

Utjecaj cijepljenja na rast, prinos i kvalitetu plodova lubenice

Vukadin, Antonela

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:520909>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



UTJECAJ CIJEPLJENJA NA RAST, PRINOS I KVALITETU PLODOVA LUBENICE

DIPLOMSKI RAD

Antonela Vukadin

Zagreb, siječanj, 2021.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Povrćarstvo

UTJECAJ CIJEPLJENJA NA RAST, PRINOS I KVALITETU PLODOVA LUBENICE

DIPLOMSKI RAD

Antonela Vukadin

Mentor:

Prof. dr. sc. Nina Toth

Zagreb, siječanj, 2021.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **ANTONELA VUKADIN**, JMBAG 0012255958, rođen/a 26. prosinca 1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

Utjecaj cijepljenja na rast, prinos i kvalitetu plodova lubenice

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

Zahvala

Zahvaljujem prof.dr.sc. Nini Toth na mentorstvu i pomoći tijekom pisanja diplomskog rada. Također, zahvaljujem Agronomskom fakultetu Sveučilište u Zagrebu, a ponajviše Zavodu za povrćarstvo na pruženom znanju i vještinama tijekom studiranja na diplomskom studiju. Veliko hvala mojoj obitelji koja mi je omogućila studiranje i zajedno sa mojim prijateljima bila uz mene tijekom svih uspona i padova.

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
1.1.	Cilj rada	1
2.	Lubenica	2
2.1.	Podrijetlo.....	2
2.2.	Biološka svojstva	2
2.3.	Morfološka svojstva	3
2.4.	Kemijski sastav, hranjiva i zdravstvena vrijednost.....	6
2.5.	Problemi u uzgoju lubenice.....	7
2.6.	Suvremena tehnologija uzgoja lubenice	9
3.	Cijepljenje u uzgoju presadnica lubenice.....	11
3.1.	Prednosti	12
3.2.	Nedostaci	12
3.3.	Najčešće tehnike cijepljenja.....	13
3.3.1.	Cijepljenje na raskol	13
3.3.2.	Cijepljenje ravnim ili kosim rezom	15
3.3.3.	Cijepljenje sa spajanjem.....	15
3.3.4.	Cijepljenje u stranu	16
3.4.	Aklimatizacija cijepljenih presadnica	17
3.5.	Kompatibilnost podloge i plemke	18
3.6.	Genotipske specifičnosti cijepljene i necijepljene lubenice.....	19
4.	Učinci cijepljenja lubenice.....	20
4.1.	Vegetativni rast.....	20
4.2.	Usvajanje i iskoristivost hraniva.....	21
4.3.	Otpornost na štetne organizme iz tla	22
4.4.	Otpornost na okolišni stres.....	23
4.5.	Sastavnice prinosa i prinos.....	24
4.6.	Kvaliteta ploda	27
5.	Zaključak.....	29
6.	Popis literature.....	30

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Antonela Vukadin**, naslova

Utjecaj cijepljenja na rast, prinos i kvalitetu plodova lubenice

Suvremena proizvodnja najčešće podrazumijeva intenzivno korištenje tla i nepoštivanje plodoređa, što dovodi do pojave patogena u tlu i nedostatka hraniva. Jedna uobičajena metoda uzgoja lubenice je sadnja necijepljenih presadnica, ali zbog problema u uzgoju sve se češće upotrebljavaju cijepljene presadnice. Cijepljenje može uvelike pomoći pri rješavanju abiotских stresova, poput suše, hladnoće, visokih temperatura, teških metala, saliniteta, nedostatka ili viška biogenih elemenata. U proizvodnji cijepljenih presadnica primjenjuju se različite metode (cijepljenje na raskol, u stranu, spajanjem, ravnim ili kosim rezom). Provođenjem znanstvenih istraživanja utvrđeni su pozitivni utjecaji cijepljenja, kao što je utjecaj na vegetativni rast, morfološka svojstva i kvalitetu, otpornosti na okolišne stresove, štetne organizme u tlu, na sastavnice prinosa i prinos lubenice. Pozitivni učinci cijepljenja pripisuju se jače razvijenom korijenu koji omogućava lakšu apsorpciju vode i hraniva, te interakciji i kompatibilnosti podloge i plemke.

Ključne riječi: *Citrullus lanatus*, stres, metode cijepljenja, otpornost, kompatibilnost

Summary

Of the master's thesis - student **Antonela Vukadin**, entitled

Influence of grafting on growth, yield and quality of watermelon fruits

Modern production most implies intensive use of soil and disregard for crop rotation, which leads to the appearance of soil pathogens and lack of nutrients. One common method of growing watermelon is planting of non-grafted seedlings, but due to some problems, grafted seedlings are increasingly used. Grafting can greatly help in solving abiotic stresses, such as drought, coldness, high temperatures, heavy metals, salinity, lack or excess of biogenic elements. Different techniques are used in the production of grafted seedlings (hole insertion grafting, side grafting, one cotyledon grafting, tongue approach grafting). Scientific research has established positive effects of grafting, such as impact on vegetative growth, morphological characteristics and fruit quality, resistance to environmental stress and soil pathogens, yield components and watermelon yield. The positive effects of grafting are attributed to a more strongly developed root that allows easier absorption of water and nutrients, and also the interaction and compatibility of the rootstock and scion.

Key words: *Citrullus lanatus*, stress, grafting methods, resistance, compatibility

1. Uvod

Uzgoj lubenice je vrlo profitabilna djelatnost. Lubenica je kultura koja zahtijeva toplinu i svjetlost. Upravo takve uvjete nalazimo u Hrvatskoj, pa je stoga lubenica idealna za uzgoj. Najviše se uzgaja na području Dalmacije, doline Neretve te u istočnoj Slavoniji. Prema podacima (FAOSTAT 2020.), u Hrvatskoj je 2019. proizvedeno 20.300 t lubenice, što je manje od proizvodnje u 2018. kada je proizvedeno 27.740 t. U Svijetu je tijekom 2019. proizvedeno 100.414,933 t lubenice, a u Europi 5.870,010 t. Na području Hrvatske najviše lubenice proizvedeno je u poslijeratnom razdoblju (1998. i 1999.), a razlog tomu je ograničenje uvoza iz Srbije i Makedonije. Nakon 2000. godine površine pod lubenicom su se smanjivale, ali se prinos povećavao, kao rezultat primjene suvremenih tehnika uzgoja među kojima je cijepljenje. Cijepljenje je zahvat spajanja dvaju ili više dijelova živog bilnog tkiva koji nakon razvoja veze između provodnih elemenata (žila) rastu kao jedna biljka (Savvas i sur. 2010.). Veliki broj biotskih i abiotskih stresova odgovoran je za niže prinose i lošiju kvalitetu plodova. Upravo se cijepljenjem mogu riješiti takvi problemi. U početku se ono koristilo u borbi protiv patogenih organizama u tlu, a kasnije se primjena cijepljenja raširila. Tikva je najčešće korištena podloga, a razlog tomu je razgranatiji korijenov sustav koji ima veliku otpornost na bolesti i nematode, te biljkama omogućuje bolju apsorpciju vode i hraniva iz tla. Također, biljke cijepljene na tikvu otpornije su na abiotske stresne uvjete kao što su stres uslijed suše, hladnoće, teških metala, visokih temperatura, saliniteta, nedostatka ili viška biogenih elemenata. Uloga plemke je da osigura određenu kvalitetu plodova te prinos, pa prilikom odabira podloge i plemke treba obratiti pažnju na kompatibilnost kako rezultati cijepljenja ne bi bili negativni. Cijepljenje se prvo počelo primjenjivati na voćnim vrstama, a krajem 1920-tih u Koreji i Japanu se počelo primjenjivati na povrću. Na području Koreje i Japana na 90 % površina koriste se cijepljene presadnice lubenice (Bekhradi i sur. 2011). U Hrvatskoj se počelo primjenjivati 1990.-tih, na području doline Neretve. Danas se cijepljenje u Hrvatskoj koristi sve više, ali još uvijek nedovoljno. Najčešći razlog tomu je povećana cijena proizvodnje, ali i upitna kvaliteta. Također, veliki problem predstavlja radna snaga koja treba biti dovoljno educirana za takav posao. Razvojem strojeva problem radne snage bi mogao biti riješen, te bi to moglo dovesti do povećane proizvodnje lubenice iz cijepljenih presadnica.

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je dati komparativni i kritički prikaz dostupnih istraživanja cijepljenja lubenice, obzirom na učinak na rast, prinos i kvalitetu plodova.

2. Lubenica

2.1. Podrijetlo

Lubenica (*Citrullus lanatus* L.) je termofilna kultura koja potječe iz stepskih područja središnje Afrike. *Citrullus* dolazi od grčke riječi 'citrus', što znači plod, dok je '*lanatus*' latinska riječ koja se odnosi na dlačice na stabljici i lišću (Erhirhie i Ekene 2013.). Svoje mjesto u prehrani pronašla je jako davno, što dokazuju hijeroglifi pronađeni u Egiptu. Iz Afrike se proširila na Bliski istok, Indiju te Kinu karavanskim putevima. U južnoj Europi pojavila se u srednjem vijeku, a s afričkim robljem došla je u Ameriku (Lešić 2004.). U Europi se najviše proširila u Italiji, južnoj Francuskoj i Španjolskoj, gdje se i danas najviše proizvodi. Na područje Balkana donijeli su ju Turci, prilikom zauzimanja Balkanskog poluotoka (Sedlar 2019.). Divlju lubenicu moguće je pronaći u pustinji Kalahari, gdje vrlo dobro uspijeva nakon obilnih kiša (Lešić 2004.).

2.2. Biološka svojstva

Lubenica je jednogodišnja kultura koja ima velike zahtjeve za toplinom, pa se može uzgajati na područjima gdje su ljetne temperature visoke (više od 20 °C). Klijanje sjemena može započeti pri temperaturi od 14 do 16 °C, a najbrže klije pri temperaturi od 30 do 35 °C. Kako bi biljke lubenice niknule potrebna je minimalna temperatura od 15 °C, a na 1 °C stradavaju s obzirom da je lubenica termofilna kultura. Za vegetativni rast najpovoljnije temperature su od 28 do 30 °C. Rast biljaka se zaustavlja pri 15 °C, a temperatura od 10 °C djeluje depresivno na biljke i manifestira se žućenjem listova i slabljenjem biljaka koje se kasnije usprkos optimalnim uvjetima teško oporavljaju. Lubenica zahtijeva visoke temperature, ali temperature iznad 45 °C negativno utječu na biljke. Najveće potrebe za vodom lubenica ima u fazi razvoja vriježa, te u cvatnji i plodonošenju, a s rastom plodova smanjuje se potreba za vodom. Lubenica ima visok transpiracijski koeficijent (700 do 750) pa joj odgovara niska relativna vlaga zraka, što pospješuje transpiraciju i nakupljanje asimilata. Također, lubenica je biljka intenzivnog svjetla, a za normalan rast i razvoj potrebno joj je najmanje 1200 sunčanih sati, a optimalno 1350 sati. Niže temperature s manjim brojem sunčanih sati te mnogo vlage negativno utječu na prinos i kvalitetu plodova. Plodovi uzgojeni u takvim godinama ostaju manji, imaju deblju koru te manju količinu šećera.

Za uzgoj lubenice najprikladnija su duboka, rahla, srednje teška tla, bogata humusom te koja imaju sposobnost zadržavanja vlage. Nije osjetljiva na zaslanjena tla, a dobro uspijeva pri pH 7. Za uspješnu proizvodnju optimalan je pH 5 do 6. Lubenicu je moguće uzgajati bez navodnjavanja.

Za takav uzgoj pogodna su aluvijalna tla uz rijeke gdje su količine vode tijekom cijele godine veće. S obzirom da nije osjetljiva na salinitet može se uzgajati bočatom vodom (doline Neretve).

