



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA**

**Biotehnologija i savremeni pristup
u gajenju i oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučno-stručni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka

3. novembar 2022.

Zbornik radova

**Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i
oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 3. novembar 2022.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka

www.institut-palanka.rs

Za izdavača

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Direktor Instituta za povrtarstvo

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik

Urednici

Dr Slađana Savić, naučni saradnik

Dr Marina Dervišević, naučni saradnik

Tehnički urednik

Ljiljana Radisavljević

Štampa

ArtVision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-05-3





**Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
je finansijski podržalo održavanje skupa i štampanje Zbornika
radova.**

KAKO UBLAŽITI NEGATIVNI UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA PROIZVODNJU POVRĆA?

HOW TO MITIGATE THE NEGATIVE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON VEGETABLE PRODUCTION?

Zoran Ilić*¹, Lidija Milenković¹

¹*Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Lešak*

*Autor za korespondenciju: zoran.ilic63@gmail.com

Izvod

Povećane temperature, sunčevo zračenje, smanjena dostupnost vode za navodnjavanje i salinitet, su ograničavajući činioci u održavanju i povećanju produktivnosti povrća. U izmenjenim klimatskim uslovima često dolazi do umanjena prinosa i kvaliteta, a uz porast problema sa bolestima i štetočinama još više čine proizvodnju povrća nerentabilnom. Da bi se ublažio negativan uticaj klimatskih promena, potrebno je razviti adekvatne strategije prilagođavanja biljaka na novonastale uslove. Prednost bi trebalo dati razvoju proizvodnih sistema za poboljšanje efikasnosti korišćenja vode prilagođenih uslovima toplog i suvog vremena. Razvoj genotipova, tolerantnih na visoke temperature, salinitet i otpornost na izmenjenu klimu, uz nove biotehnologije, je neophodan da bi se odgovorilo na ove izazove. Stoga, cilj ovog rada je uvođenje novih ali i tradicionalnih tehnika, koje se jednostavno primenjuju i nisu previše skupe (senčenje biljaka, kalemljenje, malčiranje zemljišta i primena mikorize), da bi se ublažili negativni efekti klimatskih promena na proizvodnju povrća.

Ključne reči: klimatske promene, proizvodnja povrća, senčenje, kalemljenje, nastiranje, mikoriza

Abstract

Increasing temperatures, sun radiation, reduced water availability, and salinity will be the major limiting factors in sustaining and increasing vegetable productivity. Under changing climatic situations crop failures, shortage of yields, reduction in quality and increasing pest and disease problems are common and they render the vegetable production unprofitable. To mitigate the adverse impact of climatic change on productivity and quality of vegetable crops there is need to develop sound adaptation strategies. The emphasis should be on development of production systems for improved water use efficiency adoptable to the hot and dry condition. Development of genotypes tolerant to high temperature, salinity and climate proofing with new biotechnology are essentially required to meet these challenges. Therefore, the aim of this paper is to introduce new but also traditional techniques that are simple to apply and not too expensive (plant shading, grafting, soil mulching and mycorrhiza application) to mitigate the negative effects of climate change on vegetable production.

Keywords: climate changes, vegetable production, shading, grafting, mulching, mycorrhiza

Uvod

Svetska predviđanja su da se poljoprivredna proizvodnja mora povećati za 60% u odnosu na trenutnu, usled očekivanog rasta stanovništva, koje će do 2050. godine biti blizu 10 milijardi ljudi. Istovremeno, očekuje se da će klimatske promene smanjiti produktivnost useva i do 80% do kraja ovog veka (Martínez-Andújar i sar., 2020).

Povećanje proizvodnje i potrošnje povrća utiče na poboljšanje raznovrsnosti i kvaliteta ishrane, posebno tamo gde dominira visokoenergetska hrana koja je siromašna mikronutrijentima. Povrće je osetljivo na stresne uslove životne sredine, pa su visoke temperature i ograničena vlažnost zemljišta glavni uzroci niskih prinosa i lošijeg kvaliteta. Ovi novonastali uslovi usled globalnog zagrevanja u velikoj meri utiču na neke fiziološke i biohemijske procese kao što su smanjena fotosintetička aktivnost, izmenjen metabolizam i enzimska aktivnost,

smanjeno oprašivanje i zametanje plodova, povreda tkiva toplotom (ožegotine) i sl.

Klimatske promene predstavljaju izmenu u svojstvima srednjih vrednosti različitih klimatskih parametara kao što su temperatura, padavine, relativna vlažnost, UV zračenje, sadržaj ugljen-dioksida i sastav gasova atmosfere tokom dužeg vremenskog perioda na širem geografskom području, bilo zbog prirodne varijabilnosti ili zbog ljudske aktivnosti. Veća učestalost ekstremnih vremenskih činilaca, kao što su pojačano zračenje, suša, pljuskovi i poplave, predstavljaju glavna ograničenja za proizvodnju povrća. Povrtarske vrste u bilo kojoj fazi rasta i razvoja su veoma osetljive na klimatske promene koje se manifestuju naglim porastom temperature, pojačanim zračenjem kao i neravnomernim rasporedom padavina.

Ekološki činioci se u poslednje vreme sve brže menjaju, što utiče na proizvodnju i kvalitet povrća. Smanjena produkcija povrća verovatno će biti prouzrokovana skraćenim vremenskim periodom proizvodnje, što će negativno uticati na rast i razvoj, posebno u uslovima toplotnog stresa i smanjene dostupnosti vode. Klimatske promene izazivaju dodatne neizvesnosti i rizike, ograničavajući sve više proizvodnju, što dovodi do povećanja cene povrća. Ove promene podstiču širenje patogena i evoluciju novih sojeva štetočina i gljivičnih, bakterijskih i virusnih oboljenja. Izazovi koji predstoje u godinama pred nama su održivost i konkurentnost, ostvarenje ciljne proizvodnje koja će zadovoljiti rastuće zahteve za povrćem i pored smanjenja površina obradivog zemljišta i nedostatka vode. U cilju unapređenja proizvodnje povrća potrebni su novi modeli uz posebne intervencije koje će biti specifične za pojedina područja i koje će zahtevati iskustvo ali i znanje uz primenu novih tehnika i tehnologija (Malhotra i Srivastva, 2014; 2015).

Ekološki činioci u izmenjenim klimatskim uslovima

Temperatura

Kolebanje srednjih dnevnih maksimalnih i minimalnih temperatura su posledice klimatskih promena koje negativno utiču na proizvodnju povrća, jer mnoge fiziološke, biohemijske i metaboličke aktivnosti biljaka zavise od temperature. Visoka temperatura negativno utiče na proizvodnju povrća izazivajući značajne promene na morfološkom,

fiziološkom, biohemijskom i molekularnom nivou što utiče na rast, razvoj i prinos povrća. Kod paradajza, na primer, neuspeh u zametanju plodova usled visokih temperatura je vrlo prisutan. Ovo uključuje opadanje pupoljaka, atipičan razvoj cvetova, manju proizvodnju polena, abortus ovule i lošu održivost, smanjenu dostupnost ugljenih hidrata i druge reproduktivne abnormalnosti (Thamburaj i Singh, 2011). Štaviše, visoka temperatura može prouzrokovati značajan gubitak u produktivnosti paradajza usled smanjenog zametanja, formiranja sitnijih i plodova lošijeg kvaliteta. Kod paprike, visoke temperature u fazi pre cvetanja ne utiču na vitalnost tučka ili prašnika, ali visoke temperature posle oprašivanja inhibiraju zametanje plodova, što ukazuje na to da je period oplodnje vrlo osetljiv na stres visokim temperaturama (Erickson i Markhart, 2012). Visoka temperatura uzrokuje opadanje cvetova, odbacivanje zametka, slabo zametanje plodova i njihovo opadanje ali utiče i na brži razvoj crvene boje i zrenje plodova čili-paprike (Arora i sar., 2010). Likopen je crveni pigment i glavni karotenoid u paradajzu. Sinteza likopena u plodu paradajza je uglavnom potpuno inhibirana pri temperaturi od 32 do 35°C ali ne i sinteza β -karotena. Pretpostavlja se da visoke temperature (35°C) inhibiraju akumulaciju likopena jer one stimulišu konverziju likopena u β -karoten. Na sadržaj likopena, pored temperature, utiče i kvalitet svetlosti (Ilić i sar., 2015).

Temperatura zemljišta direktno utiče na rast i razvoj biljaka jer se seme nakon setve, korenov sistem biljaka i mikroorganizmi nalaze u toj sredini. Takođe, temperatura utiče na usvajanje vode i mineralnih materija iz zemljišta. Klijanje semena krastavca i dinje u velikoj meri izostaje na 42°C, odnosno 45°C. Seme lubenice, tikvice, tikve i bundeve na temperaturi od 42°C takođe neće klijati (Kurtar, 2010). Topla i vlažna klima pojačava vegetativni rast i dovodi do slabije proizvodnje ženskih cvetova kod tikvica. Temperature oscilacije odlažu sazrevanje i smanjuju slast plodova dinje.

Svetlost

Za biljke je najznačajniji vidljivi deo spektra, tzv. fotosintetska aktivna radijacija, pri kojoj se normalno odvija fotosinteza kao osnovni životni proces biljaka. Kratkotalasno zračenje (npr. UV zračenje) raspoloživo većim energijama i ima veću biološku efikasnost. UV indeks se definiše kao fluks zračenja od 25 mW m⁻² otežan u odnosu na biološki

aktivan spektar. Prema tome, vrednosti od 1 UV indeksa odgovara vrednost od 25 mW m⁻² (Mijatovic i sar., 2002).

Efekti pojačanog UV-B zračenja na različite fiziološke procese biljaka se mogu podeliti u nekoliko vrsta (Prasad i sar., 2003). Oštećenja se sastoje od oštećenja DNK, razaranja proteina u biljnom tkivu i razaranja masnih kiselina. Štetni efekti UV-B zračenja na biljke uključuju uništavanje ćelijskih membrana i svih organela unutar ćelije, uključujući mitohondrije, hloroplaste i jedro. Oštećenja ćelijskih organela, s druge strane, utiču na metaboličke procese biljke kao što su fotosinteza, disanje, rast i reprodukcija, a neposredno utiču na prinos i kvalitet useva. UV-B zračenje dovodi do velikih morfoloških promena na biljkama. Na listovima koji su izloženi pojačanom UV-B zračenju u početku se razvijaju nepravilne hlorotične promene u strukturi tkiva (lezije). Uz nastavljeno izlaganje UV-B zračenju, hlorotične lezije se pretvaraju u smeđe nekrotične tačke pre nego što listovi uvenu. Može se reći da su reproduktivni organi većine biljaka veoma dobro zaštićeni. Čašični listići, latice i zidovi ovarijuma štite reproduktivne organe od UV-B zračenja. Stoga je polen u "opasnosti" kada pada na žig. Iz tog razloga su brzina rasta polenove cevi i klijanje polena pod uticajem UV-B zračenja, što može dovesti do smanjenja rasta polenove cevi za 10-25%. Pogođena je i plodnost kod osetljivih biljaka, što rezultira smanjenjem broja semena u njihovim plodovima. Međutim, zidovi dela karpela koji nose žig i plodnik mogu pružiti izvesnu zaštitu kada polenova cev prodre do žiga. Postoji nekoliko mehanizama oporavka i odbrane od UV zračenja koji menjaju optičke karakteristike listova ili drugih delova biljaka, ili koji deluju na biohemijsko-molekularnom nivou.

