



Sveučilište u Zagrebu
AGRONOMSKI FAKULTET

Marko Vuković

**VEGETATIVNI RAST, PRIROD I
KAKVOĆA PLODA BRESKVE (*Prunus
persica* (L.) Batsch.) SORTE 'SUNCREST'
UZGAJANE ISPOD FOTOSELEKTIVNIH
MREŽA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Marko Vuković

**VEGETATIVE GROWTH, YIELD AND
FRUIT QUALITY OF PEACH (*Prunus
persica* (L.) Batsch.) CV. 'SUNCREST'
CULTIVATED UNDER PHOTOSELECTIVE
NETS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
AGRONOMSKI FAKULTET

Marko Vuković

**VEGETATIVNI RAST, PRIROD I
KAKVOĆA PLODA BRESKVE (*Prunus
persica* (L.) Batsch.) SORTE 'SUNCREST'
UZGAJANE ISPOD FOTOSELEKTIVNIH
MREŽA**

DOKTORSKI RAD

Mentor 1: prof. dr. sc. Tomislav Jemrić

Mentor 2: prof. dr. sc. Branka Levaj

Zagreb, 2022.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Marko Vuković

**VEGETATIVE GROWTH, YIELD AND
FRUIT QUALITY OF PEACH (*Prunus
persica* (L.) Batsch.) CV. 'SUNCREST'
CULTIVATED UNDER PHOTOSELECTIVE
NETS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor 1: Tomislav Jemrić, Ph.D., Full Professor

Supervisor 2: Branka Levaj, Ph.D., Full Professor

Zagreb, 2022.

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda (Agronomija)

Znanstvena grana: Voćarstvo

Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Odsjek za hortikulturu i krajobraznu arhitekturu, Zavod za voćarstvo

Voditelji doktorskog rada: prof. dr. sc. Tomislav Jemrić, prof. dr. sc. Branka Levaj

Broj stranica: 251

Broj slika: 24

Broj tablica: 59

Broj grafova: 45

Broj priloga: 1

Broj literaturnih referenci: 294

Datum obrane doktorskog rada:

Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:

- 1.
- 2.
- 3.

Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4, p.p.550, 10 000 Zagreb, Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb.

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 8. 11. 2016., te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 13. 12. 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, **Marko Vuković**, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:
**VEGETATIVNI RAST, PRIROD I KAKVOĆA PLODA BRESKVE (*Prunus persica* (L.)
Batsch.) SORTE 'SUNCREST' UZGAJANE ISPOD FOTOSELEKTIVNIH MREŽA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovog dokorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana 13. 10. 2022.

Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Ovu disertaciju ocijenilo je povjerenstvo u sastavu:

- 1.
- 2.
- 3.

Disertacija je obranjena na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred povjerenstvom u sastavu:

- 1.
- 2.
- 3.

Informacije o mentoru prof. dr. sc. Tomislavu Jemriću:

Dr. sc. Tomislav Jemrić rođen je 11. siječnja 1971. godine u Zagrebu. Na Fakultetu poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu diplomirao je 1993. godine. Magistrirao je 2000. godine na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Doktorsku disertaciju naziva „Djelovanje toplinskog tretmana na kakvoću ploda i pojavu površinskog scalda jabuke 'Granny Smith' kod različitih rokova berbe“ je obranio 16. lipnja 2004. godine na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Od 1993. do 1995. godine radio je privatnoj tvrtki „Veronika“ kao tehnolog u proizvodnji, a od 1995. godine radi na Zavodu za voćarstvo Agronomskog fakulteta. U znanstveno-nastavno zvanje mlađeg asistenta izabran je 1995. godine, u zvanje asistenta 2000. godine, u zvanje višeg asistenta 2004. godine, u zvanje docenta 2005. godine, u zvanje izvanrednog profesora 2009. godine, u zvanje redovitog profesora 2013. godine, a u zvanje redovitog profesora u trajnom zvanju 2019. godine. Nositelj je modula „Voćarstvo 1“, „Suvremene tehnologije čuvanja i pakiranja voća“ i „Održive tehnologije uzgoja voća“ na preddiplomskom studiju te „Specifičnosti tehnologije čuvanja i pakiranja voća“ na diplomskom studiju. Na doktorskom studiju Poljoprivredne znanosti prof. dr. sc. Tomislav Jemrić nositelj je modula „Tretmani voća poslije berbe“ te suradnik na modulu „Pomotehnika i kakvoća voća“. Kao stipendist izraelske vlade usavršavao se tri mjeseca u Izraelu na „Department of Postharvest Science of Fresh Produce (Volcani Centre, ARO, Israel)“, gdje je bio uključen u istraživanja na ekološki prihvatljivim tretmanima poslije berbe na agrumima. Aktivno se služi engleskim jezikom.

Autor i koautor je 48 izvorna znanstvena rada objavljena u časopisima A1 kategorije (Web of Science Core Collection, suma citata: 416; h-indeks: 12) te 44 znanstvena rada objavljena u časopisima A2 kategorije. Koautor je dviju sveučilišnih znanstvenih monografija, autor dvaju fakultetskih znanstvenih priručnika i koautor jednog fakultetskog znanstvenog priručnika. Također je koautor poglavlja u dvije monografije na stranom jeziku.

Bio je koordinator sedam stručnih i znanstvenih projekata financiranih iz nacionalnih i međunarodnih izvora. Može se istaknuti koordinatorska uloga na međunarodnom projektu „LIFE13 ENV/HR/000580 Low pesticide IPM in sustainable and safe fruit production“ financiranog u sklopu EU Life+ Programa, nacionalna koordinatorska uloga na međunarodnom projektu „Characterization of apple local varieties (*Malus x domestica* Borkh.) from South East European region“ te koordinatorska uloga nacionalnog znanstvenog projekta „Optimizacija čuvanja breskve i nektarine tretmanima poslije berbe (178-000000-3583)“. Također je bio suradnik na tri međunarodna i na pet nacionalnih projekata.

Kao autor ili koautor aktivno sudjelovao na 29 međunarodna i 11 domaća znanstvena skupa. Član je Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode, Sekcije za zaštitu biološke raznolikosti HAZU, a redoviti je član Akademije poljoprivrednih znanosti od njezinog osnutka. Bio je gost-urednik dvaju specijalnih brojeva časopisa *Agriculturae Conspectus Scientificus*, a od 2012. godine je i član uredništva istog časopisa te od 2021. godine glavni urednik. Od 2013. godine član je uredništva znanstvenog časopisa *Scientia Horticulturae*. Obavio je velik broj recenzija znanstvenih radova među kojima se posebno ističe kontinuirana recenzentska aktivnost za eminentne časopise iz a1 kategorije. Bio je mentor 95 diplomskih rada te četiri doktorskih disertacija.

Informacije o mentorici prof. dr. sc. Branki Levaj:

Dr.sc. Branka Levaj rođena je 05. lipnja 1959. godine u Zadru. Diplomirala je 1981. godine na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je i magistrirala 1987. te 1998. godine obranila doktorski rad. Nakon završenog studija 1982. godine zaposlila se na PBF-u u Laboratoriju za procese konzerviranja i preradu voća i povrća i vinarstvo prvo u svojstvu pripravnika, zatim u svojstvu stručnog suradnika (od 1983. do 1987. godine), a do 1999. godine u svojstvu znanstvenog asistenta te u svojstvu višeg asistenta do 2000. godine kada je izabrana u zvanje docenta. Godine 2005. izabrana je u zvanje izvanredne profesorice, 2010. u zvanje redovite profesorice, a 2016. u zvanje redovite profesorice u trajnom zvanju. Od početka rada na PBF-u sudjeluje u izvođenju nastave, do 2000. godine kao asistent na vježbama, a kasnije kao nastavnik održavajući predavanja bilo kao suradnik ili voditelj nekolicine predmeta na preddiplomskom, diplomskom i poslijediplomskom studiju. Voditelj je predmeta „Uvod u prehrambene tehnologije“, „Kemija i tehnologija voća i povrća“, „Minimalno procesirano voće i povrće“, „Osvježavajuća bezalkoholna pića“ te „Tehnologije u preradi voća i povrća“. Vodila je više od 130 završnih i diplomskih te 2 magistarska i 5 doktorskih radova. Godine 1988. dodijeljena joj je stipendija Cochran na temelju koje je boravila u SAD od rujna 1988. do veljače 1989, gdje je radila u „Eastern Regional Research Center, Agriculture Research/USDA, Philadelphia“. Aktivno se služi engleskim jezikom.

Nadalje, bila je voditelj ili suradnik na više od 10 znanstvenih ili stručnih domaćih projekata, te suradnik na 2 međunarodna znanstvena projekta i voditeljica je 1 bilateralnog projekta, pa se i znanstvena aktivnost odvijala u okviru tema tih projekata. Npr. od 2017. do 2021. godine bila je voditeljica HRZZ projekta „Inovativne tehnike u minimalnoj preradi krumpira (*Solanum tuberosum*) i njegova zdravstvena ispravnost nakon pripreme“, a od 2012. do 2014. godine projekta „Programa provjere inovativnog koncepta - BICRO-HAMAG „Automat za izuzimanje minimalno procesiranog voća i povrća i čuvanje u modificiranoj atmosferi“, tako je istraživački rad posljednjih godina bio posebno usmjeren na proučavanje stabilnosti minimalno procesiranog, svježe rezanog (eng. „Fresh-cut“), voća i povrća. Osim toga kroz druge projekte bavila se istraživanjima vezano za kemiju i tehnologiju voća i povrća tj. promjenama pojedinih sastojaka i svojstava tijekom zrenja, prerade i skladištenja poput pektinskih tvari, biljnih pigmenta, te tvari arome, kao i razvojem novih proizvoda.

Od listopada 2003. do rujna 2007. bila je prodekan za nastavu na PBF-u, a od 2007. ECTS koordinator i voditeljica diplomskog studija Prehrambeno inženjerstvo. Od 2003. godine voditeljica je laboratorija u kojem radi od 1982 (današnji naziv Laboratorij za kemiju i tehnologiju voća i povrća). Kao predsjednica ili članica sudjelovala je u radu više

odbora ili povjerenstava na Fakultetu. Članica je Znanstvenog vijeća za tehnološki razvoj Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, a bila je i članica Matičnog odbora za biotehničke znanosti. Također je članica uređivačkog odbora znanstvenog časopisa Food Technology and Biotechnology, članica je Društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Hrvatskog društva za jagodasto voće, a bila je i članica Instituta prehrambenih tehnologa, SAD (Institute of Food Technologist, USA).

Objavila je više od 80 znanstvenih radova od kojih su 32 indeksirana u web of science, a 22 u drugim bazama podataka. Ostali radovi objavljeni su u Zbornicima radova s međunarodnih i domaćih konferencija i skupova. Napisala je i nekoliko stručno - popularnih radova te recenzirala više od 100 rukopisa za znanstvene časopise.

ZAHVALA

Ovaj doktorski rad napravljen je na međunarodnom projektu LIFE13 ENV/HR/000580 „Low pesticide IPM in sustainable and safe fruit production“ (koordinator prof. dr. sc. Tomislav Jemrić), koji je financirala Europska Komisija

SAŽETAK

U današnje vrijeme primjena mreža se smatra neizostavnom mjerom pri uzgoju mnogih voćnih vrsta. Cilj ovog istraživanja je bio istražiti utjecaj novog agro-tehnološkog koncepta, primjene anti-insekt fotoselektivnih mreža na vegetativne i generativne parametre breskve 'Suncrest'. Istraživanje je provedeno 2015. godine u nasadu bresaka u mjestu Vratišinec, pokraj Čakovca. U istraživanju su se primijenile Agritenax crvena, Agritenax bijela i Agritenax žuta (proizvođač Tenax, Italija) mreža (veličina okca 2,4 × 4,8 mm) te Stop Drosophila Normal (proizvođač Artes Politecnica, Italija) mreža (SDN) (veličina okca 0,90 × 1 mm), koja je prema specifikacijama proizvođača bijele boje. Plodovi su uslijed promjena u dinamici dozrijevanja te lakše manipulacije brani u dva roka berbe, odnosno u prvom roku brane su breskve uzgajane ispod žute i SDN mreže te u prirodnim uvjetima (bez primjene mreža); a u drugom roku breskve uzgajane ispod bijele i crvene mreže te u prirodnim uvjetima. U usporedbi s prirodnim uvjetima primjena mreža, s izuzetkom SDN mreže, je značajno povećala površinu i duljinu lista bresaka. Primjena mreža nije ostvarila značajan utjecaj na prirodni i učinkovitost priroda, ali je primjena bijele mreže povećala masu ploda. Najizraženije reducirano osnovno i dopunsko obojenje bilo je na plodovima bresaka uzgajanih ispod SDN mreže, a najmanje na onim ispod žute mreže, temeljem parametara i indeksa boje. S druge strane dopunska boja ploda je bila manje reducirana na plodovima bresaka uzgajanim ispod bijele i crvene mreže, a najblaže ispod žute mreže. Plodovi uzgajani ispod SDN i žute mreže imali su značajno veću tvrdoću, titracijsku kiselost te manji omjer topljive suhe tvari i titracijske kiselosti u odnosu na plodove uzgajane u prirodnim uvjetima. Također plodovi bresaka uzgajanih ispod SDN mreže su imali značajno manji sadržaj topljive suhe tvari u usporedbi s onima u prirodnim uvjetima. Sličan, ali u većini slučajeva trend određen na temelju prosječnih vrijednosti je zabilježen i u bresaka uzgajanih ispod crvene i bijele mreže. Primjena mreža je ostvarila značajan utjecaj na sadržaj brojnih bioaktivnih komponenti u plodu (ukupni polifenoli, ABTS i DPPH antioksidacijski kapacitet, udio ukupnih antocijana) te je navedeni utjecaj u većini slučajeva (ali ne i svima) bio negativan. Također plodovi bresaka uzgajani ispod žute mreže su imali značajno veći udio pektina topivih u lužini u odnosu na one u prirodnim uvjetima, dok nije zabilježen značajan utjecaj mreža na udio ostalih pektinskih frakcija. Na temelju rezultata ovog istraživanja može se u agroekološkim uvjetima sjeverne Hrvatske preporučiti primjena crvene, bijele te pogotovo žute mreže na breskvu 'Suncrest' jer korist od njihove primjene (zaštita od tuče, vjetra, insekata itd.) nadilazi blagi negativan utjecaj na kvalitetu ploda (koji je s žutom mrežom bio minimalan).

Ključne riječi: breskva 'Suncrest', fotoselektivne mreže, manipulacija svjetlom, *Prunus persica* 'Suncrest', spektar svjetla, kvaliteta ploda, bioaktivne komponente

EXTENDED SUMMARY

Vegetative growth, yield and fruit quality of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch.) cv. 'Suncrest' cultivated under photoselective nets

Nowadays, the application of nets is considered an indispensable measure in the cultivation of many fruit species. Nets are mainly used in order to protect fruit trees from: hail, heavy rain, snow, wind, excessive solar radiation, birds and recently from insects. Anti-insect nets present a new, environmentally friendly pest-control approach where nets, due to their smaller mesh size, present a mechanical barrier to the pest and hence protect the fruit trees. Also, lately a new agro-technological approach has emerged – the photoselective nets. The main goal of this approach is to promote the desired plant physiological responses by the means of light manipulation, while at the same time physically protecting plants from usual hazards. Hence, the aim of this thesis has been to study how different photoselective anti-insect nets affect vegetative and generative parameters of peach 'Suncrest'.

Following nets were applied: Agritenax red, Agritenax white and Agritenax yellow (producer Tenax, Italy) (mesh size 2.4 × 4.8 mm) and Stop Drosophila Normal (producer Artes Politecnica, Italy) net (SDN) (mesh size 0.90 × 1 mm), which according to the specifications of the producer is white. The experiment was set up according to a random block schedule in three repetitions for each net and control (natural conditions). Each repetition included three peach trees. Research was carried out in 2015 in a peach orchard located in Vratišinec, near Čakovec. Peach trees were grafted on vineyard peach and grown as a vase. Standard agro and pomo technical measures (pruning, fertilization, mowing, pesticide application, irrigation etc.) were regularly carried out in the orchard. Nets were applied after the end of bloom period of the peach trees. Fruit was harvested on two harvest dates. On the first harvest date fruit of peaches grown under the yellow net, SDN net and from the natural conditions was harvested, while on the second harvest date fruit of peaches grown under the red net, white net and from the natural conditions was harvested.

Application of the nets significantly increased the area and length of the peach leaves, with the exception of the SDN net which, in relation to the natural conditions, did not achieve a significant impact. Leaves of peaches grown under the SDN net had significantly smaller petiole length than those under the red net, while in relation to those from the natural conditions no significant difference was recorded. Other vegetative parameters (shoot length, shoot diameter, length of internodes, density of internodes, trunk cross sectional area, leaf width, leaf shape index) as well as majority of productivity

parameters (yield, yield efficiency) were not significantly affected by the application of the nets. However, the peaches grown under the white net had significantly higher fruit weight than those under the yellow net, SDN net and in the natural conditions. Based on the fruit colour parameters and indexes, application of the SDN net most notably reduced ground and additional fruit coloration. However, additional colouration was less reduced on fruit of peaches grown under the white and red nets, while minimally reduced of those under the yellow net. Peaches grown under the SDN and yellow nets had significantly higher fruit firmness and titratable acidity, as well as smaller total soluble solids and titratable acidity ratio than those grown in the natural conditions. Also, application of the SDN net significantly reduced total soluble levels in fruit. Similar, but in most cases non-significant trend was for the peaches grown under the red and white nets. Application of the yellow, white and SDN nets significantly reduced total polyphenol content and ABTS antioxidant potential. The same, but non-significant trend was also reported for fruit of peaches grown under the red net. DPPH antioxidant capacity was significantly reduced in fruit grown under the yellow and white nets. Total anthocyanin content was significantly reduced in fruit of peaches grown under all nets, with exception of the yellow net. Peaches grown under the yellow net had significantly higher share of alkali-soluble pectin than those grown in the natural conditions. Application of all nets did not achieve significant effect on β -carotene content and share of other pectin fractions. To conclude, in agro-ecological conditions of northern Croatia, application of the red, white and especially the yellow net on peach "Suncrest" can be recommended, since the benefits of their application (protection from hail, wind, insects etc.) outweigh the mild negative impact on fruit quality (which under the yellow net was minimal). However, given that the pest *Drosophila suzukii* (for the purpose of which the SDN net was designed) in the Republic of Croatia does not yet cause serious damage to peaches, the application of the SDN net is not recommended due to a significant fruit quality reduction (except in cases where other protective measures are not available).

Key words: peach 'Suncrest', photosensitive nets, light manipulation, *Prunus persica* 'Suncrest', light spectra, fruit quality, bioactive components

KRATKI SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Hipoteze i ciljevi.....	4
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	5
2.1. Svojstva i upotreba mreža u poljoprivredi	5
2.2. Kvantiteta i kvaliteta sunčeve radijacije pod utjecajem mreža.....	13
2.2.1. Mehanizam utjecaja mreža na kvalitetu i kvantitetu svjetla.....	13
2.2.2. Utjecaj mreža na kvantitetu svjetla	15
2.2.3. Utjecaj mreža na raspršivanje svjetla	22
2.2.4. Utjecaj mreža na kvalitetu svjetla	25
2.2.5. Utjecaj duljine primjene mreža na manipulaciju svjetlom.....	29
2.3. Utjecaj mreža na mikroklimu.....	31
2.3.1. Pregled istraživanja.....	32
2.4. Utjecaj mreža na učinkovitost fotosinteze	38
2.4.1. Pregled istraživanja.....	38
2.4.2. Mehanizam utjecaja mreža na učinkovitost fotosinteze	41
2.5. Utjecaj mreža na vegetativni rast.....	42
2.5.1. Pregled istraživanja.....	42
2.5.2. Mehanizam utjecaja mreža na vegetativan rast	50
2.6. Utjecaj mreža na diferencijaciju generativnih pupova i prirod.....	55
2.6.1. Pregled istraživanja.....	55
2.6.2. Mehanizam utjecaja mreža na diferencijaciju rodni pupova, gustoću cvatnje, prirod itd.....	60
2.7. Utjecaj mreža na kvalitetu ploda.....	65
2.7.1. Masa i veličina ploda.....	65
2.7.2. Boja ploda.....	73
2.8. Unutrašnja kvaliteta ploda	82
2.8.1. Pregled istraživanja.....	83
2.9. Utjecaj mreža na dozrijevanje ploda	91
2.9.1. Pregled istraživanja.....	91
2.9.2. Mehanizam utjecaja mreža na dozrijevanje.....	96
2.10. Utjecaj mreža na sadržaj bioaktivnih komponenata	97
2.10.1. Pregled istraživanja.....	97
2.10.2. Mehanizam utjecaja mreža na antioksidacijska svojstva i sadržaj polifenola.....	100
2.10.3. Mehanizam utjecaja mreža na sadržaj antocijana i karotenoida u plodu	101

3. MATERIJALI I METODE RADA	103
3.1. Vrijeme i način provođenja istraživanja.....	103
3.2. Sorta korištena u istraživanju.....	105
3.3. Metode	107
3.4. Analize vegetativnih pokazatelja.....	108
3.4.1. Duljina i promjer jednogodišnjih izbojaka, razmak i gustoća nodija na jednogodišnjem izbojku.....	108
3.4.2. Duljina i širina plojke lista, indeks oblika lista, površina lista te duljina peteljke lista.....	108
3.4.3. Poprečni presjek debla.....	109
3.5. Analize pokazatelja produktivnosti.....	110
3.5.1. Prirod, učinkovitost priroda i masa ploda.....	110
3.6. Fizikalno kemijske analize plodova.....	110
3.6.1. Boja kožice ploda i indeksi boje	110
3.6.2. Unutarnja kvaliteta ploda.....	113
3.6.3. Biokemijske analize	115
3.7. Statistička analiza podataka.....	120
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	121
4. 1. Vegetativni parametri.....	121
4.2. Parametri produktivnosti.....	132
4. 3. Kvaliteta ploda.....	136
4.3.1. Boja ploda.....	136
4.3.2. Unutarnja kvaliteta ploda.....	172
4.3.3. Sadržaj bioaktivnih komponenti ploda	180
5. RASPRAVA	194
5.1. Utjecaj istraživanih mreža na vegetativne parametre.....	194
5.2. Utjecaj istraživanih mreža na parametre produktivnosti	199
5.3. Utjecaj istraživanih mreža na kvalitetu ploda	201
5.3.1. Boja ploda.....	201
5.3.2. Unutarnja kvaliteta ploda.....	205
5.3.3. Bioaktivne komponente u plodu	211
5.4. Utjecaj istraživanih mreža na pomak u dozrijevanju	216
6. ZAKLJUČCI	217
7. POPIS LITERATURE.....	218
8. ŽIVOTOPIS.....	241
9. PRILOZI.....	246
9.1. Prikaz primjene mreža u voćarstvu.....	246

Popis kratica u tekstu:

Agritenax bijela mreža bijela mreža

Agritenx crvena mreža crvena mreža

Agritenax žuta mreža žuta mreža

C / TC omjer vrijednosti crvenog i tamno crvenog svjetla

C kroma

CCI Indeks boje za citruse (CCI)

CIRG¹ indeks boje za crveno grožđe

CIRG² indeks boje za crveno grožđe

COL indeks boje za rajčicu

GA galakturonska kiselina

h° engl. „hue angle“

HDPE polietilen visoke gustoće

NIR infracrveno svjetlo

PAR / UV omjer vrijednosti fotosintetski aktivne radijacije i ultraljubičastog svjetla

PAR fotosintetski aktivna radijacija

SD standardna devijacija

SDN Stop Drosophila Normal mreža

s.t. svježe tvari

t.s. prema tvorničkim specifikacijama

TK titracijska kiselost

TST / TK omjer vrijednosti topljive suhe tvari i ukupnih kiselina

TST Topljiva suha tvar

UV ultraljubičasta radijacija

β-karoten udio karotenoida (β-karotena)

Φc fotoekvilibrij fitokroma

Popis tablica:

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije

Tablica 2. Utjecaj primjene mreža na raspršivanje sunčeve radijacije

Tablica 3. Modifikacija kvalitete svjetla obojenim mrežama. Relativne razlike odnose se na kompoziciju svjetla propuštenu kroz plastične niti svake vrste mreže sa istim faktorom zasjenjenja unutar PAR-a, relativno prema prirodnom svjetlu u isto vrijeme (Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b).

Tablica 4. Utjecaj primjene mreža na kvalitetu sunčeve radijacije

Tablica 5. Utjecaj primjene mreža na osnovne mikroklimatske čimbenike

Tablica 6. Utjecaj primjene mreža na temperaturu i vlagu tla

Tablica 7. Utjecaj primjene mreža na temperaturu i vlagu biljnih dijelova

Tablica 8. Utjecaj primjene mreža na parametre fotosinteze raznih voćnih vrsta

Tablica 9. Utjecaj primjene mreža na duljinu i debljinu izbojaka te duljinu internodija

Tablica 10. Utjecaj primjene mreža na svojstva listova

Tablica 11. Utjecaj primjene mreža na ostale parametre vegetativnog rasta

Tablica 12. Utjecaj primjene mreža na diferencijaciju generativnih pupova i cvatnju

Tablica 13. Utjecaj primjene mreža na prirod, učinkovitost priroda, gustoću priroda i zemetanje plodova

Tablica 14. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda jezgričavih voćnih vrsta

Tablica 15. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda ostalih voćnih vrsta

Tablica 16. Utjecaj primjene mreža na parametre osnovne boje ploda

Tablica 17. Utjecaj primjene mreža na parametre dopunske boje ploda

Tablica 18. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda jezgričavih voćnih vrsta

Tablica 19. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda ostalih voćnih vrsta

Tablica 20. Utjecaj primjene mreža na dozrijevanje ploda voćnih vrsta

Tablica 21. Utjecaj primjene mreža na bioaktivna svojstva plodova raznih voćnih vrsta

Tablica 22. Lista korištene opreme i kemikalija u disertaciji

Tablica 23. Analiza varijance utjecaja tretmana na duljinu izbojka, promjer izbojka, gustoću internodija, duljinu internodija i poprečnom presjeku debla bresaka

Tablica 24. Analiza varijance utjecaja tretmana na površinu lista, duljinu lista, širinu lista, indeks oblika lista i duljinu peteljke bresaka

Tablica 25. Minimum, maksimum (cm^2) i koeficijent varijacije za svojstvo poprečni presjek debla u ovisnosti o tretmanu

Tablica 26. Minimum, maksimum (cm) i koeficijent varijacije za svojstvo duljina peteljke lista u ovisnosti o tretmanu

Tablica 27. Analiza varijance utjecaja tretmana na prirod, učinkovitost priroda i masu ploda bresaka

Tablica 28. Minimum, maksimum (kg / stablo) i koeficijent varijacije za svojstvo prirod u ovisnosti o tretmanu

Tablica 29. Minimum, maksimum (kg cm⁻²) i koeficijent varijacije za svojstvo učinkovitost priroda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 30. Minimum, maksimum (g) i koeficijent varijacije za svojstvo masa ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 31. Analiza varijance parametara boje mjerenih na osnovnoj boji kože ploda bresaka (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 32. Analiza varijance indeksa boje mjerenih na osnovnoj boji kože ploda bresaka (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 33. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za vrijednost a* parametra osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 34. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za a / b indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 35. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CCI indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 36. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za COL indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 37. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CIRG² indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 38. Analiza varijance parametara boje mjerenih na dopunskoj boji kože ploda bresaka (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 39. Analiza varijance indeksa boje mjerenih na dopunskoj boji kože ploda bresaka (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 40. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za L* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 41. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za a* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 42. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za b^* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 43. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za C^* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 44. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za a / b indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 45. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CCI indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 46. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za COL indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 47. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CIRG¹ indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 48. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CIRG² indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 49. Analiza varijance parametara unutarnje kakvoće ploda (topljiva suha tvar (TST), titracijska kiselost (TK), omjer topljive suhe tvari i titracijske kiselosti (TST / TK) (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 50. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za tvrdoću ploda (kg cm^{-2}) u ovisnosti o tretmanu

Tablica 51. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za TK ploda (% jabučne kiseline) u ovisnosti o tretmanu

Tablica 52. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za omjer TST / TK ploda u ovisnosti o tretmanu

Tablica 53. Analiza varijance sadržaja ukupnih polifenola, antioksidacijski kapacitet pomoću ABTS i DPPH metode (ABTS i DPPH, respektivno), udio karotenoida (β -karoten) te udio ukupnih antocijana (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 54. Analiza varijance sadržaja pektinskih frakcija (udio pektina topivih u vodi, oksalatu i lužini – PTV, PTO i PTL, respektivno) (1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža)

Tablica 55. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za sadržaj polifenola u plodu breskve ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.}$) u ovisnosti o tretmanu

Tablica 56. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za antioksidacijski kapacitet ploda breskve ABTS metodom ($\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.}$) u ovisnosti o tretmanu

Tablica 57. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za antioksidacijski kapacitet ploda breskve određen DPPH metodom ($\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.}$) u ovisnosti o tretmanu

Tablica 58. Minimum, maksimum ($\mu\text{g g}^{-1}$ s.t.) i koeficijent varijacije za sadržaj karotenoida u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Tablica 59. Minimum, maksimum ($\mu\text{mol cm}^{-2}$) i koeficijent varijacije za ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Popis slika:

Slika 1. Primjer ravno ili „talijanski“ tkane mreže

Slika 2. Primjer engleski ili „Leno“ tkane mreže

Slika 3. Prikaz takozvanog „hot spot“ mjesta gdje postoji veća tendencija oštećenja mreže

(Izvor: autorska slika)

Slika 4. Rastezanje crvene fotoselektivne mreže prilikom aplikacije za vrijeme istraživanja na ukrasnom bilju

Slika 5. Primjer pucanja mreža uslijed dugotrajne primjene

Slika 6. Postavljanje istraživanja nakon završetka cvatnje bresaka 2015. godine (Izvor:

Tomislav Jemrić)

Slika 7. Postavljena jedna repeticija SDN mreže

Slika 8. Postavljeno istraživanje (Izvor: Tomislav Jemrić)

Slika 9. Plod breskve sorte 'Suncrest' (Izvor: <https://www.groworganic.com/products/peach-suncrest-semi-dwarf-7150>)

Slika 10. Voćnjak breskve 'Suncrest' u kojem je provedeno istraživanje

Slika 11. Ogledni primjer parametara duljine i širine lista na listu breskve

Slika 12. Interpretacija CIE L*C*h° parametara (Izvor:

<https://sensing.konicaminolta.us/us/blog/understanding-the-cie-lch-color-space/>)

Slika 13. Prikaz skupljene standardne crne mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću

Slika 14. Manipulacija bijelom mrežom protiv tuče u nasadu jabuka u Vratišincu, pokraj Čakovca

Slika 15. Primjena crvene anti-insekt fotoselektivne mreže u nasadu jabuka pokraj Zadra (Izvor: Tomislav Jemrić)

Slika 16. Prikaz skupljene zelene mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću

Slika 17. Prikaz primjene plave mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Međimurju

Slika 18. Prikaz primjene zelene mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću

Slika 19. Primjena crne mreže u mladom nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću

Slika 20. Primjena crne mreže u nasadu jagodastih voćnih vrsta u Donjoj Zeini

Slika 21. Prikaz primjene guste bijele mreže u pokaznom nasadu trešanja u Italiji, pokraj Roviga (Izvor: Nikola Tomljenović)

Slika 22. Prikaz kapica na vrhu stupova koje se koriste za postavljanje sajli - „flat net“ sistem)

Slika 23. Spajanje mreža različitih redova spojnicama na sredini međurednog prostora

Slika 24. Prikaz rubnih poprečnih sajli kod postavljanja mreža u Republici Hrvatskoj (Izvor: autorska slika)

Popis grafikona:

Grafikon 1. Duljina izbojka bresaka u ovisnosti o tretmanu.

Grafikon 2. Promjer izbojka bresaka u ovisnosti o tretmanu.

Grafikon 3. Gustoća internodija izbojaka bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 4. Duljina internodija izbojaka breskve u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 5. Poprečni presjek debla bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 6. Površina lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 7. Duljina plojke lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 8. Širina plojke lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 9. Indeks oblika lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 10. Duljina peteljke lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 11. Prirod bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 12. Učinkovitost priroda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 13. Masa ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 14. L^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 15. a^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 16. b^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 17. C^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 18. h° parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 19. a / b indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 20. CCI indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 21. COL indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 22. $CIRG^1$ indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 23. $CIRG^2$ indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 24. L^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 25. a^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 26. b^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 27. C^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 28. h° parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 29. a / b indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 30. CCI indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 31. COL indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 32. $CIRG^1$ indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 33. $CIRG^2$ indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 34. Tvrdća ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 35. Sadržaj TST u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 36. Sadržaj TK u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 37. TST / TK vrijednost ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 38. Sadržaj polifenola u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 39. Antioksidacijski kapacitet ABTS metodom ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 40. Antioksidacijski kapacitet DPPH metodom plodova bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 41. Sadržaj karotenoida u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 42. Ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 43. Udio pektina topivih u vodi u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 44. Udio pektina topivih u oksalatu u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Grafikon 45. Udio pektina topivih u lužini u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

1. UVOD

U današnje vrijeme primjena mreža se smatra neizostavnom mjerom pri uzgoju mnogih voćnih vrsta. Industrijska proizvodnja plastičnih mreža koje se koriste u poljoprivredi u Europi se konstantno povećava (Briassoulis i sur., 2007a), samo u Italiji procijenjena je godišnja potrošnja više od 5300 t polietilena visoke gustoće (HDPE) za proizvodnju mreža namijenjenih za primjenu u poljoprivredi (Castellano i sur., 2008; prema Scarascia i sur., 2005).