Lubenica se uzgaja u plodoredu, a najbolje pretkulture su vrste iz porodice Fabaceae (Leguminosae), djetelinsko travnate smjese te strne žitarice. Gnojidba ovisi o opskrbljenosti tla hranjivima. U osnovnoj gnojidbi se obavezno gnoji stajskim gnojem te ovisno o potrebama mineralnim gnojivima. Prinos od 50 t/ha iznese iz tla 85 kg N, 65 kg P₂O₅ i 135 kg K₂O (Matotan 2004.; Lešić 2004.; Parađiković 2009., prema Sedlar 2019.).

2.3. Morfološka svojstva

Lubenica je jednogodišnja povrtna kultura iz porodice Cucurbitaceae (tikvenjače). Stabljika je uglata vriježa koja se grana na postrane vriježe prvog i drugog reda, kod nekih sorata dužine 3 – 4 m. Na stabljici se nalaze naizmjenično poredani krupni listovi s duboko urezanim rubovima i dugačkim peteljkama (Slika 2.3.1.). Veličina listova se postupno smanjuje prema vrhu, a u pazušcu svakog lista nalazi se vitica. Listovi i stabljike su obrasli gustim dlačicama koje doprinose sivkasto zelenoj boji (Lešić 2004.; Matotan 2004.).



Slika 2.3.1. List lubenice (Izvor: <https://hirc.botanic.hr/>)

Cvjetovi lubenice su jednospolni, pojedinačni, a biljka je jednodomna. Kod nekih kultivara umjesto ženskih cvjetova pojavljuju se dvospolni kod kojih je samooplodnja vrlo rijetka pojava. Lubenica je stranooplodna biljka, a oprašivanje obavljaju kukci, najčešće pčele. Muških cvjetova ima više i prvi se počinju razvijati. Ženski se cvjetovi razvijaju pri vrhu glavne vriježe ili na postranim vriježama. Po biljci se razvije 30 do 40 ženskih cvjetova, ali do oplodnje i formiranja plodova dolazi na svega 3 do 4 cvijeta koji cvjetaju samo jedan dan. Građa cvjetova je identična kao kod ostalih biljaka iz porodice Cucurbitaceae, obzirom da imaju 5 svijetlozelenih lapova i 5

međusobno sraslih latica svijetložute boje. Tučak kod ženskih cvjetova je trodijelni do peterodijelni, a muški cvjetovi imaju 3 do 5 prašnika od kojih su dva srasla. Biljka lubenice započinje s cvatnjom 5 do 7 tjedana nakon nicanja (Lešić 2004.; Matotan 2004.).



Slika 2.3.2. Cvijet lubenice (Izvor: <https://hirc.botanic.hr/>)

Plod lubenice je peponij (Slika 2.3.3.), koji može biti različite veličine, oblika i boje. Težina pojedinog ploda je u rasponu od 1 do 15 kg, ponajviše ovisno o sorti. Oblik ploda može biti sferičan, ovalan, izdužen ili valjkast. Vanjska kora ploda je glatka i sjajna, tamnozelene svijetlozelene ili sivozelene boje, rjeđe bijele boje. Može biti jednobojna ili s tamnijim ili svjetlijim šarama. Placenta (Slika 2.3.4.) je najčešće crvene boje, a postoje i kultivari kod kojih je ružičasta, žuta ili bijela (Lešić 2004.; Matotan 2004.).



Slika 2.3.3. Plod (peponij) lubenice (Izvor: <https://hirc.botanic.hr/>)



Slika 2.3.4. Presjek ploda lubenice (Izvor: <https://agrimatco.hr/>)

Sjeme lubenice (Slika 2.3.5.) je različito po obliku, boji i veličini jer svaka sorta ima karakteristično sjeme. Boja sjemena može biti žuta, bijela, smeđa, crna ili šarena. Okruglasto izduženog je oblika, duljine 11 - 13 mm, širine 6 - 8 mm, a debljine 2 mm. Masa 1000 sjemenki kreće se od 30 do 150 g. U povoljnim uvjetima sjeme može zadržati klijavost 4 do 5 godina (Lešić 2004.; Matotan 2004.).



Slika 2.3.5. Sjemenke lubenice (Izvor: <https://www.indiamart.com/>)

2.4. Kemijski sastav, hranjiva i zdravstvena vrijednost

Lubenica se bere i iskorištava u tehnološkoj zrelosti (Perković 2019.). Najčešće se konzumira svježa, a zbog visokog udjela šećera zamjenjuje voćni obrok. Slatkoća lubenice potječe od šećera kojeg u zrelim plodovima ima do 12 %, a osvježavajući okus dolazi od vitamina C čija je koncentracija do 20 mg u 100 g ploda (Matotan 2004.).

U plodu lubenice nalaze se značajne količine hranjivih tvari. Placenta sadrži 85 do 92 % vode i 8 do 15 % suhe tvari koju 86 do 88 % čine šećeri, što čini 6 do 13 % ukupne mase svježe placentе ploda. Saharoza je najzastupljeniji šećer i čini oko 40 % ukupne količine šećera. Osim šećera, plod lubenice sadrži 0,5 % celuloze, 0,8 % hemiceluloze, 0,7 % pektina, 0,07 % minerala, neznatne količine ulja i jabučne kiseline (Đurovka i Ilin, 2002., prema Sedlar, 2019.). Od vitamina, lubenica sadrži vitamine B₁ (0,03 - 0,06 mg/100 g), B₂ (0,03 - 0,05 mg/100 g), a u najvećim količinama vitamin C (6 - 26 mg/100 g), najčešće u reduciranom obliku AsA – askorbinska kiselina. Najzastupljeniji minerali su kalij (73 - 100 mg/100 g), magnezij (3 - 7 mg/100 g), kalcij (7 - 15 mg/100 g), fosfor (8 - 12 mg/100 g), željezo (0,2 - 0,76 mg/100 g) i sumpor (7 - 8 mg/100 g) (Lešić 2004.; Tlili i sur. 2011.).

Lubenica se upotrebljavala u tradicionalnoj medicini, o čemu postoje zapisi, iako njena djelotvornost nikada nije znanstveno dokazana (Erhirhie i Ekene 2013.). Lubenica je diuretik i sadrži velike količine vitamina A i β- karotena (Dube i sur. 2020.). Lubenica s crvenom placentom je bogat prirodni izvor likopena koji ima najveće antioksidativno djelovanje od svih antioksidanasa (Tlili i sur. 2011.), a prema Dube i sur. (2020.) važan je u biosintezi mnogih karotenoida, uključujući β-karoten. Likopen je vrlo dostupan dok je lubenica u svježem stanju (Perković 2019.). Likopen, askorbinska kiselina, flavonoidi i drugi fenoli imaju antioksidacijsko djelovanje protiv slobodnih radikala, pa imaju ulogu kao zaštita organizma od određenih vrsta karcinoma i kardiovaskularnih bolesti (Tlili i sur. 2011.), a preporučuje se i za liječenje upale bubrega, žuči, protiv kamenca u bubrezima, astme, ateroskleroze, dijabetesa, artritisа, dijabetesa i karcinoma (Đurovka i Ilin 2020., prema Sedlar, 2019.). Osim antioksidativnog djelovanja, askorbinska kiselina ima brojne biološke funkcije, kao što su sinteza kolagenih, steroidnih peptidnih hormona te neurotransmitera (Tlili i sur. 2011.). Od bioaktivnih spojeva plod lubenice također sadrži kukurbitacin, triterpene, alkaloidе, steroide te aminokiseline citrulin i arginin. Sjemenke lubenice imaju veću hranjivu vrijednost od placentе. Ulje sjemenki lubenice je vrlo slično ulju iz sjemenki bundeve, a koristi se u kozmetičke i farmaceutske svrhe (Erhirhie i Ekene 2013.).

2.5. Problemi u uzgoju lubenice

Uzgoj lubenice često je uvjetovan veličinom parcele na kojoj se uzgaja, pa se često uzgaja u monokulturi (Mitrović 2006.). Prema Cushman i Huan (2008.) kombinacija nepoštivanja plodoreda i nedostatak kemijske sterilizacije tla rezultira razvojem fitopatogenih gljiva u tlu kao što su *Colletotrichum lagenarium* (antraknoza lubenice), *Fusarium oxysporum f. sp. niveum* (fuzarijsko venuće) i *Dydymella brioniae* (crna trulež) koje ovisno o vremenskim uvjetima uzrokuju smanjenje prinosa i kvalitete lubenice. Patogeni uzročnici tih bolesti razvijaju se u ksilemu biljaka, dovode do začepljenja traheja i uzrokuju simptome venuća.

Fuzarijsko venuće smatra se najvažnijom i gospodarski najštetnijom bolesti kod porodice Cucurbitaceae (Ivić 2019.). Usprkos dezinfekciji tala, fuzarium ima sposobnost da se ponovo lako unese u tlo putem biljnog tkiva, sjemena ili agrotehničke opreme (Louws i sur. 2010.). Klamidospore *Fusarium oxysporum f. sp. niveum* u tlu mogu ostati živjeti i do 15 godina, što kratkotrajne plodorede čini neučinkovitima (Boughalleb i sur. 2007.). U Hrvatskoj uzročnici fuzarijskog venuća predstavljaju stalni rizik u uzgoju lubenice i dinje. Simptomi pojave fuzarijskog venuća manifestiraju se gubitkom turgora starijeg lišća, na viticama nastaju nekroze te lišće počinje žutjeti. Nakon žućenja na listovima se pojavljuju nekroze te se listovi počinju u potpunosti sušiti (Slika 2.5.1.). Jedan od karakterističnih simptoma fuzarijskog venuća na tikvenjačama je pojava uzdužne nekroze na jednoj strani stabljike, dok druga ostaje zelena. U kasnijim fazama razvoja tkivo u unutrašnjosti stabljike postaje smeđe i spužvasto. Napadnute biljke, ovisno o otpornosti sorte i virulentnosti uzročnika bolesti, mogu brzo propasti ili usporeno rasti i razvijati plodove koji su manji, a u nekim slučajevima i normalne veličine i oblika, ali s manjim sadržajem šećera i suhe tvari, te drugačijeg okusa (Ivić 2019.).

Problemi koje uzrokuje fuzarijsko venuće mogu se riješiti cijepljenjem lubenice na podlogu *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*, ali ova metoda ne pomaže u borbi protiv nematoda. Na porodici Cucurbitaceae najznačajnije su nematode iz roda *Meloidogyne* (nematode korijenovih kvržica). Česta su pojava kod tala grublje teksture i toplijih područja. Na području Hrvatske, u plastenicima u Baranji i Istri te u okolici Biograda na Moru, utvrđena je prisutnost vrsta iz roda *Meloidogyne*. Najprepoznatljiviji simptom napada, odnosno paratizacije nematoda su korjenove kvržice ili gale (Slika 2.5.2.). Parazitacija nematoda otežava unos i transport vode i hraniva, pa negativno utječe na razvoj biljaka. Na nadzemnom dijelu biljaka dolazi do venuća, a mogu se pojaviti kloroze na listovima, defolijacija te zaostajanje u rastu i razvoju. Na zaraženim biljkama formira se manji broj cvjetova i posljedično plodova slabije kvalitete što rezultira manjim prinosom. Nematode mogu uzrokovati povećanu koncentraciju etilena koja ima za posljedicu preuranjeno dozrijevanje plodova (Grubišić 2019.).



Slika 2.5.1. Simptomi fuzarijskog venuća (Izvor: <https://www.ipmimages.org/>)



Slika 2.5.2. Nematode korijenovih kvržica (Izvor: <https://content.ces.ncsu.edu/>)

Prema Mitrović (2006.), osim fitopatogenih gljiva u uzgoju lubenice problem predstavljaju i - štetnici koji napadaju podzemne dijelove biljke: žičnjaci (*Elateridae*), truležari (*Scarabeidae*), sovice (*Noctuidae*) i korjenova muha (*Delia platurae*), a na nadzemnom dijelu breskvina uš (*Mysus persicae*), crna bobova uš (*Aphis fabae*) i buhači (*Phylotreta spp.*).

