčice i paprike najviše je zastupljena u hidroponskoj proizvodnji, koja je kod nas još uvijek slabo i nedovoljno zastupljena.

### 3.1. Sustav za navodnjavanje i prihranu

Jedinica za navodnjavanje i prihranu pri hidroponskom uzgoju biljaka vrlo je složena oprema. Pri izboru iste treba voditi računa o ukupnoj dnevnoj potrošnji vode i naravno vrsti kultura koja će se uzgajati. Sastoji od sustava za obradu vode, sustava filtera, sustava za pripremu hraniva i sustava za distribuciju (Bogović, 2011.). Za veće površine do 12.000 m<sup>2</sup> koriste se jedinice radnog protoka 20 m<sup>3</sup>. Takve su jedinice pripremljene za rad sa 3-4 recepta. Izborom broja recepata jednoznačno je određen broj pripadajućih spremnika za hranjiva. Svaki recept zahtijeva dva zasebna spremnika, tip A i tip B. Spremnik za kiselinu je 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 10 lit/m<sup>2</sup> kroz 24 sata. Uporaba spremnika nije obavezna, ali se njegovom ugradnjom osigurava taloženje krupnijih čestica i ujednačenja temperatura vode na ulazu u jedinicu. Postrojenje za obradu približno 12.000 m<sup>2</sup> površine uz istovremeni rad sa tri recepta, uključuje jedinicu za navodnjavanje tip kapaciteta 20 m<sup>3</sup>/h, uz mogućnost istovremenog rada sa tri zasebna recepta, 3A + 3B spremnika za hraniva, 1 spremnik za kiselinu, sistemsku pumpu, bazensku pumpu, jedinice za pročišćavanje, EC i pH mjerače, mjerač protoka, spremnik za miješanje zapremine 250 litara, sklopke, pomoćne pumpe, osigurače, alarmnu sirenu, Prima Vega računalo i pisac (Parađiković, 2009.). Pored navedene opreme ovaj komplet sadrži i prenosivi EC i pH metar sa transportnom kutijom. Mjerači su profesionalne izvedbe i neophodni za rad. Jedinica sa spremnicima za hraniva i kiselinu, kao i priručnim spremnikom vode, smješta se unutar jednog od plastenika. Pritom treba voditi računa o pravcima budućeg proširenja, zbog potrebe pravilnog dimenzioniranja primarnog i sekundarnog cijevnog razvoda. Osnovu cijevnog razvoda čini glavni vod za napajanje promjera 75 mm, koji se povlači od jedinice za prihranu do svakog pojedinog plastenika. Na njega se priključuju svi potrebni sekundarni odvojci promjera 50 mm. Oba razvoda su izrađena od PVC cijevi i ukapaju se u plitki sloj ispod površine zemlje (Slika 10.). Površinski razvod je znatno manjeg promjera i radi se iz cijevi promjera 25 mm. Završnicu razvoda čine Netafin kapaljke protoka 3L/sat, sa cca 80 cm spojnog crijeva. Kompletan površinski razvod, uključujući i kapaljke, izrađuje se iz PE materijala isključivo crne boje. Crna boja naime sprječava 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. Zbog malog volumena supstrata po biljci potrebna je učestala fertirigacija. Tako kod uzgoja na kamenoj vuni tijekom dana može biti i preko 30 navodnjavanja po danu, uz

potrošenih 3-4 litre hranjive otopine po biljci. Sustav za navodnjavanje i prihranu može biti otvorenog i zatvorenog tipa. Kod otvorenih sustava drenažna voda se ne reciklira u istom sustavu već 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. Prinos umnogome ovisi o kvaliteti vode koja se koristi za navodnjavanje. Stoga je prije pokretanja sustava potrebno izvršiti analizu vode. Pravilo je da sadržaj mikro i makroelemenata u vodi mora biti manji od sadržaja u hranjivoj otopini. Natrij i klor su za osjetljive biljke toksični već pri količini od 80 ppm. Željezo, zbog svoje nepristupačnosti za biljku, nije pogodno za prihranu. Željezo također blokira kapaljke. Najznačajnija osobina vode je elektroprovodljivost (EC). Najpoželjnije je da voda ima EC manji od 0,5 mS/cm. Kao takva je pogodna za sve povrtnarske vrste, uključujući krastavac i dr. tikvenjače. EC raspona 0,5-1 mS/cm čini vodu težom za upotrebu. A voda s većim EC-om se koristi samo u specijalnim slučajevima. Voda prije navodnjavanja sustavom kap po kap obavezno mora biti filtrirana. Regulacija količine vode prilagođava se ventilima za kontrolu protoka, čija se veličina određuje prema zahtjevima biljaka. Npr., kod uzgoja na kamenjima maksimalna količina vode iznosi 10 l/m<sup>2</sup>/dnevno s po 200-450 ml/m<sup>2</sup>/sat u tri obroka (Bogović, 2011.). Sustav kap po kap osigurava dobru distribuciju i manje gubitke hraniva, jer svaka biljka ima svoju kapaljku. Do kapaljke vode crni razvodnici koji sprječavaju razvoj algi u sustavu. Cijeli se sustav regulira mjeračima vremena, sensorima za svjetlo i tenziometrima. Oni kontroliraju ventile i aktiviraju miješalicu za hraniva, koja omogućava navodnjavanje jednog po jednog sektora plastenika u određenom trenutku. Dnevno može biti 2-3, ali i više od 30 ciklusa navodnjavanja, ovisno o starosti biljke, klimatskim uvjetima i godišnjem dobu (Bogović, 2011.). Najčešće navodnjavanje započinje ujutro, 1-3 sata nakon izlaska sunca. Trebalo bi završiti 2-3 sata prije zalaska sunca. Ako se biljka u svakom ciklusu navodnjava dostatnom količinom vode, oko 20 % otpada kroz sustav za drenažu u kanalice. Takva drenažna otopina zove se perkolat. On je neophodan kako u malom volumenu supstrata ne bi došlo do štetnog nakupljanja soli. U zatvorenom sustavu se koristi ponovo nakon skupljanja u spremnik i prolaska kroz UV-sterilizator. Optimalan hidroponski sustav koristi oko 90% manje vode nego što se koristi obrađivanjem tla, uključujući i sustavom kap po kap, a veća je i hranjiva vrijednost povrća.



**Slika 10.** Cijev za navodnjavanje PE 16mm

**Izvor:** <https://www.botanika.hr>

### **3.2. Hranjiva otopina**

Biljke se uzgajaju u hranjivoj otopini koja je bogata nutrijentima u obliku anorganskih iona. Hranjive otopine su stručno pripremljeni pripravci u obliku lakotopivih soli. Najveći utjecaj na snabdijevanje biljaka hranivima imaju ioni Na, Cl, Fe, Ca, B i  $\text{HCO}_3$ . Kod proračuna hraniva potrebno je uzeti u obzir količine iona Ca, Mg, B, Mn, Zn u vodi. Bikarbonat je alkalne reakcije i povećava pH vode. pH se neutralizira fosfornim i dušičnim kiselinama, uz obavezno kontroliranje ekvivalenta fosfora i dušika (Bogović, 2011.). Za pripremu hranjive otopine od velike je važnosti kvaliteta i kvantiteta vode. Vršiti se analiza vode, sa posebnom pažnjom na pH i EC. Preporuka je da pH bude oko 6, a EC oko 2,5. Korekcije je moguće vršiti uz pomoć hraniva. Najosnovniju hranu predstavljaju dušik, fosfor i kalij te mikroelementi. Primjer prosječne hranjive otopine sadrži dušik i to u nitratnom obliku 70-300 ppm, a u amonijskom 0-31 ppm, zatim kalij 200-400 ppm, fosfor 30-90 ppm, kalcij 150-400 ppm, sumpor 60-330 ppm, magnezij 25-75 ppm, željezo 0,5-5,0 ppm, bor 0,1-1,0 ppm, mangan 0,1-1,0 ppm, cink 0,02-0,2 ppm, molibden 0,01-0,1 ppm i bakar 0,02-0,2 ppm. Zapravo, za svaku biljku postoje preporučene količine hraniva, pH i EC i oni ovise o fazi razvoja biljke te mogu varirati tijekom vegetacije. Navedeni parametri se redovno prate provođenjem analiza otopine i prema potrebi dodavanjem potrebnih hraniva ili kiselina. Današnja moderna proizvodnja služi se računalima koja upravljaju navodnjavanjem i vrše korekcije prema dnevnoj svjetlosti. Dakle, na EC-vrijednost utječe stanje svjetlosti, temperature i odnos vegetativnog i generativnog razvoja biljke.