Korištenje mreža u poljoprivredi, a posebno u voćarstvu, nije novina (Briassoulis i sur., 2007b). Glavni razlog korištenja mreža je zaštita kultiviranih biljnih vrsta od raznih nepogoda, kao što je tuča, izrazito jaka kiša, snijeg i vjetar (Bosco i sur., 2015; Briassoulis i sur., 2007b; Castellano i sur., 2008; Giaccone i sur., 2012; Lötter, 1990; Middleton i McWaters, 2002; Shahak i sur., 2004b), prejako sunčevo zračenje (Bosco i sur., 2015; Briassoulis i sur., 2007b; Lobos i sur., 2013; Shahak i sur., 2004b); ptica (Bosco i sur., 2015; Briassoulis i sur., 2007b; Castellano i sur., 2008) te u posljednje vrijeme i insekata (Pajač Živković i sur., 2018, 2016; Sauphanor i sur., 2012; Tasin i sur., 2008).

Anti-insekt mreže su slične mrežama protiv tuče, ali se razlikuju od istih u veličini okca i načinu aplikacije (Pajač Živković i sur., 2018). Anti-insekt mreže prekrivaju krošnje voćaka te rubne dijelove voćnjaka, čime predstavljaju mehaničku barijeru koja onemogućava razmnožavanje šetnika uslijed prevencije njihovog leta (Tasin i sur., 2008). Pošto sve više raste osviještenost konzumenata o pesticidima i ekologiji, ova metoda je vrlo obećavajuća, a i ekološki prihvatljiva za okoliš. Navedeno potvrđuju i Briassoulis i sur. (2007b) te navode da poljoprivredne mreže podupiru proizvodnju proizvoda veće kakvoće, a manjeg ulaznog utroška uslijed reducirane potrošnje agro-kemikalija te, u određenim slučajevima, reducirane ili eliminirane potrošnje energije.

Primjena svih mreža stvara određenu količinu sjene te smanjuje intenzitet raspoložive sunčeve radijacije biljkama uzgajanima ispod njih. Navedeno može posljedično imati negativan utjecaj na samu voćku i kvalitetu plodova (osim u područjima s prejakom sunčevom radijacijom i u skiofitnih i kriofilnih vrsta). To se posebno odnosi za tradicionalno korištenu crnu mrežu protiv tuče koja je prema Arthurs i sur. (2013) te Ilić i Fallik (2017) potpuno neprozirna te stoga ne raspršuje niti modificira sunčevu radijaciju. Crna mreža se tradicionalno koristi i u voćnjacima u Republici Hrvatskoj. Anti-insekt mreže uslijed manje veličine okca te posljedično većeg zasjenjenja mogu potencirati navedeni negativan učinak. Za razliku od njih prozirne mreže raspršuju svjetlo koje prolazi kroz njih, ali isto tako ne mijenjaju spektralni sastav sunčeve radijacije (Shahak, 2008).

U prošlom desetljeću pojavila se nova tehnologija - primjena fotoselektivnih mreža u proizvodnim uvjetima (Rajapakse i Shahak, 2007). Cilj ove tehnologije je manipulacija

svjetla uz istovremenu fizičku zaštitu uzgajanih vrsta od okolišnih nepogoda (Basile i sur., 2012; Shahak i sur., 2004b).

Fotoselektivne mreže su načinjene od djelomično prozirnih niti koje selektivno uklanjaju određeni spektar svjetla koji prolazi kroz njih, u UV i / ili vidljivom spektru svjetla te u isto vrijeme transformiraju direktno svjetlo u difuzno (Basile i sur., 2012), što znači da mogu imati kvantitativan i kvalitativan utjecaj na svjetlo koje dopire do uzgajane kulture (Iglesias i Alegre, 2006; Solomakhin i Blanke, 2008a). Modifikacijom spektra sunčeve radijacije one potiču i određene fiziološke odgovore kultura uzgajanih ispod njih (Shahak, 2014). Uslijed svojstva raspršivanja fotoselektivne mreže mogu povećati sadržaj difuznog svjetla za dva ili više puta (Oren-Shamir i sur., 2001). Stoga fotoselektivne mreže mogu potencijalno ublažiti negativne efekte zasjenjenja. Upravo zbog navedenoga, primjena anti-insekt fotoselektivnih mreža predstavlja obećavajući ekološki prihvatljiv pristup koji može imati odlučujući pozitivan učinak na agroekološke sustave uslijed ne-pesticidne kontrole insekata te u isto vrijeme poticanja željenih fizioloških odgovora zaštićenih biljaka.

Iako upotreba fotoselektivnih anti-insekt mreža raste, do sada nije dovoljno razjašnjen njihov utjecaj na vegetativne i generativne karakteristike voćaka (posebice na kakvoću plodova), zbog niza faktora koji međusobno djeluju: karakteristike mreža (boja, veličina okca, postotak zasjenjenja), genetike (vrsta i sorta) te agroekoloških uvjeta. Navedeno se posebno odnosi za breskvu (*Prunus persica* (L.) Batsch.), koja je uz nektarinu drugo najvažnije voće u Europskoj Uniji, nakon jabuke (Iglesias i Echeverría, 2009). Primjena mreža protiv tuče u kultivaciji bresaka je česta (Castellano i sur., 2008), ali i nužna uslijed mekanog mezokrappa ploda breskve koji je vrlo osjetljiv na mehanička oštećenja. Pajač Živković i sur. (2018) su dokazali uspješnost primjene anti-insekt mreže s veličinom okca 2,4 × 4,8 mm u kontroli breskvinog savijača (*Grapholita molesta* (Busck 1916)) i breskvinog moljca (*Anarsia lineatella* (Zeller 1839)), dva ekonomski važna štetnika koštičavih voćnih vrsta u Republici Hrvatskoj (Pajač Živković i sur., 2018; prema Ciglar i sur., 2004). Međutim, relativno nedavno *Drosophila suzukii* (Matsumura), izrazito polifagan invazivan štetnik kojemu je breskva jedna od biljaka domaćina, proširila se na zapadne zemlje i postala bitan izazov u procesu proizvodnje voća (Cini i sur., 2012). Zbog male veličine navedenog štetnika, za kontrolu su potrebne anti-insekt mreže s još manjom veličinom okca.

Do sada postoji jako mali broj istraživanja o utjecaju fotoselektivnih mreža na breskve, a posebno s naglaskom na kakvoću ploda i sadržaj bioaktivnih komponenata u plodu, koje danas predstavljaju bitan faktor konzumentu. Uslijed navedenoga, a u svrhu ostvarivanja višestruke koristi, jako je teško predložiti koja vrsta fotoselektivne mreže bi se trebala koristiti za zaštitu od insekata.

Cilj ovog istraživanja je istražiti utjecaj Agritenax bijele, žute i crvene (veličina okca $2,4 \times 4,8$ mm) te Stop Drosophila Normal (veličina okca $0,90 \times 1$ mm) anti-insekt fotoselektivnih mreža na vegetativne i generativne karakteristike breskve 'Suncrest'.

1.1. Hipoteze i ciljevi

Hipoteze:

- vegetativni rast stabla i produktivnost breskve sorte 'Suncrest' će biti pod utjecajem boje i vrste fotoselektivne mreže
- kakvoća i boja ploda breskve sorte 'Suncrest' međusobno će se razlikovati ovisno o boji i vrsti fotoselektivne mreže
- količina ukupnih polifenola, antocijana i karotenoida u plodovima breskve sorte 'Suncrest' međusobno će se razlikovati u odnosu na boju i vrstu fotoselektivne mreže

Ciljevi:

- odrediti hoće li vegetativni rast i produktivnost stabla breskve sorte 'Suncrest' biti pod utjecajem boje i vrste fotoselektivne mreže
- odrediti hoće li boja i vrsta fotoselektivne mreže utjecati na boju i kakvoću plodova breskve sorte 'Suncrest'
- odrediti hoće li boja i vrsta fotoselektivne mreže utjecati na količinu ukupnih polifenola, antocijana i karotenoida u plodu breskve sorte 'Suncrest'

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Svojstva i upotreba mreža u poljoprivredi

Zaštita kultiviranih biljnih vrsta u poljoprivredi je oduvijek bila jedan od primarnih ciljeva u proizvodnji. Navedeno je posebno izraženo u današnje vrijeme, kada prema Shahak (2014) moderna poljoprivreda doživljava sve veću potrebu za zaštitu uzgajanih kultura od njihovog uzgojnog okruženja uslijed: globalnih klimatskih promjena koje uzrokuju pojavu ekstremnih klimatskih pojava, procesa urbanizacije koji gura poljoprivredu prema manje prihvatljivim proizvodnim uvjetima te potrebe za sustizanje sve većih zahtjeva tržišta za proizvod bolje kakvoće, sigurnosti, smanjenog inputa agro-kemikalija te veće održivosti proizvodnog procesa. S druge strane konzumenti uglavnom nisu voljni žrtvovati kvalitetu voća za smanjeni utrošak pesticida (Byrne, 2012).

Upravo uslijed navedenoga u današnje su vrijeme potrebne drugačije, inovativne metode za zaštitu uzgajanih kultura. Zaštitna kultivacija se tradicionalno bazirala na tehnologiji uzgoja u stakleniku, međutim zbog relativno visoke cijene i potrebe za kontrolu klime unutar zatvorenih objekata, navedena tehnologija nije primjenjiva na sve kulture (Shahak, 2014). U suprotnosti intenzivnoj tehnologiji uzgoja u stakleniku, korištenje poljoprivrednih mreža uglavnom se usmjerava na redukciju korištenja pesticida i potrošnju energije te produkciju proizvoda veće kvalitete (Briassoulis i sur., 2007b).

Mreža osigurava ekonomski prihvatljivu alternativu koja se bolje primjenjuje na velikim, ekstenzivnim kulturama (Shahak, 2014). Primjena mreža u poljoprivredi nije novina, a prema Briassoulis i sur. (2007b) najstarija primjena mreža u poljoprivredi je zabilježena u voćarstvu, na vinovoj lozi, breskvama, marelicama, jabukama i trešnjama te u proizvodnji ukrasnih biljnih vrsta i rezanog cvijeća. S obzirom da su na tržištu razni tkani i netkani proizvodi definirani kao mreže, Castellano i sur. (2008) su predložili sljedeću definiciju:

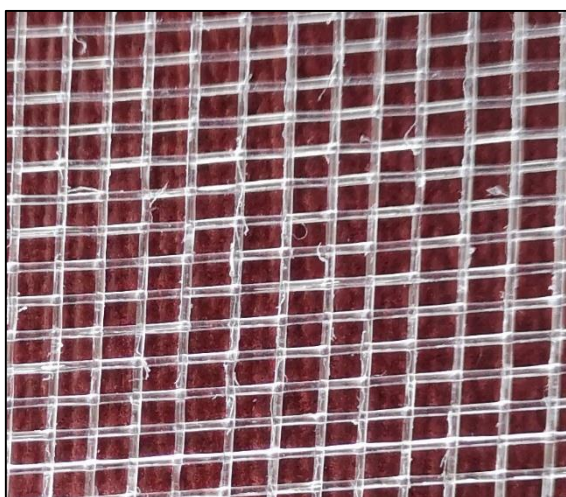
„plastična mreža je proizvod koji je napravljen od plastičnih niti koje su međusobno povezane, u tkanom ili pletenom obliku, formirajući regularne porozne geometrijske strukture koje omogućujući prolaz tekućinama i plinovima“.

Mreže namijenjene za primjenu u poljoprivredi se primarno proizvode od HDPE-a (Briassoulis i sur., 2007a; Castellano i sur., 2008). To je čvrst netoksični plastični materijal koji može biti korišten u direktnom kontaktu s biljkama, a karakteriziraju ga sljedeće osobine: dobra mehanička svojstva, niska fleksibilnost, mogućnost potpunog recikliranja, izdržljivost i stabilnost, otpornost na vodu i podnošljivost viših temperatura te stabilnost na UV zračenje ukoliko mu se dodaju određeni aditivi (Bhuyar i sur., 2019; Castellano i sur.,

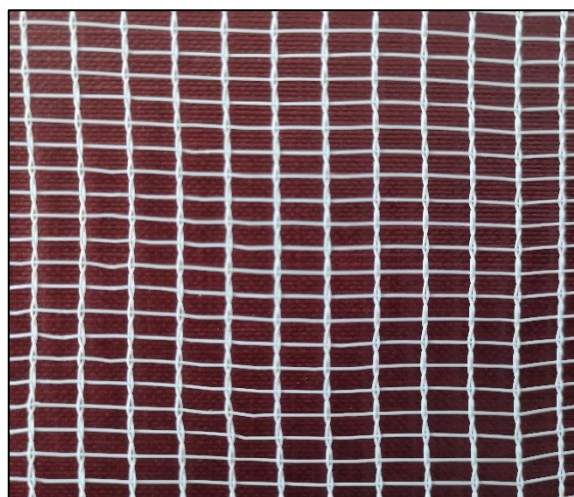
2008). Kako bi se poboljšale mehaničke, fizičke i ostale karakteristike mreža (kao propusnost za vodu, pospješivanje otpornosti za vatru, smanjenje akumulacije prašine, UV stabilnost, raspršivanje svjetla te manipulacija spektrom) tijekom procesa proizvodnje u smjesu se dodaju razni aditivi u obliku granula u određenim omjerima (Castellano i sur., 2008; Shahak, 2008).

Niti za mreže od HDPE-a se proizvode u dva glavna tipa: okrugli (monofilamenti) koji se direktno istiskuju iz smjese, ili ravne trake koje je potrebno rezati iz dobivenog filma (Castellano i sur., 2008). Ovisno o tipu teksture Castellano i sur. (2008) definira tri glavne tipologije mreža za uobičajenu primjenu u poljoprivredi:

- ravno (osnovno) tkana ili „talijanska“ – karakterizirana je jednostavnim ortogonalnim tkanjem između niti potke i osnove (Slika 1.). Tijekom procesa tkanja potka je horizontalna nit koja prolazi kroz vertikalne niti (osnova) tvoreći tkanje. Ovakve mreže su lagane i stabilne u svojem obliku, ali su relativno krute i otporne na deformacije.
- engleska ili „Leno“ – je modificirana ravno tkana mreža (Slika 2.). Kao i ravno tkane mreže temelji se na ortogonalnom tkanju između niti potke i osnove, ali sa dvostrukom niti potke između kojih se zatvara nit osnove. Ovakve mreže se koriste kada je potrebna rigoroznija zaštita, npr. za vinograde tijekom tuče.
- pletena ili „Raschel“ – mreže se proizvode s uzdužnim „lancima“ i poprečnim ispletenim nitima. U ovakvom tipu mreža sve niti su povezane jedne s drugima kako bi se spriječilo rasplitanje niti kao rezultat jakih vjetrova ili tuče.



Slika 1. Primjer ravno ili „talijanski“ tkane mreže



Slika 2. Primjer engleski ili „Leno“ tkane mreže

Briassoulis i sur. (2007b) su zabilježili da je velika većina testiranih tkanih mreža imala veću razinu elastičnosti i veću čvrstoću nego pletene mreže, dok nisu zabilježili

korelaciju između otpornosti na tuču i tipa tkanja. Međutim tri najslabije mreže su bile pletene.

Osim o tipu niti i načinu tkanja, mreže mogu varirati i ovisno o debljini niti, veličini okca, boji te mehaničkim i fizičkim svojstvima. Debljina pojedinačne niti općenito varira od 0,25 do 0,32 mm (Castellano i sur., 2008). Veličina okca predstavlja razmak između dvije niti osnove i potke (Castellano i sur., 2008), odnosno između niti mreže (Blanke, 2007), a ovisi o namjeni mreža. Mreže mogu biti primijenjene samostalno preko vlastite konstrukcije ili u kombinaciji s tehnologijom staklenika (Shahak, 2008). Primjeri primjene različitih tipova mreža su prikazani u Prilogu 1.

Briassoulis i sur. (2007b) i Castellano i sur. (2008) su u ovisnosti o njihovoj namjeni dostupne mreže na tržištu podijelili u sljedeće kategorije:

- mreže za zaštitu od meteoroloških nepogoda
 - mreže protiv tuče
 - mreže protiv prejake kiše
 - vjetro-zaštitne mreže
- mreže za zasjenu
- anti-insekt (biološke) mreže.

Mreže koje se koriste za zaštitu od okolišnih nepogoda (najčešće tuče) imaju najčešće prozirne ili bijele niti (Briassoulis i sur., 2007b; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b), a veličina njihovih okca je najčešće od 1,5 do 4 mm (Briassoulis i sur., 2007b) ili od 2,5 do 4 mm (Castellano i sur., 2008). S druge strane u Republici Hrvatskoj takve mreže su uobičajeno crne boje. Najčešće su tkane - ravno ili Leno (Briassoulis i sur., 2007b). Mogu se primijeniti u „pergola sistemu uzgoja“ kada su primijenjene na okomite i poprečne napete čelične sajle koje su vezane na podupiruću strukturu (stupovi od željeza, betona ili drveta) ili u tlo (Castellano i sur., 2008).

Mreže protiv prejake kiše se često u isto vrijeme koriste i za zaštitu od tuče, a upotrebljavaju se kako bi se izbjeglo pucanje plodova trešanja koje se događa zbog apsorpcije vode kroz kožicu ploda uslijed velike količine padalina (Castellano i sur., 2008; Zeman Kovačić, 2010).

Vjetro-zaštitne mreže su najčešće tamne boje s prosječnom veličinom okca od 1 do 3 mm (Briassoulis i sur., 2007b) ili od 1,8 do 7,0 mm (Castellano i sur., 2008). Najčešće su tkane - ravno ili Leno (Briassoulis i sur., 2007b). Koriste se kako bi se izbjegla mehanička šteta (lomljenje grana, cvjetova) te biološke posljedice (visoka evapotranspiracija, problemi u oprašivanju) uslijed izloženosti uzgajanih kultura prejakom vjetru; poboljšala kvaliteta plodova štiteći ih od prašine, soli i pijeska; smanjio pritisak vjetra na poljoprivredne objekte itd. (Castellano i sur., 2008). Najčešće su u formi vjetro-

zaštitnih pojaseva (Briassoulis i sur., 2007b) te moraju biti na određenu udaljenost odmaknuti od nasada kako bi se izbjegao negativan učinak zasjenjenja (Castellano i sur., 2008).

Mreže za zasjenu su tradicionalno crne ili zelene boje (Briassoulis i sur., 2007b; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b). Shahak i sur. (2004b) navode da stvaraju zasjenu od 40 do 80%; McCaskill i sur. (2016 prema NetPro, 2010) da stvaraju zasjenu od 16 do 80%; Briassoulis i sur. (2007b) da stvaraju zasjenu od 30 do 80% te da im veličina okca varira od 0,6 do 4 mm; a Castellano i sur. (2008) da im veličina okca varira od 1,7 to 7,0 mm. Najčešće su pletene (Raschel) (Briassoulis i sur., 2007b). Najčešće se koriste za zasjenu ukrasnih biljaka, skiofitnih biljaka ili rasadnika tijekom ljetnog perioda kako bi se biljke zaštitile od prejake sunčeve radijacije i previsokih temperatura, ili za smanjenje temperature unutar staklenika (Briassoulis i sur., 2007b; Castellano i sur., 2008; Shahak i sur., 2004b).

Anti-insekt (biološke) mreže uglavnom se koriste u ventilacijskim otvorima staklenika ili kao pokrivalo specifičnih potpornih struktura u zatvorenom uzgoju za zaštitu biljaka od vektora virusa te kako bi se izbjegao bijeg oprašivača iz staklenika (bumbari, pčele) (Briassoulis i sur., 2007b; Castellano i sur., 2008). U novije vrijeme anti-insekt mreže koriste se u voćnjacima kao mehanička barijera ulasku insekata (Pajač Živković i sur., 2018, 2016; Sauphanor i sur., 2012; Tasin i sur., 2008). U navedenom slučaju potrebno je cijeli voćnjak zatvoriti s mrežama te potom obaviti „knock down“ tretman insekticidom širokog spektra djelovanja kako bi se insekti koji su zaostali ispod mreža uništili. Veličina okca varira ovisno o vrsti insekta za kontrolu kojeg su mreže dizajnirane, a Briassoulis i sur. (2007b) navodi da je najčešće 0,5 mm, Castellano i sur. (2008) da varira od 0,2 do 3,1 mm, dok su Pajač Živković i sur. (2018, 2016) dokazali uspješnost zaštite nasada jabuka i bresaka od glavnih ekonomskih štetnika veličinom od $2,4 \times 4,8$ mm. Najčešće su tkane (normalno ili Leno) (Briassoulis i sur., 2007b) i izrađene od prozirnih ili bijelih niti (Briassoulis i sur., 2007b; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b) kako bi se smanjio negativan utjecaj velikog zasjenjenja uslijed smanjene veličine okca. Pri usporedbi fleksibilnosti navedenih tipova mreža Briassoulis i sur. (2007b) zabilježili su da su mreže protiv tuče i mreže za zasjenu prilično fleksibilne, dok su s druge strane mreže za zaštitu od vjetra i anti-insekt mreže kruće.

Mreže se mogu koristiti i u druge svrhe koje nisu obuhvaćene ovom podjelom, kao za zaštitu od ptica te malih životinja - zečeva, miševa itd. (Bosco i sur., 2015; Castellano i sur., 2008). U novije vrijeme počele su se koristiti obojene mreže, o čemu će biti riječ u narednom dijelu.

Manipulacija svjetlom u agronomiji i hortikulturi ima dugu povijest (Shahak i sur., 2004a). Sunčeva radijacija je u voćarstvu od fundamentalne važnosti, jer utječe na brojne

processe bitne u uzgoju voća kao: diferencijaciju generativnih pupova (Koutinas i sur., 2010; Yanez i sur., 2009; Zoratti i sur., 2015), prirod (Lobos i sur., 2013; Robinson i Lakso, 1991), kakvoću plodova (Cronje, 2014; Musacchi i Serra, 2018; Robinson i sur., 1983), vegetativne parametre (Mpezamihigo, 2004; Palonen i sur., 2011; Rapparini i sur., 1999) itd. Glavni naponi u voćarstvu su inicijalno bili usmjereni prema manipulaciji kvantitete svjetla kako bi se ona optimizirala prema specifičnim potrebama pojedine uzgajane vrste (Shahak i sur., 2004a). Tradicionalno utjecaj na dostupnost sunčeve radijacije u voćnjaku se ostvaruje kroz razmak sadnje, izborom podloga, uzgojnim oblikom, rezidbom itd. Negativna posljedica primjena mreža u poljoprivredi je zasjenjenje koje u većini slučajeva (osim u područjima s ekstremnim temperaturama i u skiofitnih i krioofilnih vrsta) može ostvariti negativan utjecaj na uzgajane biljne kulture. Tradicionalno korištene crne mreže su potpuno neprozirne te one samo reduciraju količinu dostupnog svjetla biljkama, odnosno ne modificiraju spektralni sastav radijacije ali ni relativni sadržaj difuznog svjetla (Arthurs i sur., 2013; Ilić i Fallik, 2017; Oren-Shamir i sur., 2001; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b).

Za razliku od njih prozirne mreže raspršuju svjetlo koje prolazi kroz njih, ali isto tako ne mijenjaju njegov spektralni sastav (Shahak, 2008). Iako se za njih koristi izraz prozirne, jasno je da s obzirom da raspršuju svjetlost i modificiraju kvantitetu svjetla one nisu u potpunosti prozirne. Difuzno svjetlo ima bolju mogućnost penetracije u guste krošnje (ili unutrašnje dijelove krošnje) te stoga povećava efikasnost procesa ovisnih o svjetlu (Lakso i Musselman, 1976; Shahak, 2014; Shahak i sur., 2004a). Iz navedenog razloga u većini slučajeva, osim kada cilj nije bila zasjena, koristile su se prozirne i bijele mreže u svrhu smanjenja stupnja zasjenjenja. Međutim u mnogim ekonomski ne prosperitetnim zemljama uglavnom se koristi crna mreža uslijed cijene i trajnosti, ignorirajući utjecaj mreže na kvalitetu ploda (Ordóñez i sur., 2016; prema Romo-Chacon i sur., 2007).

Početak ovog tisućljeća u Izraelu došlo je do razvoja nove tehnologije u svrhu poboljšanja korištenja sunčeve radijacije uzgajanih kultura, uz standardu zaštitu od različitih nepogoda (Oren-Shamir i sur., 2001; Shahak i sur., 2004b, 2004a). Navedeni pristup je inicijalno razvijen za ukrasne biljne vrste, a glavni cilj je bio razvoj „pametne sjene“ koje će nadmašiti tradicionalno korištenu crnu mrežu (Shahak i sur., 2004a). U početku za navedenu tehnologiju koristio se termin „obojene mreže“ koje prema Shahak i sur. (2004b) predstavljaju:

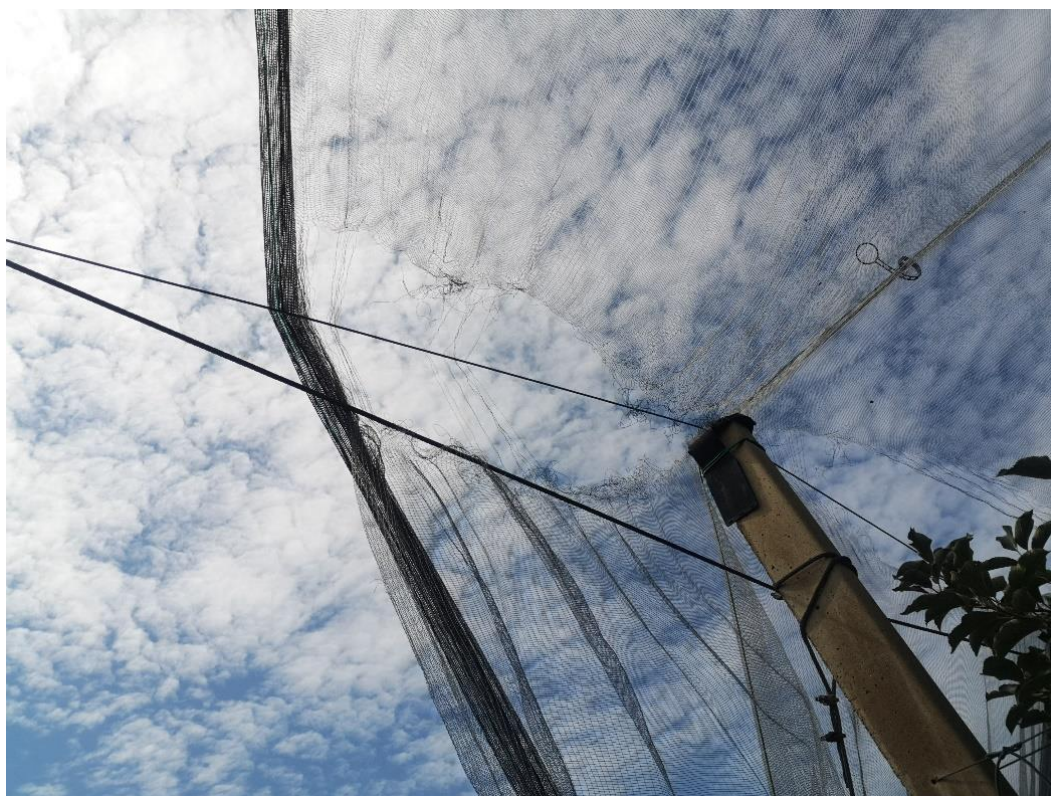
„novi agro-tehnički koncept koji za cilj ima kombinaciju fizičke zaštite zajedno sa selektivnom filtracijom sunčeve radijacije u svrhu promoviranja željenih fizioloških odgovora uzgajanih kultura koji su svjetlom regulirani“.

Tehnologija je bazirana na inkorporaciji raznih kromofora te svjetlosno disperzivnih i reflektivnih elemenata u plastične mreže tijekom proizvodnje (Shahak, 2008).

Za razliku od crnih mreža, obojene mreže selektivno i specifično modificiraju neposrednu radijaciju u UV, vidljivom ili tamno-crvenom spektru te u isto vrijeme pospješuju relativan sadržaj difuznog svjetla u usporedbi s direktnim svjetlom i / ili apsorbiraju infra-crvenu radijaciju (Shahak i sur., 2004b). Kasnije se za navedenu tehnologiju počeo koristiti naziv „fotoselektivne mreže“, jer prema Shahak (2008) navedeni pristup se bavi modifikacijom kvalitete svjetla u najširem pogledu, uključujući filtraciju specifičnog spektra u UV, vidljivom, tamno crvenom i narednom spektru te raspršivanju svjetla, kao i zbog toga jer sve „obojene mreže“ ne izgledaju „obojene“ ljudskom oku. Za primjer se može navesti podjela fotoselektivnih mreža u dvije grupe: „obojene fotoselektivne mreže“ koje uključuju crvenu, žutu, zelenu i plavu mrežu koje su „vidljivo obojene“ te „neutralne fotoselektivne mreže“ koje uključuju bisernu, bijelu i sivu mrežu (Shahak, 2014, 2008). Cilj navedene tehnologije je spektralnom manipulacijom stimulirati željene fotomorfogenetske ili fiziološke odgovore biljaka te raspršivanjem svjetla pospješiti penetraciju svjetla u unutrašnji dio krošnje (Shahak, 2014, 2008). Jedinstvenost fotoselektivnih mreža je u tome da one ujedno manipuliraju spektar svjetla i raspršuju svjetlo koje dolazi do njih (Shahak, 2008). Osim navedenih razloga, postoje i drugi razlozi uvođenju mreža različitih boja u uzgoj biljaka. Shahak (2014) navodi da je zabilježen učinak boje mreže u zaštiti od štetnika, gdje je žuta i biserna boja mreže pozitivno djelovala na smanjenje vektora virusa na uzgajanim kulturama iako je veličina okca bila dovoljna za prolaz navedenih štetnika (Shahak, 2014).

Potrebno je napomenuti još jedan iznimno bitan faktor, a to je trajnost mreža. Trajnost mreža, u smislu promjena na njima koje se događaju tijekom starenja, može utjecati na dugoročni kapacitet da uspješno podnesu teret i prenesu ga na potpunu strukturu (Briassoulis i sur., 2007b), kao i na njihove karakteristike u vidu manipulacije kvantitete i kvalitete svjetla (Mazhawu, 2016; Shahak i sur., 2004b). Trajnost mreža ovisi o vrsti kontakta sa strukturnim elementom (npr. stupovi i kablovi), temperaturi okoline (HDPE je termoplastičan materijal), korištenju kemijskih pesticida koji sadrže sumpor i / ili klor te čak i kemijski sastav objekta koji je u kontaktu sa mrežom (metalni objekti) što može uzrokovati ubrzano kemijsko propadanje - vruća mjesta (Castellano i sur., 2008; prema Dilara i Briassoulis, 2000). Nadalje Castellano i sur. (2008) navode da ubrzano propadanje može uzrokovati i mehanički stres uslijed neuobičajenih klimatskih okolišnih uvjeta kao što je tuča ili vjetar. Primjer propadanja mreža sa duljinom upotrebe je prikazana na slikama 3, 4 i 5. Iznimno bitno u trajnosti mreža je UV radijacija. Bhuyar i sur. (2019) navode da UV radijacija djeluje na degradaciju HDPE-a, odnosno uzrokuje lomljenje veza koje drže polimer skupa te uzrokuje slabljenje plastike. Isti autori su putem

skenirajućeg elektronskog mikroskopa utvrdili da je uzorak HDPE-a tretiran 15 dana UV radijacijom imao izgrebenu površinu; uzorak HDPE-a tretiran 30 dana UV radijacijom imao hrapavu površinu s prisutnim pukotinama i rupama; dok je uzorak HDPE-a koji nije bio tretiran UV radijacijom imao glatku i ravnu površinu. Posljedično navedenome, Briassoulis i sur. (2007b) su zabilježili da je najkritičnije svojstvo mreža tijekom starenja pod utjecajem ekoloških uvjeta vučna čvrstoća, koja je pala na 1/3 svoje vrijednosti nakon deset-godišnje upotrebe u Nizozemskoj. Isti autori napominju da bi u južnoj Europi, uslijed značajno jačeg UV zračenja, utjecaj starenja mreža na navedena svojstva trebao biti izraženiji. Također Shahak i sur. (2004b) navode da se tijekom postavljanja mreža ili kasnije uslijed temperaturnih promjena može dogoditi rastezanje mreža. Trajnost crne mreže je dulja od prozirnih mreža uslijed „carbon black“ aditiva koji se dodaje u navedene mreže, a koji djeluje i kao UV stabilizator (Castellano i sur., 2008), dok su obojene mreže razvijene i testirane da budu stabilne od 5 do 8 godina u vanjskim uvjetima (Shahak i sur., 2004b).