Nepovoljni uvjeti uzgoja su jedan od glavnih problema u svakoj biljnoj proizvodnji, a proizlaze iz ograničavajućih ekoloških čimbenika: temperature zraka, količine i rasporeda oborina, vlage zraka i karakteristika tla (vlažnost, koncentracija kisika, pH vrijednost, opskrbljenost hranivima, zaslanjenost i onečišćenje teškim metalima). Takvi uvjeti izazivaju stres kod biljaka (Alan i Özdemir 2007.). Nakupljanje vode u zoni korijena također predstavlja problem u uzgoju lubenice, jer se korijen počinje gušiti, uslijed čega dolazi do slabijeg razvoja biljaka ili ugibanja (Memmott 2010.).

S obzirom da lubenica zahtijeva mnogo vode, veliki problem predstavlja uzgoj u područjima gdje je slaba dostupnost vode (Dardić i sur. 2010.). Jedan od načina smanjenja gubitaka u proizvodnji lubenice izazvanih nedostatkom vode je primjena cijepljenja visoko rodnih genotipova na otpornije podloge radi smanjenja vodnog stresa (Schwartz i sur. 2010.). U istočnoj Hrvatskoj problem predstavljaju učestale visoke temperature i suša tijekom razdoblja zriobe plodova lubenice, a koje uzrokuju skraćenje vegetacije, pojavu žutih opekline te smanjuju kvalitetu plodova (Sedlar 2019.).

Osim navedenih problema u uzgoju lubenice, dodatni problemi javljaju se na hrvatskom tržištu uslijed niske otkupne cijene te prekomjernog uvoza iz Španjolske i Grčke.

2.6. Suvremena tehnologija uzgoja lubenice

Primjena suvremenih tehnologija u uzgoju lubenice omogućava raniji dolazak na tržište i povećanje prinosa (Bućan i sur. 2003.). Fugaj (2011.) navodi da je za što raniji i veći prinos te što bolju kvalitetu plodova, potrebna odgovarajuća kombinacija sorte, roka i tehnologije uzgoja, a Srđić i Dardić (2012.) da proizvođači za realizaciju tog cilja koriste različite tehnologije proizvodnje, kao što su korištenje cijepljenih presadnica, gnojidba, navodnjavanje te izbor sorata. Isti autori ističu da proizvodnja rane lubenice predstavlja složeni proces koji zahtijeva mnogo znanja, odnosno da je teže ostvariti nekoliko dana raniju tehnološku zrelost plodova nego viši prinos s krupnim plodovima. Matotan (2006.) navodi da je u odnosu na tehnologiju uzgoja izravnom sjetvom, uzgojem iz presadnica moguće ostvariti oko dva tjedna ranije dospijevanje plodova lubenice.

S obzirom na agroekološke uvjete, u Hrvatskoj je moguća ranija proizvodnja lubenice i dugo razdoblje uzgoja. Proizvodnja može najranije započeti na području doline Neretve, te se nastavlja na područje Ravnih kotara (Bućan i sur. 2003.). Na tržištu je dostupan velik broj kultivara koji odgovaraju određenim uvjetima uzgoja.

Prema Bekhardi i sur. (2011.) suvremena tehnologija uzgoja lubenice temelji se na uzgoju iz presadnica koje mogu biti proizvedene bez cijepljenja ili cijepljenjem plemke na podlogu. S obzirom da je većina proizvođača ograničena veličinom parcele, zbog nemogućnosti poštivanja plodoređa dolazi do intenzivnog korištenja tala, što dovodi do pojave štetnih organizama u tlu i nedostatka hraniva (Gospodarski list 2010.). Kako bi se riješili navedeni problemi, tradicionalna sadnja necijepljenih presadnica lubenice sve češće se zamjenjuje sadnjom cijepljenih presadnica (Srđić i Dardić 2012.). U uzgoju lubenice iz cijepljenih presadnica potrebno je odabrati odgovarajuću kombinaciju podloge i plemke ovisno o odgovarajućim ekološkim uvjetima uzgojnog područja, zahtjevima tržišta, te otpornosti na određene bolesti i štetnike. U borbi protiv

Fusarium i *Verticillium* vrsta najprikladnije su se pokazale vrg tikva ili hibridna tikva kao što su 'Emphasis' i 'Macis' (Gospodarski list 2001.). Na području doline Neretve najzastupljenije su rane i srednje rane sorte lubenice, izduženog i ovalnog oblika - tip 'Crimson sweet' (Gospodarski list 2014.).

Zhang i sur. (2019.) navode da je agrotehnički zahvat cijepljenja u proizvodnji presadnica lubenice važna sastavnica suvremene tehnologije uzgoja lubenice. Presadnice proizvedene na ovaj način imaju jači rast, otpornije su na abiotske i biotske stresove te su produktivnije i kvalitetnije. Na povećano širenje cijepljenja utjecali su sljedeći čimbenici: povećana populacija štetnih organizama u tlu kao posljedica intenzivne proizvodnje, široka primjena neotpornih kultivara zbog udovoljenja zahtjevima tržišta, globalno kretanje i invazija novih patogena, te zabrana primjene metil bromida koji se koristio za fumigaciju tla u cilju uništavanja štetnih organizama u zaštićenim prostorima (Louws i sur. 2010.).



Slika 2.6.1. Uzgoj lubenice na crnoj polietilenskoj foliji (Izvor: <https://content.ces.ncsu.edu/>)

Primjenom crnih polietilenskih (PE) folija (Slika 2.6.1.) za malčiranje tla i sustava za navodnjavanje kapanjem, postižu se povećano usvajanje vode i hraniva, a time i ranozrelost, veći broj plodova i viši prinos. Osim pozitivnih učinaka korištenja crne polietilenske folije i sustava za navodnjavanje kapanjem, Perković i sur. (2018.) navode kako je gnojidba dušikom temelj za postizanje visokih prinosa, ali ukazuju da postoji mogućnost njegovog ispiranja u tlo i podzemne vode, što dovodi do onečišćenja podzemnih voda posebno u krškim krajevima.

3. Cijepljenje u uzgoju presadnica lubenice

U uzgoju lubenice cijepljenje je tehnika koja se često koristi (Bakhardi i sur. 2011.). Uključuje spajanje dva živa dijela različitih biljaka u cilju uzgoja jedne biljke poboljšanih svojstava. Gornji, nadzemni dio biljke koji daje plodove naziva se plemka, a donji, podzemni dio s korijenovim sustavom naziva se podloga (Ranjan i Kumari 2015.). Kod uzgoja cijepljenih presadnica lubenice najčešće se kao podloga primjenjuju tikva lagenaria (*Lagenaria siceraria*) i križanci bundeve i muškatne tikve *Cucurbita maxima* × *C. moschata*. Cijepljenje se provodi 17 – 22 dana nakon sjetve.

Matotan (2006.) navodi da su u Hrvatskoj pri proizvodnji cijepljenih presadnica lubenice za podlogu najviše korištene tikva lagenaria sorta 'Emphasis' (Slika 3.1.) i križanac bundeve i muškatne tikve sorta 'Strongtosa'. Obje podloge karakterizira velika kompatibilnost s komercijalnim hibridnim sortama lubenice. 'Emphasis' formira vrlo jak i razgranat korijen te je vrlo tolerantna na bolesti. Proizvodnja s ovom podlogom može započeti ranije za 7 do 10 dana, te može povećati prinos za oko 20 %. 'Emphasis' se preporučuje za uzgoj na težim tlima, dok se 'Strongtosa' preporučuje za uzgoj na pjeskovitim, lakšim tlima. Jak korijenov sustav kod podloge 'Strongtosa' omogućuje bolju opskrbu vodom i biljnim hranjivima. Također, biljke su tolerantne na niske temperature i napad uzročnika fuzarijskog venuća. Uzgojem lubenice na ovoj podlozi omogućuje se 10 do 14 dana ranija proizvodnja, masa plodova se povećava za 10 do 20 %, a prinos 25 do 30 %.



Slika 3.1. Sorta 'Emphasis' - tikva Lagenaria, podloga (Izvor: <https://www.agromaxshop.rs/>)

3.1. Prednosti

Cijepljenje se prvo počelo primjenjivati zbog sprječavanja šteta od štetnih organizama u tlu (Louws i sur. 2010.; Bie i sur. 2017.). Osim kod zaštite lubenice od štetnih organizama, cijepljenje može uvelike doprinijeti ublažavanju abiotских stresova uslijed suše, hladnoće, visokih temperatura, teških metala, saliniteta, nedostatka ili viška biogenih elemenata (Gaion i sur. 2018.). Prema Toth i sur. (2015.), cijepljenjem se sprječava širenje štetnih organizama kao što su uzročnici fuzarijskog venuća i nematode te se povećava otpornost na abiotske stresove. Isti autori navode da su biljke lubenice cijepljene na podlogu 'Azman' dobivenu križanjem (*Cucurbita maxima* × *C. moschata*) bujnije u odnosu na necijepljene biljke uzgajane na vlastitom korijenu. Također, ističu da cijepljenje ima pozitivan učinak na generativni razvoj lubenice obzirom na raniju cvatnju i veći broj plodova veće mase i u konačnici viši prinos. Prema Rašković i Đurovka (2009.) cijepljenje znatno utječe i na kvalitetu plodova lubenice, ponajviše na dužinu održivosti svježine. Utvrđenu bolju održivost plodova kod biljaka lubenice razvijenih iz cijepljenih presadnica Memmott (2010.) objašnjava pozitivnim utjecajem različitih podloga na povećanje čvrstoće plodova. Također potvrđuje da cijepljenje, osim na kvalitetu plodova, povoljno utječe na povećanje prinosa i ranije dozrijevanje, što objašnjava povećanim usvajanjem hraniva i vode, odnosno većim unosom i transportom dušika koji cijepljenim biljkama omogućuje brži rast. Biljke bolje iskorištavaju gnojiva i druge hranjive tvari u tlu. Zbog povećane sposobnosti usvajanja vode i hraniva, metoda cijepljenja doprinosi sprječavanju nakupljanja vode u zoni korijena. Dardić i sur. (2010.) navode da cijepljenje utječe na formiranje većeg broja plodova po biljci, na manji sadržaj reducirajućih šećera, ranije dospijeće, veću masu ploda kao i 10 do 30 % veći prinos.

3.2. Nedostaci

Osnovni nedostatak cijepljenja lubenice kao i ostalog povrća je povećan trošak proizvodnje cijepljenih presadnica, čak tri do pet puta u odnosu na necijepljene (Cushman 2006.; Fugaj 2011.; Ranjan i Kumari 2015.). Povećani troškovi su posljedica veće potrebe za ručnim radom, supstratom i kontejnerima, te nabavkom skupog sjemena podloge i plemke te opreme za upravljanje abiotским čimbenicima u zaštićenom prostoru radi osiguranja odgovarajućih uvjeta za aklimatizaciju nakon cijepljenja. Loše upravljanje abiotским čimbenicima u osjetljivoj fazi aklimatizacije rezultira većom mogućnošću za pojavu bolesti, što je glavni razlog gubitaka u proizvodnji cijepljenih presadnica. Također, potrebno je iskustvo u odabiru odgovarajuće podloge i plemke jer je moguća pojava inkompatibilnosti (Fugaj 2011.; Ranjan i Kumari 2015.).

3.3. Najčešće tehnike cijepljenja

Metode cijepljenja biraju se ovisno o biljnoj vrsti, iskustvu proizvođača/poljoprivrednika, broju potrebnih cijepljenih presadnica, svrsi cijepljenja, radnoj snazi i dostupnosti mehanizacije (Bie i sur. 2017.). Nadalje, biraju se ovisno o potrebnom vremenu za obavljanje zahvata, načinu učvršćivanja podloge i plemke te brzini i uspješnosti stvaranja kalusa (Fugaj 2011.). Iako se cijepljenje može obaviti ručno i mehanizirano, u svijetu prevladava ručno cijepljenje. Postupak cijepljenja se sastoji od četiri faze: odabir kompatibilnih kultivara podloge i plemke, proizvodnja biljaka podloge i plemke do faze pogodne za cijepljenje, postupak cijepljenja te aklimatizacija cijepljenih presadnica (Bie i sur. 2017.).