Suša

Očekuje se da će dostupnost vode biti veoma ograničena u uslovima globalnog zagrevanja, a prisustvo vodenog stresa će uticati na produktivnost useva. Suša je jedan od ograničavajućih činilaca koji najčešće dovodi do znatnih gubitaka u proizvodnji povrća (nekad i više od 50%, Sivakumar i sar., 2016), nanoseći ekonomsku štetu ali i umanjujući kvalitet povrća. Otpornost na sušu obuhvata kompleks kvantitativnih osobina kontrolisan mnogim genima. Ugrađivanje osobina vezanih za otpornost na sušu u visoko prinosnim genotipovima povrća je pravi izazov za selekcionere.

Stres nastao sušom zbog nedovoljne količine padavina ili nedostatka vlage u zemljištu može izazvati različite biohemijske, fiziološke i genetske promene u biljkama, što ozbiljno ograničava rast useva (Vadez i sar., 2012). Otpornost na sušu se može kategorisati kao konstitutivna (izražena u uslovima optimalnog zalivanja) ili odgovarajuća (izražena samo usled izrazitog deficita vode). Odgovarajuća svojstva otpornosti utiču na prinos pod težim uslovima vodenog stresa, dok konstitutivne osobine otpornosti mogu uticati na prinos pri niskom i srednjem stepenu suše. Ustanovljeno je da vodeni stres ograničava biljkama unos i premeštanje mineralnih hraniva zahvaljujući ograničenoj stopi transpiracije i smanjenom aktivnom transportu i propustljivosti membrana. Suša smanjuje rast biljaka zbog smanjenog ćelijskog potencijala vode i provodljivosti stoma, inhibirajući fotosintezu i poboljšavajući akumulaciju reaktivnih vrsta kiseonika (ROS), što sve umanjuje prinos. Biljke su razvile niz fizioloških i biohemijskih mehanizama da bi se izborile sa ovim uslovima. Na primer, koristeći podzemne vode one nakupljaju osmolite pod uticajem stresa izazvanog sušom, zatvaraju stome i tako smanjuju gubitak vode. Suša izaziva oksidativna oštećenja, što dovodi do formiranja i hiperprodukcije reaktivnih kiseoničnih vrsta (ROS). Antioksidativne komponente su u stanju da spreče proces oksidacije. Dakle, funkcija antioksidanata ili antioksidativnih sistema je u sprečavanju formiranja ili uklanjanju ROS - a pre nego što oštete vitalne komponente ćelija, odnosno u održavanju nivoa ROS na optimalnom nivou. U uslovima stresa kada je povećana proizvodnja ROS važnu ulogu ima raznolik i kooperativan enzimski i neenzimski antioksidativni sistem koji reguliše međućelijsku koncentraciju ROS i određuje redoks status ćelije.

Strategija da se smanje gubici prinosa u uslovima suše ide u pravcu efikasnijeg usvajanja vode od strane biljaka. Efikasnost usvajanja vode se definiše kao odnos intenziteta asimilacije CO₂ i intenziteta transpiracije ili odnos prinosa na osnovu usvojene vode.

Tokom vodenog stresa, biljke akumuliraju rastvorene materije da bi sprečile gubitak vode i uspostavile turgor u ćelijama. Ove rastvorene materije obuhvataju jone poput K⁺, Na⁺ ili organske rastvorene materije kao što su prolin, aminokiseline, rastvorljivi šećeri i poliamin. Poznato je da se kod biljaka prolin može akumulirati u značajnim količinama u odgovoru na deficit vode i druge abiotičke stresove. Primećeno je da biljke tolerantne na stres mogu akumulirati prolin u većim

koncentracijama nego biljke koje su osjetljive na stres (Slama i sar., 2008).

Suša negativno utiče na klijanje semena povrtarskih vrsta poput luka i bamije kao i na nicanje krtola krompira (Arora i sar., 2010). Može izazivati odbacivanje cvetova kod paradajza (Batt i sar., 2009). Primećeno je smanjenje prinosa paradajza za više od 50% zbog deficita vode tokom reproduktivne faze (Srinivasa Rao i Batt, 2012). Stres uslovljen nedostatkom vode u fazi cvetanja smanjuje količinu fotosintetskih asimilata koji su namenjeni cvetnim organima i na taj način može povećati stopu abscisije. Stres nastao sušom izaziva povećanje koncentracije rastvorenih materija u zemljištu, što dovodi do odavanja vode izazvanog osmozom. Povećan gubitak vode u biljnim ćelijama usporava neke fiziološke i biohemijske procese kao što su fotosinteza, disanje i sl., što uzrokuje smanjenje produktivnosti povrća (De la Peña i Hughes, 2007). Osim što inhibira intenzitet fotosinteze kroz smanjenu stomatalnu provodljivost (Yordanov i sar., 2013), suša izaziva i metabolička oštećenja (Dias i Brüggemann, 2010). Stres nastao nedostatkom vode utiče i na biohemijske procese na šta ukazuje smanjenje enzimatske aktivnosti saharoza fosfat sintaze (SPS) i invertaze, koje utiču na dostupnost i iskorišćenost saharoze. Smatra se da SPS igra glavnu ulogu u resintezi saharoze i održava acimilacioni tok ugljenika (Isopp i sar., 2008). Smanjena aktivnost invertaze može uticati na sposobnost korišćenja saharoze i rezultirati smanjenim rastom ovarijuma i smanjenom koncentracijom heksoza (Andersen i sar., 2012).

Salinitet

Klimatske promene, suša i ljudska aktivnost povećavaju zaslanjenost i smanjuju procenat obradivog zemljišta (Singh i sar., 2020). Gajenje povrća je povezano sa intenzivnim đubrenjem i navodnjavanjem, što utiče na povećanje sadržaja soli u zemljištu. Salinitet u zemljištu ili vodi je ozbiljna pretnja poljoprivredi; neke procene govore da površine sa ovim problemom čine oko 20% zemljišta koje se navodnjava. Povećana koncentracija soli u zemljištu ili različitim supstratima na kojima se povrće gaji, dovodi do različitih poremećaja u biljkama. Ovi stresni uslovi dovode do promena u morfologiji, fiziologiji i metabolizmu biljaka. Povećana zaslanjenost utiče na umanjeње rasta koje nastaje usled biohemijskih i fizioloških razloga, uključujući izmenjen jonski bilans,

vodni status, mineralnu ishranu, ponašanje stoma i fotosintetsku efikasnost. Akumulacija soli u zoni korenovog sistema izaziva poremećaj ćelijske jonske homeostaze usled inhibicije usvajanja makroelemenata. Zaslanjenost predstavlja i važan činilac u određivanju raspoloživosti mikroelemenata neophodnih za rast biljaka.

Salinitet je ozbiljan problem prekomerne zaslanjenosti zemljišta jer smanjuje produktivnost mnogih poljoprivrednih kultura, uključujući većinu povrtarskih vrsta, koje su posebno osetljive, tokom čitavog rasta i razvoja. Osetljivost biljaka na stres izazvan većim sadržajem soli značajno varira u zavisnosti od vrste, sorte, biljnog organa i faze razvoja, što takođe utiče na specifičnost u antioksidativnim strategijama odbrane (Maggio i sar., 2004). Korišćenje neadekvatne vode za navodnjavanje (većina raspoložive podzemne vode ima električnu provodljivost [EC] od oko 4 dS m⁻¹), koja se često primenjuje u proizvodnji povrća u plastenicima, zajedno sa prekomernom upotrebom đubriva, smatraju se osnovnim razlozima povećane koncentracije soli koja može negativno uticati na rast i prinos biljaka (Singh i sar., 2014). Nivoi EC različito utiču na prinos i kvalitet povrća (Soilemez i Pakiurek, 2017).

Visoka koncentracija Na⁺ i Cl⁻ toksično deluje na enzimatski i membranski sistem biljke (Nazarbeyg i sar., 2011). U uslovima stresa dolazi do smanjenja fluidnosti membrana zbog povećanja nivoa saturisanih zasićenih fosfolipida, kao i denaturacije ili agregacije proteina što vodi promeni propustljivosti i izlasku jona iz ćelije. Pri visokoj koncentraciji Na⁺ zamenjuje Ca²⁺ iz ćelijskog zida i plazmaleme dovodeći do promena u rastegljivosti zida i membranskoj propustljivosti, koja se detektuje kao izlaženje K⁺ iz ćelije (Stikić i Jovanović, 2015). Pri visokoj koncentraciji soli Na⁺, inhibira se H⁺/ATP-aza i menja se elektrohemijski gradijent i aktivnost antiporta Na⁺, što utiče na ukupan transport jona i održanje jonske homeostaze. Negativan efekat Na⁺ se ne ispoljava samo na ravnotežu koncentracije jona, nego i na ukupni mineralni status, jer kompeticijom sa K⁺ za aktivno mesto na transporteru on može da zameni K⁺ i da tako utiče na aktivnost mnogih enzima, kao i na biosintezu proteina za koje je K⁺ esencijalan (Koleška, 2017). Povećana zaslanjenost supstrata je u direktnoj korelaciji sa smanjenim usvajanjem vode što dovodi do niza poremećaja u metabolizmu i morfologiji biljaka. Usled smanjenog usvajanja vode dolazi do gubitka turgora u listovima, njihovog slabijeg rasta i samim time smanjenja fotosintetske površine. Sem toga, toksično nakupljanje jona Na⁺ i Cl⁻

dovodi do smanjenja sadržaja hlorofila i zatvaranja stoma, te ograničenja u proizvodnji fotoasimilata.

Luk je podložan slanom zemljištu, dok krastavac, patlidžan, paprika i paradajz su umereno osetljivi na zaslanjena zemljišta (De la Peña i Hughes, 2007). Povećana zaslanjenost zemljišta može imati različite efekte na rast i razvoj paradajza. Paradajz je klasifikovan kao „umereno osetljiv” na zaslanjenost supstrata, a smanjenje rasta počinje sa elektrolitičkom provodljivošću (EC) iznad 3dS m^{-1} . Osetljivost biljaka na stepen zaslanjenosti zavisi i od faze rasta. Istraživanjima je dokazano da je paradajz osetljiviji na veći salinitet ($8,7\text{ dS m}^{-1}$) u ranijim fazama razvoja nego u kasnijim (Olympios i sar., 2003). Povećavanjem koncentracije soli preko 3 dS m^{-1} u zoni korena dolazi do ograničenja u rastu ploda (Navarro i sar., 2006), a na veoma visokim nivoima saliniteta smanjuje se intenzitet fotosinteze, broj plodova po biljci (Cuartero i Fernandez-Muñoz, 1999), manja je veličina ploda, ukupan prinos, a dolazi i do truleži vrha ploda (Saito, 2006). Broj plodova po biljci je smanjen kada je nivo saliniteta u zoni korena 8 dS m^{-1} ili veći (Van Ieperen i sar., 1996; Olympios i sar., 2003). S druge strane, umereno povećana koncentracija soli u zemljištu može poboljšati kvalitet ploda s obzirom da dolazi do povećanja sadržaja karotenoida, šećera, organskih i aminokiselina koje doprinose njegovim boljim senzornim osobinama (Krauss i sar., 2006; Ali i Ismail, 2014).

Poplave

Poplave su još jedan važan abiotički stres jer izazivaju ozbiljne probleme za rast i prinos povrtarskih kultura, koje se generalno smatraju biljnim vrstama podložnim poplavama (Parent i sar., 2008). Plavljenje obično uzrokuje nedostatak kiseonika (O_2) koji nastaje zbog spore difuzije gasova u vodi i potrošnje O_2 od strane mikroorganizama i korena biljaka. Oštećenje povrća nastaje usled smanjenja kiseonika u zoni korena, što inhibira aerobne procese. Poplavljene biljke paradajza akumuliraju endogeni etilen koji nanosi štetu biljkama (Drew, 2009). Brz razvoj "epinastičkog" rasta listova (pojačan rast na gornjoj strani listova, koji dovodi do njihovog savijanja nadole) je karakterističan odgovor paradajza na uslove zasićenja vodom i uključena je uloga akumulacije etilena (Kawase, 2011).