Slika 3. Prikaz takozvanog „hot spot“ mjesta gdje postoji veća tendencija oštećenja mreže



Slika 4. Rastezanje crvene fotoselektivne mreže prilikom aplikacije za vrijeme istraživanja na ukrasnom bilju



Slika 5. Primjer pucanja mreža uslijed dugotrajne primjene

2.2. Kvantiteta i kvaliteta sunčeve radijacije pod utjecajem mreža

Utjecaj mreža na kvalitetu i kvantitetu sunčeve radijacije je od primarne važnosti zbog njene neizostavne uloge u životu biljaka. Bastias (2011) navodi da radijacijski spektar koji je bitan za biljke kreće se u rasponu od 280 do 800 nm, što uključuje UV-B (280-320 nm), UV – A / B (300-400 nm), fotosintetski aktivnu radijaciju (PAR, 400 – 700 nm) i tamno crvenu radijaciju (TC, 700-800 nm). Kami i sur. (2010) navode da više biljke osim transformacije sunčeve energije u kemijsku (kroz proces fotosinteze) koriste svjetlo i kao informativni znak u radi kontrole mnoštva fizioloških odgovora kroz životni ciklus (Kami i sur., 2010), odnosno sunčevu radijaciju (uz druge okolišne parametre) za omogućavanje prilagodbe biljke uvjetima okoliša (Stamps, 2009). Ti odgovori se zovu fotomorfogeneza, a ovisi o kvantiteti i kvaliteti sunčeve radijacije (Pevalek-Kozlina, 2003). Kako bi biljke detektirale takvu raznolikost svjetlosnih uvjeta u svrhu morfogeneze one posjeduju fotoreceptore (fitokrome, kriptokrome itd.) lokalizirane kroz cijelu biljku (Combes i sur., 2000). Uslijed svega navedenoga utjecaj mreža na kvantitetu i kvalitetu sunčeve radijacije je od iznimne važnosti.

2.2.1. Mehanizam utjecaja mreža na kvalitetu i kvantitetu svjetla

Kako bi se mogao razjasniti utjecaj mreža na kvantitetu i kvalitetu sunčeve radijacije i kasnije procijeniti utjecaj tih modifikacija na same biljke, prvo je potrebno ukratko objasniti što se događa sa svjetlom u prirodnom okruženju. Svjetlo u krošnji čine dvije glavne komponente: nefiltrirana sunčeva radijacija (direktna i difuzna) koja je prošla kroz rupe u vegetaciji i filtrirana radijacija na koju su djelovala svojstva apsorpcije, refleksije i raspršenja - transmisije (Bastias, 2011 prema Smith, 1982). Svjetlo ispod biljne krošnje ima tipični uzorak s jakom redukcijom plavog i crvenog svjetla, dok razina zelenog i posebno TC svjetla ostaje relativno visoka (Kami i sur., 2010). Redukcija crvenog svjetla i postojanost TC svjetla znači da je u krošnji zapravo smanjena vrijednost omjera crvenog i TC svjetla (C / TC). Navedeno potvrđuju i Baraldi i sur. (1994) koji su donjem dijelu krošnje breskve zabilježili manju C / TC vrijednost nego u srednjem i gornjem dijelu krošnje, kao i smanjenu dostupnost plavog svjetla u srednjem i donjem dijelu u odnosu na gornji dio krošnje breskve. Combes i sur. (2000) su u zasjenjenom dijelu krošnje oraha zabilježili manji sadržaj plavog svjetla u usporedbi sa osunčanim dijelom. Redukcija C / TC vrijednosti te plavog svjetla se događa zbog optičkih svojstava zelene lisne mase uslijed manje refleksije i propusnosti u UV, plavom i crvenom spektru te većom u zelenom, TC i bliskom infracrvenom (NIR) spektru sunčeve radijacije (Baldini i sur., 1997; Casal, 2012). Međutim potrebno je napomenuti da razina transmisije listova PAR

radijacije kao i utjecaj na C / TC vrijednost varira u ovisnosti o biljnoj vrsti (Erwin i sur., 2006).

S obzirom da se mreže sastoje od niti i okca, sunčeva radijacija može doći u kontakt s nitima ili nepromijenjena proći kroz okca (rupe) u mrežama. Utjecaj mreža na sunčevu radijaciju će ovisiti o samom tipu mreža:

- pri kontaktu sunčeve radijacije s nitima crnih mreža uslijed neprozirnosti njihovih niti doći će samo do redukcije kvantitete radijacije (Arthurs i sur., 2013; Ilić i Fallik, 2017; Oren-Shamir i sur., 2001; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b)
- pri kontaktu s nitima prozirnih mreža doći će do redukcije kvantitete i raspršivanja radijacije (Shahak, 2008)
- pri kontaktu s nitima fotoselektivnih mreža doći će do redukcije kvantitete, raspršivanja i modifikacije spektra (kvalitete) radijacije (Basile i sur., 2012; Oren-Shamir i sur., 2001; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b)

S obzirom da fotoselektivne mreže uz plastične niti sadrže i okca, one zapravo stvaraju mješavinu prirodnog tj. nemodificiranog svjetla koje prolazi kroz ta okca i difuznog, spektralno modificiranog svjetla koje emitiraju fotoselektivne niti (Shahak i sur., 2008, 2004b). Navedeno potvrđuju i Oren-Shamir i sur. (2001) i Shahak i sur. (2016) koji navode da svjetlo koje prolazi kroz okca ostaje nepromijenjeno, dok dio svjetla koji prolazi kroz djelomično prozirne obojene plastične niti fotoselektivnih mreža biva spektralno modificirano, potpuno difuzno i reducirano u intenzitetu. Relativni sadržaj modificiranog i nemodificiranog svjetla, kao i faktor zasjenjenja, definiran je dizajnom i gustoćom tkanja (veličinom okca) te kromatskim i svjetlosno disperzivnim aditivima koji se dodaju u niti kako bi se zadovoljile potrebe svake uzgajane kulture (Blanke, 2007; Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b). Faktor zasjenjenja se obično mjeri pomoću luksometra (mjeračima osvjetljenja) kako bi se mogao povezati s valnim duljinama vidljive radijacije (od 380 do 760 nm) (Schettini i sur., 2011). S obzirom da fotoselektivne mreže sadrže djelomično prozirne niti, razlike u zasjeni su povezane s njihovom mogućnosti svjetlosne manipulacije (boja niti), uz standardan utjecaj „prave sjene“ uzrokovane presretanjem svjetla od niti mreža (Arthurs i sur., 2013; Ordóñez i sur., 2016). Navedeno znači da različito obojene fotoselektivne mreže s istom veličinom okca neće imati isti faktor zasjenjenja. Stoga, u odnosu na crnu mrežu, veći broj niti je potreban kako bi se postigao isti stupanj zasjene, koji će rezultirati s manjom veličinom okca (Arthurs i sur., 2013). Uslijed navedenoga kada se pokušava odrediti utjecaj boje mreža na određene parametre, dva različita pristupa su moguća. Jedan je koristiti mreže sa istom veličinom okca (što će vjerojatno rezultirati različitim faktorom zasjenjenja između mreža), ili koristiti mreže sa istim faktorom zasjenjenja, ali različitom veličinom okca. S obzirom da je danas u Republici Hrvatskoj

primarno zastupljena upotreba crnih te rjeđe prozirnih mreža, kao i zbog mogućnosti usporedbe, u narednom dijelu pregleda literature obradit će se utjecaj svih vrsta mreža. S obzirom da fotoselektivne mreže uz plastične niti sadrže i okca, one zapravo stvaraju mješavinu prirodnog tj. nemodificiranog svjetla koje prolazi kroz ta okca i difuznog, spektralno modificiranog svjetla koje emitiraju fotoselektivne niti (Shahak i sur., 2008, 2004b).

2.2.2. Utjecaj mreža na kvantitetu svjetla

Pregled istraživanja utjecaja mreža na kvantitetu svjetla je prikazan u tablici 1., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Amarante i sur. (2011) navode da je zabilježena veća redukciju svjetla ispod mreža rano ujutro ili kasno navečer nego u podne. Oren-Shamir i sur. (2001) blago veći utjecaj zasjenjenja fotoselektivnim mrežama u odnosu na neutralne mreže pripisuju zadržavanju prašine zbog veće gustoće tkanja. Shahak i sur. (2004a) su u Izraelu primijenili crvenu, plavu, sivu i bisernu mrežu s 30% zasjenjenja, prema tvorničkim specifikacijama (t.s.), kao i crveno-bijelu te bijelu mrežu s oko 15 odnosno 12% zasjenjenja (t.s.) na nasad jabuka. Tijekom jednog vedrog dana u srpnju u podne, zabilježeno je da je najmanja redukcija PAR-a bila ispod bijele mreže, kao i crveno-bijele mreže, dok je ispod crvene mreže bila manja zasjena nego ispod plave, sive i biserne mreže. Retamales i sur. (2008) su u Južnoj Americi (Miraflores) u nasadu borovnice na temelju mjerenja provedenih svakih 15 minuta tijekom jednog dana u veljači i ožujku zabilježili redukciju PAR-a ispod bijele, crne, sive i crvene mreže s dva različita intenziteta zasjenjenja (35 i 50% t.s.) u odnosu na prirodne uvjete. Redukcija je bila najznačajnija ispod crne mreže te je iznosila 50% u odnosu na prirodne uvjete. Nakon crne mreže (50 i 35%) slijedi crvena mreža (zasjenjenje 50% t.s.), dok između ostalih mreža nema bitnijih razlika. Lobos i sur. (2013) su u SAD-u (Michigan) u nasadu borovnice primijenili tri različite boje mreža (crna, crvena i bijela boja) s tri različite razine zasjenjenja (slabo, srednje i jako – zasjenjenje od oko 25, 50 i 75% PAR-a t.s., respektivno) te su u srpnju od 10 do 18 sati bilježili intenzitet PAR-a unutar krošnje, a značajne razlike su zabilježene na visini od 121 do 180 cm iznad razine tla. Bijela mreža sa slabom razinom zasjenjenja je omogućila penetraciju značajno veće količine radijacije (skoro $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) nego druge mreže s navedenom razinom zasjene; bijela mreža sa srednjom razinom zasjenjenja je na istoj visini omogućila oko $200 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ više radijacije u usporedbi s crvenom i crnom mrežom s navedenom razinom zasjene; a bijela mreža s jakim zasjenjenjem je omogućila penetraciju otprilike iste razine svjetla kao crvena mreža, ali značajno više PAR-a nego crna mreža (više od $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) s navedenom razinom zasjene.

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerenja	Vrijeme mjerenja	Boja mreže	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}	
McCaskill i sur. (2016)	Australija	Jabuka / iznad krošnje	Siječanj, vedar dan	Siva	10%	Redukcija ukupne radijacije	Redukcija UV-B radijacije
						12 i 30h 10% 16 i 20h 20%	31%
			Cijeli siječanj, poslijepodne	Siva	10%	15%	32%
Amarante i sur. (2009, 2007)		Jabuka / izvan krošnje	Vedar dan u siječnju, od 5 do 20 h			Redukcija gustoće protoka fotona (400-700 nm)	
				Bijela	v.o. 4 × 7 mm	21,2%	
				Crna	v.o. 4 × 7 mm	24,8%	
Amarante i sur. (2011)		Jabuka / vrh krošnje	Siječanj, između 08:00 i 18:00 h	Bijela	v.o. 4 × 7 mm	Redukcija PAR-a	
						18,4%	
Bosco i sur. (2015)	Brazil	Jabuka	Od sredine 9. mj. 2008 do kraja 4. mj. 2011			Redukcija PAR-a	
				Crna	v.o. 4 × 7 mm	Gornji dio krošnje 32%	Srednji dio krošnje 17,9%
Bosco i sur. (2018)		Jabuka	18. rujan do 30. travanj	Crna	v.o. 4 × 7 mm	Redukcija PAR-a (gornji dio krošnje)	
						1. g. 27,4%	
						2. g. 33,8%	
						3. g. 37,3%	

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije - nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerenja	Vrijeme mjerenja	Boja mreže	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}
Meena (2013)	Indija	Špinat	Vedri dani u podne	Bijela	40%	Zasjenjenje Kišni period 44-60% Ljetni period 47,8-67,1%
				Crvena	40%	Kišni period 32-58% Ljetni period 55,4-72,5%
				Zelena	40%	Kišni period 48-68% Ljetni period 63,7-74,3%
				Crna	40%	Kišni period 72-84,6% Ljetni period 62-82,7%
Bastias (2011)		Jabuka u posudama / puno osvjetljenje između redova	Vedar dan, ujutro, popodne i navečer	Bijela	20%	Ukupna gustoća protoka fotona 1020,0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
				Crvena	40%	745,2 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
				Plava	40%	736,9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
				Siva	40%	639,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Giaccone i sur. (2012)		Nektarina / iznad i ispod krošnje	Nakon 30. srpnja	Bijela	10%	Presretanje svjetla voćke 43,4%
				Crvena	30%	51,5%
Zoratti i sur. (2015)	Italija	Borovnica / na vrhu krošnje	Period dozrijevanja borovnica, od 9 do 15h	Plava	15%	Zasjenjenje oko 25%
				Biserna (dupla)	7% jedan sloj	oko 25%
				Crvena (dupla)	9% jedan sloj	oko 25%
				Crna	90%	90%
Agrintech (2022)				Crvena	v.o. 2,4 × 4,8mm	Zasjenjenje 17-21%
				Biserna	v.o. 2,4 × 4,8mm	13-16%
				Žuta	v.o. 2,4 × 4,8mm	12-18%
				Siva	v.o. 2,4 × 4,8mm	18-20%
				Plava	v.o. 2,4 × 4,8mm	17-21%

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije - nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerjenja	Vrijeme mjerjenja	Boja mreže	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}	
Basile i sur. (2012)	Italija / Izrael	Laboratorijski uvjeti		Bijela		Propusnost (PAR)	
				Crvena		79,6%	
				Plava		77,2%	
				Siva		73,1%	
						72,7%	
Oren-Shamir i sur. (2001)	Izrael	<i>Pittosporum variegatum</i>	Vedri dani u 12 h / travanj (1. godina) i listopad (2. godina)	Zelena	50% unutar PAR-a	Zasjenjenje (PAR)	Zasjenjenje – UV-A+B (samo u 2.g.)
						1.g. 57,6%	77,1%
						2.g. 57,8%	
				Crvena	50% unutar PAR-a	1.g. 57,5%	74,3%
						2.g. 56,2%	
				Plava	50% unutar PAR-a	1.g. 56,1%	78,6%
						2.g. 59,0%	
Crna	50% unutar PAR-a	1.g. 53,4%	55,6%				
		2.g. 55,4%					
Siva	50% unutar PAR-a	1.g. 50,9%	54,5%				
		2.g. 50,8%					
		„Aluminet“	50% unutar PAR-a	1.g. 49,2%	58,6%		
				2.g. 55,6%			
Shahak i sur. (2004b)		Ukrasno cvijeće	Srpanj, 12h			Zasjenjenje (PAR)	
				Crvena		55,4%	
				Žuta		48,6%	
				Plava		51,9%	
				Biserna		54,2%	
				Siva		46,4%	
Crna		48,4%					

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije – nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerenja	Vrijeme mjerenja	Boja mreže	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}
Elad i sur. (2007)	Izrael	<i>Leveillula taurica</i>	Srpanj, studeni i prosinac	Crna	25-28%	Zasjena srpanj 25% studenj 28% prosinac 38%
				Crna	40-45%	srpanj 49% studenj 57% prosinac 63%
				Zelena	40-45%	srpanj 36% studenj 57% prosinac 66%
				Zeleno-srebrna	40-45%	srpanj 44% studenj 53% prosinac 56%
				Plavo-srebrna	40-45%	srpanj 44% studenj 55% prosinac 59%
Mazhawu (2016)	Južno Afrička Republika	Avokado / izvan krošnje	Tijekom jedne godine	Kristalna	30%	Transmisijski koeficijent 81%
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuka / središnji dio krošnje	Svibanj – kraj rujna, 6 – 18h	Crvena	20%	Intenzitet svjetla 22,8%
Ordóñez i sur. (2016)	Meksiko	jabuka / vrh krošnje	Podne tijekom nekoliko sunčanih dana od 6. do 9. mjeseca	Bijela	v.o. 5 × 3 mm, 6-7%	Redukcija PAR-a 6%
				Crna	v.o. 5 × 3 mm, od 16%	22%

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije – nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerenja	Vrijeme mjerenja	Boja mreže	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}	
						Redukcija PAR-a	Redukcija UV radijacije
Blanke (2007)		Laboratorijski uvjeti		Bijela	v.o. 3 × 9 mm	7%	20%
				Crveno-bijela	v.o. 3,3 × 7,7 mm	11%	28%
				Zeleno-bijela	v.o. 3,9 × 6,9 mm	12%	23%
				Svijetlo siva	v.o. 2,8 × 6,9 mm	13%	/
				Zeleno-crna	v.o. 3,5 × 6,5 mm	15%	26%
				Crveno-crna	v.o. 2,5-3 × 6,5 mm	16%	23%
				Crna	v.o. 2,5-3 × 6,5 mm	18%	29%
Blanke (2009)	Njemačka	Laboratorijski uvjeti		Bijela-kristalna	v.o. 3 × 9 mm	Redukcija PAR-a	
				Crveno-bijela	v.o. 3,3 × 7,7 mm	8,4%	
				Siva	v.o. 3,0 × 8,5 mm	10,7%	
				Zeleno-bijela	v.o. 3,9 × 6,9 mm	11,6%	
				Zeleno-crna	v.o. 3,5 × 6,5 mm	13%	
				Crveno-crna	v.o. 2,5-3 × 6,5 mm	15,6%	
				Crna	v.o. 2,5-3 × 6,5 mm	16,1%	
Solomakhin i Blanke (2010)		Jabuka / periferija stabla	Vedar, sunčan dan u lipnju	Bijela		Redukcija PAR-a	
				Crveno-bijela		12%	
				Crveno-crna		14%	
				Zeleno-crna		18%	
				Zeleno-crna		20%	

Tablica 1. Utjecaj primjene mreža na kvantitetu sunčeve radijacije – nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerenja	Vrijeme mjerenja	Boja mreže	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}
Kalcsits i sur. (2017)	SAD	Jabuka	Lipnja – kolovoz	P.U.		Srednja dnevna maksimalna gustoća protoka fotona
				Biserna	20-23%	↑
				Plava	20-23%	↑CRV ↓P.U.
				Crvena	20-23%	↓P.U.
						↓BIS, P.U.
Kalcsits i sur. (2018)		Jabuka / unutar krošnje (3m od tla)	Od 06 do 16h, 2 sunčana dana u 8. mj.	Neprozirna bijela	30%	Intenzitet svjetla 32%
Brglez Sever i sur. (2020)	Slovenija	Jabuka	Vedrog dana u srpnju, ujutro			Redukcija PAR-a
				Crvena	v.o. 8 × 4 mm	45,6%
				Siva	v.o. 8 × 4 mm	36,9%
				Plava	v.o. 8 × 4 mm	38,7%
				Zelena	v.o. 8 × 4 mm	33,2%
Crna	v.o. 8 × 4 mm	24,8%				
Šavikin i sur. (2013)	Srbija	Crni ribiz	Sredina svibnja – sredina lipnja, 7, 12 i 17 h	Zelena	30%	Redukcija intenziteta svjetla 35 do 65%

*Kratice: BIS – biserna mreža, CRV – crvena mreža, g – godina, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, PU – prirodni uvjeti, ↑ - veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, / - nisu prikazani rezultati; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno s kraticom v.o. uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača; ***Ukoliko je navedeno više termina mjerenja u stupcu parametra jednog istraživanja (studen i ili prosinac) tada se sve razlike promatraju unutar jednog termina

2.2.3. Utjecaj mreža na raspršivanje svjetla

Redukciju kvantitete svjetla prozirne i fotoselektivne mreže nadoknađuju povećanjem sadržaja difuznog svjetla. Svjetlo koje prolazi kroz rupe u mreži ostaje nepromijenjeno, dok dio svjetla koji prolazi kroz djelomično prozirne plastične niti fotoselektivnih mreža biva razasuto (Oren-Shamir i sur., 2001). Difuzno svjetlo je vrlo širok pojam te uključuje svjetlo koje nije direktno (Shahak i sur., 2004a). Difuzno svjetlo ima bolju mogućnost prodiranja u guste krošnje, odnosno u unutrašnji dio krošnje te predstavlja važan dio tehnologije obojenih mreža (Lakso i Musselman, 1976; Shahak i sur., 2004a, 2004b). Oren-Shamir i sur. (2001) navode da je raspršivanje svjetla vrlo važan faktor koji određuje koliko će svjetla konačno prodrijeti u unutrašnji dio krošnje. Efikasnost iskorištenja radijacije se povećava kada je difuzna komponenta neposredne radijacije povećana u sjeni (Healey i sur., 1998). Stoga biljke ispod obojene mreže sa zasjenjenjem od 30% zapravo „prime“ više svjetla nego ispod crne mreže s istim postotkom zasjenjenja (Shahak i sur., 2004b). Oren-Shamir i sur. (2001) su zabilježili da je udio difuznog svjetla unutar ukupnog PAR-a bio jednak ispod crne mreže kao i u prirodnim uvjetima. Također, sve obojene mreže su daleko više raspršivale svjetlo od neutralnih mreža. Kapacitet svake mreže da rasprši propušteno svjetlo je određen njenom teksturom (Shahak i sur., 2016). Kada se govori o raspršivanju svjetla najčešće se misli na PAR, jer je on najviše bitan za biljke, međutim ostvaruje se utjecaj i na drugi spektar. Uslijed apsorpcije UV svjetla pigmentima koji su ukomponirani u niti fotoselektivnih mreža one manje raspršuju svjetlo unutar navedenog spektra (Oren-Shamir i sur., 2001). U tablici 2. Prikazan je pregled istraživanja utjecaja mreža na raspršivanje sunčeve radijacije. Potrebno je napomenuti da su u istraživanju koje su proveli Shahak i sur. (2004a) vidljive još određene razlike u raspršivanju svjetla, ali nisu toliko izražene.

Tablica 2. Utjecaj primjene mreža na raspršivanje sunčeve radijacije

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerjenja	Vrijeme mjerjenja	Tretman ^{*,***}	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar*	
						Difuzno svjetlo (PAR)	Difuzno svjetlo (UVA + B)
Oren-Shamir i sur. (2001)	Izrael	<i>Pittosporum variegatum</i>	listopad	P.U.		18,2%	41,0%
				Zelena	50% unutar PAR-a	52,9%	59,3%
				Crvena	50% unutar PAR-a	45,9%	51,0%
				Plava	50% unutar PAR-a	47,8%	48,7%
				Crna	50% unutar PAR-a	18,2%	44,8%
				Siva	50% unutar PAR-a	22,1%	40,05%
				„Aluminet“	50% unutar PAR-a	29,3%	48,0%
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Jabuka / iznad krošnje	vedar dan u srpnju, podne	P.U.		↓	↓BIS
				Crvena	30%	↑P.U.	↓BIS
				Plava	30%	↑P.U.	↓BIS
				Siva	30%	↑P.U. ↓CRV, P, SIV, BIS, CRV-BIJ, BIJ	↓BIS
				Biserna	30%	↑P.U., CRV, P, SIV, CRV-BIJ, BIJ	↑
				Crveno-bijela	15%	↑P.U.	↓BIS
				Bijela	12%	↑P.U.	↓BIS
Shahak i sur. (2004b)	Izrael	Ukrasno cvijeće	srpanj, 12h			Raspršenje (PAR)	
				P.U.		13,3%	
				Crvena		35,6%	
				Žuta		44,1%	
				Plava		26,0%	
				Biserna		62,0%	
				Siva		20,1%	
Crna		11,4%					

Tablica 2. Utjecaj primjene mreža na raspršivanje sunčeve radijacije - nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerjenja	Vrijeme mjerjenja	Tretman ^{*,***}	Zasjenjenje ^{**,*}	Parametar*
						Omjer difuznog i uk. svjetla (PAR)
Basile i sur. (2012)	Italija	Laboratorijski uvjeti			P.U.	10,7
					Bijela	23,0
					Crvena	16,4
					Plava	13,1
					Siva	12,2
						Difuzna radijacija
McCaskill i sur. (2016)	Australija	Jabuka / iznad krošnje	Jedan dan u siječnju	P.U.		Oblačan dan ↓
				Siva	10%	Vedar dan ↓
			Cijeli siječanj, poslijepodne	P.U.		Oblačan dan ↑31%
	Siva	10%	Vedar dan ↑7%			
				P.U.		↓
				Siva	10%	↑20%

*Kratice: BIJ – bijela mreža, BIS – biserna mreža, CRV – crvena mreža, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, PU – prirodni uvjeti, SIV – siva mreža, ↑ - veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; **Uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača;*** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.2.4. Utjecaj mreža na kvalitetu svjetla

Utjecaj fotoselektivnih mreža na kvalitetu svjetla je vjerojatno manji od utjecaja na kvantitetu (Zoratti i sur., 2015). Modifikacija kvalitete svjetla se događa uglavnom unutar difuznog svjetla (Basile i sur., 2012; Shahak i sur., 2004b), jer svjetlo koje prolazi kroz okca u mreži ostaje nepromijenjeno, dok dio svjetla koji prolazi kroz djelomično prozirne plastične niti fotoselektivnih mreža biva spektralno modificirano (Oren-Shamir i sur., 2001). Stoga Shahak i sur. (2016) navodi da ispod mreža s niskom razinom stupnja zasjenjenja (oko 20%) većina radijacije nije modificirana (oko 80%).

Filtracija, odnosno modifikacija spektra sunčevog svjetla, je definirana pigmentima koji su ugrađeni u plastični materijal (Shahak i sur., 2016). Također, ovisi i o debljini niti i gustoći tkanja, što potvrđuje i Blanke (2009) koji je zabilježio da je redukcija UV radijacije ispod fotoselektivnih mreža ovisila o veličini okca. Stoga se može zaključiti da fotoselektivne mreže modificiraju kvalitetu svjetla tako da eliminiraju određeni spektar koji dolazi u doticaj s njihovim nitima, a ostatak biva raspršen.

Prije detaljnog pregleda istraživanja djelovanja mreža na kvalitetu svjetla potrebno je općenito razjasniti kako koja boja mreže filtrira određeni spektar svjetla. Plava mreža ima širok vrh propusnosti u plavo-zelenoj regiji (400-540 nm), dok apsorbira UV i crveni spektar (Oren-Shamir i sur., 2001; Shahak i sur., 2004b; Zoratti i sur., 2015). Oren-Shamir i sur. (2001) navode da plava mreža propušta i TC i blisko infracrveno (NIR) svjetlo iznad 750 nm, dok Shahak i sur. (2004b) s druge strane da apsorbira TC svjetlo. Zelena mreža ima široki vrh transmisije pri 520 nm, kao i postupnu propusnost TC svjetla (Oren-Shamir i sur., 2001), a Blanke (2007) navodi da se transmisija spektra svjetla iznad 500 nm povećala za 3% ispod navedene mreže. Shahak i sur. (2016) zaključuju da plava i zelena mreža propuštaju plavi i zeleni spektar svjetla (respektivno) te apsorbiraju kraće i dulje valne duljine u odnosu na navedeni spektar. Oren-Shamir i sur. (2001) navode da crvena mreža ima najveću propusnost iznad 590 nm i manji vrh propusnosti pri 400 nm, dok Shahak i sur. (2004b) da propušta od 590 nm nadalje. Blanke (2007) navodi da se transmisija spektra svjetla iznad 570 nm povećala za 2-5 % ispod navedene mreže, a Zoratti i sur. (2015) navode da ispod navedene mreže nije zabilježen plavi spektar kao ni UV-A radijacija. Žuta mreža propušta svjetlo od 500 nm nadalje (Shahak i sur., 2004b). Shahak i sur. (2016) dodatno pojašnjavaju da je glavna razlika između crvene i žute mreže u zelenom i žutom spektru. Dok crvena mreža propušta svjetlo iznad 580 nm, odnosno samo crveni i TC spektar, žuta mreža propušta svjetlo iznad 515 nm, odnosno omogućuje prolaz zelenog i žutog spektra uz crveni i TC spektar (Shahak i sur., 2016). Moguće je i kombinirati međusobno niti navedenih mreža te u navedenom slučaju Solomakhin i Blanke (2008a) su zabilježili da je u Njemačkoj (Bonn) za vrijeme sunčanog dana u periferiji zapadnog dijela krošnje jabuke zabilježili da je vrhunac transmisije svjetla

ispod zeleno-bijele i crveno-bijele mreže između 500 i 570 nm (zeleno svjetlo) ili iznad 570 nm (crveno-narančasto svjetlo), respektivno. Tri neutralne mreže (crna, siva i „aluminet“) ne modificiraju svjetlo u vidljivom spektru (Oren-Shamir i sur., 2001), ali siva mreža apsorbira infracrvenu radijaciju efikasnije od ostalih obojenih mreža (Shahak i sur., 2004b). Iako Shahak (2008) i Shahak i sur. (2004b) navode da bijela mreža apsorbira UV radijaciju, Zoratti i sur. (2015) su zabilježili veću zastupljenost UV-A spektra ispod navedene mreže nego u prirodnim uvjetima. Blanke (2007) je zabilježio da su bijela, zeleno-bijela, crveno-bijela, zeleno-crna, siva i crna mreža (veličina okca 3 × 9 mm; 3,9 × 6,9; 3,3 × 7,7; 3,5 × 6,5; 2,8 × 6,9; 2,5–3 × 6,5 i 2,5–3 × 6,5 mm t.s., respektivno) propuštale više NIR radijacije u usporedbi s PAR radijacijom, a nakon čega slijedi UV radijacija s vrhom transmisije pri 375 nm. U tablici 3 je prikazan općeniti utjecaj mreža različitih boja na modifikaciju kvalitete svjetla

Tablica 3. Modifikacija kvalitete svjetla obojenim mrežama (Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b).

Mreža	Apsorpcija ^{*,**}	Propusnost ^{*,**}	Raspršivanje svjetla ^{*,**}
Plava	UV+Ž+CRV+TC	P+Z	++
Crvena	UV+P+Z	CRV+TC	++
Žuta	UV+P	Z+Ž+CRV+TC	++
Bijela	UV	P+Z+Ž+CRV+TC	++
Biserna	UV	P+Z+Ž+CRV+TC	+++
Siva	sve (+ infracrveno)	-	+
Crna	sve	-	-

*Kratice: CRV - crveno svjetlo, NIR - infracrveno svjetlo, P - plavo svjetlo, TC - tamno crveno svjetlo, UV- ultraljubičasto svjetlo, Z - zeleno svjetlo, Ž - žuto svjetlo; **Relativne razlike odnose se na kompoziciju svjetla propuštenu kroz plastične niti svake vrste mreže s istim faktorom zasjenjenja unutar PAR-a, relativno prema prirodnom svjetlu u isto vrijeme

Osim navedenih postoje i brojna druga istraživanja (Tablica 4) koja su istraživala utjecaj mreža na kvalitetu svjetla, međutim u mnogima su rezultati prikazani u omjerima određenog spektra svjetla zbog lakše interpretacije te važnosti navedenih omjera u morfo-genetskim reakcijama biljaka.

Tablica 4. Utjecaj primjene mreža na kvalitetu sunčeve radijacije

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerjenja	Vrijeme mjerjenja	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
						C/TC	Neposredna UV, P, Z, CRV i TC radijacija	
Amarante i sur. (2007)	Brazil	Jabuka / unutrašnji i vanjski dio krošnje	Podne	P.U.		U.K. ↑CRN (0,98)	U.K. ↑CRN	
				Crna	v.o. 4 × 7 mm	V.K. ↑ (1,51)	V.K. ↑	
				Bijela	v.o. 4 × 7 mm	U.K. ↓PU (0,79)	U.K. m.r., ↓P.U. ^{n.s.}	
						V.K. ↓PU (1,43)	V.K. ↓P.U.	
						U.K. m.r. (0,89)	U.K. ↓P.U.	
						V.K. ↓PU (1,38)	V.K. ↓P.U.	
Bastias (2011)		Jabuka uzgajana u posudama / uvjeti punog osvjetljenja u prolazu između redova	Vedar dan, ujutro, podne i navečer	Bijela	20%	C/TC	B/R	
				Crvena	40%	0,96	0,7	
				Plava	40%	0,93	0,55	
				Siva	40%	0,87	0,92	
						0,94	0,72	
Zoratti i sur. (2015)	Italija	Borovnica / na vrhu krošnje	Period dozrijevanja borovnica, od 9 do 15h	P.U.		P/C	C/TC	
				Plava	15%	0,66	m.r	
				Biserna (duplirana)	7% jedan sloj	slično kao CRN	m.r.	
				Crvena (duplirana)	9% jedan sloj	slično kao P.U.	m.r.	
				Crna	90%	0,49-0,51	m.r.	
						do 0,75	m.r.	
Basile i sur. (2012)	Italija - Izrael	Laboratorijski uvjeti		P.U.		P/C (difuzno)	C/TC (difuzno)	PAR/UV (difuzno)
				Bijela	k.o. 79,6% unutar PAR-a	↑BIJ, CRV ↓P	↑	↓BIJ, CRV
				Crvena	k.o. 77,2% unutar PAR-a	↓P, P.U., SIV	↑CRV ↓P.U.	↑
				Plava	k.o. 73,1% unutar PAR-a	↓P, P.U., SIV	↓	↑P.U., P. SIV ↓BIJ
				Siva	k.o. 72,7% unutar PAR-a	↑	↑CRV ↓P.U.	↓BIJ, CRV
						↑BIJ, CRV ↓P	↑CRV ↓P.U.	↓BIJ, CRV

Tablica 4. Utjecaj primjene mreža na kvalitetu sunčeve radijacije - nastavak

Izvor	Država	Vrsta / mjesto mjerenja	Vrijeme mjerenja	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*, ***}		
						UV-A/PAR (razlike u odnosu na P.U.)	C/TC (razlike u odnosu na P.U.)	
Oren-Shamir i sur. (2001)		<i>Pittosporum variegatum</i>	Vedri dani u podne	P.U.		↓Z, CRV, P	↑Z, CRV ^{n.s.}	
				Zelena	50% unutar PAR-a	↑P.U.	↓P.U.	
				Crvena	50% unutar PAR-a	↑P.U.	↓P.U. ^{n.s.}	
				Plava	50% unutar PAR-a	↑P.U.	m.r.	
				Crna, siva i „Aluminet“	50% unutar PAR-a	m.r.	m.r.	
Shahak i sur. (2004b)	Izrael	ukrasno cvijeće	Srpanj, podne	P.U.		C/TC (difuzno svjetlo)	P/C (difuzno svjetlo)	PAR/UV (difuzno svjetlo)
				Crvena		0,82	1,63	10,1
				Žuta		0,71	0,42	27,0
				Plava		0,70	0,31	41,0
				Biserna		0,66	3,06	27,2
				Siva		0,66	0,81	31,3
				Crna		0,73	1,26	15,7
				Crna		0,74	1,17	10,7
Elad i sur. (2007)		<i>Leveillula taurica</i>		Crna	25-28%	Propusnost zelenog svjetla	Propusnost plavog svjetla	UV/plavo svjetlo
				Crna	40-45%	35%	28%	0,29
				Zelena	40-45%	35%	28%	0,31
				Zeleno-srebrna	40-45%	36%	27%	0,27
				Plavo-srebrna	40-45%	36%	27%	0,27
				Plavo-srebrna	40-45%	36%	29%	0,27

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRN – crna mreža, C/TC - omjer crvenog i tamno crvenog svjetla, CRV – crvena mreža, m.r. – minimalne razlike, P – plava mreža, PAR/UV – omjer fotosintetski aktivne i ultraljubičaste radijacije, P/C – omjer plavog i crvenog svjetla, PU – prirodni uvjeti, SIV – siva mreža, U.K. – unutrašnji dio krošnje, UV-A/PAR – omjer ultraljubičaste-a i fotosintetski aktivne radijacije, V.K. – vanjski dio krošnje, Z – zelena mreža; ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (BIJ, PU itd.) - trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman ^{**}Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o.; uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; ^{***}Ukoliko je navedeno više pozicija mjerenja unutar jednog istraživanja (U.K. ili V.K.) tada se sve razlike promatraju unutar jedne pozicije; ^{****}Navedene boje odnose se na boju mreže

Shahak i sur. (2004a) su u Izraelu u nasadu jabuka zabilježili da je, na temelju mjerenja C / TC vrijednosti difuznog svjetla provedenih tijekom ljeta za vrijeme vedrih dana u podne na oko 1,5 m ispod mreža, svjetlost bila reducirana ispod svih mreža (crvena, siva i biserna mreža s 30% zasjenjenja (t.s.) te crveno-bijela i bijela mreža s oko 15 i 12% zasjenjenja, respektivno) u odnosu na prirodne uvjete, ali s izuzetkom plave mreže (zasjenjenje 30% t.s.). Najveća redukcija C / TC vrijednosti je zabilježena ispod crvene i biserne mreže, a biserna mreža je također imala najveću PAR / UV A + B vrijednost difuznog svjetla. Najmanja redukcija C / TC vrijednosti je zabilježena ispod plave te zatim ispod sive mreže. Utjecaj primjene mreža na C / TC vrijednost ukupnog svjetla nije zabilježena.