3.3.1. Cijepljenje na raskol

Cijepljenje na raskol (Slika 3.3.1.1.) metoda je koja se najčešće primjenjuje kod biljaka iz porodice Cucurbitaceae. Podloga se sije pet do sedam dana prije plemke, a cijepljenje se provodi u fazi razvijenih kotiledonskih listova kod plemke i podloge. Podloga i plemka moraju biti istog stadija razvoja, odnosno imati sličnu debljinu hipokotila zbog bržeg i uspješnijeg spajanja (Matotan 2006.; Rihtaršić-Trdina 2011.; Ranjan i Kumari 2015.). Na podlozi se odstrani vegetacijski vrh te se na njegovom mjestu napravi raskol ili prerez dubine 2 cm (Matotan 2006.). Prije postavljanja plemke, potrebno je u potpunosti ukloniti meristem na podlozi kako ne bi došlo do rasta izdanaka iz podloge (Cushman 2006.). Plemka se priprema rezom u obliku klina ili slova V, 1,5 cm ispod kotiledona i postavlja se u napravljeni raskol na podlozi, a zatim se podloga i plemka pričvrste odgovarajućom, najbolje silikonskom štipaljkom radi boljeg spajanja (Matotan 2006.; Rihtaršić-Trdina 2011.; Benko 2015.). Nakon cijepljenja i povremeno tijekom aklimatizacije, presadnice se orošavaju (Slika 3.3.1.2.) kako bi se ostvarila viša vlaga zraka potrebna za stvaranje kalusa na mjestu spoja plemke i podloge (Rihtaršić-Trdina 2011.).



Slika 3.3.1.1. Cijepljenje lubenice na raskol: a) odstranjivanje vegetacijskog vrha na podlozi; b) odstranjivanje meristema kod podloge; c) umetanje plemke u razrez na podlozi (Foto: A. Vukadin, 2020)



Slika 3.3.1.2. Orošavanje presadnica lubenice nakon cijepljenja (Foto: A. Vukadin, 2020)

3.3.2. Cijepljenje ravnim ili kosim rezom

Ova metoda se najčešće primjenjuje kod cijepljenja rajčice, patlidžana i paprike. Razvijena je u Japanu za potrebe mehaniziranog cijepljenja (Miles i sur. 2013.). Sjetva podloge se provodi dva dana prije sjetve plemke, a cijepljenje se obavlja u fazi kada biljke podloge i plemke imaju dva prava lista, pretežito 20 dana nakon sjetve (Cushman 2006.). S podloge se odstranjuje nadzemni dio koji obuhvaća dio hipokotila 1 - 2 cm ispod kotiledona, kotiledone, prave listove i vegetacijski vrh, a plemka se priprema rezom 1 - 1,5 cm ispod kotiledona (Rihtaršić - Trdina 2011.). Kod cijepljenja kosim rezom podloga i plemka se režu pod kutem 45°, a kod cijepljenja ravnim rezom podloga i plemka se režu ravno (Slika 3.3.2.1), bez kuta te se spajaju iglom od prirodnog keramičkog materijala koja ostaje unutar biljke te dodatno silikonskom štipaljkom (Benko 2015.; Ranjan i Kumari 2015.). Kod ove metode uklanjaju se aksilarni (pazušni) pupovi te meristem, kako ne bi došlo do rasta iz podloge (Miles i sur. 2013.).



Slika 3.3.2.1. Cijepljenje ravnim rezom: a) odstranjivanje vegetacijskog vrha i umetanje igle u podlogu; b) umetanje plemke na podlogu (Izvor: <http://www.actahort.org/>)

3.3.3. Cijepljenje sa spajanjem

Kod metode cijepljenja sa spajanjem (Slika 3.3.3.1.) presadnice podloge i plemke uzgajaju se u istom lončiću i moraju imati razvijen jedan ili dva para pravih listova. Hipokotil plemke i podloge urezuje se pod kutem 45° tako da se međusobno preklapaju. Spoj biljaka se učvršćuje štipaljkom. Devet dana nakon cijepljenja uklanja se gornji dio podloge, a dva ili tri dana kasnije i donji dio plemke, zajedno s korijenom (Cushman 2006.; Miles i sur. 2013.). Prednost ove metode je jednostavnost i izostanak potrebe za kontroliranim uvjetima aklimatizacije (Cushman 2006.). Nedostatak ove metode je veliki zahtjev za ručnim radom zbog potrebe uklanjanja nepotrebnih dijelova podloge i plemke nakon uspješnog spajanja. S obzirom da se tijekom cijepljenja uklanja meristem iz podloge, izbjegnut je nepoželjan rast iz podloge (Memmott 2010.).



Slika 3.3.3.1. Cijepljenje spajanjem: a) podloga i plemka; b) spajanje podloge i plemke u zarez; c) spajanje odgovarajućom kvačicom (Izvor: <https://growables.com/>)

3.3.4. Cijepljenje u stranu

Kod metode cijepljenja u stranu (Slika 3.3.4.1.) podloga mora imati barem jedan pravi list, a plemka jedan ili dva prava lista. Na hipokotilu podloge uzdužni rez je primjerene veličine s obzirom na veličinu hipokotila plemke (Fugaj 2011.). Plemka se zarezhe pod kutem 45° i oblikuje se u klin, a zatim se umetne u uzdužni rez na podlozi (Miles i sur. 2013.). Cijepljene presadnice se stavljaju u komore za aklimatizaciju. Nakon aklimatizacije biljaka, uklanja se gornji dio podloge što je jedan od nedostataka ove tehnike, jer je za ovaj zahvat potreban utrošak ručnog rada, dok je jednostavnost prednost ove tehnike (Fugaj 2011.).



Slika 3.3.4.1. Cijepljenje na stranu: a) izrada rupe na podlozi u koju se stavlja biljka plemke, te pripremanje plemke kosim rezom; b) spajanje podloge i plemke (Izvor: <https://growables.com/>)

Kao što je rečeno, postoje različite tehnike cijepljenja povrća, a to su: cijepljenje u zarez, spajanjem, na stranu, ravnim/kosim rezom. Kod cijepljenja lubenice pogodne su tehnika spajanja, cijepljenja u zarez te cijepljene na stranu (Miles 2013.). Svaka od ovih tehnika ima određene prednosti i nedostatke, te je prikladnija za određenu biljnu vrstu. Prema istraživanju (Bakhardi i sur. 2011.; Cushman 2006.), cijepljenje na raskol rezultiralo je najvećom stopom preživljenih cijepljenih presadnica lubenice. Prednost cijepljenja na raskol je da nema orezivanja suvišnih dijelova plemke i podloge nakon zacjeljivanja spoja, a nedostatak je zahtjevnost za većom vještinom nego kod ostalih tehnika cijepljenja.

Glavni nedostatak cijepljenja s ravnim/kosim rezom je što može doći do velikih gubitaka i razvoja bolesti ukoliko se ne nadzire pažljivo vlaga zraka, temperatura i svjetlost u procesu aklimatizacije biljaka (Cushman 2006.).

3.4. Aklimatizacija cijepljenih presadnica

Bez obzira na tehniku, nakon cijepljenja presadnice se stavljaju u zasjenjen prostor kako bi se aklimatizirale (Slika 3.4.1.) Proces aklimatizacije traje nekoliko dana, a odvija se u kontroliranim uvjetima (Rihtaršić-Trdina 2011.). Zhang i sur. (2019.) navode da je kontrola abiotskih čimbenika vrlo važna tijekom faze zacjeljivanja i aklimatizacije. Temperatura aklimatizacijskog prostora mora biti 25 - 26 °C, a relativna vlaga zraka od 95 do 100 %. U fazi aklimatizacije ne smije doći do naglih promjena temperature i prevelikog zagrijavanja tijekom dana, kako biljke zbog velike razlike između dnevne i noćne temperature zraka ne bi doživjele stres (Rihtaršić-Trdina 2011.). Petropoulos i sur. (2012.) u istraživanju utjecaja temperature na cijepljene presadnice u fazi zacjeljivanja utvrdili su da su biljke iz presadnica aklimatiziranih pri temperaturi od 16 °C imale bolja morfološka svojstva (veća bujnost, visina, veličina listova i masa plodova) u odnosu na biljke iz presadnica aklimatiziranih pri temperaturi od 8 °C. Navedeno istraživanje dokazuje potrebu cijepljenih presadnica za visokom temperaturom u fazi zacjeljivanja i aklimatizacije. Prema istraživanju Bekhardi i sur. (2011.) kod kultivara 'Charleston grey' cijepljenog na bundevu (*Cucurbita pepo*), 'Ferro' (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) i vrg (*Lagenaria*), utvrđena stopa preživljavanja bila je: 70, 85 i 90 %. Tijekom razdoblja aklimatizacije temperatura je održavana na 24 – 27 °C, a relativna vlaga na 95 %.

Tijekom prva tri dana nakon cijepljenja potrebno je smanjiti intenzitet svjetla zasjenjivanjem te održavati visoku relativnu vlažnost zraka 95 do 100 % koja se narednih dana postepeno smanjuje. Četvrti dan materijal korišten za zasjenjivanje može se ukloniti u jutarnjim ili večernjim satima, a nakon petog i šestog dana kada cijepljeno mjesto zacijeli, može se u potpunosti ukloniti. Nakon zacjeljivanja spoja uklanjaju se i štikaljke (Benko 2015.; Rihtaršić-Trdina 2011.).



Slika 3.4.1. Zasjenjeni prostor za aklimatizaciju presadnica (Foto: A. Vukadin, 2020)

Prema Rihtaršić-Trdina (2011.) tijekom aklimatizacije potrebno je kontrolirati pojavu gljivičnih bolesti, jer su visoka temperatura i relativna vlaga zraka idealni uvjeti za njihov razvoj. Najveću opasnost predstavljaju uzročnici polijeganja presadnica (*Phytium debarianum*) i crne truleži stabljike (*Didymella bryoniae*).

Kod sadnje cijepljenih presadnica vrlo bitno je da cijepljeno mjesto bude iznad površine tla kako se ne bi razvilo adventivno korijenje (Fugaj 2011.).

3.5. Kompatibilnost podloge i plemke

Iako se uzgoj lubenice iz cijepljenjih presadnica pozitivno odražava na prinos, ranije dostiže, krupnoću ploda i ostale proizvodne osobine, to ne mora biti slučaj kod svih kombinacija plemke i podloge, pa je neophodno odabrati kombinaciju podloge i plemke koja će dati najbolje rezultate (Srđić i Dardić 2012.). Odabir podloge se temelji na tolerantnosti na štetne organizme i stresne uvjete, a odabir plemke na očekivanom prinosu i kvaliteti plodova (Benko 2015.). Učinkovitost cijepljenja ovisi o kompatibilnosti podloge i plemke, okolišnim uvjetima i načinu proizvodnje Ceylan i sur. (2017.). Kompatibilnost podloge i plemke ovisi o starosti tkiva, brzini rasta prije cijepljenja, površini reza u dodirnom području, pritisku između područja reza, broju provodnih snopova i ekološkim čimbenicima (Bekhradi i sur. 2011.). Odabir podloge i plemke je od velike važnosti za uspješnost cijepljenja jer utječe na rast i razvoj biljaka kao i na sadržaj hranivih tvari i kvalitetu plodova, poput sadržaja šećera i karotenoida, pH vrijednosti i boje placente. Taj se učinak uglavnom pripisuje interakciji između korijena i nadzemnog dijela biljke koja utječe na

različite fiziološke procese unutar biljke, poput unosa i translokacije hranjivih sastojaka i vode, sinteze hormona, fotosinteze i drugih metaboličkih procesa (Petropoulos i sur. 2012.; Ceylan i sur. 2017.). Kompatibilnost podloge i plemke snažno utječe na stopu preživljavanja cijepljenih presadnica (Fallik i Ilić 2014.). Postoje dva tipa inkompatibilnosti. Prvi tip se odnosi na nemogućnost zacjeljivanja rane biljaka na spoju i preranog ugibanja, a drugi se odnosi na lošu kvalitetu plodova, smanjenje prinosa i eventualno ugibanje biljaka (Memmott 2010.). Prema Salehi i sur. (2008.) inkompatibilnost podloge i plemke se očituje žućenjem i otpadanjem listova te ugibanjem biljaka. Sedlar(2019.) je u jednogodišnjem istraživanju temeljem zadovoljavajućeg prinosa i slatkoće ploda lubenice utvrdio kompatibilnost ranih sorti 'Early Samantha' i 'Lady' s podlogama 'Emphasis' (*Lagenaria siceraria*) i 'Vitality' (*Cucurbita maxima* × *C. moschata*) u agroekološkim uvjetima istočne Hrvatske. Fugaj (2011.) je u jednogodišnjem istraživanju na području sjeverozapadne Hrvatske utvrdila kompatibilnost sorte lubenice 'Kodak' i podloge 'Azman' (*C. maxima* × *C. moschata*).