Ozbiljnost simptoma izazvanih plavljenjem se povećava sa porastom temperature. Kod paradajza se nakon kratkog perioda poplava, praćenih visokim temperaturama, primećuje brzo uvenuće i odumiranje biljaka (Kuo i sar, 2014). Luk je takođe osetljiv na poplave a prinos se smanji od 30 do 40%. Odgovor biljaka na stresne uslove spoljne sredine zavisi od faze razvoja, dužine i intenziteta stresa (Kumar, 2017). Poplave utiču na fiziološke procese povrtarskih biljaka. Biljke na plavljenom zemljištu reaguju kroz smanjenu provodljivost stoma (Folzer, 2006), što prouzrokuje povećanje potencijala vode u listovima, uz značajno smanjenje brzine razmene ugljenika i povećanja unutrašnje koncentracije CO₂ (Liao i Lin, 2014). Na vegetativni i reproduktivni rast biljaka, poplave negativno utiču zbog štetnih uticaja na fiziološke funkcije (Gibbs i Greenway, 2008). Kod osetljivih useva, poplave izazivaju hlorozu listova i smanjuju rast izdanaka i korena, akumulaciju suve materije i ukupan prinos biljaka (Malik i sar, 2012). Poplave mogu olakšati širenje patogena koji se prenose vodom. Suša i toplotni talasi mogu da predodrede biljke na infekciju, a oluje mogu da pojačaju širenje spora koje se prenose vetrom (Pautasso i sar, 2012).

Reakcije štetočina i bolesti na klimatske promene

Klimatske promene utiču na ekologiju i biologiju štetnih insekata (Jat i Tetarwal, 2012). Povećana temperatura, kod nekih grupa insekata sa kratkim životnim ciklusom kao što su lisne vaši i moljci, povećava reproduktivnu moć uz raniji završetak životnog ciklusa. Dakle, oni mogu proizvesti više generacija godišnje od njihove uobičajene stope (FAO, 2009). Suprotno tome, nekim insektima je potrebno nekoliko godina da završe svoj životni ciklus. Neke vrste insekata koje borave u zemljištu tokom celog ili nekih faza životnog ciklusa imaju tendenciju da pate više od insekata prisutnih iznad površine zemljišta, jer zemljište obezbeđuje izolacioni medijum koji ublažava temperaturne promene više od vazduha (Bale i sar, 2010). Povećana temperatura izaziva migraciju nekih vrsta insekata ka višim geografskim širinama, dok u tropskom pojasu više temperature mogu negativno uticati na određene vrste štetočina. Insekti su posebno osetljivi na temperaturu jer su stenotermni (hladnokrvni). Rastuće temperature produžavaju sezonu razmnožavanja insekata i povećavaju stopu reprodukcije. Povećanje temperature u rasponu od 1°C do 5°C povećava preživljavanje insekata zbog niske zimske smrtnosti,

umnožavajući populaciju, što rezultira oštećenjem useva od strane insekata-štetočina.

Jedan od najčešćih problema u proizvodnji povrća je pojava bolesti prouzrokovanih patogenima (virusi, gljivice, bakterije i nematode) koji se nalaze u zemljištu. Patogeni u zemljištu dovode do najčešćih oštećenja na korenovom sistemu biljaka. Oštećenja korena dovode do manjeg formiranja lisne mase, tanjeg i slabijeg stabla, uvenuća listova, kasnijeg cvetanja, slabijeg kvaliteta plodova i kraće vegetacije. Kada simptomi budu vidljivi na nadzemnim delovima biljke, kao posledica oštećenja korena, često, proizvodnja plodova može biti dovedena u pitanje.

Promene u režimu temperature i padavina usled klimatskih promena mogu ubrzati rast, razvoj i patogenost infektivnih agenasa, kao i fiziologiju i otpornost biljke domaćina (Mboup i sar., 2012). Na severnim geografskim širinama, brojnost biljnih patogena će se povećati sa zagrevanjem, jer više temperature izazivaju brže cikluse bolesti kod patogena koji se prenose vazduhom i povećavaju njihov opstanak usled izostanka mraza (Boonekamp, 2012).

Ranija pojava i povećanje broja insekata-vektora virusnih obolenja usled porasta temperature tokom zime, rezultira povećanjem virusnih bolesti (Newton i sar., 2011). Smanjena mogućnost pojave mraza usled povećanja prosečnih minimalnih temperatura podrazumeva uklanjanje ograničavajućeg činioca za razvoj nekih patogena kao što je *Fusarium* (Pautasso i sar., 2012).

Metode u prilagođavanju povrtarskih biljaka klimatskim promenama

U cilju poboljšanja efikasnosti korišćenja vode i prilagođavanja biljaka toplijim i suvljim uslovima, za preporuku je korišćenje modifikovanih proizvodnih sistema. Akcenat se stavlja na pomeranje datuma setve ili sadnje u cilju borbe protiv sve prisutnijeg povećanja temperature i perioda nedostatka vode tokom sezone uzgoja povrća. Racionalna i adekvatna primena đubriva u cilju bolje dostupnosti hranljivih materija uz upotrebu dopunskih hraniva i navodnjavanje u kritičnim fazama rasta i razvoja useva predstavlja najvažnije agrotehničke mere (Malhotra, 2016).

Primena malčovanja biljnim ostacima ili upotreba plastičnih folija, pomaže očuvanju vlage u zemljištu. U nekim slučajevima prekomerna vlaga u zemljištu usled jake kiše postaje veliki problem i može se prevazići gajenjem useva na uzdignutim ležama. Sadnja povrća na

uzdignute gredice tokom kišne sezone povećaće prinos zbog poboljšane drenaže koja smanjuje anoksični stres (smanjen nivo kiseonika) na korenov sistem (Welbaum, 2015). Da bi se smanjili gubici u proizvodnji povrća tokom letnjih meseci, izazvanih stresnim uslovima kao što su sunčevo zračenje i temperatura, suša i zaslanjenost zemljišta, biljkama su potrebne dodatne tehnike poput kalemljenja, senčenja, malčovanja, primene mikorize i dr. (Milenković i sar., 2020).

Kalemljenjem ka toleranciji na stres spoljne sredine


Kalemljenje je postupak spajanja dva biljna dela (podloge i plemke) istih ili različitih biljnih vrsta, putem transplatacije i regeneracije tkiva, u kojem dobijena kombinacija biljnih delova ostvaruje fizičko jedinstvo i raste kao jedna biljka (Janick, 1986). Uz primenu odgovarajućih podloga, kalemljenje se kod povrtarskih vrsta koristi za modifikaciju korenovog sistema biljke radi povećanja tolerancije u cilju poboljšanja otpornosti na abiotske stresove. Kalemljenjem povrća se povećava rast i prinos putem boljeg usvajanja hraniva i vode usled intenzivnijeg i jače razvijenog korenovog sistema podloge. Razlog za primenu ove metode je u tolerantnosti kalemljenog povrća na različit abiotski stres izazvan visokim i niskim temperaturama, povećanim sadržajem soli, prisutvom štetnih materija i prouzrokovaca bolesti u zemljištu. Zbog ovih blagotvornih efekata kalemljenja, poslednjih godina je povećan uzgoj kalemljenih biljaka u kulturama poput paradajza, patlidžana i paprike i vrsta iz porodice tikava (lubenica, dinja, krastavac i bundeva).

Radi poboljšanja stabilnosti prinosa i zdravstvene bezbednosti povrća, kalemljenje ima za cilj da u novonastalim i izmenjenim uslovima životne sredine obezbedi visok prinos i dobar kvalitet povrća. Kalemljenje povrća je uspešno napredovalo tokom poslednjih 50 godina, posebno u poboljšanju vigora biljke i otpornosti na zemljišne patogene. Međutim, i dalje su znanja o fiziološkim i genetskim činiocima, koji određuju uzajamni odnos između podloge i plemke, dosta ograničena.

Otpornost kalemljenih biljaka na stres zavisi od činilaca kao što su vrsta, trajanje i intenzitet stresa, ali zavisi i od genotipa odnosno sorte, faze razvoja biljaka i njihove interakcije sa spoljnom sredinom.

Jedan od glavnih razloga primene kalemljenja u povrtarstvu je upravo prevazilaženje problema vezanih za zaslanjenost zemljišta i vode. Povećanje tolerantnosti povrća na zaslanjenost ima još veći uticaj,

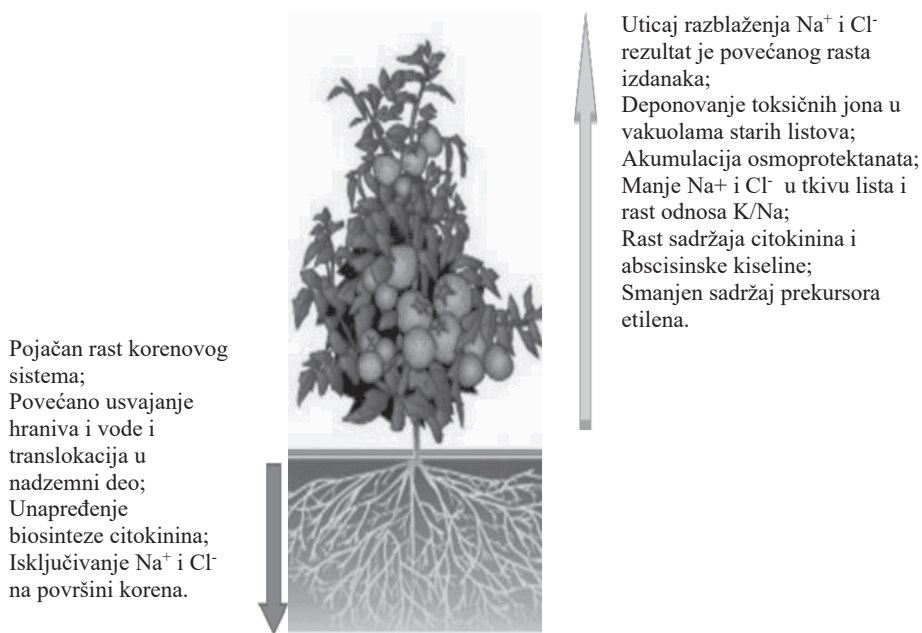
posebno u semi-aridnim područjima gde je problem saliniteta u zemljištu i vodi sve prisutniji. Ako se radi o gajenju paradajza u hidroponskim sistemima, biljke takođe mogu da dožive soni stres kada se voda reciklira tokom proizvodnje. Kalemljenje visoko prinasnih sorata povrća koje su osetljive na soni stres na otporne/tolerantne podloge predstavlja održivu strategiju za prevazilaženje ovog problema. Izbor sono-tolerantnih podloga, kroz skrining dostupnih komercijalnih i divljih srodnika paradajza u uslovima sonog stresa, je preduslov za uspešnost kalemljenja.