Sjeme krastavaca je krupnije. Može se sijati izravno u uzgojne blokove kamene vune. Vrijeme proizvodnje presadnica krastavaca ovisi o klimi i godišnjem dobu, a najčešće iznosi 21-28 dana (Bogović, 2011.).

### **3.3. Sadnja presadnica u supstrat**

Za hidroponsku su proizvodnju potrebna velika početna ulaganja zato što se koristi automatizirana oprema, specijalna prihrana i visoka kvaliteta supstrata. Stoga je potrebno u obzir uzeti potrebe tržišta, kvalitetu i cijenu gotovog proizvoda. Izbor uzgojnog medija ovisi o klimatskim uvjetima, tipu plastenika i hidroponskoj tehnologiji. Supstrat mora sadržavati dovoljno vode i zraka za sustav korijena, ne smije sadržavati toksine i mora biti jednostavan za rukovanje. Oni mogu biti organski, anorganski i sintetski. Organski supstrati (kao što su treset, kompost, drveno vlakno i kokosovo vlakno) dobro drže vodu, ali mijenjaju fizikalna svojstva. Anorganski supstrati imaju mali kapacitet izmjene kationa, što ograničava njihovu moć oslobađanja ili vezanja hranjiva, ali mogu duže sačuvati svoju strukturu. Od anorganskih supstrata najčešće se koriste kamena vuna, perlit, vermikulit i silikatni pijesak. Kamena vuna je inertni vlaknasti materijal, mješavina vulkanskih stijena, vapnenca i rastaljenog koksa. Slabo je alkalna, inertna i biološki se ne razgrađuje. Pri uzgoju na kamenoj vuni biljkama se neophodna biljna hranjiva dodaju isključivo putem navodnjavanja, tj. fertirigacije.

Najrašireniji supstrat u hidroponskom uzgoju povrća je kamena vuna. Ona je inertni materijal sastavljen od vlakana bazaltnih stijena. U početku se koristila kao izolacijski materijal u građevinarstvu, a od druge polovice prošlog stoljeća se počinje upotrebljavati i kao podloga za biljku. Kao nedostatke ima veća početna ulaganja i skupu reciklažu, no prednosti poput smanjenog rizika od štetočina, ekonomičnog korištenja hranjiva, smanjenog rasta korijena i lakše kontrole uzgoja (Parađiković, 2009.) čine je vrlo prikladnim izborom.

Sjeme biljke se sije u čepove kamene vune na 0,5 cm. Jedno sjeme ide u jedan čep. Za to vrijeme potrebno je navodnjavanje čistom vodom i održavanje povoljne temperature. Za proizvodnju kvalitetnih presadnica potrebno je, osim odgovarajuće temperature i relativne vlažnosti zraka, također odgovarajuća vlage i razina hranjiva u supstratu. Vlažnost supstrata se održava zalijevanjem s 1-1,5 litre vode po kontejneru dnevno. Nakon nicanja, presadnice se sade u kocke kamene vune. Čep se sa presadnicom utiskuje u predviđeni otvor na kocki. Prije postavljanja kamene vune neophodno je pripremiti plastenik. Ukoliko ima biljnih ostataka potrebno ih je ukloniti. Slijedi niveliranje tla, postavljanje drenažnih



kanala i dezinfekcija. Drenažni kanali se postavljaju između budućih redova kamene vune i spajaju sa centralnom drenažnom cijevi izvan plastenika. Cijela površina pokriva se bijelom folijom debljine 6-10 mikrona koja omogućava refleksiju svjetlosti. Nakon toga postavljaju se blokovi kamene vune, po dva paralelno jedan do drugoga na razmak koji definira kultura, najčešće 35-40 cm. Razmak između redova je oko 120 cm. Slijedi unošenje kocki kamene vune sa presadnicama, koje se postavljaju na blokove kamene vune neposredno do otvora. Tamo ostaju nekoliko dana dok korijen ne ojača, kada se konačno i trajno premještaju na otvore (Parađiković, 2009.).

Prema Benko i sur., specijalizirani proizvođači presadnica plodovitog povrća kontejnere s posijanim sjemenom do nicanja polažu u klima komoru, koja je zadužena se održavanje optimalnih uvjeta vlažnosti i temperature. U takvim uvjetima biljke niču već nakon 10 dana. Sjeme brže klija što je viša temperatura, tako da je do nicanja temperaturu potrebno održavati između 20-25 °C, uz visoku vlažnost. Pri etapi od nicanja do pikiranja temperatura se snižava između 12-15 °C. S obzirom da se zbog osjetljivosti korijena krastavac obično ne pikira, temperatura se za njega održava iznad 15 °C. Izbjegava se sadnja presadnica previše blizu da biljka ima dovoljan pristup kisiku. Ako su previše blizu jedna drugoj, krastavci će biti manji i izloženiji gljivičnim bolestima. U fazi razvijenih kotiledonskih listova i pojave prvog pravog lista, 10-15 dana nakon nicanja, obavlja se pikiranje za ostale kulture. Po dvije biljke se pikiraju u jednu kocku brida 10 cm i visine 7,5 cm za sadnju u dvored, tj. jedna biljka u kocku brida 7,5 cm i visine 6,5 cm za sadnju u jednored. Kocke s mladim biljkama se postavljaju jedna do druge na stolove. Tijekom razdoblja uzgoja presadnica potrebno je provesti jedno do dva razmicanja kocki nakon što im se počnu dodirivati listovi. To se čini radi izbjegavanja zasjenjivanja i nepoželjnog izduživanja presadnica. Svaka druga kocka se izvuče i premjesti na drugo mjesto. Od pikiranja do sadnje potrebno je 50-60 dana, pri temperaturi 15-18 °C. Za 1 ha potrebno je proizvesti 25.000 do 30.000 presadnica, ovisno o planiranom sklopu. Planirana proizvodnja presadnica treba biti 10 % veća od stvarno potrebnog broja biljaka kako bi se nadoknadili mogući gubici tijekom uzgoja i u sadnji. Presadnice se proizvode u vrijeme najkraćeg dana pa razdoblje uzgoja traje razmjerno dugo. Moguće ga je skratiti primjenom dodatnog osvjetljenja. Osim za produženje dnevnog osvjetljenja, ono se može primijeniti i tijekom oblačnih dana u svrhu povećanja intenziteta osvjetljenja. Uvjeti uzgoja presadnica za hidroponski uzgoj identični su kao i za uzgoj u tlu. Košarice se postavljaju na polistirenske ploče na kojima su označena sadna mjesta razmaka 20×20 cm, a ploče se

polažu u bazene s hranjivom otopinom određenog kemijskog sastava i optimalne temperature.

### **3.4. Sustav grijanja**

Povrćarske kulture imaju različite zahtjeve za toplinom. Pojedine vrste povrća, poput krastavca, lubenice, dinje, rajčice i paprika imaju veće zahtjeve za toplinom pa ih klasificiramo kao termofilne biljke. Prema Parađiković, one prestaju s rastom već na 10 °C, a stradavaju na temperaturi pri 0 °C. Termofilne biljke zahtijevaju najvišu temperaturu u vrijeme nicanja i stvaranja generativnih organa. O načinu zasnivanja nasada i izboru kulture u uzgoju ovisi potrošnja energije. Suma temperature na osnovu koje se izračunava temperaturni koeficijent unutar zaštićenog prostora označava se sa  $\Delta t$ . Tako je npr.  $\Delta t^\circ = 35$  °C (-20 °C vanjska temperatura, a +15 °C minimalna temperatura za uzgoj biljke u zimskom periodu). Najniža temperatura se u zaštićenom prostoru nalazi na površini tla, a najviša u sredini, dok je na čeonim i bočnim stranama niža je za 2-3 °C. Sve to se odražava i na rast nasada u tom djelu. Stoga zaštićene prostore zagrijavamo bodno, bočno i krovno. Najkvalitetnije i najpogodnije zagrijavanje unutrašnjosti plastenika zaštićenog prostora pripremljenog za hidroponski uzgoj plodovitog povrća ostvaruje se odgovarajućim sustavom toplovodnog grijanja. Cijevni razvod se postavlja površinski, odmah do supstrata (blokova kamene vune). Temperatura ulazne vode regulira se elektromotornim miješajućim ventilima koje nadzire glavna upravljačka jedinica. Podni cijevni razvodi se polažu na posebno pripremljene oslonce, uz poštivanje unaprijed određenih razmaka. Cijevi, uz zagrijavanje prostora, služe i kao glavne vodilice za prolaz elektromotornih transportnih kolica (Slika 11.). Ona u početku služe pri vođenju i kontroli stabljika, a kasnije pri sukcesivnoj berbi plodova. Prednost ovakvog sustava zagrijavanja dolazi do izražaja kod proizvodnje na većim zaštićenim površinama, kada je nužna izgradnja jedinstvenog kotlovskeg postrojenja s glavnim cijevnim razvodima koji vode do svakog pojedinog objekta.