3.6. Genotipske specifičnosti cijepljene i necijepljene lubenice

Izgled i svojstva biljaka rezultat su prirodne i umjetne selekcije. Razlog umjetne selekcije su određeni zahtjevi tržišta. Prirodna selekcija dovodi do prilagođavanja kultivara određenom prostoru. Umjetna selekcija usmjerena je na povećanje ploda, olakšanje proizvodnje i berbe, formiranje atraktivnih boja i oblika, većeg prinosa i kvalitete plodova. Proces prirodne selekcije obuhvaća odbacivanje genotipova koji na određenom prostoru više nisu konkurentni zbog svojih svojstava (Beljo 2012.). Iz tog razloga danas se sve više radi na novim sortama koji će se lakše prilagoditi zahtjevima tržišta.

U našim područjima osnovni cilj proizvodnje lubenice je krupan plod. Srđić i Dardić (2012.) navode da je masa ploda sortna karakteristika, odnosno da je pod velikim utjecajem genetičkih faktora. Prinos je također određen genotipski, ali ovisi o interakciji brojnih faktora. Prema istraživanju istih autora, na masu ploda najveći utjecaj ima genotip, dok manji utjecaj ima tretman (cijepljene/necijepljene presadnice). Prema Alan i Özdemir (2007.) usvajanje teških metala i hraniva ovisi o genotipu podloge i interakciji između podloge i plemke.

4. Učinci cijepljenja lubenice

4.1. Vegetativni rast

Cijepljenje povoljno utječe na razvoj korijenovog sustava, ovisno o karakteristikama podloge, a time i na cjelokupni vegetativni rast biljaka (Alan i Özdemir 2007.). Korijen različitih podloga koje se koriste u cijepljenju lubenice robusniji je, snažan i dubok te ima širu zonu apsorpcije u odnosu na korijen lubenice. Navedeno olakšava usvajanje vode, minerala i hranivih elemenata i doprinosi bržem i povećanom rastu biljaka. Kod cijepljenih biljaka je utvrđena povećana produkcija hormona, otpornost na štetne organizme iz tla i tolerantnost na abiotički stres uzrokovan niskom temperaturom i povećanim salinitetom (Bekhradi i sur. 2011.; Poor 2015.; Zhang i sur. 2019.).

Prema istraživanju Toth i sur. (2015.) cijepljenje sorti lubenice 'Kodak' i '62-281 RZ' na podlogu 'Azman' imalo je pozitivan utjecaj na dužinu i broj listova glavne vriježe te brzinu rasta postranih vriježa. Na obje sorte zabilježen je veći broj ženskih cvjetova.

Alan i Özdemir (2007.) proveli su istraživanje u kojem je sorta lubenice 'Crispy' cijepljena na podloge 'TZ-148' i 'RS-841' (*Cucubita maxima* x *C. moschata*) te '64-18' (*Lagenaria siceraria*). Cijepljenje je značajno utjecalo na duljinu korijena, duljinu glavne vriježe, broj postranih vriježa te suhu masu korijena. Necijepljene (kontrolne) biljke su imale kraću glavnu vriježu i manji broj postranih vriježa (4) nego cijepljene biljke (9). Biljke cijepljene na podloge 'RS-841' i 'TZ-148' imale su veću suhu masu korijena od kontrolnih biljaka i cijepljenih na podlogu '64-18'. Dobiveni rezultati su pokazali da je cijepljenje značajno utjecalo na razvoj korijena i vegetativni rast nadzemnog dijela lubenice, ali da postoji razlika u razvijenosti korijena ovisno o podlozi. Biljke cijepljene na podloge 'TZ-148' i 'RS-841' imale su razvijeniji korijenov sustav od onih koje su cijepljene na podlogu '64-18'. Álvarez-Hernández i sur. (2015.) utvrdili su najveću masu suhog korijena kod cijepljenja sorata 'Chrunchy Red' i 'Sangria' na podlogu sorte 'Robusta'. Također, navode da su cijepljene biljke imale veću duljinu i promjer glavne vriježe od necijepljenih.

Sedlar (2019.) je proveo istraživanje s ciljem utvrđivanja kompatibilnosti različitih podloga i plemki te utjecaja cijepljenja na pokazatelje vegetativnog rasta. Sorte 'Lady' i 'Early Samantha' cijepljene na podlogu 'Vitalley' ostvarile su veći promjer glavne vriježe u odnosu na podlogu 'Emphasis'. Najveća duljina glavne vriježe zabilježena je kod kombinacije 'Lady' x 'Vitalley', a najveći broj listova na glavnoj vriježi kod kombinacije 'Early Samantha' x 'Vitalley'.

4.2. Usvajanje i iskoristivost hraniva

Usvajanje hraniva iz tla i njihova iskoristivost ovise o ekološkim čimbenicima uzgojnog područja i biološkim svojstvima uzgajanih biljaka. Količina biljnih hraniva, organske tvari i karbonata uz pH vrijednost tla, temperatura i vlaga zraka i tla, agrotehnički zahvati kao i starost biljke, odnosno stupanj razvoja, sorta te struktura i razvijenost korijenovog sustava združeno utječu na količinu vode i hraniva koje biljka može apsorbirati iz tla (Alan i Özdemir 2007.; Ceylan i sur. 2017.). Savvas i sur. (2010.) navode kako se učinkovitost usvajanja i/ili iskorištavanja hranivih elemenata može poboljšati cijepljenjem plemki na odgovarajuće podloge koje imaju snažniji i razvijeniji korijenov sustav od visokoproduktivnih sorti koje se koriste kao plemke. Poboljšani unos i iskoristivost hranjivih tvari doprinose intenziviranju biokemijskih procesa u biljkama, što rezultira smanjenjem gubitaka dušika uzrokovanog ispiranjem (Alan i Özdemir 2007.).

Prema istraživanju Ceylan i sur. (2017.) cijepljenje značajno utječe na sadržaj biogenih elemenata u plodovima i lišću lubenice. Uspoređivanjem s referentnim vrijednostima biljnih hranivih elemenata u plodovima lubenice utvrđena je poželjna koncentracija dušika, fosfora i kalija kod cijepljenja sorti 'Crimstar' i 'Crispy' na podlogu 'Ferro', a kod cijepljenja na podlogu 'RS 841' koncentracije su povišene. Cink i bakar u lišću te dušik, fosfor i kalcij imaju veću koncentraciju pri cijepljenju sorata 'Crimstar' i 'Crispy' na podlogu 'Ferro'.

Prema istraživanju Savvas i sur. (2010.) provedenog na tlu dobro opskrbljenom biogenim elementima, cijepljenje lubenice ima pozitivan utjecaj na koncentraciju dušika, aminokiselina i proteina u listovima. Zabilježene su veće koncentracije dušika u listovima kod sorte 'Early star' cijepljene na podloge 'Brava', 'Shintoza' i 'Camel'. Mini lubenica sorta 'Ingrid' cijepljena na podlogu 'PS 1313' ima veću koncentraciju dušika, kalija i magnezija u lišću. Zbog poboljšanog usvajanja NO_3^- , cijepljenje ima pozitivan učinak na biosintezu aminokiselina, odnosno proteina. Budući da se mobilnost kalija u tlu temelji na difuziji, snažniji korijenov sustav povećava ukupnu količinu kalija u rizosferi, a time i stopu usvajanja po biljci.

4.3. Otpornost na štetne organizme iz tla

Jedan od glavnih problema u proizvodnji lubenice je smanjenje rodnosti i kvalitete plodova uzrokovano štetnim organizmima iz tla. Postoje različiti načini sprječavanja šteta od ovih organizama, a uključuju: plodored, genetska poboljšanja biljaka, fumigaciju tla (fumigantima, kao što su metil bromid, aluminijski fosfid, magnezijev fosfid i drugi) te cijepljenje. Uzgoj tolerantnih sorti je dugotrajan i skup, a ponekada ne može pomoći jer štetni organizmi kroz određeno razdoblje postaju rezistentni (Zhang i sur. 2019.). Upotreba metil bromida, koji se koristio za dezinfekciju tla, danas je zabranjena zbog njegovog štetnog djelovanja na ozonski omotač, a dozvoljena je samo u slučajevima karantene koje odobrava središnje tijelo državne uprave nadležno za zaštitu bilja, životinja ili zdravlja, kako bi se spriječilo širenje bolesti i štetnika. U proizvodnji lubenice križanac bundeve i muškatne tikve (*Cucurbita maxima* × *C. moschata*) korišten kao podloga pri cijepljenju, pokazao je otpornost prema zarazi uzročnikom fuzarijskog venuća (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*), međutim, u borbi protiv nematode (*Meloidogyne incognita*) pokazao se neučinkovitim (Álvarez-Hernández i sur. 2015.). Alan i Özdemir (2007.) navode kako štetni organizmi u tlu mogu uvelike utjecati na prinos i kvalitetu plodova lubenice, a metoda cijepljenja se pokazala kao najbolja u sprječavanju njihovog širenja u tlu. Prema istraživanju Álvarez-Hernández i sur. (2015.) sorta lubenice 'Robusta', korištena kao podloga za cijepljenje mini lubenice, pokazala je najveći potencijal u borbi protiv nematoda i fuzarijskog venuća. Sorte 'Emphasis' i 'Argentario' (*Lagenaria siceraria*) klasificirane su kao visoko otporne podloge na fuzarijsko venuće, kao i sorta 'Carnivor' (*Cucurbita maxima* × *C. moschata*) (www.syngenta.hr).

Boughalleb i sur. (2007.) istraživali su utjecaj izolata *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (Fon) i *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* (Fsc), na različite podloge, sorte te kombinacije podloge i sorte. Korištene su sorte 'Sugar pack', 'Charleston Gray' i 'Sentinel' te 2 soja Fsc i 3 soja Fon. Kod sorte 'Sugar Pack' inokuliranom sa Fsc 1 zabilježen je najveći broj zaraženih biljaka (73 %), a najmanji kod Fsc 2 (33 %). Kod sorte 'Charleston Gray' osjetljivost je bila promjenjiva, na Fsc 2 i Fon 3 (15 do 17 %), dok je na Fon 1 bila vrlo osjetljiva. Sorta 'Sugar Pack' (tip 'Sugar baby') pokazala je osjetljivost na sve istraživane sojeve, a zaraženost biljaka je varirala od 33 do 73 %, što je sukladno rezultatima drugih znanstvenih istraživanja. Podloge 'Strong Toza', 'TZ 148', 'Emphasis', 'Polifemo' i 'Ercole' pokazale su otpornost na istraživane fuzarijske izolate. Podloge 'Ferro RZ', 'Macis' i 'S. Camel' pokazale su djelomičnu otpornost na izolate Fsc s udjelom zaraženih biljaka od 0 do 38 %, a kod Fon izolata od 0 do 23 %. Podloga 'Achille' je pokazala veliku otpornost na Fsc izolate obzirom da nije zaražena niti jedna biljka, ali je pokazala osjetljivost na neke izolate Fon s kod kojih je udio zaraženih biljaka bio mali (0 – 25 %). Kombinacije sorte 'Sugar Pack' kao plemke s podlogama 'TZ 148', 'Emphasis', 'Strongtosa', 'Achille' i 'Ercole' pokazale su rezistentnost

na sojeve Fon i Fsc. Sorta 'Sugar pack' cijepljena na podlogu 'Ferro RZ' pokazala je rezistentnost na Fon i Fsc (22 %), a na podlogama 'Macis' i 'S. Camel' osjetljivost na sve sojeve izolata Fon i Fsc.