Nematode na paradajzu	Direktni uticaj	Indirektni uticaj
	<p>Kontrola bolesti; Rezistentnost na nematode; Tolerantnost na zaslanjenost; Tolerantnost na niske temperature; Tolerantnost na visoke temperature; Tolerantnost na zabarenost zemljišta; Poboljšano usvajanje vode; Poboljšana apsorpcija mineralnih materija; Povećana efikasnost primene đubriva.</p>	<p>Poboljšanje rasta izdanaka; Poboljšanje početnih faza rasta; Translokacija stimulatora rasta; Ekspresija pola; Hormonalna regulacija; Fiziološke promene i poremećaji; Translokacija i sastav organskih materija; Propagacija i transformacija; Prinos plodova i kvalitet; Ranostasnost; Kontrola veličine ploda; Produženo plodonošenje.</p>

Slika 1. Značaj kalemljenja povrća (Ilić i sar, 2020)

Pozitivna reakcija kalemljenja, uslovljena tolerantnim podlogama ili interakcijom plemka-podloga, na prinos i karakteristike ploda paradajza u uslovima sonog stresa se pripisuje nekim fiziološkim i biohemijskim promenama. Pretpostavlja se da su kalemljene biljke razvile razne mehanizme kako bi se izbegla fiziološka oštećenja izazvana prevelikim nakupljanjem štetnih jona u listovima, uključujući štetnost Cl^- , i/ili smanjenje usvajanja Cl^- u korenu, i/ili zamenu ukupnog K^+ sa ukupnim Na^+ u nadzemnim delovima. Sve navedeno ukazuje da je izbor podloge jedno od najvažnijih pitanja povećanja otpornosti biljaka na visoke koncentracije soli u zemljištu ili supstratu.

Kalemljenje je uglavnom zastupljeno kod biljaka iz familija Solanaceae i Cucurbitaceae, koje se obično uzgajaju u aridnim i semi-aridnim područjima, a karakterišu ih dugi periodi suše. Dubok korenov sistem pokazuje korisne uticaje na proizvodnju biljaka i opstanak usvajanjem rezervi vode iz dubljih slojeva zemljišta, što dovodi do veće tolerancije na sušu. Biljke često preusmeravaju asimilate od rasta izdanaka ka rastu korena u uslovima vodnog stresa, povećavajući izduživanje korena u dublje slojeve zemljišta. Snažan, obiman i dubok korenov sistem bundeve kao podloge je veliki doprinos na otpornost prema suši pri kalemljenju lubenice. Treba istaći značaj izbora kombinacija za kalemljenje koje su u stanju da razviju dubok i snažan korenov sistem i da povećaju odnos koren-stablo. Anatomske karakteristike korena (npr. veličina traheja i njihova gustina) i hidraulična provodljivost korena, takođe mogu odigrati ključnu ulogu u povećanju otpornosti na sušu kalemljenih biljaka (Hayyaw, 2019).



Slika 2. Uticaj kalemljenja na fiziološke procese u nadzemnim i podzemnim delovima biljaka u uslovima sonog stresa (Ilić i sar, 2020)

U poslednje vreme se postavlja niz pitanja kao: Da li smanjenje učestalosti pojave bolesti koje se obezbeđuje kalemljenjem može biti definisano uvek kao otpornost-rezistentnost? Da li kalemljene biljke postaju otporne odjednom? Ne postoji jednostavan odgovor na ova pitanja, zato što interakcija sa patogenom nije ograničena na jednu biljnu vrstu ili kombinaciju različitih vrsta podloge i plemke. Različiti činioci doprinose smanjenju razvoja bolesti. Prvi je priroda otpornosti-rezistentnosti podloge, koja može biti monogenska, kao što je rezistentnost podloga dinje i paradajza na *Fusarium spp.* (fuzariozno uvenuće) ili poligeniska, regulisana dijagnostičkim markerima (*Quantitative Trait Loci-QTLs*) u programima selekcije poput rezistencije bakterijskog uvenuća kod podloga paradajza.

Tabela 1. Uticaj kalemljenja i senčenja na prinos i kvalitet povrća (Ilić i sar, 2022)

	Plemka/ Podloga	Parametri kvaliteta	Literatura
Paradajz	Plemka Optima i Big beef kalemljene na podlogu 'Maxifort' (<i>Solanum lycopersicu m L.</i> × <i>Solanum habrochaite s S. De Ruiter</i>)	<p>Smanjenje sadržaja šećera povećalo je unos nekih mikroelemenata (Fe i Zn) i makroelemenata (Ca). U nekim slučajevima može se očekivati čvršća i manje elastična pokožica ploda paradajza zbog kalemljenja. Senčenje bisernom mrežom može uticati da plodovi budu manje čvrsti i sa većim sadržajem ukupnih kiselina, a posebno jabučne kiseline.</p> <p>Sadržaj askorbinske kiseline u paradajzu se povećava tokom skladištenja bez obzira na uslove uzgoja i sortu. Kalemljeni paradajz se odlikuje nižim sadržajem šećera, kako u vreme berbe tako i nakon čuvanja. Povećanje sukcinilne kiseline tokom čuvanja rezultira mogućom gorčinom, a može biti nešto izraženije kod plodova kalemljenih biljaka.</p> <p>Ukupan sadržaj fenola je smanjen u kalemljenim biljkama pod senčenjem kod obe sorte.</p> <p>Kalemljenje smanjuje sadržaj limunske kiseline u plodovima obe sorte. Istovremeno, senčenje je povećalo sadržaj limunske kiseline samo u plodovima kalemljenih biljaka.</p>	Ilić i sar., 2020.

<p>Paradajz</p>	<p>Optima i Big beef kalemljeni na podlogu 'Maxifort'</p> <p>'Paronset F1' kalemljen na He-Man podlogu u okviru sonog stresa</p> <p>'Piccolino', 'Classy' kalemljeni na dve podloge 'Brigeor', i 'Maxifort'</p>	<p>Ukupni sadržaj šećera je veći u plodovima nekalemljenih i senčenih biljaka. Sadržaj šećera i ukupnih organskih kiselina u plodovima paradajza sa kalemljenih biljaka povećan je pod mrežama za senčenje u odnosu na nesenčene kontrolne biljke, ali je smanjen u poređenju sa senčenom kontrolom kada se za navodnjavanje koristila voda umerene slanosti.</p> <p>Kalemljenje paradajza sorte 'Classy' na podlogu 'Brigeor' smanjilo je sadržaj karotenoida za 8%, što je rezultiralo smanjenjem tri isparljive supstance dobijene iz karotenoida (geranilacetone, -ciklocitral i -jonon).</p> <p>Titribilne kiseline su povećane i senčenjem (za 9%) i kalemljenjem (za 6%).</p> <p>Isparljive supstance dobijene iz lignina, kao što su metil salicilat i gvajakol, poboljšane su kalemljenjem obe sorte.</p> <p>Komponente ukusa (šećeri, kiseline i isparljive arome) u plodovima paradajza koji se uzgajaju u senčanim uslovima zavise od kombinacije podloge i plemke.</p> <p>Kalemljenje na 'Brigeor' i 'Maxifort' je povećalo koncentraciju titribilne kiseline i tri isparljive supstance, kalemljenje nije moglo da podigne smanjene koncentracije šećera, karotena i pet isparljivih materija u zasenjenim biljkama paradajza.</p>	<p>Milenkovic i sar., 2018.</p> <p>Šunić i sar., 2022. <i>in press</i></p> <p>Krumbein i Schwarz, 2013.</p>
<p>Paprika</p>	<p>'Herminio' F₁ kalemljen na podlogu Terrano</p>	<p>Kombinacija senčenja i kalemljenja na podlogu Terrano pruža dodatnu korist, smanjujući prinos nemarketinških plodova paprike za 50% u poređenju sa nekalemljenim biljkama.</p> <p>Upotreba kalemljenja je efikasnija mera od korišćenja mreža za senčenje u poboljšanju prinosa i smanjenju uticaja toplotnog stresa na poremećaj ožegotina od sunca u uslovima bez senčenja.</p>	<p>Lopez-Marin i sar., 2013</p>

Između ostalog, kalemljene biljke se jače suprostavljaju patogenima zbog boljeg usvajanja vode i hranljivih materija. Takođe, mogu imati

bolje razvijen korenov sistem koji bi mogao nadoknaditi gubitak aktivnog područja korena, a koji se dešava i kod nekalemljenih biljaka. Još jedan od mogućih mehanizama jeste i da kombinacija kalemljenja može prouzrokovati smenu populacija mikroorganizama u rizosferi podloge.

Čini se da ukupno smanjenje bolesti kod kalemljenih biljaka potiče od kombinacije direktne otpornosti podloge i indukovane otpornosti plemke obezbeđene od strane podloge. U budućim istraživanjima je važno napraviti razliku između uticaja procesa kalemljenja i interakcije podloga-plemka. Promene koje nastaju i kod podloge i kod plemke kalemljenih biljaka potrebno je da budu rasvetljene da bi se steklo potpuno razumevanje interakcije podloga-plemka i doprinos povezan za nastanak odbrambenog sistema. Iako se kontrola bolesti oslanja na napredak u genetici i selekciji, kalemljenje će sve više postati efikasan metod u upravljanju velikim brojem zemljišnih patogena, izazivača bolesti povrća.

Senčenje - zaštita biljaka od visokog zračenja i temperature

Fotoselektivne mreže u boji predstavljaju neophodnu zaštitu povrtarskih biljaka od prekomernog sunčevog zračenja i visokih temperatura tokom letnjih meseci, kako na otvorenom polju, tako i pri gajenju povrća u zaštićenom prostoru. Značaj mreža za senčenje se umanjuje u vreme oblačnih dana. Zato je najbolje mreže montirati horizontalno iznad biljaka, tako da budu pokretne, a ne fiksne, i da se mogu navlačiti ili uklanjati shodno vremenskim prilikama. Mreže se najčešće oslanjaju na laku konstrukciju ili se zatežu žicama i sajlama, što predstavlja najjednostavniji i najjeftiniji oblik zaštite za biljke, koji se lako postavlja i skida, mobilan je, jeftin i dugotrajan a naziva se mrežarnicima (*net-house, green-house*).

Mrežama se takođe prepokrivaju čitavi objekti ili se postavljaju iznad biljaka unutar samih plastenika. Mreže za senčenje u boji su se razvijale tokom protekle decenije u cilju propuštanja odabranog dela spektra sunčeve svetlosti, uz istovremeno podsticanje difuzne-rasejane svetlosti. U zavisnosti od boje i gustine prepleta (indeksa senčenja), mreže pružaju mešavinu prirodne, neizmenjene svetlosti, zajedno sa spektralno modifikovanom, rasutom svetlosti. Pored pružanja fizičke zaštite (grad, jaki vetrovi, peščane oluje, zaštita od štetočina iz vazduha, ptica, slepih miševa i insekata, koji mogu biti prenosioci virusnih obolenja), one su

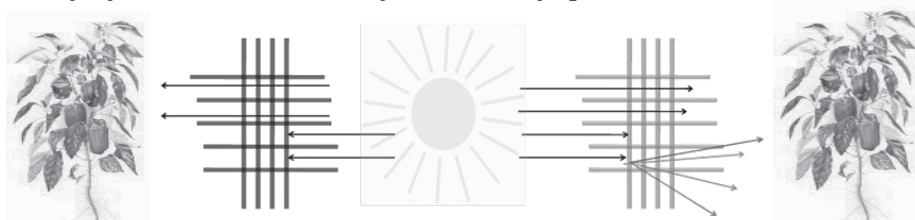
usmerene na optimizaciju poželjnog fiziološkog uticaja na biljke (Ilić i Fallik, 2017). Proces proizvodnje fotoselektivnih mreža je baziran na uvođenju različitih hromatskih aditiva kao i elemenata za disperziju i odbijanje svetlosti unutar materijala. Forma mreža je takva da selektivno propuštaju različite spektralne komponente sunčevog zračenja (UV zračenje, vidljivo i dugo) i/ ili direktno transformišu svetlost u difuznu-rasutu. Manipulacija spektralnim sastavom ima za cilj da direktno utiče na željeni fiziološki odgovor, dok difuzna svetlost poboljšava prodiranje svetlosti u unutrašnjost biljne mase.