**Slika 11.** Cijevni razvodi u hidroponu

**Izvor:** <https://www.savjetodavna.hr/>

#### **4. ZNANSTVENE SPOZNAJE O HIDROPONSKOM UZGOJU KRSTAVACA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE**

U ovom poglavlju rada opisani su rezultati i zaključci do kojih su dovela tri neovisna istraživanja na pokušajima kod hidroponskog uzgoja *Cucumis sativus L.* Ispitivale su se različite varijable sjetvenog roka, kultivara i supstrata, tražeći najpogodniju kombinaciju za prinos i povećanje udjela tržišnosti plodova.

##### **4.1. Hidroponski uzgoj krastavca u ljetno-jesenskom roku**

Cilj znanstvenog istraživanja kojeg su proveli Borošić i sur. bio je utvrditi komponente prinosa nekoliko različitih vrsta kultivara salatnih krastavaca na organskim i anorganskim supstratima u ljetno-jesenskom roku. Velika ponuda krastavca u prvoj polovici ljeta smanjuje prodajnu cijenu i proizvođači prekidaju berbu. Dio ljeta su zaštićeni prostori prazni i tek u rujnu započinje priprema tla za uzgoj jesensko-zimskih (i ozimih) kultura. U hidroponskoj tehnologiji uzgoja bolja opskrbljenost biljaka hranjivima i vodom rezultira češćom berbom sa boljim obrtajima i većim prinosima.

Istraživanje je provedeno u negrijanom plasteniku sa bočnom ventilacijom, pokrivenom jednostrukom PE-folijom. U plasteniku su postavljeni i spremnici za gotovu hranjivu otopinu i sustav za navodnjavanje kapanjem. Broj i trajanje obroka fertirigacije regulirani su na vremenskom programatoru koji je preko elektromagnetskog ventila uključivao i isključivao crpku za distribuciju hranjive otopine. Ovisno o mikroklimatskim uvjetima i fazi razvoja biljke, dnevno je bilo do 24 obroka fertirigacije. Primijenjena je hranjiva otopina sastava planiranog prema Enzo i sur. (2001.). Istraživanju je obuhvatilo pet novijih kultivara salatnih krastavaca, koji su uzgajani na pločama od kamene vune i kokosovih vlakana. Sjeme je sijano 4. srpnja, a presadnice s 2-3 lista u blokovima kamene vune posađene su 28. srpnja. Razmak između biljaka u redu bio je 0,5 m, a između redova 1 m, čime je ostvaren sklop 2 biljke na m<sup>2</sup>. Do 40 cm iznad tla uklonjeni su svi plodovi i postrane vriježe, dok su sljedeće vriježe skraćene na jedan plod i dva lista. Tijekom vegetacije provođene su mjere njege usjeva kao što su omatanje biljaka oko plastičnog veziva i pinciranje vriježa. Berba je počela 16. kolovoza i trajala je do 17. listopada. Ukupno je bilo 20 berbi. Prosječno bralo se svaki treći dan. Utvrđeni su broj i masa, dužina i promjer ploda, kao i prinos po biljci. Pokus je bio postavljen po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u tri ponavljanja. Osnovnu parcelu činila je jedna ploča supstrata s dvije biljke

krastavca. Statistička analiza rezultata obavljena je analizom varijance, dok su prosječne vrijednosti testirane LSD testom na razini signifikantnosti  $p \leq 0,05$ .

U 9 tjedana berbe, ubrano je oko 5,5 kg plodova krastavca po biljci, prosječne mase oko 180 g. Uz sklop 2 biljke po  $m^2$  i ubranih 29 plodova po biljci, ostvaren je prinos od preko 100 t/ha. Supstrat pritom nije utjecao na prinos krastavca. Oba supstrata imaju podjednaka svojstva - i kamena vuna i vlakna kokosova oraha. Enzo i sur. (2001) navode da imaju malu volumnu masu (do  $100 \text{ kg/m}^3$ ), veliki porozitet (95 %) i kapacitet za hranjivu otopinu (oko 80 % makropora), zadovoljavajući kapacitet za zrak ( $> 10$  % mikropora), nisku elektroprovodljivost (kamena vuna,  $EC = 0,01 \text{ mS/cm}$ ) i optimalnu kemijsku reakciju (kokosova vlakna, pH-vrijednost 5-6,8). Prinos je međusobno djelovanje krupnoće i broja tržnih plodova po biljci. Na oba je supstrata bio podjednak broj tržnih plodova po biljci, na kamenoj vuni 28,5 i na kokosovim vlaknima 29,0. Nije bilo niti značajne razlike u prosječnoj masi ploda između supstrata (Parks i sur., 2004; Al Rawahy i sur., 2009; Benko i sur., 2011.), dok su Peyvast i sur. (2008.) utvrdili značajne razlike u masi ploda, ovisno o supstratu. Na oba supstrata ostvarena je jednaka dužina ploda (Peyvast i sur. 2008), a Benko i sur. (2011.) utvrdili su suprotno. Na kamenoj vuni plodovi su imali za 0,5 cm veći promjer. Peyvast i sur. (2008.) i Benko i sur. (2011.) nisu utvrdili razlike u promjeru ploda, ovisno o supstratu. Nije bilo razlike u prinosu krastavaca uzgajanih na kamenoj vuni i kokosovim vlaknima (Benko i sur., 2011.), kao ni uzgajanih na tresetu i perlitu (Benko i sur., 2009.), ali je veći prinos ostvaren na supstratima kamena vuna i kokosova vlakna od prinosa na druga dva. Neki su autori utvrdili razlike u prinosu krastavca na različitim anorganskim i organskim supstratima (Böhme i sur., 2008.; Peyvast i sur., 2008.; Abdelaziz i Pokluda, 2009.), dok drugi nisu imali značajnih razlika u prinosu s obzirom na supstrat (Parks i sur., 2004.; Al Rawahy i sur., 2009; Kidoğlu i Gül, 2009.).

Postoje razlike u prinosu po biljci između kultivara krastavca (Benko i sur., 2009. i 2011.). Kultivar Enki je imao najveći (6,55 kg), a kultivar Dinero najmanji (4,47 kg) prinos po biljci. Kultivar Enki je također, uz kultivar Paraiso, imao najkrupnije plodove u tehnološkoj zrelosti (188 g) od ostala tri kultivara. Imao je i najveći broj tržnih plodova po biljci (34,9). Utjecaj kultivara na prinos plodova po biljci vidi se i u međusobnoj interakciji sa supstratom. Tako kultivar Enki na oba supstrata ima najbolje rezultate. Prosječna dužina tehnološki zrelog ploda istraživanih kultivara krastavca iznosila je 19-20 cm, uz prosječan promjer oko 4 cm. Kultivari Paraiso, Enki i Dinero imali su značajno veću dužinu i promjer ploda od preostala dva. Benko i sur. (2011.) nisu utvrdili razlike u duljini, ali jesu u promjeru ploda. Dnevni prirast tehnološki zrelih plodova po biljci nije bio ujednačen

tijekom 9 tjedana berbe. Ovisno o kultivaru i supstratu, u drugoj polovici kolovoza dnevni je prirast plodova iznosio između 32-69 g, a tijekom listopada između 43-94 g. Najveći dnevni prirast prinosa ploda ostvaren je u rujnu, kada su temperature zraka u plasteniku bile povoljnije. Ovisno o kultivaru i supstratu, iznosio je između 75-160 g po biljci.

#### **4.2. Izbor supstrata za hidroponski uzgoj krastavaca**

Cilj znanstvenog istraživanja kojeg su 2009. na pokušalištu Maksimir proveli Benko i sur. bio je utvrđivanje pogodnosti supstrata za hidroponski uzgoj krastavaca. Provedeno je testiranjem četiri supstrata (kamena vuna, perlit, vlakna kokosova oraha i treset), na kojima su uzgajana tri kultivara *Cucumis sativus* L. (Caman, Ekron, i Y-225).