4.4. Otpornost na okolišni stres

Nepovoljni ekološki čimbenici, među kojima su najznačajniji voda, temperatura, dostupnost kisika, koncentracija teških metala i štetnih organizama u tlu, mogu pojedinačno ili združeno uzrokovati okolišni stres s negativnim učinkom na rast i razvoj biljaka. Konkurentnost na tržištu postiže se što ranijim početkom prodaje, što bi značilo što raniju sadnju u uvjetima koji nisu pogodni za rast i razvoj biljaka te izazivaju temperaturni stres. Temperatura je jedan od najvažnijih ekoloških čimbenika koji utječe na ekonomske gubitke. Niske temperature u zoni korijena nepovoljno utječu na rast, veličinu i funkcioniranje korijena, a pri visokim temperaturama smanjuje se duljina, ali se povećava promjer korijena. U fazi vegetativnog rasta nepovoljne temperature rezultiraju slabijim razvojem lisne mase. Kašnjenje usjeva uzrokuje gubitke u produktivnosti usjeva (Schwarz i sur. 2010.). Lubenica je termofilna kultura pa joj ne pogoduje uzgoj na nižim temperaturama. Cijepljenjem u kombinaciji s tolerantnim sortama može se povećati otpornost lubenice na stresne uvjete. Također dolazi do mogućnosti uzgoja van uobičajenih rokova čime se može postići konkurentnost na tržištu (Fabek 2010.).

S obzirom da lubenica zahtjeva dosta vode, a resursi vode za navodnjavanje su ograničeni, u nekim područjima navodnjava se zaslanjenom vodom. Kako salinitet i suša ne bi izazivali veliki stres kod biljaka, u uzgoju na takvim područjima koriste se cijepljene presadnice lubenica (Poor 2015.). Isti autor je proveo istraživanje o otpornosti cijepljene lubenice sorte 'Charleston Gray', na podlogu bundeve (*Cucurbita pepo*) u pogledu saliniteta i suše. Salinitet smanjuje fotosintetsku sposobnost biljaka, vodni potencijal u lišću, osmotski tlak i turgor, što rezultira negativnim utjecajem na morfološka svojstva necijepljenih biljaka. Tijekom istraživanja utvrđen je pozitivan utjecaj cijepljenja na broj listova pri salinitetu 6,5 mS, ali kod duljine i suhe mase korijena nije zabilježen nikakav utjecaj. Pri salinitetu 10, 5 mS cijepljenje nije imalo pozitivan utjecaj na broj listova, ali je pozitivno utjecalo na duljinu i suhu masu korijena.

Fiziološka oštećenja nastala toksičnošću iona i poremećajima u apsorpciji hranjivih tvari rezultat su utjecaja saliniteta na dostupnost i apsorpciju hranivih elemenata. Salinitet može izazvati smanjenje transporta i pokretljivosti kalija i fosfora u biljkama (Poor 2015.).

Savvas i sur. (2010.) navode da reakcija cijepljenih biljaka na stresne uvjete uzrokovane povećanom koncentracijom biogenih elemenata i teških metala u tlu, uvelike ovisi o genotipu podloge. Istraživanja su pokazala da neke podloge mogu ograničiti unos i/ili transport teških metala u biljkama. Također, navode kako i drugi mehanizmi imaju utjecaja na apsorpciju i

translokaciju biogenih elemenata i teških metala u biljkama, kao što su detoksikacija štetnih elemenata ili hormonskih signala koji mijenjaju gensku ekspresiju, uključujući ublažavanje stresa uzrokovano pretjeranom koncentracijom biogenih elemenata i teških metala. Prekomjerna količina teških metala je sve učestaliji problem, ne samo za rast i prinos biljaka, već i za okoliš i zdravlje ljudi. Neki teški metal su vrlo toksični za biljku i u malim količinama, a neki se mogu akumulirati u biljnim tkivima bez pojave vidljivih simptoma. Cijepljenje može ograničiti nakupljanje teških metala u biljkama te spriječiti loše djelovanje na ljudski organizam (Alan i Özdemir 2007.). Prema istraživanjima u Japanu više od 7 % patlidžana sadrži veću koncentraciju kadmija od dopuštene. Kadmij ima negativan utjecaj na ljudsko zdravlje i na biokemijske procese u biljkama (transport vode, metabolizam dušika, oksidativnu fosforilaciju te klorofil). Njegova koncentracija i usvajanje ovisi o genotipu podloge te izloženosti (Savvas i sur. 2010.).

Stres izazvan zbog toksičnosti bora može biti problem u mnogim područjima. Do pojave toksičnosti može doći zbog prekomjerne količine bora u tlu i vodi za navodnjavanje. Prag između nedostatka i toksičnosti je vrlo uzak, a do ovog problema dolazi u sušnijim predjelima. Cijepljenje može riješiti ovaj problem (Savvas i sur. 2010.).

U mediteranskim područjima alkalna tla su široko zastupljena. Okarakterizirana su niskom bioraspoloživošću hranivih sastojaka, visokom koncentracijom CaCO_3 , HCO_3^- , visokom pH vrijednosti i gotovo nezamjenjivim H^+ ionima. Ioni bikarbonata mogu ometati unos i transport hranivih sastojaka te se time narušava koncentracija hranivih sastojaka u biljkama. Jedan od načina rješavanja problema uzrokovanih alkalnom reakcijom tla je cijepljenje lubenice u cilju poboljšanja tolerantnosti na alkalitet (Colla i sur. 2010.). Prema istraživanju istih autora kod povećanog alkaliteta kod cijepljenih i necijepljenih biljaka dolazi do smanjenja nadzemne mase i korijena. Cijepljenje sorte 'Ingrid' na podloge 'Macis' i 'Argentino' te necijepljene presadnice rezultira značajnim smanjenjem biomase (41,7 %), u odnosu na cijepljene na podloge 'PS1313' i 'P360' (23,5 %). Kod cijepljenja na podloge 'P360' i 'Macis' zabilježen je najveći utjecaj na smanjenje korijena. Također, došlo je i do smanjenja koncentracije dušika, fosfora, kalija, magnezija, željeza, mangana, cinka i bakra u lišću. Biljke lubenice cijepljene na tikvu pri povećanom pH imaju veću sposobnost asimilacije, akumuliranja željeza te apsorpcije hranjivih elemenata, što se može povezati s izlučivanjem organske kiseline (jantarna, limunska, jabučna, vinska) iz korijena.

4.5. Sastavnice prinosa i prinos

Visok prinos je cilj svakog uzgajivača, te ovisi o brojnim čimbenicima (Dardić i sur. 2010.). Ukupan prinos je realan pokazatelj utjecaja primjene određenih agrotehničkih zahvata (Rašković i

Đurovka 2009.). Zhang i sur. (2019.) navode kako se povećanje prinosa uglavnom pripisuje razvijenom korijenovom sustavu koji rezultira poboljšanjem apsorpcije vode i hranivih elementa.

U istraživanju učinka tehnologije uzgoja i cijepljenja na sastavnice prinosa, cijepljenje ima značajan utjecaj na formiranje krupnijih plodova lubenice, obzirom da je masa plodova povećana za 15 % u odnosu na necijepljene biljke (Sefo i sur. 2010.). Na broj plodova utječe tehnologija uzgoja, dok cijepljenje nema utjecaja. Na masu plodova utječu tehnologija uzgoja, cijepljenje i njihova interakcija. Najveća masa plodova zabilježena je kod cijepljenih presadnica koje su uzgajane na crnoj polietilenskoj foliji uz prekrivanje usjeva transparentnom polietilenskom folijom.

Sedlar (2019.) navodi da su sorte 'Lady' i 'Early Samantha' cijepljene na podlogu 'Emphasis' ostvarile za 14,3 % veći broj plodova nego na podlozi 'Vitalley'. Na masu ploda najveći utjecaj je imala sorta, pa je sorta 'Lady' bez obzira na podlogu ostvarila najveću masu plodova.

Prema istraživanju Petropoulos i sur. (2012.) biljke iz cijepljenih presadnica imaju veću masu plodova u odnosu na biljke iz necijepljenih presadnica. Biljke su tijekom dvije sezone nakon cijepljenja održavane na minimalnim temperaturama 8 °C i 16 °C. Pri temperaturi 16 °C sorta 'Crimson Sweet' cijepljena na podlogu *Lagenaria siceraria* f. *clavata* dala je plodove veće mase (6,5 i 8,7 g), što je rezultiralo većim prinosom. Sorta 'Sugar Baby' cijepljena na podloge *Lagenaria siceraria* f. *clavata*, 'RS 841', *L. siceraria* f. *pyrotheca*, te kontrolne (necijepljene) biljke imale su manju masu plodova.

Toth i sur. (2015.) navode da plodovi cijepljene lubenice, bez obzira na sortu plemke, imaju veću masu ploda. Najveća masa ploda zabilježena je kod sorte 'Kodak' cijepljene na podlogu 'Azman'.

Na temelju istraživanja Rašković i Đurovka (2009.); Turhan i sur. (2012.), navode da cijepljenje pozitivno utječe na veličinu plodova. Osim na veličinu plodova cijepljenje ima pozitivan učinak i na masu ploda lubenice. Toth i sur. (2015) navode pozitivan utjecaj cijepljenja na masu plodova, što rezultira većim prinosom za 40 % u odnosu na necijepljene biljke.

Dardić i sur. (2010.) navode da razlike u prinosu nastaju pod utjecajem interakcije između sorti, godina i načina uzgoja (cijepljene/necijepljene presadnice). Utvrdili su da na prinos najveći utjecaj ima način uzgoja, odnosno cijepljenje, a najmanji godina, iako je prinos bio veći 2007. koja je bila klimatski pogodnija. Cijepljenjem sorti 'Vasko', 'Crisby' i 'Fantasy' na podlogu 'Friend', prinos je povećan za 26 do 39 %. Rašković i Đurovka (2009.) prema vlastitom istraživanju navode kako je cijepljenje imalo pozitivan učinak na prinos ploda po biljci, ali da su korištene podloge 'Emphasis' i vrg domaća tikva (*Lagenaria*) podjednako utjecale. U istraživanju su korištene sorte 'Zengo' i 'Celebration'. Kod necijepljene sorte 'Celebration' prinos je iznosio 6,87 kg, dok je kod cijepljene zabilježen prinos po biljci veći od 10 kg. Kod necijepljene sorte 'Zengo' prinos je iznosio 6,75 kg, a kod cijepljene veći od 9 kg.

Bakhradi i sur. (2011.) navode da prinos kod cijepljenih biljaka varira ovisno o podlozi. Prema njihovom istraživanju cijepljenje lubenice na *Cucurbita pepo* rezultiralo je smanjenjem ukupnog prinosa ($1,45 \text{ kg/m}^2$) u odnosu na cijepljenje na podloge *Lagenaria* ($2,6 \text{ kg/m}^2$), 'Ferro' ($2,75 \text{ kg/m}^2$) i necijepljene biljke gdje je zabilježen najveći prinos od $2,84 \text{ kg/m}^2$.

Sefo i sur. (2010.) navode da cijepljenje lubenice ima pozitivan učinak na rast biljaka i prinos bez gubitaka kvalitete. Istraživanjem su utvrdili da cijepljene presadnice uzgajane na crnoj polietilenskoj foliji u kombinaciji s prekrivanjem usjeva prozirnom polietilenskom folijom daju veći prinos ($19,6 \text{ kg/m}^2$), dok je kod golog tla iznosio $7,9 \text{ kg/m}^2$. Srdić i Dardić (2012.) navode kako cijepljenje sorte 'Fantazia' na podlogu 'Emphasis' ne rezultira opravdanom razlikom u prinosu i masi plodova u odnosu na necijepljene biljke. U istraživanju Zhang i sur. (2019.) cijepljenje lubenice imalo je pozitivan utjecaj na masu plodova i prinos lubenice. U istraživanju su korištene sorte 'Xiuli' (W1) za koju su karakteristični manji plodovi, sorta 'Jinluhongling' (W2) srednjih plodova, te 'Xinang No.8' (W3) velikih plodova. Prinos kod cijepljenja na podlogu 'Jiashi' iznosio je $5,6 \text{ kg/m}^2$, a na podlozi 'WZ2' (*Cucurbita moschata*) iznosio je $4,9 \text{ kg/m}^2$. Kod necijepljenih biljaka prinos je iznosio $2,96 \text{ kg/m}^2$.