Pored fizičke zaštite, mreže poboljšavaju klimatske uslove (temperatura, vlažnost, strujanje vazduha) i utiču na intenzitet i kvalitet svetlosti. Korist od mreža u boji uključuje produžetak vremena berbe, povećanje marketinškog prinosa i kvalitet plodova (veći sadržaj likopena kod paradajza). Mreže za senčenje smanjuju intenzitet svetlosti, ali takođe menjaju i njen kvalitet u različitoj meri, što utiče i na promenu drugih ekoloških uslova. Senčenje useva rezultira u brojnim promenama u mikroklimi ali i u aktivnosti biljaka. Ove promene mikroklimе se odnose na izmenu CO₂, asimilaciju, i time posredno i na rast i razvoj biljaka.

Uticaj na morfologiju (građu listova, broj stoma, dužinu internodija...) i fiziologiju (indeks lisne površine, oplodnju, dužinu plodonošenja, zrenje...) biljaka, primenom fotoselektivnih mreža u boji, posebno je izražen u uslovima zaštićenog prostora. Neke fiziološke ozlede plodova (ožegotine od sunca, pucanje pokožice plodova, prisustvo cvetnih ožiljaka uz deformacije ploda praćene razvojem bolesti) se javljaju kada je temperatura vazduha visoka tokom perioda zrenja. Fiziološki gledano, ozlede na biljkama i biljnim delovima usled visokih temperatura zavise od intenziteta i dužine izlaganja takvim temperaturama. Direktne povrede dovode do neuravnoteženosti metabolizma i nepoželjnih promena, a indirektnе povrede do inhibiranja sinteze pigmenata, nastanka ožegotina i ulegnuća-lezija na površini. Visoke temperature utiču na pojačan intenzitet transpiracije. To je direktan uticaj na difuziju vode i na povećanje stepena vodnog pritiska između produkata i okolne sredine.

Korist od mreža u boji kao sredstva u upravljanju kvalitetom svetlosti uključuje produžetak vremena berbe (ranije i kasnije sazrevanje) izmenu morfologije listova, građu i strukturu plodova, poboljšanje kvaliteta i povećanje prinosa i ukupnih agroekonomskih performansi povrtarskih vrsta.

Mreže za senčenje imaju mogućnost da modifikuju svetlost smanjenjem intenziteta zračenja uz stvaranje posebnih mikroklimatskih



Slika 3. Modifikovanje sunčevih zraka primenom fotoselektivnih mreža u boji

uslova. Naši podaci pokazuju da je tokom sunčanog dana u julu maksimalno sunčevo zračenje 889 Wm^{-2} . Rezultati iz Graf. 1 pokazuju smanjenje neto zračenja usled primene mreža u boji indeksa senke od 50%. U odnosu na kontrolu, sunčevo zračenje je značajno manje. Najveće smanjenje intenziteta zračenja zabeleženo je unutar plavih mreža (449 Wm^{-2}).

Upotrebom mreža u boji i modifikovanjem mikroklimе unutar ovih prostora mogu se postići dodatni korisni efekti u smislu dobijanja plodova boljih mehaničkih svojstava po pitanju strukture ploda (mezokarp, endokarp i egzokarp), debljeg perikarpa što plodovima obezbeđuje veću čvrstoću i bolju mogućnost za transport i duže čuvanje (Ilić et al., 2015; Ilić et al., 2017d).

Mreže u boji se mogu uspešno primeniti i u gajenju salate tokom letnjih meseci (Ilić et al., 2019; Mastilović et al., 2019). Za proizvođače je pravi izazov doneti odluku o gajenju salate tokom leta ako se zna da je zbog vremena cvetanja njena proizvodnja vezana za jesenju, zimsku i prolećnu sezonu. Formiranje sitnijih glavica, uvrtanje listova, rano formiranje cvetonosnih stabala i smanjeni prinosi su posledice gajenja salate u uslovima stresa pri visokoj temperaturе i svetlosti. Senčene biljke salate se aklimatizuju, stvarajući veće i tanje listove sa čak trostrukim povećanjem hlorofila. Sinteza i degradacija fotosintetskih pigmenata je povezana sa prilagođenošću biljaka na različito okruženje.

Sadržaj antioksidativnih komponenti (ukupni fenoli i flavonoidi) zavisi od genotipa salate kao i vremena i načina proizvodnje. Fenolna jedinjenja i flavonoidi su povezani sa antioksidativnim dejstvom u biološkim sistemima, uglavnom zbog redukciono-oksidacionih osobina, što može igrati važnu ulogu u apsorpciji i neutralizaciji slobodnih

radikala i razgradnji peroksida. Flavonoidi mogu poslužiti kao fotoprotektanti, te štiti fotosistem od viška energije i UV zračenja.

Tabela 2. Uticaj senčenja mrežama u boji na kvalitet povrća (Ilić i sar, 2022)

Mreže u boji	Specifičnost uticaja	Literatura
Mreže za senčenje	Poboljšanje ukupnog kvaliteta, isparljivih aroma i bioaktivnih jedinjenja u povrću i kulinarskom začinskom bilju pri berbi. Povećana količina antioksidansa i drugih bioaktivnih jedinjenja u lekovitim biljkama. Veći nivoi esencijalnog ulja matičnjaka, nane i slatkog bosiljka. Veća antioksidativna aktivnost timijana, majorana i origana. Smanjena osetljivost plodova povrća na gljivične infekcije u polju.	Sivakumar et al., 2018 Ilić et al. 2021 Ilić et al., 2022 Milenkovic et al., 2021 Goren et al., 2011
Biserne i žute mreže	Smanjenje virusnih bolesti koje se prenose štetočinama, kao i pojavu gljivičnih bolesti, i pre i posle berbe plodova slatke paprike.	Shahak, 2014
Crvene, biserne i žute	Značajno bolje očuvan kvalitet paprike nakon dužeg skladištenja, uglavnom smanjena pojava truljenja.	Goren et al., 2011
Biserne mreže	Veći sadržaj askorbinske kiseline pri berbi u aromatičnom bilju, korijanderu, majoranu i bosiljku. Povećan sadržaj karotenoida u listovima salate sorte Discoa. Povećan sadržaj ukupnih fenola i ukupnih flavonoida u listovima zelene salate.	Mashabela, et al., 2015 Ntsoane et al., 2016 Buthelezi et al., 2016 Ilić et al., 2019 Ilić Z., et al., 2017
Biserna i crvena mreža	Povećan sadržaj ukupnih fenola i flavonoida u zelenoj salati. Uočeno je da je povećan sadržaj vitamina C u ljutoj papričici.	Ilić et al., 2017 Duah et al., 2021
Crvena mreža	Značajno veća debljina ploda perikarpa je u plodovima paprika. Povećan sadržaj ukupnih fenola u cv. Discoa salata.	Ilić et al., 2017 Ilić et al., 2019
Plava mreža	Veći sadržaj ukupnog hlorofila u zelenoj salati. Veći sadržaj flavonoida u salati Discoa i Eglantine. Veći sadržaj eugenola i najveća antioksidativna aktivnost u bosiljku.	Ilić et al., 2017b Ilić et al., 2019 Milenkovic et al., 2019
Crna mreža	Veći sadržaj ukupnog hlorofila u listovima zelene salate. Povećan prinos, ukupni sadržaj rastvorljivih čvrstih materija, hlorofila, askorbinske kiseline, β-karotena i flavonoida.	Ilić et al., 2017b Ntsoane et al., 2016

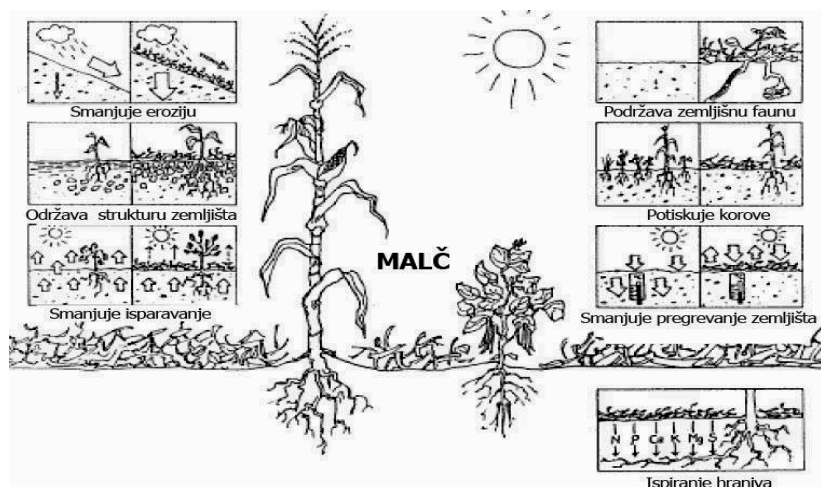
Stres izazvan visokim intenzitetom svetlosti je razlog zašto salata sa otvorenog polja, bez senčenja mrežama, ima visok sadržaj flavonoida

(Ilić i sar., 2017c). Povećan intenzitet zračenja (UV i fotosintetsko aktivno zračenje), visoke temperature i obilna dostupnost makroelemenata su činioci koji utiču na povećan sadržaj flavonoida u zelenoj salati.

Malčovanje

Malčovanje ima za cilj sprečavanje razvoja korova, poboljšanje vodnog i vazdušnog režima u zemljištu, povećanje organske materije zemljišta uz manja kolebanja temperature zemljišta, što omogućava i bolji rad mikroorganizama. Sve to povećava plodnost zemljišta i doprinosi boljem rastu i razvoju biljaka, ranijem sazrijevanju i većem prinosu. Listovi i plodovi povrća su čisti i manje zaprljani zemljom za razliku od nemalčiranog zemljišta. Na pokrivenom zemljištu smanjuje se broj zalivanja, ali zbog spoljnog zagrevanja zemljišta veća je opasnost od mraza. Zato se zemljište za biljke osjetljive na mraz pokriva, tek kad prestane opasnost od mraza (posle nicanja ili sadnje, odnosno pre nego što se koriste folije i agrotekstil). Malčovanjem se zemljište štiti od erozije izazvane vetrom i kišnim kapima, a veoma je značajno povećanje CO₂ u zoni biljaka. Za malčovanje se koriste različiti organski i sintetički materijali, najbolja je iseckana slama kojom se u sloju od oko 10 cm nastire zemljište. Usled rastresitosti slame (zbog vazduha kao izolatora) temperatura zemljišta ispod slame može biti i 5°C niža od temperature zemljišta bez slame. Slama zadržava vodu (oko 2,5 l/m²), te se količina vode za zalivanje mora podesiti prema ovome. Za nastiranje se koriste i svi zdravi biljni otpaci (trava, delovi povrća, lišće), strugotina, kompost, stajnjak, iver, morske alge, pesak, kamenje i dr. Veoma je korisno nastirati zemljište biljkama, koje imaju i efekat zaštite od štetočina ili bolesti. Tako je kopriva odličan pokrivač kod svih vrsta povrća, jer obogaćuje zemljište hranivima. Listovi gaveza koriste se u usevu paradajza kao dobar izvor kalijuma, a biljka buvač kao zaštita krompira i kupusnjača. Organski materijal za nastiranje stavlja se ili odmah po setvi (ako se redovi vide) ili sadnji, odnosno kada su uočljivi redovi biljaka, ali i posle ogrtanja kod vrsta gde je ova mera poželjna (krompir, vrežaste vrste). U toku vegetacije biljke se uobičajeno zalivaju, prihranjuju, a organski malč se postepeno razgrađuje u odlično đubrivo. Odličan malč je živi materijal biljke usejane između redova povrća. Pored poznatih mešanih useva povrća kao podusev može da se gaji facelija, grašak,

grahorica, deteline, repice, slačice (ujedno su i biofumiganti). Za malčovanje u povrtnjaku koristi se bela, tamna a najčešće crna folija koja se razgrađuje pod uticajem sunca, a u zemljištu podleže enzimatskoj razgradnji, ili agrotekstil. Korišćenjem UV apsorbujuće folije za nastiranje smanjuju se uslovi za nastanak sive truleži i fuzarioznog uvenuća. Crna malč folija sprečava razvoj korova, štedi vodu i omogućuje više CO₂ za biljku (kroz otvore uz biljku). Folija je debljine od 15 do 30 mikrona, a kada ima fabrički načinjene otvore (u zavisnosti od vrste na rastojanju 50 x 30, 60 x 40, 60 x 30 cm) debljina je 20 mikrona. Crno-bela folija dobro odbija sunčeve zrake tako da povrće može da uspeva i za vreme toplijih dana. Srebrno-braon folija dobre je provodljivosti, a srebrna boja (lice folije) doprinosi smanjenju napada lisnih vaši, bele mušice i crvenog pauka, jer reflektovana difuzna svetlost „zbunjuje” (repelentni uticaj) insekte (menja pravac leta). Crveno-braon folija primenjuje se kod paradajza i salate jer dobro reguliše temperaturu, a spektarski sastav difuzne svetlosti ubrzava zrenje (10-14 dana ranije), (Lazić, i sar., 2013).