Istraživanje je provedeno u negrijanom plasteniku pokrivenom jednostrukim PE-filmom. Plastenik je bio opremljenom bočnom ventilacijom i automatikom za fertirigaciju kapanjem. Ovisno o mikroklimatskim uvjetima u zaštićenom prostoru i fazi razvoja biljke, dnevno je provedeno između 6-24 obroka fertirigacije. Volumen primijenjene hranjive otopine iznosio je 0,3-3,7 litara po biljci. Sastav hranjive otopine planiran je prema Tesi (2002.). Testirana su četiri supstrata, od kojih su dva bila anorganskog porijekla - kamena vuna i perlit, a dva organskog podrijetla - vlakna kokosova oraha i treset. Kamena vuna i kokosova vlakna su bili u obliku ploča volumena 11,25, odnosno, 12 litara. Sađene su 2 biljke po ploči, pri čemu je volumen supstrata po biljci iznosio 5,6 litara na kamenoj vuni, tj. 6 litara na kokosovim vlaknima. Perlitom i tresetom su punjeni lonci volumena 5 L, u koje je sađena po 1 biljka. Uzgajana su tri kultivara salatnih krastavaca: Caman, Ekron i Y-225. Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknog rasporeda u četiri ponavljanja. Sjetva sjemena u polistirenske kontejnere sa 40 lončića je obavljena 3. travnja. Presadnice su posađene 28. travnja, u fazi 3 do 4 razvijena prava lista. Razmak između redova bio je 150 cm, a unutar reda 40 cm, čime je ostvaren sklop od 1,7 biljaka/m<sup>2</sup>. Krastavci su uzgajani uz armaturu od polipropilenske mreže, visine 200 cm. Tijekom vegetacije kontinuirano su provođene mjere njege usjeva (usmjeravanje biljaka u mrežu i pinciranje zaperaka). pH-vrijednost hranjive otopine u spremnicima je održavana u rasponu između 5,4-5,6, a EC vrijednost između 2,0-2,2 dS/m. Tijekom plodonošenja, od 22. svibnja do 20. srpnja obavljena je 21 berba u intervalu između 2-4 dana. Prilikom berbe utvrđeni su masa, duljina i promjer ploda, tržišni prinos i udio netržišnih plodova. Kao netržišni, klasirani su deformirani i prerasti plodovi (mase iznad 300 g). Statistička analiza rezultata je obavljena analizom varijance, dok su prosječne vrijednosti testirane LSD testom na razini signifikantnosti  $p \leq 0,05$  i  $p \leq 0,01$ .

pH- i EC-vrijednosti te količina primijenjene hranjive otopine su u skladu s istraživanjem Parks i sur. (2004.), koji su u uzgoju krastavaca na različitim supstratima biljke dnevno prihranjivali između 0,5-3,5 L hranjive otopine, ovisno o akumuliranoj sunčevoj radijaciji i fazi razvoja. pH-vrijednost dodane otopine je održavana oko 5,8 a EC vrijednost oko 2,0 dS/m. Tijekom perioda uzgoja, od treće dekade travnja do druge dekade srpnja, minimalna dekadna temperatura zraka varirala je između 11,9-17,0 °C, a maksimalna 28,1-35,0 °C. Istovremeno je minimalna vlaga zraka bila između 27-44 %, a maksimalna 89-96 %. Tako visoke vrijednosti maksimalne temperature zraka uzrokovane su relativno malim volumenom zaštićenog prostora i nemogućnošću boljeg prozračivanja zaštićenog prostora. Navedeni faktori utjecali su i na značajan porast relativne vlage zraka tijekom noći pa su maksimalne vrijednosti iznosile iznad 90 %. Gómez-López i sur. (2006.) su tijekom zime, između siječnja i ožujka,

zabilježili mjesečne minimalne temperature između 21,2-22,4 °C, maksimalne između 28,7-32,4 °C. Minimalne noćne temperature su varirale između 15,8-18,5 °C, a maksimalne 21,4-23,1 °C. U proljetnom uzgoju, od travnja do lipnja, maksimalne mjesečne temperature su bile 36,6-37,0 °C, a minimalne od 21,7-28,9 °C. Noćne vrijednosti su iznosile 23,6-26,2 °C, tj., između 16,8-20,7 °C.

Od sadnje do početka berbe je proteklo 24 dana, a plodonošenje je trajalo 59 dana. Masa tržnih plodova bila je podjednaka na svim supstratima i varirala je između 172-180 g. Među testiranim kultivarima su utvrđene značajne razlike u masi ploda. Tako je najkrupnije plodove imao kultivar Ekron (188 g) i ti plodovi su bili podjednake mase, baš kao i plodovi kultivara Caman (179 g). Ujedno su bili značajno krupniji od plodova kultivara Y-225 (163 g). Kultivar Y-225 je razvio najsitnije plodove, mase od 158 g na tresetu do 173 g na kamenoj vuni. Na kamenoj vuni je najkrupnije plodove (184 g) razvio i kultivar Caman, dok je kultivar Ekron najkrupniji (192 g) bio na kokosovim vlaknima. Najveća duljina plodova je utvrđena na kamenoj vuni (187,1 mm), što je bilo znatno više od plodova razvijenih na tresetu (173,7 mm). Sva tri kultivara razvila su plodove podjednake duljine, od 176,4 (Y-225) do 183,5 mm (Ekron).

Najveća duljina plodova među testiranimima je utvrđena pri uzgoju kultivara Caman i Ekron na kamenoj vuni (189,1 i 191,9 mm) te pri uzgoju kultivara Ekron i Y-225 na kokosovim vlaknima (191,9 i 182,8 mm). Najkraći plodovi su utvrđeni pri uzgoju kultivara Y-225 na perlitu (168,5 mm) i kultivara Ekron na tresetu (170,6 mm). Vrsta supstrata nije značajno utjecala na promjer ploda koji je bio u rasponu 39,5-41,1 mm. Kultivari su imali značajne razlike u promjeru plodova. Tako je plodove najmanjeg promjera razvio kultivar Y-225

(37,7 mm). Značajno veći promjer imali su plodovi kultivara Caman i Ekron, 41,0, tj. 42,1 mm. Među interakcijama su utvrđene i značajne razlike u promjeru ploda. I najveći i najmanji promjer utvrđeni su pri uzgoju na kokosovim vlaknima, 44,4 mm kod kultivara Ekron, tj. 36,6 mm kod kultivara Y-225. Gómez-López i sur. (2006.) navode kako pri uzgoju krastavaca na perlitu i tehnikom hranjivog filma tijekom zimskog perioda masa ploda raste tijekom plodonošenja, dok u proljetnom periodu kreće opadati nakon treće berbe. Promjer ploda se mijenja na isti način. Duljina plodova je bila značajno različita samo u pojedinom berbama tijekom zimskog perioda. Plodovi uzgajanih na perlitu tijekom proljetnog perioda bili su duži i širi od onih iz zimskog perioda. Navode kako se plodovi testiranog kultivara duži od 165 i širi od 65 mm ne smatraju tržišnim. U istraživanju Peyvast i sur. (2008.) najkrupniji plodovi (mase 95,3 g; duljine 15,6 cm; promjera 2,76 cm) su se razvili na tresetu, dok su se znatno sitniji razvili pri uzgoju na ljuskama riže. Testirani supstrati nisu utjecali na duljinu ploda. Pri uzgoju na rižinim ljuskama te smjesi rižinih ljusaka i perlita promjer je bio znatno manji nego kod uzgoja na tresetu i perlitu. Kidoğlu i Gül (2009.) navode kako su pri uzgoju na smjesama anorganskih supstrata brani plodovi duljine između 171,6-173,4 mm i duljine 37,4-37,9 mm. Huang i sur. (2009.) su pri uzgoju cijepljenih krastavaca na smjesi treseta, vermikulita i perlita (1:1:1 vol. %) zabilježili masu ploda između 183,4-185,3 g. Pri porastu koncentracije NaCl došlo je do smanjenja mase ploda na 102,3 do 106,8 g.