Toth i sur. (2015.) navode kako su sorte 'Kodak' i 'Columbia' cijepljene na podlogu 'Azman' imale veći tržišni prinos ($10,22$ i $7,90 \text{ kg/m}^2$) nego sorte na vlastitom korijenu. Sedlar (2019.) navodi kako su kombinacije 'Early Samantha' × 'Vitalley' i 'Lady' × 'Emphasis' ostvarenjem tržišnog prinosa od $8,52 \text{ kg/m}^2$ i $10,55 \text{ kg/m}^2$ pokazale zadovoljavajuću kompatibilnost plemki i podloga.

Prema istraživanju Álvarez-Hernández i sur. (2015.), na prinos je utjecao sklop biljaka. Korišteni sklopovi biljaka bili su $2,083$ i $4,167$ biljaka/ m^2 , a pokus se odvijao tijekom dvije sezone (2011. – 2012. i 2012. – 2013.). Sorte 'Crunchy Red' i 'Sangria' cijepljene na podlogu 'Robusta' tijekom obje sezone imale su veći prosječni prinos ($5,28$ i $5,98 \text{ kg/m}^2$), u gušćem sklopu ($4,67$ biljaka/ m^2) u odnosu na cijepljenje na podlogu 'Super Shintoza' i necijepljene presadnice.

Usvajanje i iskoristivost hraniva ima veliki utjecaj na prinos (Ceylan i sur. 2017.). Prema istraživanju istih autora najveći prinos imala je sorta 'Crimstar' cijepljena na 'Ferro' ($3,61 \text{ kg/m}^2$). Kod cijepljenja sorte 'Crimstar' na podlogu 'RS 841' prinos je iznosio $3,66 \text{ kg/m}^2$, a kod necijepljenih biljaka $1,44 \text{ kg/m}^2$. Kurum i sur. (2017.) su utvrdili da prinos ovisi o podlozi, dok interakcija podloge i vegetacijske godine ne utječe na prinos. Najveći prinos je ostvarila sorta 'Crimson Tide' cijepljena na podlogu 'No. 3' ($0,41 \text{ kg/m}^2$), a zatim su slijedile podloge 'Maximus', 'Nun 9075', 'TZ 148', 'Strong Tosa', 'RS 841' te 'Ferro' u rasponu od $0,31 \text{ kg/m}^2$ do $0,38 \text{ kg/m}^2$.

Alan i Özdemir (2007.) također su utvrdili pozitivan utjecaj cijepljenja na prinos po biljci. Biljke sorte 'Crispy' cijepljene na podloge 'C/TZ - 148' i 'C/RS - 841' te uzgajane na otvorenom polju imale su veći prinos po biljci ($18,95 \text{ kg/biljci}$ i $17,95 \text{ kg/biljci}$) od kontrolnih biljaka na vlastitom korijenu ($8,98 \text{ kg/biljci}$) te cijepljenih na podlogu 'C/64 - 18' ($14,20 \text{ kg/biljci}$). Kod uzgoja u niskom tunelu najveći prinos po biljci zabilježen je kod cijepljenja na podlogu 'C/RS - 841' ($20,13 \text{ kg/biljci}$)

te na podlogu 'C/TZ - 148' (17,70 kg/biljci). Kod sorte 'Crispy' cijepljene na podlogu 'C/64 -18' u niskom tunelu zabilježen je niži prinos po biljci (10,95 kg/biljci), dok je kod kontrole iznosio svega 7,25 kg/biljci.

4.6. Kvaliteta ploda

Rouphael i sur. (2010.) navode kako se kod ocjene kvalitete u obzir uzimaju vanjska obilježja (veličina, oblik, boja, odsutnost propadanja), potom čvrstoća, okus (šećer i hlapljivi spojevi), tekstura i spojevi povezani sa zdravljem (karotenoidi, vitamini, minerali). Osim poželjnih spojeva kontroliraju se i nepoželjni, a to su teški metali, pesticidi i nitrati. Također, navode kako je kvaliteta danas važnija od prinosa u postizanju konkurentnosti na tržištu.

Većina istraživanja ukazuje na pozitivan utjecaj cijepljenja na kakvoću plodova lubenice, dok Bekhardi i sur. (2011.) navode kako cijepljenje nema ili čak ima negativan utjecaj na kvalitetu plodova. Različiti autori (Alan i Özdemir 2007.; Turhan i sur. 2012.; Falik i Ilić 2014.; Sedlar 2019.) suglasni su da odgovarajuća kombinacija podloge i plemke pozitivno utječe na prinos i kvalitetu plodova (koncentracija šećera, pH, boja i tekstura).

Turhan i sur. (2012.) navode pozitivan utjecaj podloge na debljinu kore kod sorte 'Crimson Tide' cijepljene na podlogu 'Dynamo' za 15 i 18 %, zatim sorte 'Dumara' cijepljene na podlogu 'RS – 841' za 8 i 22 % te sorte 'Farrao' cijepljene na podlogu 'Shintosa' 22 i 21 %. Također, Zhang i sur. (2019.), zaključuju da cijepljenje ima pozitivan utjecaj na debljinu kore plodova lubenice. Prema Kurum i sur. (2017.), debljina kore je važna zbog otpornosti ploda u transportu te održivosti. U njihovom istraživanju podloga je značajno utjecala na debljinu kore. Najveću debljinu kore imali su plodovi biljaka cijepljenih na podloge 'Nun 9075' i 'Strong Tosa', dok su necijepljene biljke imale plodove s najtanjom korom. Debljina kore može se smanjiti cijepljenjem na slabije podloge.

Falik i Ilić (2014.) ističu da kvaliteta lubenice ovisi o podlozi i plemki, a cijepljenjem se može povećati unutarnja i/ili vanjska kvaliteta plodova lubenice. Isti autori navode kako se najčešće pritužbe na kvalitetu lubenice odnose na nisku koncentraciju šećera, neukusan okus, broj žućkastih traka u crvenom mesu te na unutarnje raspadanje mesa. S obzirom da su glukoza, fruktoza i saharoza najznačajniji šećeri u plodovima lubenice, cijepljenje može utjecati na biokemijske procese povezane s nakupljanjem šećera u plodovima. Koncentracija saharoze kod cijepljenih biljaka varira ovisno o podlozi. Cijepljenje može povećati sadržaj likopena i ukupnih karotenoida za 20 % te aminokiselina, posebice citrulina. Sedlar (2019.) smatra da podloge imaju utjecaj na sadržaj šećera u plodovima lubenice i navodi da sorta 'Lady' cijepljena na podlogu 'Emphasis' ima veću koncentraciju šećera, nego pri uzgoju na podlozi 'Vitalley'. Álvarez-Hernández

i sur. (2015.) navode da nisu utvrđene razlike u kvaliteti plodova kod cijepljenja sorata 'Robusta' i 'Super Shintoza', na podloge 'Chrunchy Red' i 'Sangria'.

Tržište zahtijeva manje vlaknastog, a više prhkog tkiva. Prema istraživanju Kurum i sur. (2017.) podloga povećava čvrstoću mesa za 38,5 % u odnosu na necijepljene biljke. Najčvršće meso plodova imale su biljke cijepljene na podloge 'TZ 148' i 'RS 841'. Najmanju čvrstoću mesa zabilježena je na podlogama 'No. 3' i 'Strong Tosa'.

Cushman i Huan (2008.) navode negativan utjecaj cijepljenja na ukupan sadržaj topivih tvari u plodu lubenice. Kod cijepljenja sorti 'Tri-X 313' i 'Palomar' na podlogu 'BN911' sadržaj topivih tvari manji je nego kod necijepljenih biljaka. Također, navode da sorte 'Tri-X 313', 'Palomar', 'Petite Perfection' i 'Precious Petite' cijepljene na podloge 'BN 111', 'BN 911', 'JOO8' i 'Ojakkyo' imaju čvršće meso u odnosu na plodove necijepljenih biljaka.

5. Zaključak

Na temelju brojnih istraživanja utvrđeni su pozitivni učinci cijepljenja na lubenicu, a mogu se pripisati jakom i razgranatom korijenovom sustavu podloge tikve, koji je snažniji i dulji, što omogućuje lakšu apsorpciju vode i hraniva te je otporniji na štetne organizme u tlu. Kompatibilnost podloge i plemke pokazala se kao jedna od najvažnijih značajki kod cijepljenja lubenice. Upravo zbog pozitivne interakcija podloge i plemke zabilježeni su pozitivni utjecaji na rast korijena i nadzemne mase, otpornost na fuzarijsko venuće i nematode, usvajanje biogenih elemenata, otpornost na stresne uvjete u kojima uzgoj necijepljene lubenice nije moguć ili daje loše rezultate. S obzirom da je lubenica termofilna kultura, cijepljenje odgovarajuće sorte na podloge otporne na niske temperature omogućuje raniji uzgoj, čime se postiže konkurentnost na tržištu. Većina istraživanja kakvoće plodova lubenice pokazala su pozitivne učinke cijepljenja. Plodovi cijepljenih biljaka imali su deblju koru, veću čvrstoću mesa te veću koncentraciju šećera, likopena, aminokiselina posebice citrulina i karotenoida. Cijepljenje negativno utječe na sadržaj ukupnih topivih tvari.

6. Popis literature

1. Alan Ö., Özdemir N. (2007). Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. *Journal of Agronomy*, 6(2): 362-365.
2. Álvarez-Hernández J. C., Castellanos-Ramos J. Z., Aguirre-Mancilla C. L., Huitrón-Ramírez M. V., Camacho-Ferre F. (2015). Influence of rootstocks on *Fusarium* wilt, nematode infestation, yield and fruit quality in watermelon production. *Ciênc. Agrotec., Lavras*, 39(4): 323-330.
3. Bekhradi F., Kashi A., Delshad M. (2011). Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of 'Charleson Gray' watermelon. *International Journal of Plant Production*, 5(2): 105-110.
4. Beljo J. (2012). Tehnike oplemenjivanja bilja. Skripta. Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu. Zadar.
5. Benko B. (2015). Mikoriza i cijepljenje - povećani prinos povrća. *Gospodarski list*, <https://gospodarski.hr/rubrike/mikoriza-i-cijepljenje-povecan-prinos-povrca/> - pristup 22.7.2020.
6. Bie Z., Nawaz M. A., Huang Y., Lee J-M., Colla G. (2017). Introduction to vegetable grafting. *Vegetable Grafting: Principles and practices*. 1-21.
7. Boughalleb N., Tarchoun N., El Mbarki A. i El Mahjoub M. (2007). Resistance evaluation of nine cucurbit rootstocks and grafted watermelon (*Citrullus lanatus* L.) varieties against *fusarium* wilt and *fusarium* crown and root rot. *Journal of Plant Sciences*, 2(1): 102-107.
8. Bućan L., Perica S., Goreta S., Dumičić G. (2003). Introdukcija kultivara lubenice u dalmatinska krška polja. Institut za jadranske kulture i melioraciju krša-Split. Split.
9. Ceylan Ş., Alan Ö., Elmaci Ö. L. (2017). Effect of grafting on nutrient element content and yield in watermelon., *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 55(1): 67-74.
10. Colla G., Roupheal Y., Cardarelli M., Salerno A., Rea E. (2010). The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental and Experimental Botany*, 68: 283-291.
11. Cushman K. E. (2006). Grafting Techniques for Watermelon. <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/33/82/00001/HS33000.pdf> - pristup: 20.7.2020.
12. Cushman K. E., Huan J. (2008). Performance of four triploid watermelon cultivars grafted onto five rootstock genotypes: Yield and fruit quality under commercial growing conditions. *Acta Hort.*, 782: 335-342.
13. Dardić M., Trkulja V., Čičić D., Lakić S. (2010). Uzgajivačke specifičnosti cijepljene lubenice. *Glasnik zaštite bilja*, 1/2010: 20-27.