Slika 4. Razlozi za primenu malča

Kako se prekomerne padavine malčiranjem amortizuju i ublažuju, gubitak đubriva usled ispiranja se smanjuje. Ovo je posebno primetno na peskovitim zemljištima, što omogućava proizvođačima da koriste veće količine đubriva, neposredno pred sadnju, u redove pored samih biljaka. Vos i Sumarni (1997) su ukazali na brži rast biljaka, rano plodonošenje,

smanjenu koncentraciju P i povećanu koncentraciju N u listovima i plodovima. Pirinčana slama povećava sadržaj K i smanjuje koncentraciju P u listovima paprike u odnosu na nemalčirano zemljište. Hundal i sar. (2000) su tokom proizvodnje paradajza uvideli da je koncentracija azota i fosfora i unos hranljivih materija bila značajno veća na malčiranim parcelama nego na nemalčiranim. Živi malč od grahorice koja živi u simbiozi sa bakterijama, koje fiksiraju azot, utiče na povećan sadržaj dostupnog azota stimulišući veći nivo proteina u kupusu (Vorthington, 2001). Malč štiti površinu zemljišta od nepovoljnih činilaca, smanjuje gubitak hranljivih materija i poboljšava uslove gajenja povrća (Kolota i Adamczewska-Sovinska, 2004). Biljke koje rastu na zemljištu pod malčom pokazuju značajno veće ukupno usvajanje azota, fosfora i kalijuma nego na nemalčiranom (Muhammad i sar., 2009).

Pružajući fizičku barijeru, malčovanje smanjuje klijanje semena korova i rast klijanaca, držeći ih pod kontrolom (Vander Zaag i sar., 1986). Rastresiti materijali kao što su slama, kora i kompostirani komunalni zeleni otpad mogu obezbediti efikasnu kontrolu korova (Mervin i sar., 1995). Piljevina je sredstvo za poboljšanje strukture zemljišta i suzbijanje korova jer čuva vlagu u zemljištu, smanjuje spiranje i povećava infiltraciju i smanjuje isparavanje vode (Waterer, 2000). Organski malč ne samo da čuva vlagu, već i povećava sadržaj hranljivih materija za biljke u zemljištu i poboljšava fizička, hemijska i biološka svojstva zemljišta nakon razlaganja, povećavajući prinos useva. Zemljište ispod malča ostaje rastresito, rahlo i dovodi do pogodnih uslova za rast i razvoj korenovog sistema (Dilip Kumar i sar., 1990).

Toth i sar. (2008), u svojim istraživanjima koriste slamu i kukuruzovinu, napominjući da su ostaci prerađivačke industrije iz poljoprivredne proizvodnje materijali na koje se može računati u malčiranju povrća. Organski malč koji se razgrađuje u zemljištu, smanjuje troškove proizvodnje i koristan je za okolnu sredinu, za razliku od malča sintetičkog porekla. Utvrđeno je da se primenom malča od slame i trave značajno povećava pristupačnost P i K u zemljištu. Učinak malčiranja na prinos u velikoj meri zavisi od klimatskih činioca, kao i biljne vrste koja se gaji. Tako su Radics i Bognar (2004), tokom dvogodišnjeg ispitivanja, koristili osam vrsta malča. U sušnoj godini prinos paradajza je ujednačen pri malčiranju papirom, plastičnom folijom i slamom, dok je u kišnoj godini papirnati malč dao najbolje rezultate. Yordanova i Nikolov (2017) sugerišu da slama reflektuje svetlost što

doprinosi hlađenju zemljišta, uz preporuku da se koristi u periodu letnjih meseci, dok u ranim prolećnim mesecima usporava rast i razvoj biljaka. U agroekološkim uslovima centralnog Kosova (Gračanica), pri malčiranju slamom prinos salate (2,80 kg/m²) značajno opada u odnosu na prinos dobijen pri malčiranju crnom (3,81 kg/m²) i belo/crnim folijom (3,76 kg/m²) (Kovačević i sar., 2020). Malčiranje kompostom (315,8 g), crnom (286,6 g) i belo/crnim folijom (282,5 g) utiče na formiranje biljaka ujednačene mase, kod sorte 'Bataille', sa značajnom do vrlo značajnom razlikom u odnosu na masu biljaka malčiranih slamom i u kontroli.

Uticao malčiranja na tržišni prinos salate sorte 'Mafalda' i 'Bataille', u našim istraživanjima, sagledan je kroz pojavu fizioloških poremećaja: ožegotine spoljnih listova - *Tip burn*, obezbojenje nervature - *Rib discoloration* i teksturu listova. Plasman salate zavisi od vremena potrebnog za postizanje tehnološke zrelosti. Kod sorte 'Mafalda', ožegotine spoljnih listova su se javile samo kod biljaka malčiranih belo/crnim folijom, što ukazuje na njenu otpornost prema ovom fiziološkom oštećenju i čini je pogodnom za proizvodnju u uslovima zastiranja. Obezbojenje nervature lista nije zabeleženo ni u jednom tretmanu kao ni u kontroli. Biljke su puteraste (maslenke) do nežno-puteraste konzistencije lista i privlačne obojenosti, što je bitno za potrošače. Izuzetak su biljke u kontroli i malčirane slamom, koje se odlikuju grubom, vlaknastom konzistencijom i bleđom bojom. Ujednačena tehnološka zrelost je postignuta primenom komposta (35-36 dana). Kod malča slamom, zbog velikog prisustva korova i slabijeg prijema rasada, tehnološka zrelost se postiže za 4-6 dana kasnije u poređenju sa ostalim tretmanima.

Povrtari se često odlučuju za primenu crnog polietilenskog malča koji suzbija korove i pruža pogodnosti kroz bolje korišćenje vode, viši prinos, bolji kvalitet i ranostasnost zahvaljujući porastu temperature zemljišta itd. Polietilenski malč je prihvatljiv zbog povoljne cene i mogućnosti mehanizovanog zastiranja uz istovremeno postavljanje sistema za navodnjavanje.

Plastični malč (PM) pruža niz prednosti, uključujući povećanu temperaturu zemljišta, očuvanje vlage, smanjenu brojnost korova i štetočina, poboljšanu efikasnost upotrebe đubriva, veći prinos i bolji kvalitet povrća. Dugotrajna upotreba PM-a može izazvati ozbiljne neočekivane probleme u životnoj sredini, na primer, kroz akumulaciju

plastičnih ostataka, stvaranje mikroplastike i štetne efekte na organizme u zemljištu, usvajanje mikroplastike od strane biljaka i naknadnim ulaskom u lanac ishrane. Ova pitanja negativno utiču na primenu PM, odnosno bezbednost hrane, zdravlje zemljišta i stvaranje održivih poljoprivrednih sistema.

Umesto plastičnog malča u upotrebi su i neki biorazgradivi materijali. Biorazgradivi plastični malč (BPM) nudi potencijalno rešenje za eliminisanje otpada iz polietilenskog malča. Međutim, BPM nije u potpunosti testiran u pogledu njihovog ekološkog učinka u poređenju sa konvencionalnim malčem na bazi polietilena.

Primena mikorize

Mikoriza predstavlja odnos u koji stupaju biljke i gljive uz obostranu dobit. One čine “*most*” između zemljišta i biljke (Jamiolkowska i sar., 2017). Ovo simbiotsko udruživanje između gljiva i korena biljaka je široko prisutno u spontanoj prirodi i može da obezbedi velike koristi za biljku domaćina. Arbuskularne mikorizne (AM) gljive uspostavljaju simbiotske odnose s korenom kod oko 80% biljnih vrsta. Biljke preko gljiva dobijaju više hranljivih materija i vlage, čime je omogućen brži i kvalitetniji rast i razvoj, a gljive preko biljaka dobijaju supstance nastale fotosintetskim procesom, uključujući šećere. Prednosti mikorize su zdraviji i gušći korenov sistem biljke, veći prinos, smanjena potreba za navodnjavanjem i đubrenjem, veća otpornost na sušu, te smanjena potreba za zaštitom od bolesti. Mikoriza utiče na bolju strukturu zemljišta što omogućuje: bolju infiltraciju vode u zemljište, veću propustljivost za vazduh, veću mikrobiološku aktivnost, bolju optornost na stvaranje pokorice i bolju otpornost na sabijanje zemljišta.

Većina povrtarskih biljaka su potencijalne biljke domaćini za AM gljive, jer simbioza pogoduje rastu i razvoju povrća. Da bi njihova upotreba bila uspešna i ekonomski opravdana, potrebno je da veće količine kvalitetnog AM inokuluma budu lako dostupne, da se koriste različiti tipovi inokulacije, da doziranje AM bude u tačno predviđenim fazama, te da se odaberu povrtarske vrste koje su najpogodnije za udruživanje sa AM.

Mikorize su obligatni simbionti, što znači da ne mogu završiti svoj životni ciklus bez povezivanja sa biljkom-domaćinom, jer na taj način gljiva obezbeđuje biljku ugljenim hidratima u procesu fotosinteze. Gljive

između ostalog, deluju kao produžetak korenove strukture biljke, kako bi se mogle usvojiti ograničene ili slabo dostupne hranjive materije iz zemljišta. Tako, gljive usvajaju fosfor u obliku fosfata, asimilacijom iz zemljišta, te ga akumuliraju u svojoj miceliji i dovode do biljke. Na isti način arbuskularne gljive mogu apsorbirati i preneti druge hranjive materije biljci, uključujući vodu i mineralne materije kao što su cink, bakar i dr. Hife su veoma tanke što im omogućuje grananje duboko u zemljištu u svim pravcima, te lako dolaze do hranljivih materija koje su korenu biljaka nedostupne. Ova simbioza utiče na većinu fizioloških procesa u biljci, koje pod nepovoljnim uslovima mogu imati snažniji rast i razvoj od ne-mikoriziranih biljaka (Kapoulas i sar., 2019).