Najviši prinos među testiranim supstratima ostvaren je na kokosovim vlaknima i iznosio je 6,355 kg/biljci, tj. 10,80 kg/m<sup>2</sup>. Statistički podjednak prinos ostvaren je na kamenoj vuni (6,090 kg/biljci), dok su znatno niži prinosi ostvareni na tresetu i perlitu (4,878 i 4,529 kg/biljci). Značajne su razlike utvrđene u ostvarenom prinosu testiranih kultivara. Pritom je najviši prinos (5,881 kg/biljci ili 10,00 kg/m<sup>2</sup>) ostvario kultivar Caman, dok su ostala dva kultivara ostvarila puno niže prinose, 5,186, tj. 5,321 kg/biljci. Među testiranima, najviši prinos ostvaren je pri uzgoju kultivara Y-225 na kokosovim vlaknima (6,631 kg/biljci; 11,27 kg/m<sup>2</sup>) te pri uzgoju kultivara Caman na kamenoj vuni (6,617 kg/biljci) i kokosovim vlaknima (6,571 kg/biljci). Statistički podjednak bio je prinos kultivara Ekron na kamenoj vuni i kokosovim vlaknima te kultivara Y-225 na kamenoj vuni. Najniži prinos je ostvario kultivar Y-225 uzgajan na perlitu (3,974 kg/biljci; 6,76 kg/m<sup>2</sup>). Sličan prinos ostvario je isti kultivar na tresetu, a kultivar Ekron na perlitu i tresetu. Benko i sur. (2009.) su ostvarili statistički podjednak prinos krastavaca uzgajanih na tresetu (4,33 kg/biljci) i perlitu (4,37 kg/biljci). Prema Al Rawahy i sur. (2009.) od sadnje krastavaca, u lonce napunjene piljevinom drveta i usitnjenim palminim lišćem, do početka berbe proteklo je 37 dana, a



berba je trajala 68 dana. Vrsta supstrata nije utjecala na prinos (8,3 i 7,2 kg/m<sup>2</sup>) i masu ploda (121 i 125 g). Parks i sur. (2004.) navode da je uzgojem salatnih krastavaca na različitim supstratima ostvaren prosječan prinos 7,4 kg/m<sup>2</sup>. Bohme i sur. (2008.) su tijekom dva mjeseca berbe, uz sklop od 2,2 biljke/m<sup>2</sup>, ostvarili prinos od 0,57 i 0,77 kg po biljci (na tresetu, tj. perlitu). U sljedećoj sezoni, za sadnju je upotrijebljen već korišten supstrat i tijekom 16 tjedana ubrano je 7,49 i 6,68 kg po biljci. Schroeder i Sell (2009.) su uzgajali biljke u organskom supstratu (tresetu i kompostu dobivenom iz tekućeg stajskog gnoja), volumena 10 L po biljci. Pritom su postigli prinos između 5,20-7,96 kg/m<sup>2</sup>. Gul i sur. (2007.) su na smjesama (1:1 i 3:1 vol. %) anorganskih supstrata (perlit + klinoptilolit i sedra + klinoptilolit), uz primjenu anorganske hranjive otopine i čvrstog organskog gnojiva, tijekom jesenskog perioda berbe između 16. rujna do 18. prosinca ostvarili prinos od 10,13 do 17,51 kg/m<sup>2</sup>. U proljetnom periodu je od 26. travnja do 3. srpnja ostvaren prinos između 11,76 i 20,74 kg/m<sup>2</sup>. U oba roka uzgoja najbolji je rezultat ostvaren pri upotrebi smjese perlit + klinoptilolit (u odnosu 1:1) i primjeni anorganske hranjive otopine. Abdelaziz i Pokluda (2009.) su, ovisno o kultivaru na tresetu ostvarili prinos od 15,9 i 16,1 kg/m<sup>2</sup>, a na kamenoj vuni 15,9 i 17,1 kg/m<sup>2</sup>. Pri inokulaciji supstrata bakterijama fiksatorima dušika prinos na tresetu varirao je između 12,6-17,1 kg/m<sup>2</sup>, tj. između 14,8-18,2 kg/m<sup>2</sup> na kamenoj vuni.

Najveći udio netržnih plodova u ukupnom broju utvrđen je na perlitu (7,30 %). Udio netržnih plodova na ostalim supstratima je varirao od 5,65 na kamenoj vuni do 5,83% na kokosovim vlaknima. Najmanje netržnih je utvrđeno među plodovima kultivara Y-225 (3,12 %), dok je kod ostalih kultivara udio netržnih plodova iznosio 6,87 % (Caman) i 8,35 % (Ekron). Na sva četiri supstrata najmanje je netržnih plodova bilo kod kultivara Y-225, od 1,75 % na kamenoj vuni do 3,73 % na tresetu. Kultivari Caman i Ekron su također najviše netržnih plodova razvili na tresetu (8,40 % i 9,78 %). Caman je najmanje netržnih plodova imao na kamenoj vuni (5,90 %), a Ekron na perlitu (6,84 %). U istraživanju Peyvast i sur. (2008.), udio netržnog u ukupnom prinosu bio podjednak na testiranim supstratima (treset, perlit, rižine ljuske i smjesa rižinih ljusaka i perlita 1:1) i iznosio od 7,50-8,74 %. Benko i sur. (2009.) su, ovisno o kultivaru i supstratu, ubrali od 5,4% netržnih plodova kod kultivara Pontia uzgajanog na perlitu do 11,6 % kod kultivara Gemini uzgajanog na tresetu. D'Anna i sur. (2009.) navode da je udio netržnih plodova, ovisno o EC-vrijednosti hranjive otopine i sustavu uzgoja iznosio 16,8-19,6 %. Huang i sur. (2009.) su utvrdili porast udjela netržnih plodova pri porastu saliniteta s 8,53 na 22,24

% pri cijepljenju na isti kultivar. Cijepljenjem na komercijalne podloge udio netržnih plodova se smanjio pri 30 mmol/L NaCl, tj. povećao pri 60 mmol/L.

Može se zaključiti da je vrsta supstrata imala značajan utjecaj na duljinu plodova, dok su se kultivari značajno razlikovali po masi i promjeru ploda. Među interakcijama su utvrđene značajne razlike za sva tri svojstva. Masa ploda bila je u rasponu 158-192 g, duljina 168,5-191,9 mm, a promjer 36,6-44,4 mm. Najviši tržišni prinos je ostvaren na kokosovim vlaknima, podjednak na kamenoj vuni, a znatno niži na tresetu i perlitu. Sva tri kultivara su ostvarila najviše prinose na kokosovim vlaknima i kamenoj vuni (5,754 do 6,631 kg/biljci). Najniži prinos (3,974 kg/biljci) ostvario je kultivar Y-225 na perlitu. Udio netržnih plodova bio je podjednak na svim supstratima (5,65-7,30 %), dok je kultivar Y-225 razvio najmanje netržnih plodova. Kod testiranih interakcija udio netržnih plodova varirao je 1,75-9,78 %. Kamena vuna i kokosova vlakna su supstrati pogodni za hidroponski uzgoj krastavaca zato što isti s njima ostvaruje visok prinos tržišnih plodova odgovarajućih morfometrijskih svojstava, uz udio netržnih plodova niži od 10 %. Mogući razlog tako viših prinosa je, osim najpovoljnijeg odnosa makro i mikropora u kamenoj vuni i kokosovim vlaknima, vjerojatno i rezultat nešto većeg volumena ovih supstrata po biljci u odnosu na perlit i treset, kao i zadržavanja dijela otopine u donjem dijelu ploče ispod razine otvora za procjeđivanje viška.

### **4.3. Izbor kultivara s obzirom na supstrat za hidroponski uzgoj krastavaca**

Cilj znanstvenog istraživanja kojeg su 2009. proveli Benko i Fabek bio je istražiti mogućnost uzgoja dva kultivara salatnih krastavaca na supstratima anorganskog (perlit) i organskog (treset) porijekla, primjenom hidroponske tehnologije radi izbjegavanja problema koji se mogu javiti prilikom uzgoja na tlu u zaštićenom prostoru.