14. Dube J., Ddamulira G., Maphosa M. (2020). Watermelon production in Africa: challenges and opportunities. International Journal of Vegetable Science. doi: [10.1080/19315260.2020.1716128](https://doi.org/10.1080/19315260.2020.1716128) [online] https://www.researchgate.net/publication/338706206_Watermelon_production_in_Africa_challenges_and_opportunities (pristupljeno 7.10.2020.)
15. Erhirhie E. O., Ekene O. (2013). Medicinal values on *Citrullus lanatus* (Watermelon): pharmacological review. International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 4(4): 1305-1312.
16. Fabek (2010.). Cijepljenje plodovitog povrća. <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/cijepljenje-plodovitog-povrca/2980/> - pristup: 10.1.2021.
17. Fallik E., Ilić Z. (2014). Grafted vegetables - the influence of rootstock and scion on postharvest quality. Folia Hort. 26(2): 79-90.
18. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/>, Pristupljeno 26. srpnja 2020.
19. Fugaj A. M. (2011). Utjecaj cijepljenja na vegetativni rast i prinos lubenice. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
20. Gaion L. A., Braz L. T., Carvalho R. F. (2018). Grafting in vegetable crops: A great technique for agriculture. International Journal of Vegetable Science, 24(1): 85-102.
21. Gospodarski list (2001). Podloge za lubenicu. <https://gospodarski.hr/pitanja-i-odgovori/povrcarstvo-pitanje-br-29/> - pristup 08.01.2021.
22. Gospodarski list (2010). Cijepljenje plodovitog povrća. <https://www.agroklub.com/povrcarstvo/cijepljenje-plodovitog-povrca/2980/> - pristup: 10.1.2021.
23. Gospodarski list (2014). Uzgoj lubenica - uz visoka ulaganja daje i visok urod. <https://gospodarski.hr/uncategorized/uzgoj-lbenica-uz-visoka-ulaganja-daje-i-visok-urod/#.U3SFBCh7S8A> - pristup 20. 10. 2020.
24. Grubišić D. (2019). Suzbijanje nematoda korjenovih kvržica roda *Meloidogyne Goeldi*, 1887 na tikvenjačama. Glasilo zaštite bilja, 19(3): 437-445. <https://gospodarski.hr/uncategorized/cijepljenje-plodovitog-povrca/> pristup 20.7. 2020.
25. Ivić D. (2019). Fuzarijska venuća tikvenjača. Glasilo zaštite bilja, 19(3): 400-406.
26. Kurum R., Çelik I., Eren A. (2017). Effects of rootstock on fruit yield and some quality traits of watermelon (*Citrullus lanatus*). Derim, 34(2): 91-98.
27. Lešić R. (2004). Lubenica. U: Povrcarstvo (ur. Lešić R.). Zrinski. Čakovec. 413 – 421.
28. Louws F. J., Rivard C. L., Kubota C. (2010). Grafting fruiting vegetables to soil born pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. Scientia Horticulturae. 127: 127-146.

29. Matotan Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća. Nakladni zavod globus. Zagreb. 271-284
30. Matotan Z. (2006). Sortiment i proizvodnja presadnica lubenice. Glasnik zaštite bilja, 6: 40-47.
31. Memmot F. (2010). Refinement of innovative watermelon grafting methods with appropriate choice of developmental stage, rootstock type, and root treatment to increase grafting success. A Thesis, 5/2010: 6-12.
32. Miles C., Hesnault L., Johnson S., Kreider P. (2013). Vegetable grafting: watermelon. Washington state University. Washington.
33. Mitrović M. (2006). Proizvodnja i zaštita lubenice. Glasilo zaštite bilja, 6: 48-60.
34. Perković J., Goreta Ban S., Ban D., Toth N. (2018). Watermelon (*Citrullus lanatus*) vegetative growth as affected by nitrogen fertilization and soil mulching. Agriculturae Conspectus Scientificus, 83: 307-313.
35. Perković J. (2019). Učinci gnojidbe dušikom i malčiranja na vegetativna, fiziološka i organoleptička svojstva te komponente prinosa lubenice (*Citrullus lanathus* L.). Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu,. Agronomski fakultet, Zagreb.
36. Petropoulos S. A., Khan E. M., Passam H.C. (2012). Evaluation of rootstocks for watermelon grafting with reference to plant development, yield and fruit quality. International Journal of Plant Production, 6(4): 481-492.
37. Poor R. E. (2015). Investigating the effect of grafted watermelon on tolerance to drought and salinity. Journal of Novel Applied Sciences, 4 (6): 670-673.
38. Ranjan J. K., Kumari R. (2015). Grafting techniques in vegetables. Improved production technologies in vegetable crops. 205-210.
39. Rašković V., Đurovka M. (2009). Uticaj kalemljenja na broj plodova, prosečnu težinu ploda i prinos po biljci. Savremena poljoprivredna tehnika, 35(3): 157-218.
40. Rihtaršić-Trdina S. (2011). Različni načini cepljenja melone (*Cucumis melo* L.) in lubenice (*Citrullus aedulis* Pang.) na dveh podlogah. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelak za agronomijo. Ljubljana.
41. Roupheal Y., Schwarz D., Krumbein A., Colla G., (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. Scientia Horticulturae, 127: 172-179.
42. Salehi R., Kashi A. K., Javanpoor R. (2008). Effect of grafting on survival of cucumber, watermelon and melon plants grafted onto *Cucurbita* spp., rootstocks by hole insertion grafting. Acta horticulturae, 717: 141-144.
43. Savvas D., Colla G., Roupheal Y., Schwarz D. (2010). Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetable by grafting. Scientia Horticulturae, 127: 156-161.
44. Schwarz D., Roupheal Y., Colla G., Venema H. J. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stress: Thermal stress, water stress and organic pollutants. Scientia Horticulturae, 127: 162-171.

45. Sedlar A. (2019). Kompatibilnost ranih sorti lubenice i podloga različitog porijekla. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
46. Sefo E., Matotan Z., Knezović Z., Majić. A., Ivanković P., Ćorić R. (2010). Utjecaj tehnologije proizvodnje na prinos lubenica u jugozapadnoj Hercegovini. Agronomski glasnik, 1: 15-26.
47. Srđić S., Dardić M. (2012). Genotipske specifičnosti kalemljene i nekalemljene lubenice. Smotra naučnih radova studenata agronomije sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, Poljoprivredni fakultet Banja Luka, 9. - 10. 10. 2012., Banja Luka, Bosna i Hercegovina, 83-86.
48. Syngenta (2018). Katalog sjeme i zaštita povrća 2018. Syngenta Agro d.o.o., Zagreb https://adriaflora.hr/wpcontent/uploads/2019/02/KATALOG_POVRCA_2018_SYNGENTA.pdf - pristup 10.8.2020.
49. Tlili I., Hider C., Lenucci S. M., Ilahy R., Jebari H., Dalessandro G. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. Journal of Horticulturae, 24: 307-314.
50. Toth N., Fabek S., Benko B., Žutić I., Radman S., Fugaj A.M. (2015). Vegetativni rast i prinos lubenice iz cijepljenih presadnica. Zbornik radova 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma /Pospišil, Milan - Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 281-285.
51. Turhan A., Ozmen N., Kuscu H., Serbeci M. S., Seniz V., (2012). Influence of rootstocks and fruit characteristics and quality of watermelon. Hort. Environ. Biotechnol., 53(4): 336-341.
52. Zhang J., Wang P., Tian H., Wang Y., Jiang H. (2019). Using a new hybrid rootstock significantly increases the grafted plant rate and watermelon yield. International Agrophysics, 33: 97-106.

Popis slika

Slika 2.3.1. List lubenice, Izvor: <https://visiani.botanic.hr/fcd-gallery/Photo/Show/130103>, pristupljeno 27.12.2020.

Slika 2.3.2. Cvijet lubenice, Izvor: <https://visiani.botanic.hr/fcd-gallery/Photo/Show/13729>, pristupljeno 27.12.2020.

Slika 2.3.3. Plod (peponij) lubenice, Izvor: <https://visiani.botanic.hr/fcd-gallery/Photo/Show/13728>, pristupljeno 27.12.2020.

Slika 2.3.4. Placenta lubenice, Izvor: <https://agrimatco.hr/letci/lubenice.pdf>, pristupljeno 27.12.2020.

Slika 2.3.5. Sjemenke lubenice, Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/watermelon-seeds-19055064673.html>, pristupljeno 27.12.2020.

Slika 2.5.1. Simptomi fuzarijskog venuća, Izvor: <https://content.ces.ncsu.edu/fusarium-wilt-of-watermelon>, pristupljeno 1.8.2020.

Slika 2.5.2. Korijenove nematode, Izvor: <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1575305>, pristupljeno 1.8.2020.

Slika 2.6.1. Uzgoj lubenice na crnoj polietilenskoj foliji, Izvor: <https://content.ces.ncsu.edu/weed-management-in-watermelon>, pristupljeno 10.8.2020.

Slika 3.1. 'Emphasisi' – tikva Lagenaria, podloga, Izvor: <https://www.agromaxshop.rs/seme-povrca-profesionalni/lubenica/emphasis-podloga-1000s>, pristupljeno 10.1.2021.

Slika 3.3.1.1. Cijepljenje lubenice na raskol: a) odstranjivanje vegetacijskog vrha na podlozi; b) odstranjivanje meristema kod podloge; c) umetanje plemke u rupu na podlozi, Izvor: A. Vukadin 2020.

Slika 3.3.1.2. Orošavanje presadnica lubenice nakon cijepljenja, Izvor: A. Vukadin 2020.

Slika 3.3.2.1. Cijepljenje ravnim rezom: a) odstranjivanje vegetacijskog vrha i umetanje igle u podlogu; b) umetanje plemke na podlogu, Izvor: http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=759_12, pristupljeno 8.1.2021.

Slika 3.3.3.1. Cijepljenje spajanjem: a) podloga i plemka; b) spajanje podloge i plemke u zarez; c) spajanje odgovarajućom kvačicom, Izvor: <https://growables.com/information/documents/WatermelonGraftWashU.pdf>, pristupljeno: 20.7.2020.

Slika 3.3.4.1. Cijepljenje na stranu: a) izrada rupe na podlozi u koju se stavlja biljka plemke, te pripremanje plemke kosim rezom; b) spajanje podloge i plemke, Izvor:

<https://growables.com/information/documents/WatermelonGraftWashU.pdf>, pristupljeno 20.7.2020.

Slika 3.4.1. Zasjenjeni prostor za aklimatizaciju presadnica, izvor: A. Vukadin 2020.

Životopis

Zovem se Antonela Vukadin. Rođena sam 26. prosinca 1994. godine u Zagrebu. Osnovnu školu "Josipa Zorića" završila sam u Dugom Selu 2010. Nakon osnovne škole upisujem Srednju školu Dugo Selo, smjer tehničar za računalstvo. Srednju školu završavam 2014. Zbog nezainteresiranosti za nastavkom školovanja na fakultetima srodnima sa srednjom školom te ljubavi prema prirodi, iste godine upisujem preddiplomski studij na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima, smjer Bilinogojstvo. Završnu stručnu praksu odrađujem na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima u trajanju od 420 sati, te studij završavam 2018. godine obranom završnog rada pod mentorstvom dr.sc. Vesne Samobor s temom „Utjecaj vremenskih prilika na faze razvoja soje u mikropokusu na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima“. Iste godine svoje školovanje nastavljam na diplomskom studiju na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer Hortikultura - povrćarstvo. Tijekom školovanja na diplomskom studiju bila sam član Vrtlarske grupe te sam sudjelovala na različitim događajima u sklopu fakulteta.