2.2.5. Utjecaj duljine primjene mreža na manipulaciju svjetlom

S protokom vremena primjene mijenjaju se i svojstva mreža te posljedično mogućnost njihove manipulacije svjetlom. Mogućnost mreža da izbljede nakon produženog izlaganja suncu, nakupljanje prašine na njihovim nitima te agrokemikalije predstavljaju glavne razloge zbog kojih s duljinom primjene mreža dolazi do promjena u njihovoj manipulaciji svjetla (Blanke, 2009; Mazhawu, 2016; Shahak i sur., 2004b). Starenjem crna te kristalno bijela mreža postaju sve više sive te na kraju budu u skoro jednakom sivom tonu, dok crvena mreža postane narančasta (Blanke, 2009). Blanke (2007) navodi da je starenje obojenih polietilenskih mreža s uskim okcima (1,3 × 1,3 mm) uzrokovalo godišnju redukciju transmisije PAR-a od 2%, neovisno o valnoj duljini. Također, mreže s duljom primjenom prenose manje UV radijacije nego PAR-a (Blanke, 2009). Shahak i sur. (2004b) navode da je od samog starenja prašina važniji faktor koji utječe na izmjenu manipulacije svjetla putem mreža, pogotovo tijekom suhe sezone u Izraelu. Raspon povećanja zasjenjenja unutar PAR-a između početnog i završnog mjerenja se kretao od minimalnih 5 i 6% (za sivu i crvenu mrežu, respektivno) do maksimalnih 18 i 19% (za prozirnu / bijelu mrežu protiv tuče te bisernu mrežu i mrežu protiv insekata, iste vrijednosti (respektivno)). Prema autorima relativni efekt je vjerojatno ovisio o početnoj transmisiji radijacije kroz niti (neprozirnija nit - manji utjecaj prašine), teksturi mreže i elektrostatičkim svojstvima mreže na površini niti. Mazhawu (2016) je tijekom 12 mjesecnog perioda u Južno Afričkoj Republici zabilježio smanjenje transmisije svjetla kristalne mreže s preko 85% do manje od 80%. Mazhawu (2016) također pretpostavlja da je razlog bila akumulacija prašine. Osim utjecaja na propusnost svjetla Shahak i sur. (2004b) također navode da prašina smanjuje kapacitet obojenih mreža za modifikaciju spektra svjetla. Kao rješenje ovom problemu se predlaže djelomično učinkovita mjera ispiranja prašine s mreža prskanjem vode, koju međutim nije uvijek praktično izvesti (Shahak i sur., 2004b). Postoje i drugi razlozi zbog kojih se tijekom

primjene mreža može dogoditi promjena u mogućnosti manipulacije svjetlom. Bhuyar i sur. (2019) su dokazali da je HDPE izložen UV radijaciji u periodu od 30 dana imao veću propusnost te malo prisutnih veza koji služe za apsorpciju „obojenog“ svjetla, dok je HDPE uzorak koji nije bio tretiran imao manju propusnost i više prisutnih veza koje su imale vibracijsku energiju sličnu neposrednom svjetlu. Rastezanje mreža može također uzrokovati promjenu u mogućnosti manipulacije svjetlom.

2.3. Utjecaj mreža na mikroklimu

Mogućnost utjecaja mreža na mikroklimu (vlaga, temperatura, brzina vjetra itd.) je od sve većeg značaja zbog sve evidentnijih klimatskih promjena. Lobos i sur. (2013) i Shahak i sur. (2008) ističu da primjena fotoselektivnih mreža predstavlja sve popularniju tehnologiju za razne uzgajane vrste, jer može imati koristan učinak u ublažavanju okolišnih stresova uzrokovanih vrućinom, hladnoćom te sušom. Mehanizam utjecaja mreža na mikroklimu nije složen, a prema Shahak i sur. (2004b) može se ostvariti zasjenjivanjem, smanjenjem brzine vjetra (mehaničkim otporom) i selektivnom filtracijom radijacije (fotoselektivne mreže). Redukcija radijacije ostvarena upotrebom mreža može posljedično djelovati na temperaturu zraka, biljke i tla te na relativnu vlažnost zraka (Bastias, 2011; Stamps, 1994). Redukcija brzine i jačine vjetra može utjecati na mikroklimu ispod mreža (relativna vlažnost, koncentracija plinova itd.) uslijed redukcije miješanja zraka (Rosenberg i sur., 1983; Shahak i sur., 2004b). Čak iako se mreže samo horizontalno primijenjene, one će iznad voćnjaka spriječiti stvaranje gradijenta vjetra različitih brzina (Shahak i sur., 2004b). Slično, Iglesias i Alegre (2006) navode da mreže mogu utjecati na temperaturu zraka zbog djelomične redukcije radijacije ili „efekta zasjenjenja“ (smanjenje temperature) te zbog sprječavanja cirkulacije zraka ili „efekta staklenika“ (povećanje temperature). Osim navedenoga neke mreže mogu utjecati na temperaturu i smanjenjem gubitaka topline tijekom noći blokiranjem prijenosa NIR radijacije, kao što je, prema Bastiasu (2011), karakteristično za sivu mrežu. Relativna vlažnost je obično viša ispod mreža kao rezultat vodene pare nastale transpiracijom uzgajanih kultura i reduciranog miješanja zraka sa više suhim zrakom izvan mreža, pa čak i kada su temperature ispod mreža više nego van mreža (Stamps, 2009 prema Elad i sur., 2007; Stamps 1994). To je iznimno bitan faktor zaštite, jer produljuje perioda vlažnosti lista nakon oborina ili aplikacije pesticida (Middleton i McWaters, 2002) što može utjecati na pojavnost bolesti.

Nema svaka mreža jednak utjecaj na mikroklimu ispod njih, a to ovisi o njenim svojstvima. Što je veći faktor zasjenjenja to će mreža blokirati više radijacije (Stamps, 2009). Blanke (2009) navodi da utjecaj mreža na temperaturu, intenzitet i kvalitetu svjetla ovisi o karakteristikama mreža: boji, debljini i broju uzdužnih i poprečnih niti te veličini okca. Stoga prilikom određivanja utjecaja boje mreže na mikroklimu važno je imati uniformnu veličinu okca ili faktor zasjenjenja, ali ni jedna solucija nije najbolja. Na primjer Arthurs i sur. (2013) su u svojem istraživanju koristili isti faktor zasjenjenja, ali zbog toga je crna mreža imala veću veličinu okca te stoga više reducirala vjetar. Što se tiče utjecaja mreža na vlagu u tlu, Corvalán i sur. (2016) pretpostavljaju da razlike mogu biti uslijed različite evapotranspiracije zbog varirajućih okolišnih uvjeta ispod mreža ili zbog razlika u

razini transpiracije kao rezultat bujnosti biljaka. Zaključuju da su u njihovom slučaju glavni uzroci bili izmijenjeni okolišni uvjeti djelovanjem mreža.

2.3.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na osnovne mikroklimatske čimbenike, temperaturu i vlagu tla i biljnih dijelova je prikazan u tablicama 5., 6. i 7., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Potrebno je dodatno napomenuti, kao i u poglavlju 2.2., da ukoliko je cilj odrediti utjecaj boje mreža na različite mikroklimatske čimbenike, potrebno je imati ili isti faktor zasjenjenja ili veličinu okca, iako ni jedno rješenje nije idealno. Na primjer Arthurs i sur. (2013) su koristili u istraživanju mreže s istim faktorom zasjenjenja uslijed čega je crna mreža imala najveću veličinu okca, ali je stoga ispod nje zabilježena i manja redukcija vjetra. Svi ovi čimbenici moraju se uzeti u obzir. Primjena mreža protiv tuče u uvjetima Australije malo utječe na noćne temperature i ne predstavlja zaštitu od mraza (Middleton i McWaters, 2002). Shahak i sur. (2004b) navode da u odnosu na ostale mreže ispod sive mreže je zabilježena značajnija redukcija maksimalne temperature zraka. Također je zabilježen minimalan ili nikakav utjecaj mreža s malim postotkom zasjenjenja na noćne temperature unutar krošnji tijekom ljeta. Iglesias i Alegre (2006) navode da je tijekom oblačnih dana bez direktne sunčeve radijacije iznad krošnje voćaka, temperatura ploda bila niža, a razlike između tretmana minimalne (1 do 2 °C). S druge strane za vrijeme sunčanih dana razlike su bile veće. Hunsche i sur. (2010) navode da su temperaturni maksimumi bili značajno veći ispod bijele mreže nego ispod crveno-crne mreže i u prirodnim uvjetima. Šavikin i sur. (2013) su u Srbiji (Mislođin) u nasadu crnog ribiza uzgajanog ispod horizontalno postavljene zelene mreže (30% zasjenjenja t.s.) od sredine svibnja do sredine lipnja zabilježili redukciju temperature zraka ispod mreže samo prilikom mjerenja u 12h (mjereno je i u 7 i 17h), dok je relativna vlažnost zraka bila veća ispod mreže tijekom sva tri termina mjerenja, ali najznačajnije u 12h. Također su zabilježene određene redukcije temperature lista i bobica. Zoratti i sur. (2015) su u sjevernoj Italiji tijekom perioda od tjedan dana za vrijeme dozrijevanja borovnica bilježili temperaturu ispod plave (zasjenjenje 15% t.s.), biserne (kasnije su je zvali bijela - zasjenjenje 7% t.s.), crvene (zasjenjenje 9% t.s.) i crne (zasjenjenje 90% t.s.) mreže. Bijelu i crvenu mrežu su udvostručili kako bi postigli što veću uniformnost zasjenjenja. Za vrijeme dozrijevanja borovnica, a tijekom perioda izloženosti suncu temperatura je bila reducirana ispod biserne, crvene i crne mreže. S druge strane su zabilježili da plava mreža ima tendenciju povećanja temperature. Što se tiče utjecaja na noćne temperature rezultati su raznoliki (ovisno o primijenjenoj mreži). Relativna vlažnost zraka je za 10% bila reducirana ispod plave i bijele mreže tijekom noćnih sati (od 21 do 8 sati) u usporedbi

s prirodnim uvjetima te ispod crvene i crne mreže. S druge strane crna i crvena mreža nisu modificirale relativnu vlažnost zraka u odnosu na prirodne uvjete. Ispod plave mreže relativna vlažnost zraka je također bila manja tijekom dana. McCaskill i sur. (2016) navode da je za cijeli siječanj potencijalna evapotranspiracija mjerena poslije podne bila za 13% niža ispod mreže nego u prirodnim uvjetima (159 prema 183 mm / mjesec). Kalcsits i sur. (2017) navode da se temperatura zraka unutar krošnje nije značajno razlikovala ispod plave i crvene mreže, ali je bila značajno niža ispod biserne mreže u odnosu na prirodne uvjete. Razlike u relativnoj vlažnosti zraka mjerene iznad krošnji jabuka nisu bile značajne. Također navode da su razlike u temperaturi tla ispod mreža i u prirodnim uvjetima bile uvećane tijekom vrućih perioda te su znale premašiti 1,5 °C. Temperatura površine lista jabuke bila je značajno veća u prirodnim uvjetima nego ispod biserne mreže, ali se nije značajno razlikovala u odnosu na plavu i crvenu mrežu. Primjena mreža je značajno reducirala prosječnu temperaturu površine ploda jabuke samo ispod crvene mreže. Maksimalna temperatura ploda jabuke uzgajanog u prirodnim uvjetima (41,5 °C) je bila značajno veća nego ispod plave, crvene i biserne mreže (37,0, 35,1, 35,9 °C respektivno). Bosco i sur. (2018) su zabilježili da mreža nije utjecala na redukciju padalina (na temelju mjerenja u gornjem sloju krošnje).

Tablica 5. Utjecaj primjene mreža na osnovne mikroklimatske čimbenike

Izvor	Država	Vrsta	Tretman ^{**,****}	Dnevna temperatura*	Relativna vlažnost*	Brzina vjetra ^{*,***}
Middleton i McWaters (2002)	Australija	Jabuka	Protiv tuče	↓1-3 °C	↑10-15%	↓do 50%
McCaskill i sur. (2016)		Jabuka	Siva (10% zasjenjenje)	↓0,5 °C	↑1,8 (poslije podne) i 3,8% (noć)	↓22-24% (U.K. - gornji dio)
Bosco i sur. (2018)	Brazil	Jabuka	Crna (v.o. 4 × 7mm)	m.r.	/	↓30% (vrh krošnje)
Corvalán i sur. (2016)	Čile	Vinova loza	Crvena i biserna (20% zasjenjenje)	m.r.	m.r.	/
Hunsche i sur. (2010)	Njemačka	Jabuka	Bijela i crveno-crna (v.o. 3 × 9 mm i 2,5 × 6,5 mm, respektivno)	↓0,5 °C	↑1-3%	/
Solomakhin i Blanke (2010)		Jabuka	Bijela, bijelo-crvena, crveno-crna i zeleno-crna (k.o.12, 14, 18 i 20% zasjene unutar PAR, respektivno)	↓1,3 °C	↑2-5%	/
Basile i sur. (2014)	Italija	Aktinidija	Plava, crvena i siva (k.o. 26,9, 22,8 i 27,3%, zasjenjenje unutar PAR, respektivno)	↓0,1-0,9 °C	/	/
			Bijela (20,4% zasjenjenje unutar PAR)	m.r.		
Elad i sur. (2007)	Izrael	Papar	Crna (25-28% zasjenjenje), crna, tamno zelena, plavo-srebrna, zeleno-srebrna (40-45% zasjenjenje)	↓3-4 °C	↑20-35%	/
Shahak i sur. (2004a)		Jabuka	Crvena, plava, siva i biserna (30% zasjenjenje) i bijela i crveno-bijela (15% zasjenjenje)	↓3-6 °C (T-maks)	/	/
Shahak i sur. (2004b)		Jabuka, vinova loza itd.	Crvena, žuta, plava, siva, crna i biserna (30% zasjenjenje)	↓1-5 °C (T-maks))	↑3-10% (RH-min)	I.K. m.r. 2m I.K. ↓

Tablica 5. Utjecaj primjene mreža na osnovne mikroklimatske čimbenike - nastavak

Izvor	Država	Vrsta	Tretman ^{**,*}	Dnevna temperatura*	Relativna vlažnost*	Brzina vjetra ^{*,***}
Wachsmann i sur. (2014)		Mandarina	Crvena, žuta, bijela i prozirna (25, 24, 18 i 13% zasjenjenje, respektivno)	m.r. ili ↓do 1°C (T-maks)	↑	I.K. ↓70% U.K. ↓ 85-90%
Retamales i sur. (2008)	Peru	Borovnica	Bijela, crvena, siva i crna (35 i 50% zasjenjenje)	m.r.	/	/
Milivojević i sur. (2016)	Srbija	Borovnica	Siva (v.o. 2,8 × 8 mm)	↓1,5 °C; 2,4 °C (T-maks)	↑1%, 4% (RH-min)	/
Brglez Sever i sur. (2020)	Slovenija	Jabuka	Crvena, siva, plava, zelena i crna (v.o. 8 × 4 mm)	m.r.	m.r.	↓47-72%
Mazhawu (2016)	Južna Afrika	Avokado	Kristalna (30% zasjenjenje)	/	↓1-5%	↓
Iglesias i Alegre (2006)		Jabuka	Crna i kristalna (v.o. 3 × 7,4 mm)	↓3 °C (T-maks)	/	/
Gimeno i sur. (2015) García-Sánchez i sur. (2015)	Španjolska	Limun	„Aluminet“ (50% zasjenjenje)	↓6 °C (T-maks)	/	/
Melgarejo i sur. (2021)		Marelica	„Mosquito“ (10% zasjenjenje)	/	/	↓20%
Lee i sur. (2015)	Tajvan	Mandarina	Bijela najlon (20% zasjenjenje)	↓3,8 to 5 °C		
Arthurs i sur. (2013)	/	/	Crvena, plava i biserna (50% zasjenjenje)	↑(T-maks)	m.r.	↓
			Crna (50% zasjenjenje)	↓0,1 – 0,9 °C (T-maks)	m.r.	↓
Kalcsits i sur. (2017)	SAD	Jabuka	Biserna, plava i crvena (20 do 23% zasjenjenje)	I.K. m.r. U.K. ↓0,1-0,9 °C (biserna m.) i m.r. (ostale m.)	U.K. ↑1-4% I.K. 0,5-1,1%	↓40%
Kalcsits i sur. (2018)		Jabuka	Bijela (30% zasjenjenje)	↓1 °C	/	/

*Kratice: I.K. – iznad krošnje, m – mreža, m.r. – minimalne razlike, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, RH-maks – maksimalna relativna vlažnost, RH-min – minimalna relativna vlažnost, T-maks – maksimalna temperatura, U.K. – unutar krošnje, ↑ - veći u donosu na prirodne uvjete, ↓ - manji u donosu na prirodne uvjete, / - nisu prikazani rezultati; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; ***Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 6. Utjecaja primjene mreža na temperaturu i vlagu tla

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Vrijeme mjerenja	Tretman ^{*,***}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar [*]	
Retamales i sur. (2008)	Peru	Borovnica		P.U. Bijela, crna, siva i crvena	35 i 50%	Vlažnost tla	
						m.r.	m.r.
Kalcsits i sur. (2017)	SAD	Jabuka	Lipanj-kolovoz	P.U. Crvena Biserna i biserna	20 do 23%	Vlaga tla (20-40 cm)	
						↓	↑
						↑P.U.	↓ P.U. ↑B, P
Kalcsits i sur. (2018)		Jabuka	Srpanj i kolovoz	P.U. Bijela	30%	Vlaga u tlu (10-30 cm)	
						↓	↑ 20%

*Kratice: PU – prirodni uvjeti, B – bijela mreža, P – plava mreža, m.r. – minimalne razlike, ↑ - veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; **Odnosi se na vrijednosti definirane od proizvođača; *** Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 7. Utjecaja primjene mreža na temperaturu i vlagu biljnih dijelova

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Vrijeme mjerenja	Tretman ^{*,**}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar [*]	
McCaskill i sur. (2016)	Australija	Jabuka	Siječanj	P.U. Siva	10%	Temperatura ploda ↑ ↓ 1,5-2,3 °C; maks. 4°C	
De Paula i sur. (2012)	Brazil	Jabuka		P.U. Crna		Trajanje vlažnosti listova ↓ ↑	
Bastias (2011)	Italija	Jabuka uzgajana u posudama		Bijela Crvena Plava i siva	20% 40% 40%	Temperatura lista ↑ ↓B, ↑P, SIV ↓B (0,5 °C)	
Mazhawu (2016)	Južno Afrička Republika	Avokado		P.U. Kristalna	30%	Temperatura stabla ↑ ↓ (3,5 °C)	Trajanje vlažnosti listova ↑ ↓
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka	Srpanj-kolovoz, sunčani dani	P.U. Crna Kristalna	v.o. 3 × 7.4 mm v.o. 3 × 7.4 mm	Temperatura ploda ↑ ↓P.U. (4,1 °C), K ↑CRN ↓ P.U. (2,4 °C)	
Kalcsits i sur. (2017)	SAD	Jabuka	Kolovoz	P.U. Crvena Biserna Plava	20 do 23% 20 do 23% 20 do 23%	Temperatura ploda ↑ 2,6-4,3 °C ↓ P.U. ↑CRV (1,3 °C) ↓ P.U. ↑CRV (1,7 °C), BIS (0,4 °C) ↓P.U.	Temperatura lista ↑ 0,9-2,1 °C ↑BIS (0,9 °C) ↓ P.U. ↓ P.U. ↑BIS (1,2 °C) CRV (0,3 °C) ↓ P.U.
Šavikin i sur. (2013)	Srbija	Crni ribiz	Sredina svibnja - lipnja	P.U. Zelena		Temperatura lista i ploda ↑ ↓	

*Kratice: BIS – biserna mreža, CRN – crna mreža, CRV – crvena mreža, K – kristalna mreža, maks. – maksimalno, P – plava mreža, PU – prirodni uvjeti, SIV – siva mreža, ↑ - veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., odnosi se na vrijednosti definirane od proizvođača; *** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.4. Utjecaj mreža na učinkovitost fotosinteze

2.4.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na parametre fotosinteze raznih voćnih vrsta je prikazan u tablici 8, a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Brar i sur. (2020) su u Indiji u rasadničarskoj proizvodnji generalno zabilježili manju razinu fotosinteze podloga sjemenjaka gorkog limuna (*Citrus jambhiri* Lush.) i citranži 'Carrizo' (*Citrus × insitorum* Mabb) uzgajanih u prirodnim uvjetima nego ispod fotoselektivnih mreža (bijela, srebrna, zelena, crvena, zasjenjenje 50% t.s.). Maksimalna razina fotosinteze sjemenjaka gorkog limuna je zabilježena ispod crvene mreže. Razina fotosinteze sjemenjaka citranži 'Carrizo' mjerena u srpnju je bila najveća ispod crvene mreže, ali se nije značajno razlikovala u odnosu na fotosintetsku razinu u prirodnim uvjetima, dok je bila najniža ispod zelene mreže.

Tablica 8. Utjecaj primjene mreža na parametre fotosinteze raznih voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}
Jezgričave voćne vrste					
Razina fotosinteze					
Stampar i sur. (2002)	Slovenija	Jabuka 'Jonagold'	P.U. Bijela Crna		↑BIJ ↓PU, CRN ↑BIJ
Potencijalna fotosinteza					
Amarante i sur. (2007)	Brazil	Jabuka 'Royal Gala'	P.U. Crna	v.o. 4 × 7 mm	↑CRN ↓PU, BIJ
Potencijalna fotosinteza					
Amarante i sur. (2009)	Brazil	Jabuka 'Fuji'	P.U. Bijela Crna	v.o. 4 × 7 mm v.o. 4 × 7 mm	↑CRN ↑CRN ↓PU, BIJ
Razina fotosinteze					
Shahak i sur. (2004b)	Izrael	Jabuka 'Golden Delicious'	P.U. Crvena Žuta, plava, biserna, siva, crna	30% 30%	↓ ↑ ↑P.U.
Fotosintetski kapacitet					
Bastias (2011)	Italija	Dvogodišnja jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela	20% PAR	Jutro ↓ Popodne ↓P, SIV
			Crvena	40% PAR	Jutro ↑BIJ Popodne ↓P, SIV
			Plava	40% PAR	Jutro ↑BIJ Popodne ↑BIJ, CRV
			Siva	40% PAR	Jutro ↑BIJ Popodne ↑BIJ, CRV

Tablica 8. Utjecaj primjene mreža na parametre fotosinteze raznih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{*,**}	Parametar ^{*,***}
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuka 'Jonagold' i 'Fuji'	P.U.		Fotosintetska efikasnost (na temelju fluorescencije klorofila)
			Crvena	20%	↓ ↑
Jagodaste voćne vrste					
Zoratti i sur. (2015)	Italija	Borovnica 'Brigitta Blue'	Crna	90%	↑
			Plava	15%	↓CRN
			Biserna (udvostručena)	7% (jedan sloj)	↓CRN
			Crvena (udvostručena)	9% (jedan sloj)	↓CRN

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, CRN – crna mreža, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, PU – prirodni uvjeti, SIV – siva mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.4.2. Mehanizam utjecaja mreža na učinkovitost fotosinteze

Fotosinteza pokazuje snažnu ovisnost o kvaliteti i količini svjetlosti, na koje primjena mreža ima veliki utjecaj (poglavlje 2.2.). Navedeno je temeljni mehanizam kroz koji mreže ostvaruju utjecaj na razinu fotosinteze. Redukcija sunčeve radijacije je odgovorna za smanjenje fotosintetske aktivnosti listova (Gindaba i Wand, 2005a). Veća akumulacija škroba u kloroplastima listova na vrhu krošnje potvrđuje veći fotosintetski potencijal zbog veće dostupnosti PAR-a (Baraldi i sur., 1994). Povećanjem intenziteta osvjetljenja brzina fotosinteze se u početku linearno povećava, zatim se postupno smanjuje povećanje i konačno kada se fotosintetski aparat zasiti svjetlošću poprima konstantnu vrijednost (Pevalek-Kozlina, 2003). Sukladno navedenom, zasjena može direktno smanjiti fotosintetsku razinu listova pri optimalnoj sunčevoj radijaciji, kao što je za vrijeme oblačnih dana (Gindaba i Wand, 2005b). Osim intenziteta svjetla, jako je bitna i kvaliteta svjetla (što je zapravo međusobno povezano). Za fotosintezu najefikasniji je crveni te potom plavi spektar svjetla (Butorac, 1999; Hogewoning i sur., 2010; Terashima i sur., 2009). Butorac (1999) pojašnjava da je vrhunac asimilacije u crvenom dijelu spektra između 660 i 680 nm, a sekundarni vrhunac je u plavom dijelu između 470 i 550 nm, ali je valna duljina vrlo ograničena u svojoj učinkovitosti. Stoga primjena mreža, kroz redukciju kvantitete, ali i modifikaciju kvalitete svjetla može utjecati na razinu fotosinteze biljaka. Iako primjena mreža općenito smanjuje intenzitet svjetla (uslijed zasjenjenja), uz modifikaciju mikroklima (poglavlje 2.3.) u određenim stresnim situacijama može pozitivno djelovati na razinu fotosinteze. Navedeno je izraženo kada su biljke saturirane svjetlom, a kada višak radijacije uzrokuje izazivanje stresa (što je slučaj tijekom ljetnog perioda, posebno u predjelima s ekstremnim temperaturama), kao i kada je vrsta tolerantna na sjenu. U nekoliko istraživanja je zabilježeno da fotoselektivne mreže smanjujući stres (svjetlosni ili temperaturni) pozitivno djeluju na fotosintezu borovnice (Lobos i sur., 2013), jabuke (Shahak i sur., 2004b) te biljaka u rasadničarskoj proizvodnji (Brar i sur., 2020). Shahak i sur. (2004b) objašnjavaju da iako je intenzitet PAR-a bio za 30% manji ispod obojenih mreža, razina fotosinteze tijekom većeg dijela dana je bila poboljšana paralelno sa provodljivošću puči i hlađenjem listova.

2.5. Utjecaj mreža na vegetativni rast

2.5.1 Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na razne parametre vegetativnog rasta voćaka je prikazana u tablicama 9., 10. i 11., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Na temelju prosječnih vrijednosti Shahak i sur. (2004a) dodatno navode da su najveću odstranjenu masu izbojaka središnjeg dijela krošnje imale breskve uzgajane ispod biserne mreže te potom sive, plave i bijele mreže, a vidljivije manje ispod crvene i žute mreže. Bastias (2011) je dodatno zabilježio da je udio kratkih izbojaka (<5 cm) bio značajno najveći na jabukama uzgajanim ispod plave mreže, dok udio dugih izbojaka (>20 cm) značajno najmanji ispod bijele mreže. Također, jabuke uzgajane ispod plave mreže su imale značajno veći udio dugih izbojaka od onih ispod crvene mreže. Za udio srednje dugih izbojaka (5 – 20 cm) nije zabilježena značajna razlika. Basile i sur. (2014) dodatno su zabilježili da su kratki izbojci aktinidije uzgajane ispod plave mreže tijekom cijele sezone bili značajno kraći u odnosu na ostale tretmane. Aktinidija uzgajana ispod sive i crvene mreže je imala na zadnji datum mjerenja značajno najdulje izbojke u klasi dugih izbojaka. Značajno najveći razmak između nodija dugih izbojaka je zabilježen za aktinidiju uzgajanu ispod sive mreže, a u ostalim slučajevima nije zabilježena značajna razlika. Također, navode da je u dvije od tri godine ispod plave mreže zabilježena značajno najmanja masa odstranjenih izbojaka zimskom rezidbom. Lobos i sur. (2013) su u istraživanju rasta borovnice 'Elliott' u SAD-u uočili da utjecaj boje mreže (crna, crvena i bijela) nije imao značajan utjecaj na broj izdanaka borovnice 'Elliott' koji su imali drugi val rasta u drugoj godini. Brar i sur. (2020) su u Indiji u rasadničarskoj proizvodnji istraživali utjecaj fotoselektivnih mreža (bijela, srebrna, zelena, crvena, zasjenjenje 50% t.s.) na razvoj podloga sjemenjaka gorkog limuna (*Citrus jambhiri* Lush.) i citranži 'Carrizo' (*Citrus × insitorum* Mabb). Sjemenjak gorkog limuna uzgajan u prirodnim uvjetima u zadnjem mjerenju je imao najveći broj listova, bez značajne razlike u odnosu na bijelu mrežu. Sjemenjak citranži 'Carrizo', također je najveći broj listova imao u zadnjem mjerenju u prirodnim uvjetima, a potom ispod crvene mreže. Autori su također zabilježili da su za sve termine mjerenja obje podloge uzgajane u prirodnim uvjetima imale najveći promjer debla. Isto je utvrđeno i za promjer debla sjemenjaka gorkog limuna, a primjena bijele mreže je uzrokovala minimalnu redukciju (12,8%) u odnosu na prirodne uvjete te se nije značajno razlikovala pri završnom mjerenju u odnosu na promjer debla ispod crvene, zelene i srebrne mreže. Promjer debla sjemenjaka citranži 'Carrizo' uzgajanog ispod crvene i bijele mreže nije bio značajno različit u odnosu na promjer debla u prirodnim uvjetima, ali je značajna redukcija u odnosu na prirodne uvjete (14,9%) zabilježena ispod zelene i srebre mreže.