Istraživanje je provedeno u negrijanom plasteniku, pokrivenom jednostrukom PE folijom i opremljenom bočnom ventilacijom i automatikom za fertirigaciju kapanjem. Ovisno o mikroklimatskim uvjetima u zaštićenom prostoru i fazi razvoja biljke, dnevno je provedeno do 24 obroka fertirigacije. Sastav primijenjene hranjive otopine je bio planiran prema Sonneveldu i Straveru (1994.). Testirana su dva kultivara salatnih krastavaca, Pontia F1 i Gemini F1, uzgajana na tresetu i perlitu. Pokus je postavljen po metodi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja. Presadnice su proizvedene u polistirenskim kontejnerima sa 40 lončića i 3. lipnja su presađene u lonce volumena 5 L. Razmak između redova je iznosio 150 cm, a unutar reda 40 cm, čime je ostvaren sklop od 1,7 biljaka/m<sup>2</sup>. Krastavci su uzgajani uz armaturu od polipropilenske mreže, na visinu 200 cm. Tijekom vegetacije

kontinuirano su provođene mjere njege usjeva (usmjeravanje biljaka u mrežu i pinciranje zaperaka). pH- i EC-vrijednosti hranjive otopine u spremnicima i zoni korijena mjerene su 2-3 puta tjedno prilikom punjenja spremnika. Berba je započela 27. lipnja i tijekom plodonošenja do 13. rujna ukupno su obavljene 23 berbe. Tijekom berbe utvrđene su sljedeće komponente prinosa: broj, masa i prinos tržnih plodova te udio netržnih plodova. Kao netržni, klasirani su deformirani i prerasli plodovi (mase iznad 300 g). Statistička analiza rezultata je obavljena analizom varijance, dok su prosječne vrijednosti bile testirane Duncanovim multiplim testom rangova na razini signifikantnosti  $p \leq 0,05$  i  $p \leq 0,01$ .

U spremniku gotove hranjive otopine, pH-vrijednostisu tijekom vegetacije bile u rasponu između 6,0 (izmjereno 8. kolovoza) do 7,1 (izmjereno 7. rujna). U zoni korijena je tijekom vegetacije zabilježeno variranje pH-vrijednosti hranjive otopine između 6,9-7,5. EC je kod hranjive otopine u spremniku tijekom vegetacije iznosio između 1,5-2,4 dS/m, dok je u procijedenoj hranjivoj otopini iz zone korijena varirao 1,2-3,4 dS/m. Prema Resh (2001.) i Hochmuthu (2001.), pH-vrijednost u zoni korijena bi trebala iznositi između 5,5-6,0, a EC-vrijednost između 2,2-2,7 dS/m. Resh (2001.) preporučuje povećanje EC-vrijednosti u slučaju pojačanog vegetativnog rasta, pri čemu bi se trebalo procijediti oko 30 % dodane hranjive otopine. Papadopoulos (1994.) navodi da se pri nižem intenzitetu svjetlosti EC-vrijednost mora održavati oko 2,2 dS/m, a dok kod višeg intenziteta oko 2,5 dS/m. U istraživanju (Parks, 2004.) uzgoja krastavaca na različitim supstratima biljke su dnevno prihranjivane s 0,5-3,5 L hranjive otopine, ovisno o akumuliranoj sunčevoj radijaciji i fazi razvoja. pH-vrijednost dodane otopine je održavana oko 5,8 a EC-vrijednost oko 2,0 dS/m. Prema Hochmuth i Hochmuth (2003.) korištenjem hranjive otopine EC-vrijednosti 1,0 dS/m, EC-vrijednost procijedene otopine iz supstrata može biti 1,5 dS/m. Ako je EC-vrijednost primijenjene otopine 2,0 dS/m tada EC-vrijednost procijedene otopine može biti između 2,5-2,8 dS/m.

Ovisno o kultivaru, broj tržnih plodova po  $m^2$  je varirao između 29,8 kod kultivara Gemini do 35,4 kod kultivara Pontia. Statističkom analizom rezultata je utvrđena vrlo značajna razlika između kultivara u broju tržnih plodova po  $m^2$ . Kod biljaka uzgajanih na perlitu utvrđen je veći broj tržnih plodova po jedinici površine (33,0), nego kod biljaka uzgajanih na tresetu (32,1). Biljke kultivara Pontia su na oba supstrata imale više tržnih plodova nego biljke kultivara Gemini. Kod kultivara Pontia uzgajanog na perlitu zabilježen je najveći broj (35,7 tržnih plodova/ $m^2$ ), dok je najmanje (29,4) ostvareno pri interakciji kultivara Gemini i treseta. Navedena razlika u broju plodova statistički nije bila značajna. Jakše (2005.) navodi da je u uzgoju dva kultivara salatnih krastavaca na mreži i uz vezivo, broj

tržnih plodova po biljci, ovisno o kultivaru, iznosio između 16,9-21,3, a ovisno o tehnologiji uzgoja 16,3-22,0. Parks i sur. (2004.) navode da je s biljaka krastavaca uzgajanih na različitim supstratima prosječno ubrano 32,1 tržnih plodova po biljci. Testirani kultivari su tijekom berbe ostvarili podjednake prosječne mase tržnih plodova, između 228-230 g. Na oba supstrata nisu utvrđene statistički značajne razlike u ostvarenoj prosječnoj masi tržnih plodova, koja je iznosila 226 g na perlitu i 231 g na tresetu. Najkrupnije plodove (238 g) ostvario je kultivar Gemini uzgajan na tresetu. Ti su plodovi bili značajno krupniji od plodova kultivara Gemini uzgajanog na perlitu i kultivara Pontia uzgajanog na tresetu (221 i 224 g). Plodove podjednake mase (231 g) razvio je kultivar Pontia uzgajan na perlitu. Prema Jakše (2005.) tržni plodovi su, ovisno o kultivaru i godini uzgoja, imali masu između 262-306 g, a ovisno o tehnologiji uzgoja (uz mrežu ili vezivo) između 275-305 g. Pri učestalosti berbe 3 puta tjedno, ostvarena je prosječna masa i dužina ploda, 144 g i 14 cm (Parks i sur., 2004.).

Biljke uzgajane na tresetu su ostvarile prosječan prinos od 7,36 kg/m<sup>2</sup>, a biljke uzgajane na perlitu 7,43 kg/m<sup>2</sup>, što znači da na različitim supstratima nisu utvrđene značajne razlike. Kultivar Pontia je tijekom plodonošenja ostvario znatno veći prinos (7,95 kg/m<sup>2</sup>) od kultivara Gemini (6,84 kg/m<sup>2</sup>). Najniži prinos tržnih plodova su ostvarile biljke kultivara Gemini uzgajane na perlitu (6,68 kg/m<sup>2</sup>), dok su nešto veći prinos postigle biljke istog kultivara uzgajanog na tresetu. Pri uzgoju na tresetu kultivar Pontia je ostvario 9,3 % veći prinos od kultivara Gemini, a pri uzgoju na perlitu 18,3 %. Između interakcija nisu utvrđene statistički značajne razlike. Opravdan utjecaj tehnologije uzgoja na prinos navodi Jakše (2005.), gdje su biljke uzgajane uz vezivo postigle znatno viši prinos (10,3 kg/m<sup>2</sup>) od biljaka uzgajanih na mreži (8,96 kg/m<sup>2</sup>). Parks i sur. (2004.) navode da je uzgojem salatnih krastavaca na različitim supstratima ostvaren prosječan prinos 7,4 kg/m<sup>2</sup>. Böhme i sur. (2008) su tijekom dva mjeseca berbe, uz sklop od 2,2 biljke/m<sup>2</sup>, ostvarili prinos od 0,57 i 0,77 kg po biljci (u uzgoju na tresetu, tj. perlitu). U sljedećoj sezoni, za sadnju je upotrijebljen već korišten supstrat i tijekom 16 tjedana ubrano je 7,49 i 6,68 kg po biljci na istim supstratima. Udio netržnih u ukupnom broju plodova iznosio je od 5,4 %, kod kultivara Pontia na perlitu, do 11,6 % kod kultivara Gemini uzgajanog na tresetu. U istraživanju Peyvast i sur. (2008.), ukupan prinos biljaka uzgajanih na tresetu bio je za 14 % viši u odnosu na prinos biljaka uzgajanih na perlitu, dok je udio netržnog u ukupnom prinosu bio podjednak na oba supstrata, iznosivši 8,6 %, tj. 8,8 %.