Biljke bivaju kolonizovane mikorizama putem raznih tipova inokulacija sporama koje se nalaze u zemljištu ili delovima korena, koje su ranije kolonizovane arbuskularne gljivice. Mnoge ektomikorizne gljive se mogu uzgajati rutinski, u čistoj kulturi. Ne mogu postojati saprofitski u prirodi bez udruženja sa biljkom-domaćinom, spore ili otporne hife mogu preživeti duži period u zemljištu bez biljke domaćina, ali gljive ne mogu rasti nezavisno od svog domaćina kao saprofiti. Štaviše, ove gljive stimulišu lučenje biljnih hormona, povećavaju intenzitet fotosinteze i toleranciju biljaka na abiotičke i biotičke činioce stresa, uključujući teške metale, sušu, biološku kontrolu korena od patogena i zaslanjenost zemljišta. Lokalni ili prirodni inokulumi arbuskularnih gljivica, predstavljaju gljive izolovane iz zemljišta iste oblasti ili iz šireg regiona koji deli zajedničke uslove životne sredine i poljoprivredne prakse, jer kao autohtone mogu biti bolje prilagođene lokalnom zemljištu i uslovima okoline i biti konkurentne endemičnim arbuskularnim zajednicama gljivica. Pošto mikorizne gljivice nisu zastupljene pravilno u zemljištu, uzima se uvek veći broj uzoraka. Većina mikoriznih gljiva se nalaze u površinskom sloju zemljišta, do 10 cm dubine, tako da se ne uzimaju uzorci iz dubljih slojeva.

Tehnologija primene mikorize se sve više koristi u proizvodnji povrća, a industrijska proizvodnja mikorize se naglo razvija. Stoga, na tržištu već postoje komercijalni proizvodi inokulacije kao što *Simbivit*, *MicorootTM* i dr. Visoko prisutvo fosfora se obično javlja pri intenzivnom gajenju povrća i teži da potisne mikoriznu simbiozu. Mikoriza se ne može oformiti ako je prisutno previše fosfora u supstratu ili zemljištu. U tim uslovima smanjuje se propustljivost membrana korena što ograničava izlučivanje i usporava rast arbuskularne mikorizne infekcije i intenzitet

usvajanja. Rezultati studije Kapoulas i sar. (2019) ukazuju da visoka koncentracija fosfora (P) u zemljištu kombinovana sa stresnim uslovima, poput saliniteta zemljišta, može da poboljša efikasnost simbioze arbuskularnih gljivica *Rhizophagus intraradices* (ranije nazivana *Glomus intraradices*). Važan klimatski činilac koji može uticati na obim mikorizne kolonizacije je temperatura. Temperatura vazduha u plasteniku gde su izvođena naša istraživanja dostižu 42°C tokom leta. Svakako, uticaj temperature na nivo i obim kolonizacije je kompleksan i može varirati kako kod gljiva tako i kod biljaka. Vreme primene inokulacije AM je od posebnog značaja (Al-Karaki i sar., 2017). Inokulacija se može obaviti u različitim fazama rasta i razvoja rasada, ali i u momentu sadnje na stalno mesto (plastenik, otvoreno polje). Biljke kojima je AM dodat prilikom pikanja brže se razvijaju stvarajući jači korenov sistem te se brže oporavljaju od stresa nastalog prilikom rasađivanja biljaka na stalno mesto u bašti. Mikorizne gljive luče supstance koje imaju izrazito mikrobicidno delovanje, te na taj način suzbijaju razvoj bolesti korena. Inokulacija mikorizom je u stanju da održi stabilnost membrane i rast biljaka kod paprike koje trpe stres povećanim nivoom soli u zemljišnom supstratu, što se može dovesti u vezu sa ishranom fosforom. Inokulacija rasada paprike mikoriznim gljivama ima pojačan pozitivan uticaj u pogledu smanjenja uticaja zaslanjenosti. Biljke paprika, inokulisane mikorizom, pokazuju povećan sadržaj hlorofila i veći sadržaj N, P, Fe i Zn u listovima u poređenju sa neinokulisanim biljkama. Korisni mikrobi i njihovo kombinovano inokulisanje (*AMF* + *Pseudomonas* + *Trichoderma*) imaju različitu moć u stvaranju enzima odbrane i pozitivno utiču na prinos paprike u poljskim uslovima.

Tabela 3. Prinos i parametri prinosa paprike sa mikorizom i bez mikorize (Kapoulas i sar., 2019).

Sorta	Prinos (kg/biljci)		Broj plodova/biljci		Rani prinos (kg/biljci)	
	Raiko	Arlequin	Raiko	Arlequin	Raiko	Arlequin
NM*(Kontrola)	1,65b	1,21a	19,2b	17,7a	0,36a	0,22a
M** u fazi rasada	1,88b	1,07a	22,5b	15,8a	0,33a	0,22a
M** u vreme sadnje	2,71a	1,25a	31,2a	18,1a	0,37a	0,25a

*NM- nemikorizirane biljke

**M- biljke sa mikorizom

Inokulacija AM direktno na polju, u toku rasađivanja, je najčešći metod primene. Veći prinos plodova paprike se ostvaruje kada se inokulisanje AM vrši u vreme rasađivanja biljaka na stalno mesto. Rasad

paprike “Raiko” inokulisan u momentu sadnje u plasteniku ostvario je veći prinos (2,71 kg /biljci) nego biljke inokulisane u fazi rasada (1,88 kg) ili neinokulisane biljke (1,65 kg). Kod sorte “Arlekuin” u svim tretmanima ostvaren je sličan prinos plodova po biljci. Broj plodova pri inokuliciji biljaka u vreme sadnje u plasteniku su značajno viši ($31,2 \pm 0,7$) kod sorte Raiko nego kod inokuliranih biljaka u fazi rasada ($22,5 \pm 1,8$) i neinokuliranih, kontrolnih biljaka ($19,2 \pm 1,5$). Korisni mikrobiološki inokulanti, kao što su AM, predstavljaju dobru strategiju za povrtare. Međutim, rezultati mogu varirati u zavisnosti od AM gljiva, sorte povrća, i primenjene agrotehnike. Rezultati naše studije (Kapoulas i sar., 2019) pokazuju da visoka koncentracija fosfora u zemljištu kombinovana sa stresom, poput saliniteta zemljišta, može da poboljša efikasnost mikorizne simbioze kod različitih sorata paprike.

Literatura

- Ali, H., Ismail, G. (2014). Tomato fruit quality as influenced by salinity and nitric oxide. *Turkish Journal of Biology*. 38: 122-129.
- Al-Karaki, G.N. (2017). Effects of mycorrhizal fungi inoculation on green epper yield and mineral uptake under irrigation with saline water. *Advances in Plants and Agriculture Research*. 6(5): 00231.
- Andersen, M.N., Asch, F., Wu, Y., Jensen, C.R., Næsted, H., et al. (2012). Soluble invertase expression is an early target of drought stress during the critical, abortion-sensitive phase of young ovary development in maize. *Plant Physiology*. 130: 591-604.
- Arora, S.K., Partap, P.S., Pandita, M.L., Jalal, I. (2010). Production problems and their possible remedies in vegetable crops. *Indian Horticulture*. 32: 2-8.
- Ayyogari, K., Sidhya, P., Pandit, M.K. (2014). Impact of climate change on vegetable cultivation-a review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 7: 145.
- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., et al. (2010). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16.
- Bhatt, R.M., Rao, N.K.S., Upreti, K.K., Lakshmi, M.J. (2009). Hormonal activity in tomato flowers in relation to their abscission under water stress. *Indian Journal of Horticulture*. 66: 492-495.
- Boonekamp, P.M. (2012). Are plant diseases too much ignored in the climate change debate?. *European Journal of Plant Pathology*. 133: 291-294.

- Cuartero, J., Fernandez-Munaoz, R. (1999). Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*. 78: 83-125.
- Dilip, Kumar G., Sachin, S. S., Rajesh, Kumar. (1990). Importance of mulch in crop production. *Indian Journal of Soil Conservation*, 18: 20-26.
- De la Peña, R., Hughes, J. (2007). Improving vegetable productivity in a variable and changing climate. *Journal of SAT Agricultural Research* 4: 1-22.
- Dias, M.C., Brüggemann, W. (2010). Limitations of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* under drought stress: gas exchange, chlorophyll fluorescence and Calvin cycle enzymes. *Photosynthetica*. 48: 96-102.
- Drew, M.C. (2009). Plant responses to anaerobic conditions in soil and solution culture. *Current Advances of Plant Science*. 36: 1-14.
- Erickson, A.N., Markhart, A.H. (2012). Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant Cell and Environment*. 25: 123-130.
- FAO (2009). Global agriculture towards 2050 Issues Brief. High level expert forum. Rome, pp: 12-13.
- Folzer, H., Dat, J.F., Capelli, N., Rieffel, D., Badot, P.M. (2006). Response of sessile oak seedlings (*Quercus petraea*) to flooding: an integrated study. *Tree physiology*. 26: 759-766.
- Gibbs, J, Greenway, H. (2008). Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. *Functional Plant Biology*. 30: 1-47.
- Goren, A., Alkalia-Tuvia, S., Perzelan, Y., Aharon, Z., Fallik, E. (2011). Photosensitive shade nets reduce postharvest decay development in pepper fruits. *Advances in Horticultural Science*. 25: 26-31.
- Hayyawi, W.A., Al-Juthery, Fadil G.A., Al-Swedi, Rand A.H.G., Al-Tae, Duraid K.A., AL-Taey.(2019). Grafting of vegetable crops improve diseases control, salt and drought stress tolerance and nutrients, water use efficiency (Article Review). *International Journal of Botany Studies*. 4 (3): 108-114.
- Hundal, I. S., Sandhu, K. S., Doljeet, Singh., Sandhu, M. S. (2000). Effect of different types of mulching and herbicidal treatments on nutrient uptake in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Haryana Journal of Horticulture Science*. 29: 242-244.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L., Cvetković, D., Fallik, E. (2015). Effect of coloured shade-nets on plant leaf parameters and tomato fruit quality. *Journal of Science Food and Agriculture*. 95: 2660–2667.
- Ilić, S.Z., Fallik, E. (2017). Light quality manipulation improve vegetables quality at harvest and 236 postharvest: A review. *Environmental and Experimental Botany*. 139: 79-90.

-
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L., Fallik, E. (2017). Effect of shading by colour nets on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under plastic tunnels and open field. *Zemdirbyste-Agriculture* 104: 53–62.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Dimitrijević, A., Stanojević, L., Cvetković, D., Mastilović, J., Kevrešan, Ž. (2017). Effect of coloured shade-nets on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during summer production. *Scientia Horticulturae*. 226: 389–397.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L.J., Barać, S., Kevrešan, Ž., Mastilović, J., Cvetković, D., Stanojević, L.J. (2019). Bioactive constituents of red and green lettuce grown under colour shade nets. *Emirates Journal for Food and Agriculture*. 31: 937-944.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Fallik, E., Šunić, L., Jakšić, A., Bajić, A., Kevrešan, Ž., Mastilović, J. (2020). Grafting and shading the - influence on postharvest tomato quality. *Agriculture*. 10: 181.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Šunić, L.J., Tmušić, N., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Stanojević, L.J., Danilović, B., Stanojević, J. (2021). Efficiency of basil essential oil antimicrobial agents under different shading treatments and harvest times. *Agronomy*. MDPI 11: 1574.
- Ilić, S.Z., Milenković, L., Tmušić, N., Stanojević, L.J., Stanojević, J., Cvetković, D. (2022). Essential oils content, composition and antioxidant activity of lemon balm, mint and sweet basil from Serbia. *LWT-Food Science and Technology*. 153: 112210.
- Isopp, H., Frehner, M., Long, S.P., Nösberger, J. (2008). Sucrose-phosphate synthase responds differently to source-sink relations and to photosynthetic rates: *Lolium perenne* L. growing at elevated CO₂ in the field. *Plant, Cell and Environment*. 23: 597-607.
- Jamiołkowska, A., Księżniak, A., Hetman, B., Kopacki, M., Skwaryło-Bednarska, B., Gałązka, A., Thanoon, A.H. (2017). Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 16: 89-95.
- Janick, J. (1986). *Horticultural Science*, 4th edn. W.H. Freeman & Co., New York.
- Jat, M.K., Tatarwal, A.S. (2012). Effect of changing climate on the insect pest population National Seminar on Sustainable Agriculture and Food Security: Challenges in Changing Climate.
- Kapoulas, N, Ilić, Z S., Koukounaras, A., Ipsilantis, I. (2019). Application of arbuscular mycorrhizal inoculum in greenhouse soil with manure induced salinity for organic pepper production. *Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 18(1): 129-139.