Tablica 9. Utjecaj primjene mreža na duljinu i debljinu izbojaka te duljinu internodija

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,**}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar*		
Jezgričave voćne vrste							
Bastias (2011)	Italija (Bologna)	Dvogodišnja jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela	20%	Duljina izbojka	Uk. duljina izbojaka	Broj izbojaka
			Crvena	40%	↓S	↓P, SIV, CRV*	↓P
			Plava	40%	m.r.	↓P	↓P
			Siva	40%	m.r.	↑	↑
				40%	↑BIJ	↓P	↓P
Jemrić i sur. (2021)	Hrvatska (Međimurje)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.		Duljina izbojka	Debljina izbojaka	Duljina internodija
			Crvena	2,4 × 4,8 mm	↑	↑	↑
Jagodaste voćne vrste							
Retamales i sur. (2008)	Južna Amerika (Miraflores)	Borovnica 'Berkeley'	P.U.		Duljina izbojka	Duljina internodija	
			Bijela	35%	↓ CRN (35 i 50%)	↓ CRN (35 i 50%)	
				50%	↓ CRN (50%)	↑ CRV (35%) ↓ CRN (50%)	
				35%	↓ CRN (50%)	↓ CRN (35 i 50%)	
			Crna		↑P.U., CRV (35 i 50%)	↑P.U., BIJ (50%), CRV (35%)	
				50%	↑P.U., CRV (35 i 50%), BIJ(35 i 5%)	↑P.U., BIJ (35 i 50%), SIV (35 i 50%), CRV (35%)	
			Siva		m.r.	↓ (50%)	
				50%	m.r.	↓ (50%)	
		Crvena		35%	↓ CRN (35 i 50%)	↓ BIJ (35%), CRV (50%), CRN (35 i 50%)	
				50%	↓ CRN (35 i 50%)	↑ CRV (35%)	

Tablica 9. Utjecaj primjene mreža na duljinu i debljinu izbojaka te duljinu internodija - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,**}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar*		
Mediterranske, tropske i subtropske voćne vrste							
Udio izbojaka >65 cm							
Basile i sur. (2008)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		↓ ^{n.s.}		
			Crvena	k.o. 22,8% PAR	↑ ^{n.s.}		
			Bijela i plava	k.o. 20,4% i 26,9% PAR (respektivno)	↑ ^{n.s.} P.U. ↓ ^{n.s.} SIV, CRV		
		Siva	k.o. 20,4% PAR	↑ ^{n.s.} P, BIJ, P.U. ↓ ^{n.s.} CRV			
Udio kratkih izbojaka (<30 cm)							
Basile i sur. (2014)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		↑CRV	↓CRV	↓SIV, CRV
			Crvena	k.o. 22,8% PAR	↓	↑	↑P.U.
			Bijela i plava	k.o. 20,4% i 26,9% PAR (respektivno)	↑CRV	↓CRV	m.r.
		Siva	k.o. 27,3% PAR	↑CRV	↓CRV	↑P.U.	
Duljina izbojka							
Mazhawu (2016)	Južnoafrička Republika	Avokado	P.U.		m.r.		
			Kristalna	30%	m.r.		
Visina podloge							
Brar i sur. (2020)	Indija	Gorki limun (<i>Citrus jambhiri</i> Lush.)	P.U.		↓	↓CRV	↑SR, Z, CRV
			Bijela	50%	↑		↑SR, Z, CRV
			Srebrna	50%	↑P.U., Z	↓CRV	↓P.U., BIJ
			Zelena	50%	↑P.U. ↓B, CRV, SR	↓Z	↓P.U., BIJ
		Crvena	50%	↑P.U., Z	↑P.U., SR, Z	↓P.U., BIJ	
		Citranži 'Carrizo' (<i>Citrus × insitorum</i> Mabb)	P.U.		↓		
		Bijela	50%	↑			
		Crvena i srebrna	50%	↑P.U., Z			
		Zelena	50%	↑P.U. ↓B, CRV, SR			

Tablica 9. Utjecaj primjene mreža na duljinu i debljinu izbojaka te duljinu internodija - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,**}	Zasjenjenje ^{**}	Duljina plemke	Promjer plemke
Brar i sur. (2020)	Indija	'Kinnow' mandarina	P.U.		↓	↓CRV, SR
			Bijela	50%	↑P.U. ↓CRV, Z	↓CRV, SR
			Srebrna	50%	↑P.U. ↓CRV, Z	↑BIJ, Z, P.U. ↓CRV
			Zelena	50%	↑P.U., BIJ, SR ↓CRV	↓CRV, SR
			Crvena	50%	↑	↑
		'Daisy' mandarina	P.U.		↑SR ↓Z, CRV	↑SR
			Bijela	50%	↑SR ↓Z, CRV	↑SR ↓CRV
			Srebrna	50%	↓	↓
			Zelena	50%	↑P.U., B, SR ↓CRV	↑SR
			Crvena	50%	↑	↑SR, BIJ

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, CRN – crna mreža, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, SR – srebrna mreža, Z – zelena mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake razlike (↓,↑) – trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na sve ili sve navedene tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) - trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., odnosi se na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 10. Utjecaj primjene mreža na svojstva listova

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}	
Jezgričave voćne vrste						
			Masa listova štrljka			
Dussi i sur. (2005)	Argentina	Jabuka 'Fuji'	P.U.		1.g ↑CRN (55%)	
			Crna	15%	2.g m.r. 1.g m.r.	
			Crna	55%	2.g m.r. 1.g ↓P.U. 2.g m.r.	
			Prosječna površina lista		Specifična površina lista	
Amarante i sur. (2007)	Brazil	Jabuka 'Royal Gala'	P.U.		↓CRN	
			Bijela	21,2% gustoće protoka fotona	m.r.	
			Crna	24,8% gustoće protoka fotona	↑P.U.	
			Prosječna površina lista		Specifična površina lista	
Amarante i sur. (2009)	Brazil	Jabuka 'Fuji'	P.U.		↓CRN	
			Bijela	21,2% gustoće protoka fotona	m.r.	
			Crna	24,8% gustoće protoka fotona	↑P.U.	
			Prosječna površina lista		Specifična površina lista	
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U.		m.r.	
		Jabuka 'Fuji'	Bijela	v.o. 4 × 7 mm	m.r.	
			Bijela	v.o. 4 × 7 mm	m.r.	
			Prosječna površina lista		Specifična površina lista	
			Površina lista		Suha masa lista po jedinici površine	
Bastias (2011)	Italija (Bologna)	Dvogodišnja jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela	20%	↓P	
			Crvena	40%	↓P	
			Plava	40%	↑BIJ, CRV	
			Siva	40%	↓P ^{n.s}	
		Trogodišnja jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela	20%	↓P	
			Crvena	40%	↓P	
			Plava	40%	↑	
			Siva	40%	↓P	
			Suha masa lista po jedinici površine		Suha masa lista po jedinici površine	
					↑	
					↑P, SIV ↓BIJ	
					↑SIV ↓BIJ, CRV	
					↓	
					↑P, SIV	
					↑P	
					↓BIJ, CRV	
					↓BIJ	

Tablica 10. Utjecaj primjene mreža na svojstva listova - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}	
Koštičave voćne vrste						
Giaccone i sur. (2012)	Južna Italija	Nektarina 'Laura'	Bijela	10%	Površina lista	Specifična masa lista
			Crvena	30%	↓ ↑	
Vuković i sur. (2016)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Breskva 'Sugar Time'	P.U.	v.o. 2,4 × 4,8 mm	Površina lista	
			Crvena		↓ ↑	
		Nektarina 'Bing Bang'	P.U.	v.o. 2,4 × 4,8 mm	↓	
			Crvena		↑	
Jagodaste voćne vrste						
Retamales i sur. (2008)	Južna Amerika (Miraflores)	Borovnica 'Berkeley'	P.U.		Duljina lista	Širina lista
			Bijela	35%	↓SIV(50%), CRN(35 i 50%)	↓BIJ (50%), SIV (35 i 50%), CRV (50%), CRN (35 i 50%)
				50%	↓ CRN (35 i 50%)	↓CRN (35 i 50%)
				35%	↓ CRN (35 i 50%)	↑P.U. ↓CRN (50%)
			Crna	35%	↑P.U., BIJ (35 i 50%), SIV (35%), CRV (50%)	↑P.U., BIJ (35%)
				50%	↑P.U., BIJ (35 i 50%), SIV (35 i 50%), CRV (35 i 50%)	↑P.U., BIJ (35 i 50%), SIV (35 i 50%), CRV(35 i 50%)
			Siva	35%	↓ CRN (35 i 50%)	↑P.U. ↓CRN (50%)
				50%	↑P.U. ↓CRN (50%)	↑P.U. ↓CRN (50%)
			Crvena	35%	↓CRN (50%)	↓CRN (50%)
				50%	↓CRN (35 i 50%)	↑P.U. ↓CRN (50%)
Mediterranske, tropske i suptropske voćne vrste						
Basile i sur. (2014)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		Površina lista kod kratkih izbojaka (<30 cm)	Površina lista kod dugih izbojaka (>100 cm)
			Crvena	k.o. 22,8% PAR	↓P, BIJ, SIV	↓
			Plava	k.o. 26,9% PAR	↓P, BIJ, SIV	↑P.U. ↓P, BIJ
			Bijela	k.o. 20,4% PAR	↑P.U., CRV	↑
				k.o. 20,4% PAR	↑P.U., CRV	↑P.U. ↓P, SIV, CRV
			Siva	k.o. 20,4% PAR	↑P.U., CRV	↑P.U. ↓P, BIJ

Tablica 10. Utjecaj primjene mreža na svojstva listova - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}
Brar i sur. (2020)	Indija	Gorki limun (<i>Citrus jambhiri</i> Lush.)	P.U.		Površina lista
			Bijela	50%	↓
			Srebrna	50%	↑P.U. ↓CRV
			Crvena i zelena	50%	↑P.U.
			P.U.		↑P.U., BIJ
			Citranski 'Carrizo' (<i>Citrus × insitorum</i> Mabb)	50%	↓
		Bijela	50%	↑P.U.	
		Crvena, srebrna i zelena	50%		
		'Kinnow' mandarina	P.U.		Broj listova
			Bijela	50%	↓CRV, Z
			Srebrna	50%	↓CRV, Z
			Zelena	50%	↓CRV, SR
Crvena	50%		↑P.U., BIJ, SR ↓CRV		
P.U.			↑		
'Daisy' mandarina	P.U.		↓CRV, BIJ, SR		
	Bijela i srebrna	50%	↑P.U., Z ↓CRV		
	Zelena	50%	↓CRV, BIJ, SR		
		Crvena	50%	↑	

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, CRN – crna mreža, m.r.- minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, SR – srebrna mreža, Z – zelena mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o. uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 11. Utjecaj primjene mreža na ostale parametre vegetativnog rasta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}	
Jezgričave voćne vrste						
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka 'Mondial Gala'	P.U.		Poprečni presjek debla	
					1.g. m.r.	
					2.g. ↓CRN	
			3 i 4.g. ↓CRN			
			1.g. m.r.			
			2.g. m.r.			
Kristalna	v. o. 3 × 7,4 mm		3 i 4.g. ↓CRN			
	1.g. m.r.					
	2.g. m.r.					
Crna	v. o. 3 × 7,4 mm		3 i 4.g. ↓CRN			
	1.g. m.r.					
	2.g. ↑P.U.					
3 i 4.g. ↑						
Koštičave voćne vrste						
Bastias (2011)	Italija	Dvogodišnja jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela Crvena, plava i siva	20% 40%	Poprečni presjek debla	
					m.r.	
					m.r.	
Mediterranske, tropske i suptropske voćne vrste						
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Breskva 'Hermosa'	P.U. Biserna, crvena, žuta, plava, siva Bijela	30% 30% 12%	Odstranjena masa izbojaka s.k.	
					↓	
					↑P.U.	
					↑P.U.	
Zimska rezidba (svježa masa grana)						
Basile i sur. (2008)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U. Crvena Plava Bijela i siva	k.o. 22,8% PAR k.o. 26,9% PAR k.o. 20,4% PAR	Zimska rezidba (svježa masa grana)	
					↓CRV ^{n.s.}	
					↑BIJ, P, SIV	
					↓CRV, P.U.	
Zimska rezidba (svježa masa grana)						
Basile i sur. (2014)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U. Crvena Bijela i siva Plava	k.o. 22,8% PAR k.o. 20,4 i 27,3% PAR (respektivno) k.o. 26,9% PAR	Zimska rezidba (svježa masa grana)	
					↑P, BIJ, SIV	
					↑P, BIJ, SIV	
					↓PU, CRV	
↓PU, CRV						

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, s.k. – središnjeg dijela krošnje, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) - trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o. uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; ****Navedene boje odnose se na boju mreže

2.5.2. Mehanizam utjecaj mreža na vegetativan rast

Svjetlo utječe na svaki aspekt razvoja biljke (Fankhauser i Chory, 1997). Rast i razvoj biljaka je izrazito reguliran svjetlom te biljke mogu osjetiti intenzitet, spektralni sastav i smjer svjetla te sukladno reagirati putem fotosintetskog sustava i fotomorfogenetskim procesima (Basile i sur., 2014). Morfogeneza i razvoj biljke je povezan s promjenama u sastavu spektra radijacije dok su produkcija biomase i rast povezani s intenzitetom radijacije (Stuefer i Huber, 1998). Osim svjetla na vegetativni rast mogu utjecati i mnogi drugi faktori, a prema Basile i sur. (2014) to uključuje kompleksnu interakciju okolišnih (temperatura, dostupnost i kvaliteta svjetla itd.) i fizioloških (razina fotosinteze, izvor / potrošač odnos, odnosi prema vodi itd.) čimbenika. Stoga postoji veliki broj parametara vegetativnog rasta voćaka na koje mogu utjecati primjena mreže, a u daljnjem dijelu slijedi njihov detaljan opis, od najvažnijih prema manje bitnim.

2.5.2.1. Morfogeneza

Biljke mogu osjetiti promjene u spektru svjetla te sukladno tome reagirati. Svjetlosni signali koje percipiraju biljke specijaliziranim informacijsko-transformacijskim fotoreceptorima uključuju crveno i tamno crveno svjetlo koje se apsorbira fitokromima te plavo / UV-A svjetlo koje apsorbiraju kriptokromi i fototropini (Franklin, 2008). Fitokromi posjeduju mogućnost detekcije valnih duljina od 300 do 800 nm s maksimalnom osjetljivošću u crvenom (600-700 nm) i tamno crvenom (700-800 nm) spektru (Bastias i Corelli-Grappadelli, 2012). Kriptokrom je fotoreceptor čija aktivnost se povećava s povećanjem razine plavog svjetla (Casal, 2012) te za razliku od fitokroma potrebna mu je suradnja s UV-B receptorima (Pevalek-Kozlina, 2003). Mehanizam izbjegavanja sjene se spominje kao vjerojatan mehanizam kroz koji mreže ostvaruju utjecaj na vegetativne parametre kultura uzgajanih ispod njih (Basile i sur., 2014, 2008; Bastias, 2011), iako prema Oren-Shamir i sur. (2001) navedeni mehanizam nije odgovoran za promjene u vegetativnom rastu ispod svih mreža. Smith i Whitelam (1997) i Casal (2012) navode da mehanizam izbjegavanja sjene predstavlja najvažniju kompetitivnu strategiju koju biljke posjeduju, a koja je razvijena kao evolucijski odgovor na redukciju PAR-a ispod saturacijske razine što može ozbiljno narušiti status biljke. Nadalje, prema Casal (2012), mehanizam izbjegavanja sjene ne obuhvaća sve promjene uzrokovane sjenom, već samo one promjene u svjetlosnom okolišu koje percipiraju fotoreceptori s čime su povezane morfološke reakcije koje smanjuju postotak trenutne ili buduće sjene. Redukcija iradijacije ispod sjene nije relevantan signal za mehanizam izbjegavanja sjene (Smith i Whitelam, 1997). Takvi signali prema Casal (2012) uključuju sljedeće kvalitativne promjene: redukciju C / TC vrijednosti percipiranu fitokromima, redukciju u crvenoj i tamno crvenoj iradijaciji percipiranu fitokromima, redukciju u plavoj – UV-A iradijaciji percipiranu

kriptokromima te redukciju omjera plavog i zelenog svjetla ($P : Z$) percipiranu kriptokromima. Utjecaj mreža na navedene kvalitativne promjene radijacije je zabilježen (poglavlje 2.2.4.), što dokazuje da je mehanizam izbjegavanja sjene vjerojatno glavni način kroz koji mreže ostvaruju utjecaj na vegetativni rast. Učinak mehanizma izbjegavanja sjene, uz mnoge druge, uključuje povećan rast izbojaka, produljenje internodija, izduživanje listova, redukciju debljine listova, rast izbojaka umjesto razvoja listova, pojačanu apikalnu dominaciju itd. (Smith i Whitelam, 1997). Mnoge ove pojave su zabilježene u provedenim istraživanjima o utjecaju mreža na vegetativni rast voćaka (poglavlje 2.5.), međutim u određenim slučajevima je izostao navedeni učinak ili je čak bio suprotan. Uslijed kompleksnosti mehanizma izbjegavanja sjene on će se detaljnije opisati i raščlaniti na jednostavnije dijelove kako bi se mogla bolje razumjeti povezanost mreža s navedenim mehanizmom.

Odnos C / TC se smatra jednim od glavnih okolišnih signala koji utječe na inicijaciju mehanizma izbjegavanja sjena (Smith i Whitelam, 1997), a taj omjer se često koristi kako bi se kvantificirala spektralna raspodjela protoka fotona crvenih i tamno crvenih valnih duljina (Demotes-Mainard i sur., 2016). Kao mogući uzrok povećanja vegetativnog rasta breskve ispod crvene fotoselektivne mreže, Giaccone i sur. (2012) su upravo predložili redukciju C / TC vrijednosti. Kao što je već navedeno, do redukcije C / TC vrijednosti dolazi ispod fotoselektivnih mreža (poglavlje 2.2.4.). U prirodnom okolišu redukcija se događa u uvjetima zasjene drugom vegetacijom zbog optičkih svojstava zelene lisne mase koja apsorbira jače crveni spektar nego tamno crveni (Casal, 2012). Baraldi i sur. (1994) su donjem dijelu krošnje breskve zabilježili manju C / TC vrijednost nego u srednjem i gornjem dijelu krošnje. U takvim uvjetima su zabilježeni upravo specifični morfološki odgovori biljaka. Palonen i sur. (2011) su zabilježili da povećana C / TC vrijednost uslijed postavljanja filma koji apsorbira TC svjetlo uzrokuje smanjenje visine maline 'Polka' i 'Tulameen', ali ne i 'Autumn Bliss' i 'Glen Ample' te smanjenje prosječne duljine internodija sorte 'Tulameen'. Mpezamihigo (2004) je zabilježio da je primjena filma koji apsorbira TC svjetlo smanjila visinu izdanka i duljinu internodija maline 'Autumn Bliss'. Morgan i sur. (1985) su u uvjetima niske C / TC vrijednosti zabilježili trend povećanja duljine internodija vinove loze 'Muller Thurgau'. Uzimajući u obzir samo C / TC vrijednost, ne može se točno pretpostaviti odgovor biljke, jer je on zapravo uvjetovan fitokromima koji percipiraju promjene u navedenom spektru. Prema Pevalek-Kozlini (2003), fitokrom može postojati u dva alternativna oblika, obliku koji maksimalno apsorbira crvenu svjetlost (P_c) (inaktivni oblik) i obliku koji maksimalno apsorbira tamnocrvenu svjetlost (P_{tc}) (aktivni oblik), a koji mogu reverzibilno prelaziti jedan u drugi. Casal (2012) navodi da su fitokromi sintetizirani u P_c obliku, koji nakon apsorpcije crvenog svjetla prelazi u P_{tc} oblik, a on potom nakon apsorpcije tamno crvenog svjetla prelazi opet u P_c oblik. Međutim, pošto P_c i

P_{tc} oblik apsorbiraju i vrlo male količine svjetlosti u tamnocrvenom i crvenom dijelu spektra (respektivno), neće se dogoditi potpuni prijenos jednog oblika u drugi (Pevalek-Kozlina, 2003). Stoga, umjesto C / TC predložen je drugi model koji predstavlja dobar indikator pretpostavljenog fotomorfogenetskog odgovora biljke na specifičan spektar svjetla – ekvilibrijum fitokroma (Φ_c), ekvilibrijsko stanje biološki aktivne forme (P_{tc}) u odnosu na ukupne fitokrome (P_{ukupan}), odnosno $\Phi_c = P_{tc} / P_{ukupan}$ (Bastías i Corelli-Grappadelli, 2012; prema Sager i sur., 1988; Rajapakse i Kelly, 1994; Kasperbahuer, 2000; Smith, 2000). Ekvilibrij između te dvije forme dinamično se mijenja s kompozicijom spektra svjetla unutar raspona od 300 do 800 nm te je izrazito koreliran sa C / TC vrijednosti (Demotes-mainard i sur., 2016; prema Holmes i Smith, 1977; Sager i sur., 1988). Combes i sur. (2000) su tako u krošnji oraha zabilježili variranja u C / TC vrijednosti od 0.3 do 1.2 te Φ_c od 0.35 do 0.68. Morfološke promjene koje biljka ostvari pri promjeni C / TC vrijednosti su stoga uzrokovane djelovanjem fitokroma, odnosno promjenom njihovog stanja. Baraldi i sur. (1994) su u donjem dijelu krošnje bresaka zabilježili redukciju Φ_c , ali i količine plavog svjetla. Takvi uvjeti su stimulirali značajno povećanje duljine internodija u odnosu na uvjete u srednjem i gornjem dijelu krošnje. Broj lateralnih izbojaka je bio dvostruko veći u gornjem dijelu krošnje nego u donjem dijelu krošnje. Zasjenjeno lišće je imalo manju površinu, manju svježiu i suhu masu, debljinu parenhimskog staničja i manji broj puči. Također, ukupna debljina zasjenjenog lista je bila manja, ali ne značajno. Iako su Baraldi i sur. (1994) zabilježili smanjenu veličinu listova u sjeni (kao i neka druga istraživanja), u velikom dijelu istraživanja je zabilježeno da su listovi voćaka koje su rasle u sjeni bili veći (Ajmi i sur., 2018; Brar i sur., 2020; Gregoriou i sur., 2007) te da niski Φ_c općenito utječe na povećanje listova (Baraldi i sur., 1998; prema Kasperbauer, 1971; Kwesiga i Grace, 1986; Baraldi i sur. 1992). Navedeno potvrđuje kompleksnost djelovanja svjetla na ovaj parametar, koji će se dodatno objasniti u narednom dijelu kod plavog svjetla. Pošto se većina navedenih morfoloških efekata redukcije Φ_c poklapa s djelovanjem određenih fotoselektivnih mreža na vegetativne parametre uzgajanih voćaka ispod njih, za pretpostaviti je da je ovo jedan od glavnih mehanizama kroz koji mreže ostvaruju utjecaj. Međutim, oko pola reakcija uzrokovanih mehanizmom izbjegavanja sjene je zabilježeno ispod neutralne sjene (homogena redukcija svjetla u spektru od 400-700 nm, s konstantnim fotoekvilibrijem fitokroma) pri konstantnoj C / TC vrijednosti, što znači da su bitni i drugi svjetlosno regulirajući mehanizmi (Christophe i sur., 2006; prema Lötscher i Nösberger, 1997; Stuefer i Huber, 1998). U posljednje vrijeme sve se više istražuje uloga plavog svjetla na fotomorfogenezu. Kao što je već navedeno u poglavlju 2.2.4., do redukcije plavog svjetla može doći ispod fotoselektivnih mreža. U prirodnom okolišu redukcija plavog svjetla se događa u uvjetima zasjene drugom vegetacijom, skupa sa promjenom C / TC vrijednosti. U srednjem i donjem dijelu krošnje bresaka te u

zasjenjenom dijelu krošnje oraha je zabilježen manji sadržaj plavog svjetla nego u gornjem dijelu krošnje bresaka i osunčanom dijelom krošnje oraha (Baraldi i sur., 1994; Combes i sur., 2000). Iako i fitokromi apsorbiraju u plavom dijelu spektra, većina učinka plave svjetlosti pripisuje se djelovanju posebnog fotoreceptora kriptokroma (Pevalek-Kozlina, 2003). Kriptokromi mogu detektirati varijacije u UV-A – plavoj domeni koja čini valne duljine od 350 do 500 nm (Combes i sur., 2000; prema Varlet-Grancher i sur., 1993). Upravo i intenzitet plavog svjetla, kroz utjecaj na kriptokrome, ima ulogu u mehanizmu izbjegavanja sjene (Christophe i sur., 2006; prema Ballaré i sur., 1991; Kozuka i sur., 2005). Butorac (1999) navodi da plavi dio spektra inhibira etioliranje.

Rapparini i sur. (1999) su u prvom dijelu istraživanja na breskvi zabilježili da pri konstantnoj količini PAR-a te neovisno o statusu fitokroma produljena iradijacija s visokom razinom plavih fotona je inicirala inhibitoran efekt na izduživanje izbojka. Također, pri iradijaciji s najvišom razinom fotona plavog dijela spektra zabilježena je značajno najmanja duljina internodija, a pri iradijaciji s najmanjom razinom fotona plavog dijela spektra značajno najveći porast lista i gustoća puči. U drugom dijelu istraživanja pri stalnom Φ_c s povećanjem iradijacije fotona plavog dijela spektra zabilježena je redukcija izduživanja izbojaka i duljine internodija. Pri najvećoj iradijaciji fotonima plavog dijela spektra zabilježena je značajno najmanji porast listova i gustoća puči. K tome, uglavnom povećana radijacija plavih fotona je uzrokovala redukciju debljine listova. Baraldi i sur. (1998) su zabilježili da je tretman plavo + tamno crveno svjetlo imao negativan utjecaj na rast lista breskve u usporedbi s kontrolom, neutralnom sjenom i tretmanom crveno + tamno crveno svjetlo. Zaključili su da je navedeno bio isključivo utjecaj plavog svjetla, jer niski Φ_c utječe pozitivno na rast listova. Nanya i sur. (2012) su kod rajčice zabilježili da je pri konstantnoj količini crvenog svjetla manja količina plavog svjetla pospješivala izduživanje izbojaka, dok pri konstantnoj količini plavog svjetla, a modificiranoj količini crvenog svjetla nije zabilježena značajna razlika u duljini izbojaka. Navedeno indicira da količina plavog svjetla kontrolira izduživanje izbojaka. Rapparini i sur. (1999) zaključuju da je inhibitoran efekt plavog svjetla na izduživanje izbojaka, ekspanziju lista i debljinu lista kontroliran receptorima plavog svjetla neovisno o fitokromu (ne negirajući odvojeni učinak fitokroma na navedena svojstva). S druge strane, drugi morfološki odgovori (duljina internodija, gustoća puči itd.) su rezultat suradnje dvaju fotoreceptora. Pošto je u uvjetima prirodne sjene prisutna u isto vrijeme redukcija Φ_c i redukcija plavog svjetla, može se zaključiti da svi navedeni odgovori predstavljaju koordiniran odgovor biljke na izbjegavanje sjene.

Također, mogući su još drugi mehanizmi djelovanja. Prema Butorcu (1999) dio spektra od 300 do 400 nm djeluje na smanjenje habitusa biljke i debljanje listova, a zabilježeno je da fotoselektivne mreže mogu utjecati na navedeni spektar (poglavlje

2.2.4.). Postoje dokazi koji indiciraju da je intenzitet PAR-a isto uključen u kontrolu morfogeneze biljke, ali je još rijetko dokumentiran (Christophe i sur., 2006). Najveći broj listova u prirodnim uvjetima bez primjene mreža može biti uslijed veće fotosintetski aktivne radijacije (Brar i sur., 2020). Bastias (2011) pretpostavlja na temelju rezultata njegovog istraživanja da je dostupnost PAR-a bila relevantnija nego kvaliteta svjetla u modulaciji anatomske diferencijacije razvoja palisadnih stanica listova kao i za gustoću puči.

2.5.2.2. Ostali čimbenici

Opće je poznato da su ugljikohidrati nužni za vegetativni rast (Kozłowski i Keller, 1966), a primjena fotoselektivnih mreža na razne načine može utjecati na njihovu dostupnost. Nedostupnost ugljika može se pojaviti pri uzgoju voća ispod mreža uslijed smanjene dostupnosti svjetla zbog faktora zasjenjenja (Giaccone i sur., 2012). Fan i sur. (2013) navode da i kvaliteta svjetla regulira metabolizam ugljikohidrata, a prema Butorcu (1999) crveno svjetlo je najvažniji dio spektra za stvaranje ugljikohidrata (kao i za proces fotosinteze). Mreže kroz mogućnost utjecaja na mikroklimu (poglavlje 2.3.), a najviše kroz smanjenje temperature i povećanje vlage zraka, mogu utjecati na smanjenje evapotranspiracije i posljedično poboljšati vodni status biljke, odnosno reducirati stres uslijed nedostatka vode. Povećanje razine zasljenjenosti (sa 28% primjenom crne mreže na 50% primjenom bijele i crvene mreže) je poboljšalo vodni status jabuka neovisno o režimu navodnjavanja (Boini i sur., 2021). Iglesias i Alegre (2006) navode da će to dovesti do povećanja razine fotosinteze i povećanoj dostupnosti ugljikohidrata, što će posljedično uzrokovati povećane bujnosti. Stoga primjena mreža na dostupnost ugljikohidrata može najviše utjecati kroz efikasnost fotosinteze, što je opisano u poglavlju 2.4. Na dostupnost ugljikohidrata utječe i kompeticija među potrošačima. Smith i Samach (2013) navode da u godinama s jačim opterećenjem urodom vegetativni rast je reduciran, kao posljedica dominantnosti ploda u razvoju u odnosu na meristem izbojka kroz kompeticiju za resurse. Iz navedenoga je vidljivo da mreže kroz djelovanje na opterećenje prirodom mogu indirektno (uslijed veće kompeticije za ugljikohidrate) ostvariti utjecati na vegetativni rast voćaka. Mogućnost utjecaja fotoselektivnih mreža na prirod je dokazana (poglavlje 2.6.). Pozitivno djelovanje mreža na vegetativni rast može biti ostvareno i uslijed redukcije stresnih uvjeta, kao što je svjetlosni i vodni stres (Barradas i sur., 2005; Brar i sur., 2020; Iglesias i Alegre, 2006; Shahak i sur., 2004a) te zbog smanjenje brzine vjetra (Basile i sur., 2014).

2.6. Utjecaj mreža na diferencijaciju generativnih pupova i prirod

2.6.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na razne parametre vezane uz diferencijaciju generativnih pupova i prirod voćaka je prikazana u tablicama 12. i 13., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Stampar i sur. (2002) naglašavaju da je na rezultate druge godine istraživanja utjecala šteta od mraza prethodne godine (tablica 13). Lobos i sur. (2013) su u SAD-u (Michigan) zabilježili da ukoliko se objedine obje godine istraživanja i odvojeno gleda utjecaj boje (crna, crvena i bijela) i zasjenjenja mreža (slabo, srednje i jako – zasjenjenje od 25, 50 i 75% t.s., respektivno) tada boja mreže nije imala značajan utjecaj na broj cvjetnih pupova po izbojku, ali je vidljiv izraziti trend gdje je primjena crne mreže prosječno smanjila navedenu vrijednost. Također, borovnice uzgajane ispod bijele mreže su imale značajno veći prirod nego one ispod crne mreže, dok u odnosu na one uzgajane ispod crvene mreže nije zabilježena značajna razlika.

Tablica 12. Utjecaj primjene mreža na diferencijaciju generativnih pupova i cvatnju

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,***}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar*
Jezgričave voćne vrste					
Broj generativnih pupova					
Leite i sur. (2002)	Brazil	Jabuka 'Gala' i 'Fuji'	P.U. Mreža protiv tuče	12, 18 i 30%	↑ ↓19%
Gustoća cvatnje					
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U. Bijela	v.o. 4 × 7 mm	↑ ↓32%
		Jabuka 'Fuji'	P.U. Bijela	v.o. 4 × 7 mm	↑ ↓25%
Povratna cvatnja					
Bastias (2011)	Italija	Dvogodišnja jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela	20%	↓P
			Crvena, siva	40%	↓P
			Plava	40%	↑
Koštičave voćne vrste					
Povratna cvatnja					
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Breskva 'Hermosa'	P.U.		↓P, BIJ, CRV, Ž, BIJ
			Plava, biserna	30%	↑P.U., SIV
			Crvena	30%	↑P.U., SIV ↓Ž
			Žuta	30%	↑P.U., SIV, CRV
			Siva	30%	↓P, BIJ, CRV, Ž, BIJ
			Bijela	12%	↑P.U., SIV
Mediterranske, tropske i suptropske voćne vrste					
Udio visoko rodni lucnjeva					
Basile i sur. (2008)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U. Bijela, crvena, plava i siva	k.o. 20,4, 22,8, 26,9 i 20,4% PAR (respektivno)	↑ ↓

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, Ž – žuta mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o. uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 13. Utjecaj primjene mreža na prirod, učinkovitost prirod, gustoću prirod i zametanje plodova

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}
Jezgričave voćne vrste					
Stampar i sur. (2002)	Slovenija	Jabuka 'Jonagold'	P.U.		Prirod
			Bijela		1.g. ↓CRN 2.g. ↓BIJ
			Crna		1.g.- 2.g. ↑P.U., CRN 1.g. ↑P.U. 2.g. ↓BIJ
Zametanje plodova					
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Jabuka 'Topred Red Delicious'	P.U.		m.r.
			Crvene, plave, sive i biserne	30%	m.r.
			Bijela i crveno-bijela	15 i 18% (respektivno)	m.r.
		Jabuka 'Smothee Golden'	P.U.		↓CRV-BIJ, CRV ^{n.s.} , P ^{n.s.} , SIV ^{n.s.} , BIS ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.}
			Crvene, plave, sive i biserne	30%	↑P.U. ^{n.s.}
			Bijela	15%	↑P.U. ^{n.s.}
		Crveno-bijela	18%	↑P.U.	
Prirod					
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka 'Mondial Gala'	P.U.		m.r.
			Crna i kristalna	v.o. 3 × 7,4mm	m.r.
Prirod					
Shahak i sur. (2008)	Izrael	Jabuka 'Golden Delicious'	P.U.		↓BIS, CRV, BIJ
			Biserna	30%	↑
			Siva i crna	30%	↓BIS, CRV, BIJ
			Crvena i bijela	30 i 15% (respektivno)	↑P.U., SIV, CRN ↓BIS
		Plava	30%	↓BIS	
Prirod					
		Kruška 'Spadona'	P.U.		m.r.
			Crvena i biserna	26 i 30% (respektivno)	m.r.