Testirani kultivari salatnih krastavaca u hidroponskom uzgoju, međusobno su se razlikovali u broju tržnih plodova i postignutom prinosu. Kod kultivara Pontia F1 broj tržnih plodova

bio je 15,9 % veći negoli kod kultivara Gemini F1. Statističkom obradom podataka nije ustanovljena značajna razlika između interakcija *kultivar x supstrat u broju plodova po m<sup>2</sup>*. Kultivar Pontia F1 je ostvario znatno veći prinos (13,9 %) od kultivara Gemini F1. U uzgoju na tresetu, biljke kultivara Pontia F1, ostvarile su 0,72 kg/m<sup>2</sup>, a na perlitu 1,5 kg/m<sup>2</sup> veći prinos nego biljke kultivara Gemini F1. Razlika u prinosu testiranih kultivara može se objasniti kao rezultat manjeg udjela netržnih plodova kultivara Pontia (5,4 % na perlitu i 7,8 % na tresetu) u odnosu na kultivar Gemini (9,1 % i 11,6 %). Najveća prosječna masa zabilježena je kod biljaka kultivara Gemini uzgajanih na tresetu (238 g). Bila je značajno veća od mase plodova istog kultivara uzgajanog na perlitu (221 g), kao i kultivara Pontia uzgajanog na tresetu (224 g).

## 5. ZAKLJUČAK

*Cucumis sativus L.* je jednogodišnja zeljasta biljka koja je, zbog svojih plodovitih i termofilnih karakteristika, prinosa i tržišne opravdanosti, vrlo pogodna za hidroponsku proizvodnju. Pogotovo kada je u pitanju salatni krastavac, gdje se postižu i do tri puta veći prinosi u odnosu na otvoreno polje. Troškovi takve proizvodnje znaju biti do 4 puta veći od proizvodnje na otvorenom. Prema Tržišnom cjenovnom informacijskom sustavu u poljoprivredi (TISUP), u razdoblju od 03.08.2020. do 09.08.2020. cijena salatnog krastavca na veletržnici u Osijeku iznosila je između 4-5 kuna/kg.

Kao pregled znanstvenih istraživanja priloženi su rezultati, gdje su se na pokušajima ispitivale različite varijable sjetvenog roka, kultivara i supstrata, tražeći najpogodniju kombinaciju za prinos i povećanje udjela tržišnosti plodova krastavca u hidroponskom uzgoju.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Lešić R., Borošić J., Buturac I., Herak-Ćustić, M., Romić, D. (2004.): Povrčarstvo, Zrinski, Čakovec.
2. Parađiković N. (2009.): Opće i specijalno povrčarstvo, Poljoprivredni fakultet Osijek, Osijek.
3. Kurtović, O. (2008.): Proizvodnja u plastenicima. Sarajevo.
4. Tabaković-Tošić M. i sur., (2008): Entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* ssp. kurstaki, The important component of the integral protection of forest, Univerzitet u Beogradu
5. Benko B., Fabek S. (2009.): Hidroponski uzgoj krastavaca, Glasnik zaštite bilja 32 (4), str. 4-10.
6. Benko, B., Fabek, S., Baričević, R., Borošić, J., Novak, B., Toth, N. i Žutić, I. (2011.): Izbor supstrata za hidroponski uzgoj krastavaca. Glasnik Zaštite Bilja, 34 (1), 30-38.
7. Borošić, J., Benko, B., Fabek, S., Stubljar, S, Toth, N. (2012.): Hidroponski uzgoj krastavaca u ljetno-jesenskom roku. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture, Opatija, str. 441-446.
8. Bogović, M. (2011.): Hidroponski uzgoj povrtnih kultura. Glasnik zaštite bilja, 34 (6), 12-16.
9. Abdelaziz M.E., Pokluda R. (2009.) Response of cucumbers grown on two substrates in an open soilless system to inoculation with microorganisms. Acta Hort 819:157-164.
10. Al Rawahy M.S., Al Raisy F.S., Al Makhmari S.M. (2009). Evaluation of cucumber in different culture media under soilless growing technique (open system) in non cooled screenhouse conditions. Acta Hort 807:481-484.
11. Böhme M., Schevchenko J., Pinker I., Herfort S. (2008.). Cucumber grown in sheepwool slabs treated with biostimulator compared to other organic and mineral substrates. Acta Hort 779:299-306.
12. Enzo M., Gianquinto G., Lazzarin R., Pimpini F., Sambo P. (2001.). Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo. Veneto Agricoltura, Legnaro
13. Schroeder, F.G., Sell, H. (2009). Use of compost made from livestock manure as an organic substrate for cucumber
14. Tesi, R. (2002.). Colture fuori suolo in orticoltura e floricoltura. Bologna, Edagricole

15. Gómez-López, M.D., Fernández-Trujillo, J.P., Baille, A. (2006.). Cucumber fruit quality at harvest affected by soilless system, crop age and preharvest climatic conditions during two consecutive seasons. *Sci. Hortic.* 110(1): 68-78.
16. Kidoğlu F., Gül A. (2009.) Effect of nutrient sources on fruit quality of cucumbers grown in different soilless media. *Acta Hort* 807:485-409.
17. Parks S., Newman S., Golding J. (2004.). Substrate effects on greenhouse cucumber growth and fruit quality in Australia. *Acta Hort* 648:129-133.
18. Huang, Y., Tang, R., Cao, Q., Bie, Z. (2009.). Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Sci. Hortic.* 122(1): 26-31
19. <https://www.haifa-group.com/cucumber-fertilizer> 19.08.2020.
20. <https://www.agrobiz.hr/agrosavjeti/koliko-je-novca-potrebno-za-dobar-plastenik-izracunali-smo-za-vas-490> 19.08.2020.
21. <https://gospodarski.hr/casopis/prilog-broja-proizvodnja-presadnica-povrca> 19.08.2020.  
<https://www.agroklub.com/povrcarstvo/sustav-za-navodnjavanje-i-prihranu-u-hidroponima/10347> 19.08.2020.
22. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Krastavac> 21.08.2020.
23. <https://en.wikipedia.org/wiki/Cucumber> 21.08.2020.
24. <https://gospodarski.hr/rubrike/povrcarstvo-cvjecarstvo/natapanje-povrca-u-hidroponskom-uzgoju> 21.08.2020.
25. <https://www.savjetodavna.hr/2011/10/27/agrofutura-edukacija-za-hidroponsku-proizvodnju> 21.08.2020.
26. [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/povrcarstvo/krstavac/gnojdba-krstavaca](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/povrcarstvo/krstavac/gnojdba-krstavaca) 21.08.2020.



## 7. SAŽETAK

Rad opisuje hidroponski uzgoj, sa naglaskom na tikvenjaču *Cucumis sativus* L. i karakteristike njezine proizvodnje, potencijala i mogućnosti u tako intenzivnoj i kontroliranoj proizvodnji kao što je hidroponska. Salatni krastavac u hidroponskoj proizvodnji može imati prinos do 20-30 kg/m<sup>2</sup>. Za veće površine do 12.000 m<sup>2</sup> koriste se jedinice radnog protoka 20 m<sup>3</sup>. Takve su jedinice pripremljene za rad sa 3-4 recepta. Izborom broja recepata jednoznačno je određen broj pripadajućih spremnika za hranjiva. Svaki recept zahtijeva dva zasebna spremnika, tip A i tip B. Spremnik za kiselinu je 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 10 lit/m<sup>2</sup> kroz 24 sata. Najrašireniji supstrat za povrće u hidroponu je kamena vuna. Biljke se uzgajaju u hranjivoj otopini koja je bogata nutrijentima u obliku anorganskih iona. Hranjiva otopina sadrži u optimalnom odnosu sve hranjive biogene elemente, određene je pH-vrijednosti i koncentracije koja se određuje stupnjem električne provodljivosti (EC-vrijednost). Doziranje hraniva, vode i mikroklima putem računala postiže se visoka efikasnost. Broj navodnjavanja tijekom dana ovisi o vremenu, količini svjetlosti, razvijenosti usjeva i podloge. Zbog malog volumena supstrata po biljci potrebna je učestala fertirigacija. Tako kod uzgoja na kamenoj vuni tijekom dana može biti i preko 30 navodnjavanja po danu, uz potrošenih 3-4 litre hranjive otopine po biljci. Sustav za navodnjavanje i prihranu može biti otvorenog i zatvorenog tipa. Optimalan hidroponski sustav koristi oko 90 % manje vode nego što se koristi obrađivanjem tla. Najkvalitetnije i najpogodnije zagrijavanje unutrašnjosti plastenika pri hidroponskom uzgoju plodovitog povrća ostvaruje se odgovarajućim sustavom toplovodnog grijanja putem podnog cijevnog razvoda. Sjeme krastavaca je krupnije. Može se sijati izravno u uzgojne blokove kamene vune. Vrijeme proizvodnje presadnica krastavaca ovisi o klimi i godišnjem dobu, a najčešće iznosi 21-28 dana.