- Kawase, M. (2011). Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. *HortScience*. 16: 30-34.
- Koleška, I. (2017). Morfo-fiziološke osobine paradajza u uslovima povećanog saliniteta. Doktorska Disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- Kolota, E., Adamczewska-Sowińska, K. (2004). The effects of living mulches on yield, over wintering and biological value of leek. *Acta Horticulture*. 638: 209- 214.
- Kovačević, D., Milenković, L., Lalević, D., Šunić, Lj., Ilić, Z. (2020). Utjecaj malčiranja na kontrolu korova i agronomska svojstva salate. *Glasilo Future 3 (5-6)*: 01–15.
- Krauss, S., Schnitzler, W., Grassmann, J., Woltike, M. (2006). The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit characteristics of tomato. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54: 441-448.
- Krumbein, A., Schwarz, D. (2013). Grafting: A possibility to enhance health-promoting and flavour compounds in tomato fruits of shaded plants? *Scientia Horticulturae*. 149: 97-107.
- Kuo, D.G., Tsay, J.S., Chen, B.W., Lin, P.Y. (2014). Screening for flooding tolerance in the genus *Lycopersicon*. *HortScience*. 17: 76-78.
- Kumar, S.N. (2017). Climate Change and its Impacts on Food and Nutritional Security in India. *Agriculture under Climate Change: Threats, Strategies and Policies*. 1: 48.
- Kurtar, E.S. (2010). Modelling the effect of temperature on seed germination in some cucurbits. *African Journal of Biotechnology*. 9: 9.
- Lazić, B., Ilić, Z., Đurovka, M. (2013). *Organska proizvodnja povrća*. Univerzitet Educons, Novi Sad
- Liao, C.T., Lin, C.H. (2014). Effect of flooding stress on photosynthetic activities of *Momordicacharantia*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 32: 479-485.
- López-Marín, J., González, A., Pérez-Alfocea, F., EgeaGilabert, C, Fernández, J.A. (2013). Grafting is an efficient alternative to shading screens to alleviate thermal stress in greenhouse-grown sweet pepper. *Scientia Horticulturae*. 149: 39-46.
- Martínez-Andújar, C., Albacete, A., Perez-Alfoceaa, F. (2020). Rootstocks for increasing yield stability and sustainability in vegetable crops. *Acta Horticulturae*. 1273: 449-470.
- Malhotra, S.K., Srivastva, A.K. (2014). Climate smart horticulture for addressing food, nutritional security and climate challenges. In: Srivastava AK (ed) *ShodhChintan Scientific articles*, ASM Foundation, New Delhi, pp: 83-97.

- Malhotra, S.K., Srivastava, A.K. (2015). Fertiliser Requirement of Indian Horticulture. *Indian Journal of Fertilisers*. 11: 16-25.
- Maggio, A., De Pascale, S., Angelino, G., Ruggiero, C., Barbieri, G. (2004). Physiological response of tomato to saline irrigation in long-term salinized soils. *European Journal of Agronomy*. 21: 149-159.
- Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H., Setter, T.L., Schortemeyer, M. (2012). Short-term waterlogging has long-term effects on the growth and physiology of wheat. *New Phytologist*. 153: 225-236.
- Malhotra, S.K. (2016). Recent advances in seed spices research-a review. *Annals of Plant and Soil Research*. 18: 300-308.
- Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Jakšić, A., Milovanović, I., Stanković, M., Trajković, R., Milenković, L., Ilić, S.Z. (2019). Influence of shading on postharvest lettuce quality: differences 329 between exposed and internal leaves. *Zemdirbyste-Agriculture*. 106 (1): 65-72.
- Mashabela, M.N., Selahle, K.M., Soundy, P., Crosby, K.M., Sivakumar, D. (2015). Bioactive compounds and fruit quality of green sweet pepper grown under different colored shade netting during postharvest storage. *Journal of Food Science*. 80: H2612–H2618.
- Mboup, M., Bahri, B., Leconte, M., Vallavieille Pope, D., Kaltz, O., et al. (2012). Genetic structure and local adaptation of European wheat yellow rust populations: the role of temperature-specific adaptation. *Evolutionary applications*. 5: 341-352.
- Merwin, I. A., Rosenberger, D. A., Engle, C. A., Rist, D. L., Fargione, M. (1995). Comparing mulches, herbicides and cultivation as orchard groundcover management systems. *HortTechnology*, 5: 151-158.
- Milenković, L., Mastilović, J., Kevrešan, Z., Jakšić, A., Gledić A., Šunić, Lj., Stanojević, Lj., Ilić, S.Z. (2018). Tomato fruit yield and quality as affected by grafting and shading. *Journal of Food Science and Nutrition*. 4, 042.
- Milenković, L., Stanojević, J., Cvetković, D., Stanojević, L., Lalević, D., Šunić, L., Fallik, E., Ilić, S.Z. (2019). New technology in basil production with high essential oil yield and quality. *Industrial Crops and Product*. 140: 111718.
- Milenković, L., Mastilović, J., Kevrešan, Z., Bajić, A., Gledić, A., Stanojević, L., Cvetković, D., Šunić, Lj., Ilić, S.Z. (2020). Effect of shading and grafting on yield and quality of tomato. *Journal of Science Food and Agriculture*. 100: 623-633.
- Mijatović, Z., Čonkić, Lj., Miljković, S. (2002). UV zračenje, izvori, osobine, efekti i zaštita. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Muhammad, A.P., Muhammad, I., Khuram, S., Anwar UL-Hassan. (2009). Effect of mulch on soil physical properties and NPK concentration in Maize

- (*Zea mays*) shoots under two tillage system. *International Journal of Agriculture & Biology*. 11: 120-124.
- Nazarbeygi, E., Yazdi, H. L., Naseri, R., Soleimani, R. (2011). The effects of different levels of salinity on proline and A-, B-chlorophylls in canola. *Amer-Euras J Agric. Environ. Sci*. 10: 70-74.
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*. 96(1): 66-73.
- Newton, A.C., Johnson, S.N., Gregory, P.J. (2011). Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. *Euphytica*. 179: 3-18.
- Ntsoane, L.M., Soundy, P., Jifon, J., Sivakumar, D. (2016). Variety-specific responses of lettuce grown under the different-coloured shade nets on phytochemical quality after postharvest storage. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*. 91: 520-528.
- Olympios, C. M., Karapanos, I. C., Lionoudakis, K., Apidianakis, I. (2003). The growth, yield and quality of greenhouse tomatoes in relation to salinity applied at different stages of plant growth. *Acta Horticulturae*. 313-320.
- Parent, C., Capelli, N., Berger, A., Crèvecoeur, M., Dat, J.F. (2008). An overview of plant responses to soil waterlogging. *Plant Stress*. 2: 20-27.
- Pautasso, M., Doring, T.F., Garbelotto, M., Pellis, L., Jeger, M.J. (2012). Impacts of climate change on plant diseases-opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology*. 133: 295-313.
- Prasad, P.W., Kakani, V.G., Reddy, K.R. (2003). Plants and the environment: ozone depletion. In: *Encyclopedia of applied plant sciences*, pp 749-756.
- Radics, L., Bognar, E.S. (2004). Comparison of different mulching methods for weed control in organic green bean and tomato *Acta Horticulturae*. 639: 189-196.
- Saito, T., Fukuda, N., Nishimura, S. (2006). Effects of salinity treatment duration and planting density on size and sugar content of hydroponically grown tomato fruits. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*. 75: 392-398.
- Sivakumar, R., Nandhitha, G.K., Boominathan, P. (2016). Impact of Drought on Growth Characters and Yield of Contrasting Tomato Genotypes. *Madras Agricultural Journal*. 103: 78-82.
- Sivakumar, D., Jifon, J., Soundy, P. (2018). Spectral quality of photo-selective shade nettings improves antioxidants and overall quality in selected fresh produce after postharvest storage. *Food Revier International*. 34: 290-307.
- Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, C., Colla, G., Roupheal, Y. (2020). Grafting tomato as a tool to improve salt tolerance. *Agronomy*. 10(2): 263.

- Shahak, Y. (2014). Photosensitive netting: An overview of the concept, research and development and practical implementation in agriculture. *Acta Horticulturae*. 1015: 155-162.
- Singh, D. (2014). Effect of Organic manures and biofertilizers on growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). M. Sc. Thesis, College of Agriculture, Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur.
- Slama, I., Ghnaya, T., Savouré, A. (2008). Combined effects of long-term salinity and soil drying on growth, water relations, nutrient status and proline accumulation of *Sesuvium portulacastrum*. *C R Biology*. 331: 442-451.
- Srinivasa Rao, N.K., Bhatt, R.M. (2012). Responses of tomato to moisture stress: Plant water balance and yield. *Plant Physiology and Biochemistry*, New Delhi. 19: 36-36.
- Soylemez, S., Pakyurek, A.Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*. 15(3): 759-770.
- Stikić, R., Jovanović, Z. (2015). *Fiziologija biljaka*, Izd. Naučna KMD, str. 441. ISBN 978-86-6021-088-5
- Šunić, L.J., Ilić, Z.S., Mastilović, J., Kevrešan, Ž., Kovač, R., Bajić, A., Beković, D., Barać, S., Milenković, L. (2022). Effect of shading on fruit quality of grafted tomato plants grown under salinity stress. *in press*.
- Thamburaj, S., Singh, N. (2011). *Textbook of vegetables, tubercrops and spices*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Toth, N., Fabek, S., Herak Čustić, M., Žutić, I., Borošić, J. (2008). Organic soil mulching impacts on lettuce agronomic traits, *Cereal Research Communication*. 36: 395-398.
- Vadez, V., Berger, J.D., Warkentin, T., Asseng, S., Ratnakumar, P., et al. (2012). Adaptation of grain legumes to climate change: a review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32: 31-44.
- Van Ieperen, W. (1996). Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. *Journal of Horticultural Science*. 71(1): 99-111.
- Vander, Zaag., Demagante, A., Acasi, R., Domingo, A., Hagerman, H. (1986). Response of solanum potatoes to mulching during different seasons in an isohyperthermic environment in the Philippines. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 63: 229-239.
- Vos, J.G.M., Sumarni, N. (1997). Effects of mulch on crop performance and prediction. *Journal of Horticultural Science*. 72: 415-424.
- Waterer, D. R. (2000). Effect of soil mulches and herbicides on production economics of warm-season vegetable crops in a cool climate. *HortTechnology*. 10: 154-159.

- Welbaum, G.E. (2015). Vegetable production and practices. CABI, p: 476.
- Yordanov, I., Velikova, V., Tsonev, T. (2013). Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. *Photosynthetica*. 38: 171-186.
- Yordanova, M., Nikolov A. (2017). Influence of plant density and mulching on weed infestation in lettuce (*Lactuca sativa* var. romana Hort.) *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary*. 10: 71-76.

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

НАЦИОНАЛНИ научно-стручни скуп са међународним учешћем
Биотехнологија и
савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2022 ; Смедеревска
Паланка)

Zbornik radova / Nacionalni naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja,
Smederevska Palanka 3. novembar 2022. ; [urednici Slađana Savić, Marina
Dervišević]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2022
(Starčevo : ArtVision). - 349 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 9: Predgovor / urednici. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-89177-05-3

а) Биљке - Оплемењивање - Зборници б) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 78390537