Tablica 13. Utjecaj primjene mreža na prirod, učinkovitost priroda, gustoću priroda i zametanje plodova - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
					Učinkovitost priroda	Gustoća priroda	Broj plodova
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala' i 'Fuji'	P.U.		m.r.	m.r.	m.r.
			Bijela	v. o. 4 × 7mm	m.r.	m.r.	m.r.
Bastias (2011)	Italija	Trogodišnje jabuke 'Fuji' uzgajane u posudama	Bijela	20%	↓P	Gustoća priroda	
			Plava	40%	↑BIJ	m.r.	m.r.
			Crvena i siva	40%	m.r.	m.r.	m.r.
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuka 'Jonagold' i 'Fuji'	P.U.		Zametanje plodova		
			Crvena	20%	m.r.	m.r.	m.r.
Jemrić i sur. (2021)	Hrvatska (Zadar)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.		Prirod	Učinkovitost priroda	Gustoća priroda
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8mm	m.r.	m.r.	m.r.
Koštičave voćne vrste							
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Breskva 'Hermosa'	P.U.		Prirod	Zametanje plodova	Broj plodova po stablu
			Siva i bijela	30 i 15% (respektivno)	m.r.	↓BIJ, SIV, P ^{n.s.} , CRV ^{n.s.} , BIS ^{n.s.}	m.r.
			Plava, crvena i biserna	30%	m.r.	↑P.U.	m.r.
Giaccone i sur. (2012)	Južna Italija	Nektarina 'Laura'	P.U.		Prirod	Gustoća priroda	
			Crvena	30%	m.r.	m.r.	m.r.
Vuković i sur. (2016)	Hrvatska (Zadar)	Breskva 'Sugar Time' i nektarina 'Big Bang'	P.U.		Prirod	Učinkovitost priroda	
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8mm	m.r.	m.r.	m.r.

Tablica 13. Utjecaj primjene mreža na prirod, učinkovitost prirod, gustoću prirod i zametanje plodova - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}	
Jagodaste voćne vrste						
Retamales i sur. (2008)	Južna Amerika (Miraflores)	Borovnica 'Berkeley'	P.U.		Prirod (1. godina) ↑CRN (50%) ↓BIJ (50%), SIV (35%), CRV (50%), CRN (35%)	Prirod (2. godina) ↑CRN (35%), CRN (50%) ↓BIJ (50%), SIV (35%), CRV (50%)
			Bijela	50%	↑P.U. (za 90,5%)	↑P.U. (za 44,6%)
			Siva	35%	↑P.U. (za 59,6%)	↑P.U. (za 24,9%)
			Crvena	50%	↑P.U. (za 84,2%)	↑P.U. (za 31,9%)
			Crna	35%	↑P.U. (za 37,2%)	↓P.U. (za 8,3%)
			Crna	50%	↓P.U. (za 3,2%)	↓P.U. (za 28%)
Mediterranske, tropske i suptropske voćne vrste						
Basile i sur. (2008)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		Prirod ↑	
			Crvena i plava	k.o. 22,8 i 26,9% PAR (respektivno)	↓P.U.	
			Bijela	k.o. 20,4% PAR	↑SIV ↓P.U.	
			Siva	k.o. 20,4% PAR	↓P.U., BIJ	
Basile i sur. (2012)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		Broj plodova po biljci	
			Bijela	k.o. 20,4% PAR	1.g. ↑ 2.g. m.r.	
			Crvena	k.o. 22,8% PAR	1.g. ↑SIV ↓P.U. 2.g. ↑P, SIV	
			Plava	k.o. 26,9% PAR	1.g. ↓P.U. 2.g. m.r.	
			Siva	k.o. 27,3% PAR	1.g. ↓P.U. 2.g. ↓BIJ	

*Kratice: BIJ – bijela mreža, BIS – biserna mreža, CRN – crna mreža, CRV – crvena mreža, CRV-BIJ – crveno-bijela mreža, m.r. – male razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) - trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.6.2. Mehanizam utjecaja mreža na diferencijaciju rodni pupova, gustoću cvatnje, prirod itd.

Utjecaj mreža na različite generativne parametre voćaka je međusobno povezan, jer vrlo često utječući na jedan od navedenih parametara ostvaruje se utjecaj i na druge parametre. Zajednički faktor koji povezuje sve parametre je svjetlost, jer Robinson i Lakso (1991) te Jones (2013) navode da je za postizanje dobre produktivnosti voćaka nužna dobra opskrbljenost svjetlom. Stoga će se u narednom tekstu objasniti mogući utjecaj mreža na svaki od čimbenika navedenih u ovom poglavlju.

2.6.2.1. Diferencijacija generativnih pupova

Diferencijacija generativnih pupova je vrlo kompleksan proces koji uključuje mnoge faze, a neki od njih su prema Koutinas i sur. (2010) inicijacija generativnog pupa, histološka transformacija te morfološka diferencijacija. Prema Westwoodu (1993) većina voćnih vrsta inicira diferencijaciju rodni pupova na kraju perioda intenzivnog rasta izbojaka kada su listovi pokraj pupova razvijeni, uz iznimke: jagode, smokve i donekle breskve (koje nastavljaju s rastom izbojaka na kraju ljeta). Prema istom autoru većina listopadnih voćnih vrsta diferenciraju rodne pupove tijekom jedne godine koji onda cvatu sljedeće proljeće. Kako bi se moglo raspravljati o utjecaju mreža na diferencijaciju generativnih pupova, potrebno je prvo objasniti diferencijaciju i glavne čimbenike o kojima ona ovisi. Uzroci i čimbenici o kojima ovisi diferencijacija rodni pupova nisu još potpuno razjašnjeni, a Koutinas i sur. (2010) pretpostavljaju postojanje svestranih odnosa između genetske kontrole, balansa hormona i prisutnosti dovoljne količine asimilata u cijeloj biljci, odnosno u generativnim pupovima koji se formiraju. Westwood (1993) pretpostavlja da interakcija specifičnih fizioloških i okolišnih uvjeta osigurava odgovarajući balans endogenih hormona koji uzrokuje inicijaciju diferencijacije generativnih pupova. Autor zaključuje da se diferencijacija generativnih pupova u voćkama događa kada je sadržaj giberelina ispod kritične inhibitorne razine te je balans drugih hormona (auksina, citokinina i etilena) u pogodnim omjerima za početak diferencijacije u za to uobičajenom vremenskom periodu za određenu vrstu.

Upravo kroz utjecaj na neke od navedenih čimbenika mreže mogu ostvariti utjecaj na diferencijaciju generativnih pupova. S obzirom da ekološki uvjeti mogu utjecati na inicijaciju i razvoj generativnih pupova (Koutinas i sur., 2010), a utjecaj mreža na ekološke uvjete (mikroklimu) je već zabilježen (poglavlje 2.3.), navedeno predstavlja prvi od čimbenika koje je potrebno uzeti u obzir. Od ekoloških uvjeta najčešće se misli na sunčevu radijaciju i temperaturu.

Baraldi i sur. (1994) navode da se čini da je inicijacija i diferencijacija cvjetova voćaka povezana sa svjetlosno vezanim signalima. Tako se manji broj cvjetova po izbojku aktinidije pripisuje upravo zasjenjenju (Basile i sur., 2008). Utjecaj svjetla može se raščlaniti na kvantitetu i kvalitetu. Grappadelli (2003) navodi da niska razina svjetla u krošnji drveća može rezultirati u reduciranoj diferencijaciji generativnih pupova. Zoratti i sur. (2015) i Lobos i sur. (2013) su zabilježili da je visok postotak zasjenjenja negativno djelovao na zametanje generativnih pupova borovnice. Baraldi i sur. (1994) su zabilježili najizrazitiju diferencijaciju generativnih pupova u gornjem dijelu krošnje breskve, dok je gustoća cvatnje u nižim dijelovima krošnje bila značajno manja, ostvarujući najniže vrijednosti na dnu krošnje. Autori navedeno, između ostaloga, povezuju i s intenzitetom PAR-a u određenom dijelu krošnje. Yanez i sur. (2009) su na vrsti *Vaccinium ashei* zabilježili da postoji određena kritična razina PAR-a potrebna za diferencijaciju generativnih pupova. Iz gore navedenih istraživanja je jasan negativan utjecaj redukcije svjetla ispod optimalne razine na diferencijaciju generativnih pupova. Iako svaka mreža stvara određenu sjenu, određene mreže mogu povećati sadržaj difuznog svjetla i time pozitivno djelovati na osvjetljenost unutrašnjeg dijela krošnje (poglavlje 2.2.). Također, ne smije se zanemariti ni utjecaj mreža na kvantitetu svjetla kroz utjecaj na vegetativni rast (poglavlje 2.5.). Guste krošnje zasjenjuju donje dijelove stabala što uzrokuje negativan učinak na produktivnost (Williams, 1984). Osim kvantitete svjetla zabilježen je i utjecaj spektra svjetla na diferencijaciju generativnih pupova te posljedično cvatnju i prirodu. Baraldi i sur. (1994) pretpostavljaju da se diferencijacija generativnih pupova breskve na vrhu krošnje, osim sa visokom vrijednosti PAR-a, može povezati i sa visokim C / TC vrijednostima. Rossi i sur. (1990) isto tako pretpostavljaju da C / TC vrijednost utječe na diferencijaciju generativnih pupova jabuke. Rossi i sur. (1990) i Baraldi i sur. (1994) međutim nisu zabilježili utjecaj plavog svjetla na diferencijaciju generativnih pupova. Yanagi i sur. (2006) su, uz kontinuirano izlaganje danjem svjetlu, najveći broj zametnutih generativnih pupova *Fragaria chiloensis* zabilježili pri dodatnom emitiranju sa žaruljom sa žarnom niti kao i tamno crvenom fluorescentnom lampom, dok pri dodatnom emitiranju s fluorescentnom plavom kao i crvenom lampom je zametnut jako mali broj generativnih pupova ili ni jedan nije zametnut (respektivno). U drugom dijelu istraživanja istraživali su utjecaj emitiranja tamno crvenog (700, 735, 780 i 830 nm) i crvenog (660 nm) svjetla tijekom noći, dok su tijekom dana biljke bile izložene normalnom dnevnom svjetlu. Zabilježili su da je emitiranje tamno crvenog svjetla isključivo pri 735 nm uzrokovalo inicijaciju generativnih pupova, što je vjerojatno rezultat odgovora posredovanog fitokromima. Utjecaj fitokroma na diferencijaciju generativnih pupova su predložili i Baraldi i sur. (1994; prema Rossi i sur., 1990) koji navode da je manja gustoća cvjetova pri nižem P_{fr} kompatibilna s nižim brojem pupova kada su izbojci prekriveni specijalnim filterima prije

početka diferencijacije. U poglavlju 2.2.4. je objašnjena mogućnost utjecaja mreža na kvalitetu svjetla, a u poglavlju 2.5.2. je objašnjena problematika vezana za fitokrome i mogućnost utjecaja fotoselektivnih mreža na iste. Iz navedenoga je vidljivo da mreže kroz utjecaj na određeni spektar svjetla mogu ostvariti utjecaj na diferencijaciju generativnih pupova. Također treba uzeti u obzir da je utjecaj spektra svjetla na diferencijaciju generativnih pupova voćaka još uvijek nedovoljno istražen te da je dosta oskudna literatura o navedenoj tematici. Potrebno je napomenuti da su u literaturi prisutni i oprečni rezultati. Tako Baraldi i sur. (1998) nisu zabilježili utjecaj zračenja na diferencijaciju generativnih pupova breskve.

Temperatura predstavlja sljedeći ekološki čimbenik putem kojeg mreže potencijalno mogu utjecati na diferenciju generativnih pupova. Prema Trompu (1976) u nekim sortama jabuka visoke temperature mogu indirektno inhibirati formiranje pupova zbog promjene u dužini vremena između formiranja novih organa pod utjecajem giberelina produciranog u vrhovima rastućih dugačkih izbojaka. Može se zaključiti da mreže u klimatskim područjima s ekstremnim temperaturama i s naglaskom na vrste osjetljive na jako sunčevo zračenje, a kroz utjecaj na smanjenje temperature mogu smanjiti stres te spriječiti inhibiciju formiranja pupova. Varijacije u temperaturama s velikim dnevnim i noćnim amplitudama također imaju depresivni utjecaj na formiranje cvjetnog pupa (Koutinas i sur., 2010; prema Abbott i sur., 1974). Zabilježeno je u poglavlju 2.3.1. da mreže mogu donekle utjecati na promjenu temperature te stoga navedeno predstavlja jedan od mogućih mehanizama utjecaja.

Postoje i brojni drugi mehanizmi kroz koje mreže mogu utjecati na diferencijaciju generativnih pupova. Vegetativni rast i plodonošenje su antagonisti te cvatnja jako bujnih stabala može biti reducirana (Smit, 2007). Prisustvo dovoljno velike lisne površine po štrljku kruške je značajan faktor koji favorizira inicijaciju cvjetnog pupa (Huet, 1973). Utjecaj mreža na vegetativni rast je zabilježen te je opisan u poglavlju 2.5. Navedeni utjecaj može se objasniti dostupnošću ugljikohidrata, odnosno kompeticijom za iste (odnos izvor : potrošač).

Dostupnost ugljikohidrata je čimbenik koji je usko povezan s utjecajem svih ostalih prethodno spomenutih parametara na diferencijaciju generativnih pupova, a posebno s kvantitetom svjetla, vegetativnim rastom i učinkovitosti priroda. Utjecaj mreža na dostupnost ugljikohidrata je najčešće indirektno kroz utjecaj na druge čimbenike (kao npr. svjetlo, temperatura). Navedeno potvrđuje Grappadelli (2003) koji navodi da količina svjetla koju presreće stablo jabuke određuje dostupnu količinu asimilata za rast i produkciju plodova. Stoga intenzitet svjetla na diferencijaciju generativnih pupova zapravo može utjecati i kroz dostupnost ugljikohidrata. Slično je navedeno i u brojnim drugim istraživanjima (Chen i sur., 1997; Middleton i McWaters, 2002; Wünsche i sur., 2000)

prema kojima primjena mreža u jabukama ograničava diferencijaciju generativnih pupova za sljedeću vegetacijsku sezonu uslijed zasjenjenja koje uzrokuje smanjenu dostupnost ugljikohidrata, a što povećava kompeticiju između organa (izbojci, podovi, pupovi), kao i zbog alokacije ugljikohidrata u vegetativni rast. Potrebno je opet napomenuti da određene mreže osim zasjenjenja, povećavaju i sadržaj difuznog svjetla te modificiraju spektar svjetla čime mogu utjecati na dostupnost ugljikohidrata, primarno putem fotosinteze (poglavlje 2.2. i poglavlje 2.4.). Doista, Bastias (2011) je zabilježio putem razlika u asimilaciji CO₂ različitu dostupnost ugljikohidrata u jabukama uzgajanim ispod različitih mreža. Na isti način, kroz dostupnost i kompeticiju za ugljikohidrate, na diferencijaciju generativnih pupova može utjecati i prirod. Prema Wünsche i Ferguson (2005) visoki prirodni mogu dogoditi, smanjiti ili inhibirati inicijaciju cvjetova.

2.6.2.2. Oprašivanje, oplodnja te zametanje plodova

Mreže protiv tuče mogu negativno djelovati na entomofilno oprašivanje jabuka te stoga smanjiti oplodnju i prirod (Amarante i sur., 2011; prema Leite i sur., 2002; Yuri, 2003). Prema Middleton i McWaters (2002) povremeno uklanjanje mreža (ili dijelova istih) tijekom cvatnje je jedna od mjera kojom se može pripomoći oprašivanju. Amarante i sur. (2011) su u istraživanju primijenili mreže na jabukama tek nakon završetka cvatnje kao bi omogućili oprašivanje. U određenim slučajevima kada su mreže postavljene prije cvatnje, košnice s pčelama se unesu unutar voćnjaka radi oprašivanja (Lloyd i sur., 2005). Primjena mreža može utjecati i na oplodnju putem sjene. Byers i sur. (1990) je zabilježio da je zasjena stabala jabuka putem polipropilenskog materijala (zasjenjenje od 92%) tijekom četiri dana smanjila zametanje plodova za oko 50%. Osim kroz direktnu zasjenu, mreže mogu indirektno utjecati na zasjenu i kroz manipulaciju vegetativnim rastom (poglavlje 2.5.). Williams (1984) navodi da mogućnost kontrole pretjeranog vegetativnog rasta može utjecati na bolje zametanje plodova. Visoke temperature mogu dovesti do lošeg zametanja plodova (Grauslund i Hansen, 1975; Kondo i Takahashi, 1987). Lakso (2011) dodatno navodi da je utjecaj visokih temperatura izraženiji u uvjetima niskog osvjetljenja. Mreže ostvaruju utjecaj i na temperaturu i osvjetljenje, što je detaljno opisano u poglavlju 2.2. i 2.3.1.

2.6.2.3. Prirod

Mehanizam utjecaja mreža na prirod uslijed povećanja mase plodova će biti opisano u zasebnom poglavlju (poglavlje 2.7.1.) te će se ovo poglavlje uglavnom bazirati na druge mehanizme djelovanja. Jedan od glavnih čimbenika kroz koje mreže mogu ostvariti utjecaj na prirod je fotosinteza. Vezu između utjecaja određene mreže na fotosintezu te posljedično na prirod jabuke su zabilježili Amarante i sur. (2007) te Stampar

i sur. (2002) u prvoj godini istraživanja. Detaljnije Amarante i sur. (2011; prema Amarante i sur., 2007; Middleton i McWaters, 2002; Romo-Chacon i sur., 2007) navode da sjena uzrokovana primjenom mreža protiv tuče može smanjiti fotosintezu, povećati vegetativni rast i stoga smanjiti prirodu i veličinu plodova jabuka. Stoga je vidljivo da postoji korelacija između razine fotosinteze i priroda, a što je povezano s dostupnošću i kompeticijom za ugljikohidrate.

Mreže mogu utjecati na prirodu i kroz redukciju stresa uzrokovanog jakim sunčevim zračenjem te visokim temperaturama i sušom. Prema Shahak (2008) primjena mreža ublažava ekstremne klimatske fluktuacije, smanjuje stres uzrokovan toplinom i vjetrom te pospješuje vitalnost krošnje. Utjecaj mreža na mikroklimu, odnosno redukciju stresnih uvjeta je detaljno opisana u poglavlju 2.3. Navedeno posebno dolazi do izražaja u područjima s jakim sunčevim zračenjem kao i u vrstama i sortama osjetljivijim na isto. U konačnici ovaj mehanizam djelovanja je opet povezan s efikasnosti fotosinteze i dostupnosti ugljikohidrata, a pretpostavljaju ga i mnogi drugi autori. Retamales i sur. (2008; prema Dale, 1992; Ort, 2001) navode da u područjima s visokom razinom sunčeve radijacije (kao središnji Čile), pozitivan efekt zasjenjenja na zametnute plodove i prirodu može biti uslijed redukcije stresnih uvjeta koji se pojavljuju sredinom dana čime se izbjegavaju previsoke razine svjetla, zagrijavanja biljke i inhibicija fotosinteze. Mreže mogu potencijalno pozitivno utjecati na prirodu borovnice smanjujući svjetlosni i temperaturni stres (Lobos i sur., 2013). Kroz navedeno mreže mogu utjecati i na vodni stres. Navedeno ukazuje da mreže redukcijom stresnih uvjeta mogu poboljšati produktivnost biljke, što dovodi do većih priroda. Upravo su Shahak i sur. (2008) pretpostavili da je povećanje priroda jabuke 'Golden Delicious' prilikom primjene većine mreža rezultat toga što je veličina ploda vjerojatno bila limitirana okolišnim stresom koji ograničava asimilacijski metabolizam krošnje, što su određene vrste mreža smanjile do razine koja je rezultirala u navedenim razlikama. Utjecaj na prirodu može biti ostvaren djelovanjem mreža na broj plodova. Naime, Retamales i sur. (2008) povezuju veći prirodu borovnica uzgajanih ispod određenih mreža s većim brojem plodova (s obzirom da nije zabilježen utjecaj navedenih mreža na veličinu ploda ili topljivu tvar). Utjecaj mreža na zametanje plodova je detaljno opisano u prethodnom dijelu. Svi ostali drugi mehanizmi (vegetativni rast itd.) će biti detaljno opisani u dijelu o utjecaja na veličinu plodova.

2.7. Utjecaj mreža na kvalitetu ploda

2.7.1. Masa i veličina ploda

2.7.1.1. Pregled istraživanja

2.7.1.1.1. Jezgričave voćne vrste

Pregled istraživanja utjecaja mreža na masu i veličinu ploda voćaka je prikazana u tablicama 14. i 15., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Lobos i sur. (2013) su u SAD-u (Michigan) u prvoj godini istraživanja zabilježili veću masu ploda borovnice 'Elliott' pri većini tretmana (primjena crne, crvene i bijele mreže s tri razine zasjenjenja (slabo, srednje i jako – zasjenjenje od 25, 50 i 75% t.s., respektivno)) u usporedbi s prirodnim uvjetima. U drugoj godini istraživanja najveća masa plodova borovnica je zabilježena uz primjenu crne mreže s jakim zasjenjenjem. I ukupno tijekom obje godine istraživanja boja je utjecala na masu plodova te su ispod crne mreže borovnice imale značajno veću masu u odnosu na one uzgajane ispod bijele mreže, masa u odnosu na one uzgajane ispod crvene mreže nije zabilježena značajna razlika. Zoratti i sur. (2015) su u sjevernoj Italiji istraživali primjenu plave (zasjenjenje 15% t.s.), biserne (odnosno bijele, zasjenjenje 7% t.s.), crvene (zasjenjenje 9% t.s.) i crne (zasjenjenje 90% t.s.) mreže na kultiviranu borovnicu 'Brigitta Blue'. Bijelu i crvenu mrežu su udvostručili kako bi postigli što veću uniformnost zasjenjenja. Primjena crvene, plave i bijele mreže je značajno povećala konačnu veličinu i masu plodova u usporedbi s onima uzgajanima u prirodnim uvjetima. Ispod crne mreže plodovi su dosegli veličinu usporednu s drugim tretmanima, osim što je masa bila najmanja tijekom prve godine istraživanja.

Tablica 14. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda jezgričavih voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
					Veličina ploda (7 tjedana prije berbe)		
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Jabuka 'Smothee Golden'	P.U.			↓	
			Crvena, plava, siva i biserna	30%	↑P.U.		
			Bijela	15%	↑P.U.		
		Crveno-bijela	18%	↑P.U.			
		Jabuka 'Topred Red Delicious'	P.U.			↓ ^{n.s.}	
			Crvena, plava, siva i biserna	30%	↑P.U. ^{n.s.}		
Bijela	15%		↑P.U. ^{n.s.}				
Crveno-bijela	18%	↑P.U. ^{n.s.}					
					Masa ploda – donji dio krošnje	Masa ploda – gornji dio krošnje	
Dussi i sur. (2005)	Argentina	Jabuka 'Fuji'	P.U.			1.g. m.r.	1.g. m.r.
			Crna	15%	2.g. ↓CRN (55%)	2.g. m.r.	2.g. m.r.
					1.g. m.r.	1.g. m.r.	1.g. m.r.
					2.g. m.r.	2.g. ↓CRN (55%)	2.g. ↓CRN (55%)
			Crna	55%	1.g. m.r.	1.g. m.r.	
					2.g. ↑P.U.	2.g. ↑CRN (15%)	
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka 'Mondial Gala'	P.U.			Masa ploda	Veličina ploda
			Crna i kristalna	v. o. 3 × 7,4 mm	m.r.	m.r.	
					m.r.	m.r.	

Tablica 14. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda jezgričavih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}	
Shahak i sur. (2008)	Izrael	Jabuka 'Golden Delicious'	P.U.		Prirod plodova >70 mm ↑ CRN ^{n.s.} , ↓BIS, CRV, BIJ, P, SIV ^{n.s.}	
			Biserna	30%	↑P.U., P, SIV, CRN, CRV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.}	
			Crvena i bijela	30 i 15% (respektivno)	↑P.U., CRN, SIV ^{n.s.} , P ^{n.s.} , ↓BIS ^{n.s.}	
			Plava	30%	↑P.U. ^{n.s.} , CRN, SIV ^{n.s.} , ↓BIS, CRV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.}	
			Siva	30%	↑P.U. ^{n.s.} , CRN ^{n.s.} , ↓BIS, CRV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.} , P ^{n.s.}	
		Crna	30%	↓BIS, CRV, BIJ, P, SIV ^{n.s.} , P.U. ^{n.s.}		
		Jabuka 'Topred'	P.U.		↓BIJ	
			Bijela	15%	↑P.U.	
			Biserna, crvena, siva, crna	30%	m.r.	
		Kruška 'Spadona'	P.U.		Prirod plodova >60 mm ↓BIS	
Biserna	30%		↑			
Crvena	26%		↓BIS			
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka	Jabuka 'Fuji Kiku 8'	P.U.		Masa ploda – prosječne razlike ↓	Udo plodova >70 mm – prosječne razlike ↓
			Bijela, crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna	(k.o. zasjenjenje unutar PAR-a 12, 14, 18 i 20%, respektivno)	↑ (do 8%)	↑ (9%)
		Jabuke 'Pinova'	(k.o. zasjenjenje unutar PAR-a 12, 14, 18 i 20%, respektivno)	m.r.	↓	
					m.r.	↑ (14%)

Tablica 14. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda jezgričavih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}	
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala' i 'Fuji'	P.U. bijela	v.o. 4 × 7 mm	Masa ploda ↓ ↑	
Bastias (2011)	Italija	Trogodišnja jabuka 'Fuji' u posudama	Bijela	20%	↓P, SIV	↓P, SIV
			Plava	40%	↑BIJ, CRV	↑CRV, BIJ
			Siva	40%	↑BIJ	↑CRV, BIJ
			Crvena	40%	↓P	↓P, SIV
Bosco i sur. (2015)	Brazil	Jabuka 'Royal Gala'	P.U.		Masa ploda	
			Crna	v.o. 4 × 7 mm	↑	m.r.
		Jabuka 'Fuji Suprema'	P.U.		↓	m.r.
			Crna	v.o. 4 × 7 mm	↑	↑
Corollaro i sur. (2015)	Italija	Jabuka 'Fuji'	Bijela	20%	Masa ploda	
			Crvena i crna	20%	↓CRV, CRN	
			Žuta i plava	20%	↑BIJ	
					m.r.	
Ordidge i sur. (2011)	Meksiko	Jabuka 'Golden Delicious'	Bijela	6-7%	Masa ploda	Veličina ploda
			Crna	16%	m.r.	m.r.
					m.r.	m.r.
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuka 'Jonagold'	P.U.		Veličina ploda	
			Crvena	20%	1.g.↓; 2.g. m.r.	↓
		Jabuka 'Fuji'	P.U.		1.g.↑; 2.g. m.r.	↑
			Crvena	20%	↓	↓
Vuković i sur. (2020)	Hrvatska	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.		Masa ploda	
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	↓ ^{n.s.}	↑ ^{n.s.}

*Kratice: BIJ – bijela mreža, BIS – biserna mreža, CRN – crna mreža, CRV – crvena mreža, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake razlike (↓,↑) – trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na sve ili sve navedene tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) - trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; ****Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 15. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda ostalih voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,***}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar [*]	
					Masa ploda	Veličina ploda
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Bresaka 'Hermosa'	P.U.		↓BIS, P ^{n.s.} , CRV ^{n.s.} , Ž ^{n.s.} , SIV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.}	↓S, CRV, BIS, Ž
			Biserna	30%	↑PU, P ^{n.s.} , CRV ^{n.s.} , Ž ^{n.s.} , SIV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.}	↑P.U., P
			Plava	30%	↑P.U. ^{n.s.} , SIV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.} ↓BIS ^{n.s.} , CRV ^{n.s.}	↓S, CRV, BIS, Ž
			Žuta	30%	↑P.U. ^{n.s.} , SIV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.} ↓BIS ^{n.s.} , CRV ^{n.s.}	↑P.U., P
			Siva	30%	↑P.U. ^{n.s.} ↓BIS, P ^{n.s.} , CRV ^{n.s.} , Ž ^{n.s.}	↑P.U., P
			Bijela	15%	↑P.U. ^{n.s.} ↓BIS, P ^{n.s.} , CRV ^{n.s.} , Ž ^{n.s.}	
			Crvena	30%	↑P.U. ^{n.s.} , P ^{n.s.} , Ž ^{n.s.} , SIV ^{n.s.} , BIJ ^{n.s.} ↓BIS ^{n.s.}	↑P.U., P
Giaccone i sur. (2012)	Južna Italija	Nektarina 'Laura'	Bijela	10%	Veličina ploda	
			Crvena	30%	m.r.	
Vuković i sur. (2016)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Breskva 'Sugar Time'	P.U. crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	Veličina ploda	
		Nektarina 'Big Bang'	P.U. Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	Masa ploda	
Shahak i sur. (2008)	Izrael	Vinova loza 'Superior'	P.U.		Masa bobbe	
			Žuta	30%	↓BIJ, Ž	
			Crvena	30%	↑P.U., CRV, SIV	
			Siva	30%	↓Ž	
		Bijela	22%	↓BIJ, Ž		
		Vinova loza 'Red Globe'	P.U.		↑P.U., SIV	
			Bijela	22%	↓BIJ, CRV, CRN ^{n.s.}	
Crvena	26%		↑P.U.			
		Crna	27%	↑P.U. ^{n.s.}		

Tablica 15. Utjecaj primjene mreža na masu i veličinu ploda ostalih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,***}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar [*]	
					Masa ploda	Zastupljenom u komercijalnim klasama
Basile i sur. (2008)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.	k.o. zasjenjenje unutar PAR-a 20,4, 22,8, 26,9 i 20,4% (respektivno)	↓	↓
			Bijela, crvena, plava, siva		↑	↑
Basile i sur. (2012)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.	k.o. 22,8% PAR k.o. 26,9% PAR k.o. 20,4 i 27,3% PAR (respektivno)	Masa ploda	
			Crvena		1.g. ↓CRV, SIV	2.g. ↑P, SIV, BIJ
					1.g. ↑P.U.	2.g. ↑P, SIV, BIJ
			Plava		1.g. ↑P.U.	2.g. ↓CRV, P.U
Bijela i siva	1.g.	2.g. ↓CRV, P.U				
Mazhawu (2016)	Južno Afrička Republika	Avokado	P.U.	30%	Rast ploda avokada tijekom sezone	
			Kristalna		↓	↑

*Kratice: BIJ – bijela mreža, BIS – biserna mreža, CRN – crna mreža, CRV – crvena mreža, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, Ž – žuta mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) - trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; ***Navedene boje odnose se na boju mreže

2.7.1.2. Mehanizam utjecaja mreža na veličinu i masu plodova

Mehanizam utjecaja mreža na veličinu i masu ploda je vrlo kompleksan i predstavlja međudjelovanje više različitih mehanizama. Jackson i sur. (1977) su naveli da je smanjena veličina plodova jabuke 'Cox's Orange Pippin' zasjenjenih putem mreža bila uslijed redukcije u veličini i broju stanica po plodu. S druge strane, Shahak i sur. (2008) utjecaj primjene mreža na povećanje veličine ploda jabuke pripisuju izduživanju stanica, s obzirom da aplikacija mreža prije cvatnje nije utjecala na veličinu ploda, dok aplikacija 2 do 4 tjedna nakon cvatnje je. Općenito, utjecaj mreža na veličinu ploda može se objasniti kroz mogućnost utjecaja mreža na učinkovitost fotosinteze, vegetativni i generativni rast, stresne uvjete itd. (detaljnije opisano u poglavljima 2.4., 2.5, 2.6. i 2.3., respektivno), odnosno na dostupnost ugljikohidrata (poglavlje 2.6.2.1.). Putem svjetla, a i drugih čimbenika (izbjegavanje stresnih uvjeta), mreže mogu djelovati na fotosintezu što je značajno, jer prema Corelli-Grappadelli i sur. (1994) razvoj ploda esencijalno ovisi o trenutnoj fotosintezi. Gindaba i Wand (2005b) su na temelju vlastitih neobjavljenih podataka naveli da je uzrok manjoj veličini plodova jabuke 'Royal Gala' uzgajane ispod crne mreže protiv tuče bio uslijed utjecaja sjene na fotosintezu. Shahak i sur. (2008) izostanak utjecaja primjene fotoselektivnih mreža na povećanje veličine jabuke 'Topred' u odnosu na jabuku 'Golden Delicious', pripisuju, između ostalog i manjoj produktivnosti i jačem vegetativnom rastu. Dodatan rast odraslog stabla nakon proljetnog rasta nužno ne povećava ukupno presretanje svjetla i općenito nije poželjno (Johnson i Handley, 2000), jer posljedično smanjuje efikasnost fotosinteze i dostupnost ugljikohidrata. Rast ploda breskve je pozitivno koreliran sa specifičnom lisnom masom, površinom lista i bujnosti rodnog izbojka te negativno s bujnosti ovogodišnjeg rasta mladice na rodnom izbojku (Basile i sur., 2007). Williams (1984) je na temelju prosječnih vrijednosti zabilježio da je kontrola vegetativnog rasta putem bioregulatora kod jabuke 'Red Delicious' povećala veličinu ploda kod svih tretmana, dok je kod jabuke 'Golden Delicious' zabilježeno u većini tretmana. Navedeno potvrđuje negativan utjecaj pretjeranog vegetativnog rasta na masu plodova. Prema Middleton i McWaters (2002), smanjena veličina plodova se događa češće na bujnijim stablima uzgajanim ispod mreža u usporedbi sa stablima uzgajanim u prirodnim uvjetima. Međutim, na stablima ispod mreža čija je bujnost bila kontrolirana, veličina plodova se povećala. Wünsche i sur. (2005) zabilježili su značajan i negativno koreliran utjecaj gustoće priroda na veličinu i masu plodova jabuka. Također, su zabilježili da je u lišću ne-rađajućih jabuka srednja sezonska ukupna koncentracija nestrukturnih ugljikohidrata bila za 20 do 45% veća nego u listovima nisko odnosno visoko rodnih jabuka. Navedeno potvrđuje da je učinkovitost priroda bitan faktor koji utječe na dostupnost ugljikohidrata. Značajnu interakciju između mase ploda i priroda jabuka je zabilježio i Smit (2007), međutim ono što je zanimljivo je da autor navodi da se masa

plodova jabuka uzgajanih ispod mreža značajnije smanjila s povećanjem prirodna nego što je bio slučaj za jabuke uzgajane u prirodnim uvjetima. Basile i sur. (2008) pretpostavlja da je povećanje mase plodova aktinidije uzgajane ispod fotoselektivnih mreža posljedica manje kompeticije za hranjivima uslijed reduciranog prirodna. Navedena opažanja su bitna, jer pokazuju da s povećanom konkurencijom, bilo pretjeranim vegetativnim rastom ili prirodnom, masa plodova brže opada ispod mreža nego u prirodnim uvjetima. Navedeno je vrlo vjerojatno uslijed zasjenjenja ispod mreža koje limitira fotosintezu te u navedenom slučaju dolazi do izražaja prednost fotoselektivnih mreža koje povećavaju sadržaj difuznog svjetla koje ima bolju mogućnost penetracije u krošnje (poglavlje 2.2.3.). S druge strane, zasjenjenje u stresnim uvjetima može pozitivno djelovati na fotosintezu i dostupnost ugljikohidrata, te shodno navedenome veličinu plodova. Dostupnost ugljikohidrata, odnosno kompeticija za iste nema jednaki učinak u bilo kojem trenutku razvoja ploda. Redukcija svjetla u ranim stadijima rasta ploda (otprilike pet tjedana nakon cvatnje) može kroz promjene u dostupnosti ugljikohidrata uzrokovati u konačnici smanjenu veličinu plodova, jer rano u sezoni u svjetlosno limitiranim uvjetima rast izbojka ima prioritet u odnosu na rast ploda za raspodjelu ugljikohidrata (Bepete i Lakso, 1998; Corelli-Grappadelli i sur., 1994; Lakso i sur., 1989; Lakso i Robinson, 1997).