**Ključne riječi:** *Cucumis sativus* L., hidropon, presadnica, supstrat, sorta, hranjiva otopina

## 8. SUMMARY

The paper describes hydroponic cultivation, with emphasis on the *Cucumis sativus* L. and the characteristics of its production, genetic potentials and possibilities in such intensive and controlled production as hydroponic. Salad cucumber in hydroponic production can have yields up to 20-30 kilo per m<sup>2</sup>. For larger areas up to 12,000 m<sup>2</sup> are required working flow units of 20 m<sup>3</sup>. Such units are prepared with 3-4 receptions. The number of recipes is determined by number of associated nutrient containers. Each recipe requires two separate containers, type A and type B. Acid preparation is common shared by all recipes. An additional water tank is installed in the immediate vicinity of the unit. The size of this tank also determines the basis of the average daily water consumption, which as a rule does not exceed 10 liters per m<sup>2</sup> in 24 hours. The most common vegetable substrate in hydroponics is rock wool. Plants are grown in a nutrient solution that is rich in nutrients in the form of inorganic ions. The nutrient solution contains optimal ratio of all necessary nutrients and it has established pH values and electrical conductivity (EC-value). High efficiency is achieved by dosing nutrients, water and microclimate via a computer. Number of indications during day depends on the weather, the amount of light, the development of crops and rootstocks. Due to the small volume of substrate per plant, frequent fertigation is required. Thus, when growing on rock wool during the day, there can be over 30 irrigations per day, with 3-4 liters of nutrient solution per plant. The irrigation and fertilization system can be open type or closed type system. An optimal hydroponic system uses about 90% less water than tillage. The highest quality and most suitable heating of the greenhouse interior for hydroponic cultivation of fruitful vegetables is achieved by suitable hot water heating system through floor pipes. Cucumber seeds are larger. It can be sown directly into the growing blocks of rock wool. The time of production of cucumber seedlings depends on the climate and season and is usually 21-28 days.

**Keywords:** *Cucumis sativus* L., hydroponics, seedling, substrate, cultivar, nutrient solutions

## 9. POPIS TABLICA

Tablica 1. Sistematika krastavca .....	3
Tablica 2. Iznošenje hraniva iz tla nakon berbe .....	6
Tablica 3. Prinos krastavaca i drugog plodovitog povrća u hidroponskom uzgoju .....	14

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1. Krastavac kornišon

Slika 2. Polje krastavaca

Slika 3. Pinciranje zaperaka krastavaca

Slika 4. *Fusarium oxysporum*

Slika 5. *Pseudoperonospora cubensis*

Slika 6. Lisne uši

Slika 7. Rast korijena krastavaca sa i bez tretmana pripravka *Trichoderma* ssp.

Slika 8. Tretman sjemena krastavca sa pripravkom *Trichoderma* ssp. (a) i bez pripravka (b) i (c)

Slika 9. Supstrat kamene vune

Slika 10. Cijev za navodnjavanje PE 16mm

Slika 11. Cijevni razvodi u hidroponu

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Diplomski sveučilišni studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

Diplomski rad

### Hidroponska proizvodnja krastavca u zaštićenom prostoru

Ivan Biki

**Sažetak:** Rad opisuje hidroponski uzgoj, sa naglaskom na tikvenjaču *Cucumis sativus* L. i karakteristike njezine proizvodnje, potencijala i mogućnosti u tako intenzivnoj i kontroliranoj proizvodnji kao što je hidroponska. Salatni krastavac u hidroponskoj proizvodnji može imati prinos do 20-30 kg/m<sup>2</sup>. Za veće površine do 12.000 m<sup>2</sup> koriste se jedinice radnog protoka 20 m<sup>3</sup>. Takve su jedinice pripremljene za rad sa 3-4 recepta. Izborom broja recepata jednoznačno je određen broj pripadajućih spremnika za hranjiva. Svaki recept zahtijeva dva zasebna spremnika, tip A i tip B. Spremnik za kiselinu je 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 10 lit/m<sup>2</sup> kroz 24 sata. Najrašireniji supstrat za povrće u hidroponu je kamena vuna. Biljke se uzgajaju u hranjivoj otopini koja je bogata nutrijentima u obliku anorganskih iona. Hranjiva otopina sadrži u optimalnom odnosu sve hranjive biogene elemente, određene je pH-vrijednosti i koncentracije koja se određuje stupnjem električne provodljivosti (EC-vrijednost). Doziranje hraniva, vode i mikroklima putem računala postiže se visoka efikasnost. Broj navodnjavanja tijekom dana ovisi o vremenu, količini svjetlosti, razvijenosti usjeva i podloge. Zbog malog volumena supstrata po biljci potrebna je učestala fertirigacija. Tako kod uzgoja na kamenjima tijekom dana može biti i preko 30 navodnjavanja po danu, uz potrošenih 3-4 litre hranjive otopine po biljci. Sustav za navodnjavanje i prihranu može biti otvorenog i zatvorenog tipa. Optimalan hidroponski sustav koristi oko 90 % manje vode nego što se koristi obrađivanjem tla. Najkvalitetnije i najpogodnije zagrijavanje unutrašnjosti plastenika pri hidroponskom uzgoju plodovitog povrća ostvaruje se odgovarajućim sustavom toplovodnog grijanja putem podnog cijevnog razvoda. Sjeme krastavaca je krupnije. Može se sijati izravno u uzgojne blokove kamene vune. Vrijeme proizvodnje presadnica krastavaca ovisi o klimi i godišnjem dobu, a najčešće iznosi 21-28 dana.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković

**Broj stranica:** 40

**Broj slika:** 11

**Broj tablica:** 3

**Broj literaturnih navoda:** 26

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** *Cucumis sativus* L., hidropon, presadnica, supstrat, kultivar, hranjiva otopina

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. dr.sc. Monika Tkalec Kojić, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Tomislav Vinković, mentor
3. izv.prof.dr.sc. Miro Stošić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**Diplomski sveučilišni studij Povrćarstvo i cvjećarstvo**

**Graduate thesis**

### **Hidroponska proizvodnja krastavca u zaštićenom prostoru** **Ivan Biki**

#### **Abstract:**

The paper describes hydroponic cultivation, with emphasis on the *Cucumis sativus* L. and the characteristics of its production, genetic potentials and possibilities in such intensive and controlled production as hydroponic. Salad cucumber in hydroponic production can have yields up to 20-30 kilo per m<sup>2</sup>. For larger areas up to 12,000 m<sup>2</sup> are required working flow units of 20 m<sup>3</sup>. Such units are prepared with 3-4 receptions. The number of recipes is determined by number of associated nutrient containers. Each recipe requires two separate containers, type A and type B. Acid preparation is common shared by all recipes. An additional water tank is installed in the immediate vicinity of the unit. The size of this tank also determines the basis of the average daily water consumption, which as a rule does not exceed 10 liters per m<sup>2</sup> in 24 hours. The most common vegetable substrate in hydroponics is rock wool. Plants are grown in a nutrient solution that is rich in nutrients in the form of inorganic ions. The nutrient solution contains optimal ratio of all necessary nutrients and it has established pH values and electrical conductivity (EC-value). High efficiency is achieved by dosing nutrients, water and microclimate via a computer. Number of indications during day depends on the weather, the amount of light, the development of crops and rootstocks. Due to the small volume of substrate per plant, frequent fertigation is required. Thus, when growing on rock wool during the day, there can be over 30 irrigations per day, with 3-4 liters of nutrient solution per plant. The irrigation and fertilization system can be open type or closed type system. An optimal hydroponic system uses about 90% less water than tillage, including a drip system, and has higher nutritional value of vegetables. The highest quality and most suitable heating of the greenhouse interior for hydroponic cultivation of fruitful vegetables is achieved by suitable hot water heating system through floor pipes. Cucumber seeds are larger. It can be sown directly into the growing blocks of rock wool. The time of production of cucumber seedlings depends on the climate and season and is usually 21-28 days.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** PhD Tomislav Vinković

**Number of pages:** 40

**Number of figures:** 11

**Number of tables:** 3

**Number of references:** 26

**Number of appendices:** -

**Original in:** croatian

**Keywords:** *Cucumis sativus* L., hydroponics, seedling, substrate, cultivar, nutrient solutions

**Thesis defent on date:**

#### **Reviewers:**

1. PhD. Monika Tkalec Kojić – president
2. PhD. Tomislav Vinković, associate professor – mentor
3. PhD. Miro Stošić, associate professor – member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.