Mreže i kroz utjecaj na mikroklimatske uvjete mogu ostvariti učinak na veličinu i masu ploda. Bastias (2011) smatra da je utjecaj mreža na produkciju ugljikohidrata, mjereno kroz asimilaciju CO₂, usko povezana s redukcijom temperature lista i razlikom u tlaku pare lista i zraka. Lobos i sur. (2013) navode da mreže imaju potencijal pozitivno utjecati na veličinu plodova borovnica reducirajući sunčevo zračenje te time smanjujući temperaturni stres. Osim toplinskog stresa bitan je i vodni stres. Bastias (2011) citirajući mnoge druge autore (Jones i Higgs, 1982; Lang, 1990; Tromp, 1984) navodi da je rast plodova jabuka kontinuirana ekspanzija tijekom noći i skupljanje tijekom dana, a razina skupljanja ploda je pod snažnim utjecajem okolišnih uvjeta (radijacija i razlika u tlaku pare lista i zraka) koji direktno utječu na gubitak vode iz ploda transpiracijom ili na povratak vode iz ploda natrag u druge biljne organe zbog prejakog transpiracijskog zahtjeva i smanjenog vodnog potencijala lista. Boini i sur. (2021) navode da jabuke koje presreću samo 50% dostupne radijacije (postignuto primjenom bijele i crvene mreže) imaju korist od poboljšanog vodnog statusa, a optimiziranje vodnog statusa je ključno za postizanje optimalnog rasta ploda i prirodna. Autori dodatno navode da je vodni stres smanjio razinu rasta ploda i tržišni prirod jabuke. Voćnjak prekriven mrežama, općenito, ima veću relativnu vlažnost zraka te bolje konzervira vlagu u tlu (poglavlje 2.3.2.), odnosno reducira stres, na što prema Shahak i sur. (2004a) ukazuje niža vrijednost popodnevnog vodnog potencijala pare.

2.7.2. Boja ploda

Boja hrane (uz izgled) ima neosporno važnu ulogu u evaluaciji kvalitete i prihvatljivosti proizvoda (Little, 1975). Boja ploda je jedan od glavnih faktora (uz ostale vizualne atribute) koji utječe na odluku kupca o konzumaciji ploda te je stoga od ključne važnosti. Obojenost ploda najčešće se mjeri vizualnom metodom kroz udio dopunske boje na površini ploda ili pomoću kolorimetra. Kolorimetar mjeri tri parametra L, a i b (Korley Kortei i sur., 2015) pri čemu se najčešće koristi „Hunter L, a, b“ ili „CIELAB“ skala. Prema publikaciji AN1005.00 od Hunter Lab (2012) obje skale su bazirane na teoriji suprotnih procesa koja pretpostavlja da receptori u ljudskom oku opažaju boju kao sljedeći parovi suprotnosti:

- L* skala – svjetlo nasuprot tame; gdje niska vrijednost indicira tamu (0-50) a visoka svjetlinu (50-100)
- a* skala – crveno nasuprot zelenome; gdje pozitivna vrijednost indicira crvenu boju a negativna vrijednost zelenu boju
- b* skala – žuto nasuprot plavom; gdje pozitivna vrijednost indicira žutu boju a negativna vrijednost plavu boju

Boje mogu biti izražene i C i h° parametrom. C parametar (kroma) predstavlja saturaciju bojom ili intenzitet (Korley Kortei i sur., 2015). h° parametar („hue“ kut ili kut boje) predstavlja lokaciju boje u dijagramu gdje kut od 0° odgovara čistoj crvenoj boji, 90° čistoj žutoj boji, 180° čistoj zelenoj boji i 270° čistoj plavoj boji (Bosco i sur., 2015).

2.7.2.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na osnovnu i dopunsku boju ploda raznih voćnih vrsta je prikazana u tablicama 16. i 17., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Stampar i sur. (2002) su u Sloveniji zabilježili da su jabuke 'Jonagold' uzgajane u prirodnim uvjetima te ispod bijele mreže imale malo bolju obojanost plodova nego one ispod crne mreže. Solomakhin i Blanke (2010) su zabilježili da je udio plodova sorte 'Pinova' s > 25% površne ploda prekrivenog crvenom bojom je bio najveći kod jabuka uzgajanih u prirodnim uvjetima, te potom ispod crveno-bijele, bijele, zeleno-crne i najmanje ispod crveno-crne mreže. Udio plodova sorte 'Fuji Kiku 8' s više od 25% površne ploda prekrivenog crvenom bojom je bio najveći u jabuka uzgajanih u prirodnim uvjetima, zatim ispod crveno-bijele, bijele, crveno-crne te najmanji ispod zeleno-crne mreže. Shahak i sur. (2008) su u Izraelu zabilježili da je stolno grožđe 'Red Globe' uzgajano ispod bijele, crne i crvene mreže (zasjenjenje od 22, 27 i 26% t.s., respektivno) imalo tamno-crvenu boju boba u odnosu na rozo-crvenkastu koje je imalo ono uzgajano u prirodnim uvjetima.

Tablica 16. Utjecaj primjene mreža na parametre osnovne boje ploda

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,****}	
Izraženost osnovne boje ploda						
Smit (2007)	Južno Afrička Republika	Jabuka 'Braeburn'	P.U. Crna	20%	↓ ↑	
		Jabuka 'Fuji'	P.U. Crna	20%	m.r. m.r.	
		Jabuka 'Royal Gala'	P.U. Crna	20%	1.g. 1.rok m.r. 1.g. 2.rok ↑ 2.g. 1.rok ↓ 2.g. 2.rok m.r. 1.g. 1.rok m.r. 1.g. 2.rok ↓ 2.g. 1.rok ↑ 2.g. 2.rok m.r.	
		Jabuka 'Cripps Pink'	P.U. Crna	20%	m.r. m.r.	
		Jabuka 'Granny Smith'	P.U. Crna i plava Siva	20 i 30% (respektivno) 20%	m.r. m.r. m.r.	
		Jabuka 'Pinova'	P.U. Bijela, crveno-bijela, crveno-brna i zeleno-crna	k.o, 12, 14, 18 i 20% PAR (respektivno)	↓ ↑	↑ ↓
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka				L*, b* i h° (u zelenom spektru)	a*

Tablica 16. Utjecaj primjene mreža na parametre osnovne boje ploda - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,****}		
					L* i b*	a*	h° (u zelenom spektru)
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka	Jabuka 'Fuji Kiku 8'	P.U. Bijela, crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna	k.o, 12, 14, 18 i 20% PAR (respektivno)	↓	↑ ^{n.s.}	↓ ^{n.s.}
					↑	↓ ^{n.s.}	↑ ^{n.s.}
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U. Bijela	v.o. 4 × 7 mm	h° (u zelenom spektru) i L* - zasjenjena strana	↓	C – zasjenjena strana m.r.
					↑	m.r.	
		Jabuka 'Fuji'	P.U. Bijela	v.o. 4 × 7 mm	L*, C i h° (u zelenom spektru) – zasjenjena strana	↓	↑
					↑		
Bastias (2011)	Italija	Jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Siva i bijela Plava Crvena	20 i 40% (respektivno) 40% 40%	h° (u zelenom spektru) – zasjenjena strana	↓P	
					↑SIV, CRV		
					m.r.		
Fruk i sur. (2016)	Hrvatska (Krapina)	Jabuka 'Braebun'	P.U. Bijela Crvena i žuta SDN	v.o. 2,4 × 4,8 mm v.o. 2,4 × 4,8 mm v.o. 0,9 × 1,0 mm	L* i a* (negativna vrijednost)	↓BIJ	b* m.r.
					↑P.U.	m.r.	
					m.r.	m.r.	
					m.r.	m.r.	

Tablica 16. Utjecaj primjene mreža na parametre osnovne boje ploda – nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	L*	Parametar ^{*,***}
Jemrić i sur. (2021)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.	v.o. 2,4 × 4,8 mm	↑	a*, b*, C, h° (u zelenom spektru) m.r.
			Crvena		↓	m.r.
Giaccone i sur. (2012)	Italija	Nektarina 'Laura'			L* i h° (u žuto-zelenom spektru)	
			Bijela	10%	↓	
			Crvena	30%	↑	

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SDN – Stop Drosophila Normal mreža, SIV – siva mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake razlike (↓,↑) – trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na sve ili sve navedene tretmane; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; ***Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine, a ukoliko postoji više rokova unutar jedne godine, tada se sve razlike promatraju unutar jednog roka jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 17. Utjecaj primjene mreža na parametre dopunske boje ploda

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}			
Crvena boja ploda								
(Leite i sur., 2002)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U.	12, 18 i 30%	↑			
			Crna		↓(do 14,2%)			
		Jabuka 'Fuji'	P.U.	12, 18 i 30%	↑			
			Crna		↓(do 7,2%)			
Udio dopunskog obojenja								
Dussi i sur. (2005)	Argentina	Jabuka 'Fuji'	P.U.	15%	1.g. m.r.			
					Crna	2.g. ↑CRN (55%)		
					Crna	1.g. m.r.		
				55%	2.g. ↑CRN (55%)			
					1.g. m.r.			
					2.g. ↓P.U., CRN (15%)			
h° vrijednost								
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka 'Mondial Gala'	P.U.	v.o. 3 × 7,4 mm	↓CRN ^{sign. ili n.s.} , K ^{sign. ili n.s.}			
					Kristalna	↑P.U. ^{sign. ili n.s.}		
					Crna	↑P.U. ^{sign. ili n.s.} , K ^{sign. ili n.s.}		
					Udio dopunske boje >80%			
					↑CRN ^{sign. ili n.s.}			
					↑CRN ^{sign. ili n.s.}			
					↓P.U. ^{sign. ili n.s.} , K ^{sign. ili n.s.}			
Izraženost dopunske boje ploda								
Smit (2007)	Južno Afrička Republika	Jabuka 'Braeburn'	P.U.	20%	1.g. m.r.			
					Crna	2.g. ↑		
						1.g. m.r.		
						2.g. ↓		
				Jabuka 'Fuji'	P.U.	20%	1. rok m.r.	
					Crna		2. rok ↑	
					1. rok m.r.			
					2. rok ↓			
		Jabuka 'Royal Gala'	P.U.	20%	m.r.			
			Crna		m.r.			

Tablica 17. Utjecaj primjene mreža na parametre dopunske boje ploda - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}			
Smit (2007)	Južno Afrička Republika	Jabuka 'Cripps Pink'	P.U. Crna	20%	m.r. m.r.			
		Jabuka 'Granny Smith'	P.U. Crna i plava Siva	20 i 30% (respektivno) 20%	Udio dopunske boje (razlike u odnosu na P.U.)			
					↑CRN., P			
					↓P.U. /			
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U. Bijela	v.o. 4 × 7 mm	L* - strana izložena suncu		C i h° (u crveno- žutom spektru) - strana izložena suncu	Udio dopunske boje
		↓ ↑			m.r. m.r.	m.r. m.r.		
		Jabuka 'Fuji'	P.U. Bijela	v.o. 4 × 7 mm	L*, C i h° (u crveno-žutom spektru) – strana izložena suncu		Udio dopunske boje	
		↓ ↑			m.r. m.r.	m.r. m.r.		
Jakopic i sur. (2007)	Slovenija	Jabuka 'Fuji'	P.U. Mreža		a* - 3. termin		b* i h° vrijednost (u crveno-žutom L, a*, b*, h° - 4. i spektru) - 3. 5. termin	
					↑ ↓		↓ ↑	m.r. m.r.

Tablica 17. Utjecaj primjene mreža na parametre dopunske boje ploda - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}				
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka	Jabuka 'Pinova'	P.U.	k.o, 12, 14, 18 i 20% PAR (respektivno)	L* i h° (u crveno-žutom spektru)		a* i b*		
			Bijela, crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna		↓	m.r.			
		Jabuka 'Fuji Kiku 8'	L* i h° (u crveno-žutom spektru)		a*	b*			
			P.U.	k.o, 14, 18 i 20% PAR (respektivno)	↓	↑	m.r.		
			Bijela, crveno-crna i zeleno-crna		↑P.U.	↓P.U.	m.r.		
			crveno-bijela	k.o, 12% PAR (respektivno)	↑P.U. (sign. za L i n.s. za h°)	↓P.U.	m.r.		
Bastias (2011)	Italija	Jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	h° (u crveno-žutom spektru) – izložena strana						
			Bijela	20%	m.r.				
			Plava, crvena, siva	40%	m.r.				
Bosco i sur. (2015)	Brazil	Jabuke 'Fuji Suprema' i 'Royal Gala'	C i h° (u crveno-žutom spektru)			a/b indeks			
			P.U.	v.o. 4 × 7 mm	m.r.	m.r.			
Fruk i sur. (2016)	Hrvatska (Krapina)	Jabuka 'Braebun'	Crna		v.o. 2,4 × 4,8 mm	m.r.	L, b*, a*/b* indeks i indeksa ukupne razlike u boji	Indeks obojanja	
			P.U.	a*		m.r.			↑BIJ
			Bijela	↓CRV		m.r.			↓P.U.
			Crvena	↑BIJ		m.r.			m.r.
			Žuta	m.r.		m.r.			m.r.
			SDN	m.r.		m.r.			m.r.

Tablica 17. Utjecaj primjene mreža na parametre dopunske boje ploda - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuke 'Jonagold' i 'Fuji'	P.U.	20%	Udio dopunske boje
			Crvena		↑ ↓
Jemrić i sur. (2021)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.	v.o. 2,4 × 4,8 mm	Udio plodova s dopunskom bojom
			Crvena		↑ ↓
Giaccone i sur. (2012)	Italija	Nektarina 'Laura'	Bijela	10%	L* i h° (u crveno-žutom spektru)
			Crvena	30%	↓ ↑

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, CRN – crna mreža, K – kristalna mreža, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SDN – Stop Drosophila Normal mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{sign. ili n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) – značajno ili prisutan trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman, / - misu prikazani rezultati; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; ***Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.7.2.2. Mehanizam utjecaja mreža na obojanost plodova

Dozrijevanjem plodovi većine voćnih vrsta i sorata gube zelenu boju i poprimaju crvenu, plavu, ljubičastu ili žutu (Westwood, 1993). Intenzitet svjetla koji dolazi do kože plodova ima krucijalan utjecaj na razvoj boje (Awad i sur., 2001; González-Talice i sur., 2013; Hamadziripi, 2012; Wagenmakers i Callesen, 1995). Solomakhin i Blanke (2010) navode da je razina redukcije dopunske boje na plodovima jabuka uzgajanima ispod mreža ovisila o prijenosu svjetla. Razvoj boje na plodovima breskve je pod jakim utjecajem dostupnosti svjetla (Lewallen i Marini, 2003). Westwood (1993) navodi da je izloženost ploda direktnom svjetlu nužna za razvoj crvene boje kruške, breskve, nektarine, marelice i jabuke. Autor navodi da drugo voće, kao grožđe, trešnje, šljive, kupina i borovnica, ne zahtijevaju izloženost kože ploda direktnom svjetlu za sintezu antocijana. Shodno navedenom Iglesias i Alegre (2006) navode da je boja jabuke bila značajno reducirana primjenom mreža uslijed redukcije raspoloživosti direktnog svjetla plodovima, što je posljedično reduciralo razinu biosinteze antocijana. S obzirom da određene vrste mreža imaju visoku sposobnost stvaranja difuznog svjetla (poglavlje 2.2.3.), utjecaj mreža na obojanost ploda će ovisiti o voćnoj vrsti. Također prema Westwoodu (1993) žuta boja ne zahtijeva direktno svjetlo kako bi se razvila.

Osim intenziteta svjetla na razvoj boje utječe i kvaliteta svjetla. Arakawa i sur. (1985) su zabilježili da je u crveno obojenim sortama jabuka sinteza antocijana pod kontrolom UV-B radijacije. Radijacija s plavo-ljubičastim i ultraljubičastim (UV) svjetlom je najefektivnija, dok tamno crveno je najmanje učinkovito ili čak inhibitorno na sintezu antocijana u kožici jabuka (Reay i Lancaster, 2001). Prema svemu gore navedenom, jasno je da mreža može ostvariti utjecaj na boju ploda kroz promjenu kvantitete i kvalitete svjetla s posebnim naglaskom na redukciju intenziteta svjetla i UV radijacije. Utjecaj mreža na navedene parametre je detaljno objašnjen u poglavlju 2.2. Smanjena obojanost plodova ispod mreža se može objasniti i manjom dostupnošću ugljikohidrata (uslijed zasjenjenja) nužnih za sintezu antocijana (Iglesias i Alegre, 2006). Utjecaj primjene mreža na dostupnost ugljikohidrata kroz utjecaj na učinkovitost fotosinteze, vegetativni i generativni rast i stresne uvjete je objašnjena u poglavljima 2.4., 2.5, 2.6. i 2.3. te i poglavlju 2.7.1.2.

Potrebno je uzeti u obzir da utjecaj mreža na obojenost plodova ovisi i o agroekološkim uvjetima. Na temelju rezultata istraživanja Dussi i sur. (2005) i Iglesias i Alegre (2006), može se zaključiti da je negativan utjecaj mreže na redukciju boje ploda potencijalno izraženiji u godinama kada su uvjeti za obojenje plodova loši nego u godinama sa povoljnim uvjetima. S druge strane Stampar i sur. (2002) su u povoljnoj godini za obojenje plodova zabilježili izraženiji negativan utjecaj mreža na obojenje plodova, u usporedbi s nepovoljnom godinom. Sljedeći aspekt koji treba uzeti u obzir su

vrsta i sorta te vrijeme berbe, odnosno mogući pomak u dozrijevanju. Prema Blanke (2009), obojanost plodova loše obojene jabuke 'Pinova' je ovisila o dostupnosti svjetla ispod mreža, dok je obojanost kasne, dobro obojene sorte 'Fuji Kiku 8' bila zadovoljavajuća i nije ovisila o boji primijenjene mreže. U većini istraživanja plodovi ispod mreža i u prirodnim uvjetima su brani u isto vrijeme te je zanemaren moguć utjecaj pomaka u dozrijevanju. Na tragu navedenoga, Bosco i sur. (2015) predlažu da plodovi jabuka sa većim izlaganjem solarnoj radijaciji (bez primjene mreža) dobivaju crvenu boju brže nego oni ispod mreža, što znači da mreže produžuju proizvodni ciklus. Stoga kasnijom berbom bi se potencijalno mogao izbjeći negativan utjecaj mreža na obojanost plodova, ako se ne naruše ostali parametri kakvoće.

2.8. Unutrašnja kvaliteta ploda

Parametri koji predstavljaju unutrašnju kakvoću voća su iznimno bitni zbog njihovog utjecaja na zadovoljstvo konzumenta proizvodom, mogućnost skladištenja plodova, zdravstvenih koristi itd. Utjecaj fotoselektivnih mreža na kakvoću je neupitan jer prema Musacchi i Serra (2018) svjetlo i kakvoća voća su blisko povezani, a fotoselektivne mreže ostvaruju utjecaj i na kvalitetu i kvantitetu svjetla (poglavlje 2.2.). Oni uglavnom uključuju tvrdoću te sadržaj šećera i kiselina.

Tvrdoća plodova je važan parametar unutarnje kakvoće plodova, koja se, uz druge parametre, koristi za određivanje optimalnog roka berbe (DeEll i sur., 2001; Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). Naime, kako plodovi dozrijevaju, tako se tvrdoća smanjuje zbog napredovanja procesa mekšanja i smanjenja središnje lamele koja je odgovorna za adheziju stanice do stanice (Musacchi i Serra, 2018; prema DeEll i sur., 2001; Johnston i sur., 2002; Kingston, 1992). Tkivo jabuke postaje mekše s naprednim dozrijevanjem zbog povećane aktivnosti pektolitičkih enzima te je u naprednijem stanju zrelosti rapidnija degradacija pektina (Ordóñez i sur., 2016). Tvrdoća ima važnu ulogu u određivanju pogodnosti voća za dulje čuvanje (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016), jer se tvrđi plodovi mogu dulje skladištiti od mekših (Johnston i sur., 2002). Važna je i s komercijalnog stajališta, jer kupci zahtijevaju određenu tvrdoću (Hoehn i sur., 2003; Skendrović Babojelić i Fruk, 2016), a može se koristiti i kao metoda za okvirno određivanje percepcije teksture od konzumenta (Harker i sur., 2002).

Slatkoća je svojstvo unutarnje kakvoće plodova te je ključna za zadovoljstvo kupca proizvodom, a najčešće se dobiva određivanjem sadržaja topljive suhe tvari (TST) u voćnom soku putem refraktometra (Musacchi i Serra, 2018; Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). TST čine šećeri i ne-šećerne komponente (kristali šećera, soli organskih kiselina, aminokiselina, pektina, fenolni spojevi) (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016), a određivanje

TST refraktometrom može se koristiti za određivanje sadržaja šećera, jer je on najviše zastupljen u njoj.

Kiselost je fundamentalno svojstvo unutrašnje kakvoće voća koje predstavlja senzorni intenzitet ukupnog sadržaja kiselina - jabučna, limunska i vinska kiselina (Kader, 2008). Kiselost ploda je, uz ostale parametre kakvoće, svojstvo koje je povezano sa zadovoljstvom konzumenta (Kader, 1999). Kiselost se obično predstavlja s titracijskom kiselosti (TK) i pH vrijednosti soka ploda (Quilot-Turion i Causse, 2014). Ukoliko je TK niska tijekom berbe, postoji rizik da će se kvaliteta uroda reducirati ispod zadovoljavajućeg standarda kvalitete za prodaju jer će sadržaj titracijske kiseline opasti tijekom skladištenja (Musacchi i Serra, 2018; prema Kingston, 1992). Vrijednost omjera TST i TK također predstavlja bitan parametar, jer prema Skendrović Babojelić i Fruku (2016) on ima veliku važnost kao indikator ukusnosti plodova.

2.8.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na unutarnju kvalitetu ploda raznih voćnih vrsta je prikazana u tablicama 18. i 19., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način. Basile i sur. (2012) su u drugoj godini istraživanja zabilježili da je sadržaj TST bio najveći pri uzgoju ispod bijele mreže, a najniži ispod sive mreže te u prirodnim uvjetima. Također u drugoj godini plodovi aktinidije uzgajani ispod bijele mreže su imali značajno najveću TK u usporedbi s svim ostalim tretmanima. Lobos i sur. (2013) su u dvogodišnjem istraživanju rasta borovnice 'Elliott' u SAD-u (Michigan) uočili da je utjecaj boje mreže (crna, crvena i bijela) imao značajan utjecaj na tvrdoću te su plodovi borovnice uzgajane ispod bijele mreže imali značajno najmanju, a oni ispod crne mreže značajno najveću tvrdoću. Također tada su plodovi borovnice uzgajani ispod crvene i bijele mreže imali veći sadržaj TST od onih ispod crne mreže. Međutim, nije zabilježen značajan utjecaj boje mreže na sadržaj TK u plodovima. Corollaro i sur. (2015) su dodatno zabilježili da je najveća prosječna TK zabilježena u plodovima jabuke uzgajanim ispod crne mreže, a najniža ispod žute mreže. Zoratti i sur. (2015) su u sjevernoj Italiji istraživali primjenu plave (zasjenjenje 15% t.s.), biserne (odnosno bijele, zasjenjenje 7% t.s.), crvene (zasjenjenje 9% t.s.) i crne (zasjenjenje 90% t.s.) mreže na divlju borovnicu (*Vaccinium myrtillus* L.) i kultiviranu borovnicu (*Vaccinium corymbosum* L.) sorte 'Brigitta Blue'. Bijelu i crvenu mrežu su udvostručili kako bi postigli što veću uniformnost zasjenjenja. U kultiviranim borovnicama tijekom obje godine istraživanja sadržaj TST je bio najniži u plodovima borovnica uzgajanim ispod crne mreže. S druge strane na sadržaj TST u plodovima divlje borovnice primjena mreža nije značajno utjecala.

Tablica 18. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda jezgričavih voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}			
					TST	Jabučna kiselina		
Stampar i sur. (2002)	Slovenija	Jabuka 'Jonagold'	P.U.			1.g. ↑CRN	m.r.	
			Crna			2.g. ↑BIJ		
			Bijela			1.g. ↓P.U.		
						2.g. m.r.	m.r.	
						1.g.m.r.	m.r.	
						2.g. ↓P.U.		
Dussi i sur. (2005)	Argentina	Jabuka 'Fuji'	P.U.			Tvrdoća	TST	
						1.g. m.r.	1.g. ↑	
						2.g. ↑CRN (55%)	2.g. m.r.	
						↓CRN (15%)		
			Crna	15%		1.g.m.r.	1.g. ↑CRN (15%)	
						2.g. ↑	↓P.U.	
						2.g. m.r.		
			Crna	55%		1.g. m.r.	1.g. ↓	
						2.g. ↓	2.g. m.r.	
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka 'Mondial Gala'	P.U.			Tvrdoća	TST	TK
						m.r.	1.g. m.r.	1.,2.,3.g. m.r.
			Crna	v.o. 3 × 7,4 mm		m.r.	2.,3.,4.g. ↑CRN	4.g. ↓CRN
							1.g. m.r.	1.,2.,3.g. m.r.
						2.,3.,4.g. ↓	4.g. ↑PU	
			Kristalna	v.o. 3 × 7,4 mm		m.r.	1.g. m.r.	1.,2.,3.g. m.r.
						2.,3.,4.g. ↑CRN	4.g. m.r.	
Jakopic i sur. (2007)	Slovenija	Jabuka 'Fuji'	P.U.			Tvrdoća	TST	TK
			Mreža			↓	m.r.	↑
						↑	m.r.	↓

Tablica 18. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda jezgričavih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
					Tvrdća (razlike prikazane samo u odnosu na P.U.) TST (razlike prikazane samo u odnosu na P.U.) TK (razlike prikazane samo u odnosu na P.U.)		
Smit (2007)	Južno Afrička Republika	Jabuka 'Fuji'	P.U.		↑	1.g. ↑ 2.g. 1.rok ↑ 2.g. 2.rok ↑ ^{n.s.}	1.g. / 2.g. 1.rok m.r. 2.g. 2.rok m.r.
			Crna	20%	↓	1.g. ↓ 2.g. 1.rok ↓ 2.g. 2.rok ↓ ^{n.s.}	1.g. / 2.g. 1.rok m.r. 2.g. 2.rok m.r.
		Jabuka 'Cripps Pink'	P.U.		1.g. ↓ 2.g. 1.rok ↑ 2.g. 2.rok m.r.	1.g. m.r. 2.g. 1.rok ↑ 2.g. 2.rok ↑ ^{n.s.}	/
			Crna	20%	1.g. ↑ 2.g. 1.rok ↓ 2.g. 2.rok m.r.	1.g. m.r. 2.g. 1.rok ↓ 2.g. 2.rok ↓ ^{n.s.}	/
		Jabuka 'Royal Gala'	P.U.		m.r.	1.g.m.r. 2.g. ↑	/
			Crna	20%	m.r.	1.g.m.r. 2.g. ↓	/
		Jabuka 'Braeburn'	P.U.		m.r.	↑	↑
			Crna	20%	m.r.	↓	↓
		Jabuka 'Granny Smith'	P.U.		1.g. ↑CRN 2.g. ↑CRN, S	1.g. ↑CRN, P 2.g. ↑CRN, P ^{n.s.}	1.g. / 2.g. m.r.
			Plava	30%	1.g. m.r. 2.g. m.r.	1.g. ↓P.U. 2.g. ↓P.U. ^{n.s.}	1.g. / 2.g. m.r.
			Crna	20%	1.g. ↓P.U. 2.g. ↓P.U.	1.g. ↓P.U. 2.g. ↓P.U.	1.g. / 2.g. m.r.
			Siva	20%	1.g. / 2.g. ↓P.U.	1.g. / 2.g. ↓P.U.	1.g. / 2.g. m.r.

Tablica 18. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda jezgričavih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
					Tvrdoća (razlike prikazane u odnosu na P.U.)	TST (razlike prikazane u odnosu na P.U.)	TK (razlike prikazane u odnosu na P.U.)
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka	Jabuka 'Fuji Kiku 8'	P.U.		↑CRV-CRN, Z-CRN,	↑	m.r.
			Crveno-crna i zeleno-crna	k.o. 18 i 20% PAR, respektivno	↓P.U.	↓P.U.	m.r.
		Jabuka 'Pinova'	Bijela i crveno-bijela	k.o. 12 i 14% PAR, respektivno	m.r.	↓P.U.	m.r.
			P.U.		↑	↑	m.r.
			Bijela, crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna	k.o. 12, 14, 18 i 20% PAR, respektivno	↓	↓P.U.	m.r.
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U.		Tvrdoća	TST	TK
			Bijela	v.o. 4 × 7 mm	↑	↑	m.r.
		Jabuka 'Fuji'	P.U.		↓	↓	m.r.
			Bijela	v.o. 4 × 7 mm	m.r.	m.r.	↑
					m.r.	↓	
Bastias (2011)	Italija	Jabuka 'Fuji' uzgajane u posudama	Bijela	20%	Tvrdoća	TST	
			Plava	40%	m.r.	↑	
			Crvena	40%	↓CRV	↓	
			Siva	40%	↑P, S	↑SIV, P ↓BIJ	
					↓CRV	↑P ↓BIJ, CRV	
Bosco i sur. (2015)	Brazil	Jabuka 'Royal Gala'	P.U.		Tvrdoća (brano u kom. zrelosti)	TST (brano u kom. zrelosti)	TK (brano u kom. zrelosti)
					1.g. m.r.	1.g. m.r.	1.g. ↓
					2.g. ↑	2.g. m.r.	2.g. ↑
		Jabuka 'Fuji Suprema'	Crna	v.o. 4 × 7 mm	1.g. m.r.	1.g. m.r.	1.g. ↑
					2.g. ↑	2.g. m.r.	2.g. ↓
			P.U.		1.g. m.r.	1.g. m.r.	1.g. m.r.
					2.g. ↑	2.g. m.r.	
			Crna	v.o. 4 × 7 mm	1.g. m.r.	1.g. m.r.	1.g. m.r.
					2.g. ↓	2.g. ↓ ^{n.s.}	2.g. m.r.

Tablica 18. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda jezgričavih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
					TST	TK	
Corollaro i sur. (2015)	Italija	Jabuka 'Fuji'	Crna, plava, žuta	20%		↓ ^{n.s.}	m.r.
			Bijela, crvena	20%		↑ ^{n.s.}	m.r.
Brkljača i sur. (2016)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Jabuka 'Cripps Pink'	P.U.		Tvrdoća	TST	TK
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	↑	↑ ^{n.s.}	m.r.
		Bijela	v.o. 2,4 × 4,8 mm	↓P.U.	↓P.U. ^{n.s.}	m.r.	
		Jabuka 'Cripps Pink'		↓P.U.	↓P.U. ^{n.s.}	m.r.	
		P.U.		m.r.	↑	↑SDN	
		Žuta SDN	v.o. 2,4 × 4,8 mm	m.r.	↓P.U.	↑SDN	
Ordóñez i sur. (2016)	Meksiko	Jabuka 'Golden Delicious'	Bijela	6-7%		↑	↓
			Crna	16%		↓	↑
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuka 'Jonagold'	P.U.		Tvrdoća	TST	TK
			Crvena	20%	1.g. ↑	1.g. ↑	1.g. m.r.
				2.g. ↑ ^{n.s.}	2.g. ↑	2.g. ↑ ^{n.s.}	
				1.g. ↓	1.g. ↓	1.g. m.r.	
				2.g. ↓ ^{n.s.}	2.g. ↓	2.g. ↓ ^{n.s.}	
		Jabuka 'Fuji'		P.U.		1.g. ↑	1.g. m.r.
		Crvena	20%	2.g. ↑	2.g. ↑ ^{n.s.}	2.g. ↑	
				1.g. ↓	1.g. m.r.	1.g. ↓ ^{n.s.}	
				2.g. ↓	2.g. ↓ ^{n.s.}	2.g. ↓	
Vuković i sur. (2020)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.		m.r.	↑	m.r.
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	m.r.	↓	m.r.

*Kratice: BIJ – bijela mreža, CRV – crvena mreža, CRN – crna mreža, g – godina, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SDN – Stop Drosophila Normal mreža, SIV – siva mreža, TK – titracijska kiselost, TST – topljiva suha tvar, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake razlike (↓,↑) – trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na sve ili sve navedene tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) – značajno ili prisutan trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman, / - nisu prikazani rezultati; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine, a ukoliko postoji više rokova unutar jedne godine, tada se sve razlike promatraju unutar jednog roka jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

Tablica 19. Utjecaj primjene mreža na parametre unutarnje kvalitete ploda ostalih voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
Shahak i sur. (2004a)	Izrael	Breskva 'Hermosa'	P.U.		Tvrdoća	TST	TK
			Bijela	12%	↑ ^{p.v.}	↑ ^{p.v.}	m.r.
			Plava, biserna siva	30%	↓ ^{p.v.} P.U., Ž, CRV	↓ ^{p.v.} P.U.	m.r.
			Crvena i žuta	30%	↓ ^{p.v.} P.U., Ž, CRV	↓ ^{p.v.} P.U., Ž, CRV	m.r.
Giaccone i sur. (2012)	Italija	Nektarina 'Laura'	P.U.		Tvrdoća	TST	TK
			Bijela	10%	↓	↑	m.r.
			Crvena	30%	↑	↓	m.r.
Vuković i sur. (2016)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Breskva 'Sugar Time'	P.U.		Tvrdoća	TST	
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	↑	m.r.	
		Nektarina 'Big Bang'	P.U.		↓	m.r.	
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	m.r.	m.r.	
Retamales i sur. (2008)	Južna Amerika (Miraflores)	Borovnica 'Berkeley'	P.U.			TST	
			Bijela, crvena, siva i crna	35 i 50%		m.r.	m.r.
Basile i sur. (2012)	Južna Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		Tvrdoća	TST	TK
			Siva	k.o. 27,3% PAR	1.g. ↓SIV, CRV	1.g. ↓SIV,CRV,BIJ	1.g. ↑
			Crvena	k.o. 22,8% PAR	1.g. ↑P.U., BIJ, P	1.g. ↑P.U., P	1.g. ↓P.U., BIJ, P.
			Bijela	k.o. 20,4% PAR	1.g. ↑P.U., BIJ, P	1.g. ↑P.U., P	1.g. ↓P.U., BIJ.
			Plava	k.o. 26,9% PAR	1.g. ↓SIV, CRV	1.g. ↑P.U., P	1.g. ↑SIV, CRV ↓P.U.
				1.g. ↓SIV, CRV	1.g. ↓SIV,CRV,BIJ	1.g. ↓P.U. ↑SIV	

*Kratice: BIJ – bijela mreža, BIS – biserna mreža, CRV – crvena mreža, g – godina, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, TK – titracijska kiselost, TST – topljiva suha tvar, Ž – žuta mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{p.v.} - pokraj oznake razlike (↓,↑) – razlike u odnosu na sve ili sve navedene tretmane određene na temelju prosječnih vrijednosti; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.8.2. Mehanizam utjecaja mreža na tvrdoću plodova

Mogućnost utjecaja mreža na tvrdoću plodova se može objasniti kroz manipulaciju svjetla. Robinson i sur. (1983) navode da je udio dostupnosti pune sunčane svjetlosti negativno koreliran s tvrdoćom plodova. S druge strane prema Campbell i Marini (1992), manja tvrdoća plodova jabuka u uvjetima zasjenjenja može biti uslijed slabe formacije stanične stijenke i većeg priljeva vode u stanice korteksa ploda. Loreti i sur. (1993) navode da limitirana sunčeva radijacija utječe na formiranje i sastav stanične stijenke kako postaju elastičnije, bubre i sadrže više vode. Slično, Amarante i sur. (2011) smanjenje tvrdoće jabuke uzgajane ispod bijele mreže pokušavaju objasniti kroz mogućnost utjecaja zasjenjenja voćaka na redukciju strukturnih komponenti (komponente stanične stijenke i srednje lamele) plodova. Prema Skendrović Babojelić i Fruku (2016) na tvrdoću, između ostaloga, utječe i prirod, veličina ploda te zrelost u vrijeme berbe. Slično, Shahak i sur. (2004a) navode da je pozitivan utjecaj fotoselektivnih mreža na veličinu plodova breskve bio, između ostaloga, i na uštrub tvrdoće ploda (na temelju inverznog odnosa između navedena dva parametra). Također, Amarante i sur. (2011) su zabilježili da utjecaj primjene bijele mreže na tvrdoću plodova ovisi i o sortimentu, s naglaskom na vrijeme dozrijevanja. S obzirom na nekonzistentnost rezultata raznih istraživanja o utjecaju mreža na tvrdoću plodova, nije moguće potpuno definirati mogući mehanizam djelovanja mreža na navedeno.

2.8.2.1. Mehanizam utjecaja mreža na sadržaj šećera u plodu

Iako je utjecaj mreža na slatkoću plodova zabilježen u mnogim istraživanjima, sam mehanizam utjecaja još nije do kraja razjašnjen zbog kompleksnosti i djelovanja mnogih faktora. Cronje (2014) navodi da je sadržaj TST pod velikim utjecajem dostupnosti svjetla. Navedeno su potvrdili i Lobos i sur. (2013) koji su zabilježili negativnu korelaciju između stupnja zasjenjenja unutar PAR-a i sadržaja TST u plodovima borovnice. Svjetlosna energija je apsorbirana klorofilom kako bi se mogla koristiti za fotosintezu, a koja utječe na sadržaj TST u voću (Lambers i sur., 1998). Lewallen (2000) i Giaccone i sur. (2012) navode da kakvoća ploda, odnosno sadržaj TST ovisi i o distribuciji svjetla unutar krošnje. S obzirom da je utjecaj mreža na kvantitetu i kvalitetu svjetla zabilježen (poglavlje 2.2.), kao i na sadržaj difuznog svjetla koje ima veću mogućnost penetracije u krošnje (poglavlje 2.2.3.), jasno je da je to jedan od primarnih mehanizama kroz koji mreža može ostvariti utjecaj na sadržaj TST u plodovima. Međutim utjecaj nije jednoznačan, jer kroz utjecaj na svjetlo mreža ostvaruje utjecaj i na druge čimbenike koji posljedično mogu utjecati na sadržaj TST u plodovima. Corelli Grappadelli i Marini (2008) navode da je povećanje vegetativnog rasta povezano s povećanjem gustoće krošnje što uzrokuje neoptimalnu distribuciju svjetla u krošnji te može dovesti do gubitaka u kakvoći plodova bresaka.

Utjecaj mreža na vegetativni rast voćaka je opisan u poglavlju 2.5. Kompeticija za ugljikohidrate je sljedeći bitan mehanizam. Amarante i sur. (2011) pretpostavljaju da je do smanjenja TST ispod bijele mreže u plodovima jabuke došlo zbog zasjenjenja koje je reduciralo zalihe ugljikohidrata u plodovima što je dovelo do manjeg sadržaja škroba te posljedično topljivog šećera u komercijalnoj zrelosti. Navedenu teoriju su nešto detaljnije objasnili Basile i sur. (2012) koji pretpostavljaju da utjecaj fotoselektivnih mreža na sadržaj topljive suhe tvari može uslijed djelovanja mreža biti rezultat drugačijeg odnosa izvor : potrošač, koji može biti direktan (temperatura zraka, dostupnost svjetla, foto-morfološki utjecaji itd.) i/ili indirektan (prirod, gustoća krošnje, kompeticija između vegetativnog i generativnog rasta, distribucija svjetla unutar krošnje itd.). Utjecaj primjene mreža na dostupnost ugljikohidrata kroz utjecaj na učinkovitost fotosinteze, vegetativni i generativni rast i stresne uvjete je objašnjena u poglavljima 2.4., 2.5, 2.6. i 2.3. te i poglavlju 2.7.1.2. S druge strane neki drugi autori predlažu drugačiji pristup ovoj problematici. Lakso (2003) navodi da je veći sadržaj TST u plodovima jabuka povezan s vodnim stresom, a na temelju navedenoga Bastias (2011) zaključuje da je uzrok veće koncentracije TST u plodovima jabuka uzgajanih ispod bijele mreže bio uslijed veće evaporacija tla u odnosu na sivu i plavu mrežu (iako u vodnom potencijalu lista jabuke između različitih mreža nije zabilježena razlika). Boini i sur. (2021) navode da je vodni stres uzrokovao povećanje sadržaja topljive suhe tvari u plodovima jabuka neovisno o stupnju zasjenjenja (28 nasuprot 50%). Lobos i sur. (2013) navode da veća količina vode u plodovima borovnice uzgajanima ispod mreža može biti uzrok manjem sadržaju TST uslijed razrjeđenja otopine. Shahak i sur. (2004a) navode da je pozitivan utjecaj fotoselektivnih mreža na veličinu plodova breskve bio, između ostaloga, i na uštrub sadržaja TST u plodu (na temelju invertnog odnosa između navedena dva parametra).

2.8.2.2. Mehanizam utjecaja mreža na sadržaj kiselina u plodovima

U nekoliko publikacija navedeno je da sadržaj kiselina u plodu negativno korelira s količinom svjetla koja dolazi do stabla (Hamadziripi, 2012; Nilsson i Gustavsson, 2007; Ramos i sur., 1994). Slično, Lobos i sur. (2013) su zabilježili pozitivan utjecaj stupnja zasjenjenja na sadržaj kiselina u plodovima borovnice. Lewallen (2000) navodi da i distribucija svjetla unutar krošnje utječe na sadržaj kiselina u plodu. Na temelju navedenoga može se pretpostaviti da mreže kroz utjecaj na kvantitetu svjetla ali i na sadržaj difuznog svjetla (poglavlje 2.2.) može ostvariti utjecaj na sadržaj kiselina u plodovima. Međutim istraživanja po ovom pitanju nisu konzistentna i u mnogim slučajevima su oprečna (Aoun i Manja, 2020; Basile i sur., 2012; Brkljača i sur., 2016; Jakopic i sur., 2007; Smit, 2007). Potrebna su daljnja istraživanja o navedenoj tematici kako bi se mogao jasnije definirati utjecaj mreža na kiselost plodova.

2.9. Utjecaj mreža na dozrijevanje ploda

Određivanje optimalnog roka berbe u voćarstvu je od ključne važnosti uslijed osiguranja mogućnosti duljeg skladištenja te postizanja optimalnih fizikalno-kemijskih i organoleptičkih svojstava o kojima će ovisiti zadovoljstvo konzumenta plodom. Osim toga ono je bitno i s ekonomske strane, jer ranije dozrijevanje znači uglavnom postizanje veće cijene na tržištu uslijed manje dostupnosti plodova. U određenima situacijama poželjno je i kasnije dozrijevanje. Shahak i sur. (2008) navode da kasnija berba stolnog grožđa u Izraelu može omogućiti bobicama da postignu veću krupnoću i rezultirati u širem rasponu intenziteta boja što može zadovoljiti razne preferencije konzumenata te skratiti skupocjeno skladištenje grožđa do prodaje. Rok berbe se može odrediti različitim metodama. Neki od njih su već spomenuti u prethodnom poglavlju (poglavlje 2.8.) (osnovna boja, TST i tvrdoća) jer se ujedno odnose i na unutrašnju kakvoću voća, pa će se u ovom poglavlju navesti samo kada putem njih autori ukazuju na određene pomake u dozrijevanju. Rok berbe se može odrediti, ovisno o voćnoj vrsti, i stupnjem razgradnje škroba, indeksom zrelosti i I_{AD} indeksom. Škrob je glavni ugljikohidrat biljnih skladišnih organa (Stevenson i sur., 2006) koji se akumulira u plodovima tijekom njihova rasta kao posljedica degradacije saharoze koja nastaje u listu fotosintezom (Musacchi i Serra, 2018). Škrob se tijekom dozrijevanja vrlo brzo razgrađuje u jednostavne šećere (Miljković, 2021; Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). Veći sadržaj škroba u berbi sugerira mogućnost duljeg skladištenja plodova, i obrnuto (Musacchi i Serra, 2018; prema Kingston, 1992). Sljedeći način za određivanje zrelosti ploda je I_{AD} indeks. I_{AD} indeks znači "indeks razlike absorbance" između 670 nm i 720 nm, što je blizu apsorpcijskog vrha klorofila-a i povezano sa evolucijom etilena tijekom dozrijevanja (Ziosi i sur., 2008). Mjeri se DA metar spektrometrom te vrijednosti variraju od 0.00 to 2.25, gdje najniža vrijednost predstavlja potpunu degradaciju klorofila u zreлом plodu, a vrijednosti iznad 2 ističu izrazito nezreli plod (Musacchi i Serra, 2018). U klimakterijskom voću dozrijevanje je karakterizirano s produkcijom etilena (Payasi i Sanwal, 2010) te se na taj način I_{AD} indeks koristi za određivanja stupnja zrelosti. Indeks zrelosti (Streif) uzima u obzir tvrdoću, TST i škrob te se koristi kao način određivanja optimalnog roka berbe, međutim nije pouzdan pokazatelj, posebno u godinama koje odstupaju od prosjeka (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016; Streif, 1996).

2.9.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na dozrijevanje ploda jabuke je prikazana u tablici 20., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način, kao i drugih voćnih vrsta. Shahak i sur. (2004a) su u Izraelu učinak primijenjene crvene, plave, sive, biserne i žute mreže (zasjenjenje

30% t.s.) te bijele mreže (zasjenjenje 12% t.s.) na dozrijevanje breskve 'Hermosa' izrazili kroz postotak plodova ubranih u prve dvije od četiri berbe. Ispod sive mreže je bilo ubrano 75% plodova, crvene mreže 68%, plave, biserne i bijele mreže 67%, žute mreže 43% te u prirodnim uvjetima 38% plodova. U Sloveniji, Jakopic i sur. (2007) pretpostavljaju na temelju vrijednosti tvrdoće plodova da je primijenjena mreže protiv tuče utjecala na kasnije dozrijevanje i posljedično prolongiranje berbe jabuke 'Fuji'. Shahak i sur. (2008) su u Izraelu zabilježili (na temelju sadržaja TST) da je primjena svjetlosno disperzivne bijele i biserne mreže sa 15 i 30% zasjenjenja (t.s., respektivno) efektivna metoda postizanja ranijeg dozrijevanja ranih sorata stolnog grožđa kao: 'Prime', 'Superior', 'Perlette' i 'Early Sweet'. Primjena crvene mreže je konstantno odgađala dozrijevanje, kao i žuta mreža ali samo u određenim istraživanjima. Plava mreža je upečatljivo promovirala dozrijevanje stolnog grožđa sorte 'Superior', dok je odgađala kod sorte 'Perlette'. Također, autori su dodatno istražili utjecaj bijele, crne i crvene mreže (zasjenjenje od 22, 27 i 26%, respektivno t.s., dok je izmjereni faktor zasjenjenja uslijed akumulacije prašine iznosio za sve mreže oko 28%) na vrijeme dozrijevanja stolnog grožđa 'Red Globe'. Primjena svih mreža je odgodila dozrijevanje plodova (najizrazitije za one ispod crvene mreže) na temelju postizanja udjela dopunske boje bobice od 80% te sadržaja TST od 16%. Basile i sur. (2012) su u južnoj Italiji zaključili da utjecaj raznih mreža (bijela, crvena, plava i siva (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4, 22,8, 26,9 i 27,3%, respektivno)) na rast i sastav ploda aktinidije 'Hayward' nije koreliran s indirektnim utjecajem na ubrzanje dozrijevanja. Giaccone i sur. (2012) su pretpostavili da u Južnoj Italiji (Eboli) zabilježen utjecaj crvene mreže (zasjenjenje 30% t.s.) na kakvoću ploda nektarine 'Laura' može biti uslijed odgođenog dozrijevanja. Lobos i sur. (2013) su u dvogodišnjem istraživanju rasta borovnice 'Elliott' u SAD-u (Michigan) uočili da je boja mreže (crna, crvena i bijela) imala značajan utjecaj na udio zrelih plodova. U prvom roku berbe značajno najveći udio bio je ispod bijele mreže te potom ispod crvene mreže, a značajno najmanji ispod crne mreže. U drugom roku berbe ispod bijele mreže je bio značajno veći udio zrelih plodova nego ispod crvene i crne mreže (između kojih nije zabilježena značajna razlika). Zoratti i sur. (2015) su u sjevernoj Italiji u prvoj godini istraživanja zabilježili da je dozrijevanje borovnica 'Brigitta Blue' uzgajanih ispod plave i crvene mreže (zasjenjenje 15 i 9% t.s., respektivno) bilo odgođeno za 12 dana, a onih ispod crne mreže (zasjenjenje 90% t.s.) za 20 dana u odnosu na prirodne uvjete i ispod biserne (odnosno bijele) mreže (zasjenjenje 9% t.s.). U drugoj godini istraživanja dozrijevanje je bilo brzo i homogeno, jedino su borovnice uzgajane ispod crne mreže imale samo 50% borovnica zrelih kada su kod ostalih tretmana bile potpuno zrele. Bijelu i crvenu mrežu su udvostručili. Ordóñez i sur. (2016) su u Meksiku istraživali učinak bijele i crne mreže (zasjenjenje od 6-7 i 16% t.s., respektivno) na jabuku 'Golden Delicious'. Iako su u vrijeme komercijalne zrelosti (162 dana nakon

pune cvatnje) zabilježene značajno veće vrijednosti tvrdoće i TK te manje TST plodova jabuka uzgajanih ispod bijele mreže u odnosu na one ispod crne mreže, na početku klimakterijskog rasta (162 i 154 dana nakon pune cvatnje za plodove uzgajane ispod crne i bijele mreže, respektivno) navedene su razlike nestale. Vuković i sur. (2020) veću pojavnost skalda tijekom skladištenja plodova jabuka uzgajanih ispod crvene mreže pripisuju odgodi u dozrijevanju ploda jabuke 'Granny Smith' uslijed prisutnosti trenda na temelju srednje vrijednosti škrobnog indeksa i indeksa zrelosti (Streif).

Tablica 20. Utjecaj primjene mreža na dozrijevanje ploda voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
Iglesias i Alegre (2006)	Španjolska	Jabuka 'Mondial Gala'	P.U.	Crna i kristalna	v.o. 3 × 7,4 mm	Škrobni indeks	
						1., 4.g. ↑ 2., 3.g. m.r.	
						1., 4.g. ↓ 2., 3.g. m.r.	
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka	Jabuka 'Fuji Kiku 8'	P.U.	Bijela, crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna	k.o. 12, 14, 18 i 20% PAR, respektivno	Škrobni indeks (razlike u odnosu na P.U.)	
						↑	↓
				↓	↑		
		Jabuka 'Pinova'	P.U.	Bijela, crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna	k.o. 12, 14, 18 i 20% PAR, respektivno	↑	↓ ^{n.s.}
					↓	↑ ^{n.s.}	
Amarante i sur. (2011)	Brazil	Jabuka 'Gala'	P.U.	Bijela	v.o. 4 × 7 mm	Škrobni indeks	
						↓	
						↑	
		Jabuka 'Fuji'	P.U.	Bijela	v.o. 4 × 7 mm	m.r.	
						m.r.	
Bastias (2011)	Italija	Jabuka 'Fuji' uzgajana u posudama	Bijela	Siva, plava i crvena	20%	I _{AD} indeks	
					40%	m.r.	m.r.

Tablica 20. Utjecaj primjene mreža na dozrijevanje ploda voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*,***}		
Aoun i Manja (2020)	Libanon	Jabuka 'Fuji'	P.U.	20%	Škrobni indeks		
			Crvena		1.g. ↓	2.g. m.r.	
		Jabuka 'Jonagold'	P.U.		1.g. ↑	2.g. m.r.	
		Crvena	m.r.		m.r.		
Vuković i sur. (2020)	Hrvatska (pokraj Zadra)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.	v.o. 2,4 × 4,8 mm	Škrobni indeks		Streifov indeks
			Crvena		m.r.	m.r.	
					m.r.	m.r.	

*Kratice: g – godina, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ↓ - značajno manji u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake razlike (↓,↑) – trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na sve ili sve navedene tretmane; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.9.2. Mehanizam utjecaja mreža na dozrijevanje

Na temelju pregleda gore navedene literature vidljiv je mogući utjecaj primjene mreža na rok berbe, međutim u svim istraživanjima nije zabilježen na jednak način. Prema većem broju istraživanja čini se da zasjenjenje usporava dozrijevanje (Giaccone i sur., 2012; Iglesias i Alegre, 2006; Jakopic i sur., 2007; Lobos i sur., 2013; Ordóñez i sur., 2016; Shahak i sur., 2008; Solomakhin i Blanke, 2010; Zoratti i sur., 2015), iako postoje i istraživanja koja ukazuju na suprotno (Amarante i sur., 2011; Aoun i Manja, 2020; Shahak i sur., 2008, 2004a). Ordóñez i sur. (2016) pretpostavljaju da mreže utječu na dozrijevanje kroz dostupnost svjetla. Rezultati Hicklenton i sur. (2004) podržavaju tu pretpostavku obzirom da su primjenom zasjene od 50% uspjeli odgoditi vrijeme berbe sorata borovnice 'Brigitta' i 'Bluegold' za 2,5 tjedna, kao i rezultati Smart i sur. (1988) koji su zabilježili da povećanje stupnja zasjenjenja (izvedeno pomoću tkanina za zasjenjenje) značajno usporava dozrijevanje grožđa 'Cabernet Sauvignon'. Međutim, Jackson i sur. (1977) nisu zabilježili učinak visokih razina zasjenjenja (63 – 89%) nakon cvatnje jabuka na vrijeme dozrijevanja plodova. Kao što je već napomenuto, određene mreže putem većeg udjela difuznog svjetla (poglavlje 2.2.3.) mogu ostvariti utjecaj. Također, bitno je napomenuti i agroekološke uvjete, jer redukcija sunčeve radijacije neće imati jednaki utjecaj u svim agroekološkim uvjetima. U uvjetima s visokom razinom sunčeve radijacije određena redukcija je uglavnom poželjna pa će se navedeno drugačije odraziti na dozrijevanje plodova. U vezi s navedenim je i prilagodljivost biljne vrste na sjenu, pošto se vrste ovisno o prilagođenosti na sjenu prema Butorcu (1999) dijele na skiofite i heliofite. Sve skupa može biti faktor o kojem će varirati utjecaj mreža na rok berbe kroz modifikaciju kvantitete svjetla. Osim direktnog utjecaja, svjetlo može i indirektno utjecati na dozrijevanje. Mreže, potencijalno kroz pojačan vegetativni rast, također mogu utjecati na dostupnost svjetla te time ostvariti utjecaj na odnos izvor : potrošač i na taj način potencijalno na rok berbe. Navedeno pretpostavljaju i Shahak i sur. (2008), gdje je plava mreža reducirala vegetativni rast te upečatljivo ubrzala dozrijevanje bujnije sorte stolnog grožđa 'Superior', a odgodila manje bujne i produktivnije sorte 'Perlette'. Autori objašnjavaju da bi suprotan učinak mogao biti uslijed genetskih razlika u navedenom generativno - vegetativnom balansu između dvije sorte te da stoga mreža može promijeniti balans svake sorte na bolje ili lošije. Dakle, presudnu ulogu ima i sortiment, što dokazuju i istraživanja gdje je utjecaj mreža na rok berbe varirao u ovisnosti o sortimentu (Amarante i sur., 2011; Solomakhin i Blanke, 2010).

2.10. Utjecaj mreža na sadržaj bioaktivnih komponenata

2.10.1. Pregled istraživanja

Pregled istraživanja utjecaja mreža na bioaktivna svojstva plodova raznih voćnih vrsta je prikazana u tablici 21., a u tekstualnom obliku slijedi pregled onih koja zbog svoje složenosti nisu mogla biti prikazana na navedeni način, kao i drugih voćnih vrsta. Solomakhin i Blanke (2010) najveći sadržaj vitamina C zabilježili u plodovima jabuke 'Pinova' uzgajanima ispod bijele mreže (6% više nego u prirodnim uvjetima) te potom ispod crveno-bijele (10% manje nego u prirodnim uvjetima), zeleno-crne (31% manje nego u prirodnim uvjetima) i najmanje ispod crveno-crne mreže (42% manje nego u prirodnim uvjetima). Šavikin i sur. (2013) su u Srbiji u prvoj godini istraživanja zabilježili da su plodovi crnog ribizla 'Čačanska crna' imali veću DPPH antioksidacijsku aktivnost pri uzgoju u prirodnim uvjetima nego ispod zelene mreže (zasjenjenje 30% t.s.), dok je za sorte 'Ben Sarek', 'Ben Nevis', 'Ben Lomond' zabilježen suprotan slučaj. U plodovima sorte 'Ometa' razlike su bile male između tretmana, a u drugoj godini nisu zabilježene značajne razlike ni u jednoj sorti. Također su zabilježili da je u prvoj godini istraživanja ukupan sadržaj antocijana sorata crnog ribizla 'Čačanska crna' i 'Ben Sarek' bio veći pri uzgoju u prirodnim uvjetima nego ispod zelene mreže (zasjenjenje 30% t.s.), dok između sorata 'Ben Nevis', 'Ben Lomond' i 'Ometa' praktički nije bilo razlike. U drugoj godini istraživanja sorte 'Čačanska crna' i 'Ben Nevis' su imale za 27 odnosno 15% manji sadržaj antocijana u plodovima uzgajanima ispod zelene mreže nego u prirodnim uvjetima, dok za ostale sorte nije zabilježena razlika.

Tablica 21. Utjecaj primjene mreža na bioaktivna svojstva plodova raznih voćnih vrsta

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*, ***}		
					Cijanidin-3-galaktosid		
Jakopic i sur. (2007)	Slovenija	Jabuka 'Fuji'	P.U.		1.,3.,4. rok m.r.		
			Mreža		2. rok ↓ 5. rok ↑ ^{n.s.}	1.,3.,4. rok m.r.	
					Antioksidacijska aktivnost	Koncentracija polifenola	Koncentracija karotenoida
Basile i sur. (2012)	Italija	Aktinidija 'Hayward'	P.U.		↑	↑	↓CRV ^{n.s.}
			Bijela	k.o. 20,4% PAR	↓	↓	↓CRV
			Crvena	k.o. 22,8% PAR	↓	↓	↑P, BIJ, P.U. ^{n.s.} , SIV ^{n.s.}
			Plava	k.o. 26,9% PAR	↓	↓	↓CRV
			Siva	k.o. 27,3% PAR	↓	↓	↓CRV ^{n.s.}
					Ukupni polifenoli		
Šavikin i sur. (2013)	Srbija	Crni ribiz 'Čačanska crna', 'Ben Nevis', 'Ben Lomond', 'Ben Sarek', 'Ometa'	P.U.		↑		
			Zelena	30%	↓		
					Sadržaj antocijana (razlike prikazane u odnosu na P.U.)		
Solomakhin i Blanke (2010)	Njemačka	Jabuka 'Pinova'	P.U.		Z.K. ↑ C.K. ↑CRV-BIJ, CRV-CRN, Z-CRN		
			Crveno-bijela, crveno-crna i zeleno-crna	k.o. 14, 18 i 20% PAR, respektivno	Z.K. ↓ C.K. ↓PU		
			Bijela	k.o. 12% PAR	Z.K. ↓		
					C.K. m.r.		

Tablica 21. Utjecaj primjene mreža na bioaktivna svojstva plodova raznih voćnih vrsta - nastavak

Izvor	Država	Vrsta i sorta	Tretman ^{*,****}	Zasjenjenje ^{**}	Parametar ^{*, ***}		
Zoratti i sur. (2015)	Italija	Divlja borovnica	P.U.		Ukupan sadržaj antocijana		
			Crna	90%	1.g. ↓CRN		
			Plava	15%	2.g. ↓CRN		
			Crvena (udvostručena)	9% (jedan sloj)	1.g. ↑CRV, PU		
					2.g. ↑CRV, PU, P		
		Borovnica 'Brigitta Blue'					
		P.U.		1.g. ↑CRN, P, CRV			
		Crna	90%	2.g. ↑			
		Plava	15%	1.g. ↓			
		Crvena (udvostručena)	9% (jedan sloj)	2.g. ↓			
Bisrena (udvostručena)	7% (jedan sloj)	1.g. ↑CRN ↓P.U.					
		2.g. ↑CRN					
		1.g. ↑CRN ↓P.U.					
		2.g. ↑CRN					
		1.g. ↑CRN ↓P.U.					
		2.g. ↑CRN					
Jemrić i sur. (2021)	Hrvatka (pokraj Zadra)	Jabuka 'Granny Smith'	P.U.		Sadržaj polifenola	Antioksidacijska aktivnost	Sadržaj flavonoida
			Crvena	v.o. 2,4 × 4,8 mm	m.r.	m.r.	↑
				m.r.	m.r.	↓	

*Kratice: BIJ – bijela mreža, C.K. – crvena strana kože, CRV – crvena mreža, CRV-BIJ – crveno-bijela mreža, CRV-CRN – crveno-crna mreža, CRN – crna mreža, g – godina, m.r. – minimalne razlike, P.U. – prirodni uvjeti, P – plava mreža, PAR – fotosintetski aktivna radijacija, SIV – siva mreža, ↑ - značajno veći u donosu na navedeni tretman, osim u slučaju kada tretman nije naveden tada se odnosi na sve tretmane, ^{n.s.} - pokraj oznake tretmana (B, PU itd.) – značajno ili prisutan trend na temelju prosječnih vrijednosti u odnosu na taj specifičan tretman; **Umjesto zasjenjenja može biti navedena i veličina okca ali će tada biti naznačeno sa kraticom v.o., uvijek se odnosi na vrijednosti definirane od proizvođača, osim kada je navedena oznaka k.o. što znači da je navedenu vrijednost odredio korisnik; *** Ukoliko postoji više godina, rokova ili pozicija mjerenja unutar jednog istraživanja tada se sve razlike promatraju unutar jedne godine, roka ili pozicije; **** Navedene boje odnose se na boju mreže

2.10.2. Mehanizam utjecaj mreža na antioksidacijska svojstva i sadržaj polifenola

S obzirom da antioksidacijska aktivnost ovisi o sadržaju ukupnih fenola (Wu i sur., 2004), mehanizam djelovanja mreža na navedene komponente će se zajedno objasniti. Iako su i pigmenti dio polifenola, oni će se zbog većeg broja istraživanja kao i važnosti njihovog utjecaja na obojenost ploda detaljnije obraditi u zasebnoj cjelini. Bakhshi i Arakawa (2006) navode da intenzitet i kvaliteta svjetla može utjecati na biosintezu antioksidansa i fenola. Gullo i sur. (2014) su zabilježili porast antioksidacijske aktivnosti plodova bresaka s većom izloženosti PAR-u. Svjetlosni uvjeti imaju veliku ulogu u biosintezi i akumulaciji flavonoida, a uklanjanje dostupnosti sunčevog svjetla plodovima je u mnogim slučajevima dovelo do smanjenja sadržaja flavonoida u klimakterijskim i neklimakterijskim plodovima (Zoratti i sur., 2014). Uzgoj jagoda pri jačem intenzitetu svjetla rezultirao je u povećanoj količini askorbinske kiseline (Wang i Zheng, 2001). Navedeno je ukazalo na iznimnu važnost svjetla u sintezi bioaktivnih komponenti. Već je zabilježeno da mreže mogu utjecati na kvantitetu svjetla (poglavlje 2.2.2.). Međutim, utjecaj intenziteta svjetla na sadržaj navedenih komponenti nije tako jednostavan, odnosno manji intenzitet na znači nužno automatski manji sadržaj bioaktivnih komponenti. Anttonen i sur. (2006) su zabilježili da zasjena nije značajno utjecala na smanjenje ukupnih polifenola u jagodama. Navedeno područje se još dosta istražuje te je velikim dijelom genetski uvjetovano, kao što su zabilježili i Šavikin i sur. (2013). Osim kvantitete svjetla na sadržaj navedenih komponenti može utjecati i kvaliteta svjetla. Koncentracija nekih polifenola se povećava kada su plodovi izloženi UV svjetlu jer su flavonoidi u mogućnosti apsorbirati UV radijaciju i time spriječiti oštećenje tkiva (Arakawa i sur., 1985). Fenoli i njihovi derivati su jako osjetljivi na UV svjetlo te se oni uslijed izloženosti akumuliraju u epidermalnim stanicama kako bi reducirali penetraciju UV svjetla u dublje tkivo (Do Nascimento i sur., 2013; Frohnmeyer i Staiger, 2003). Upravo Basile i sur. (2012) pretpostavljaju da je redukcija UV zračenja ispod mreža bila odgovorna za smanjenje antioksidacijske aktivnosti i koncentracije ukupnih polifenola u plodovima aktinidije, pošto su mreže imale veći postotak zasjenjenja u UV nego u PAR spektru. Utjecaj kvalitete vidljivog spektra svjetla na sadržaj bioaktivnih komponenti se intenzivno istražuje u posljednje vrijeme (Kokalj i sur., 2016; Kondo i sur., 2014), međutim nije još dovoljno istražen. Može se spomenuti da je zabilježen određeni utjecaj plavog, crvenog i žutog svjetla na sadržaj bioaktivnih komponenti. Stoga je jasno da mreže i kroz različiti utjecaj na kvalitetu svjetla mogu ostvariti utjecaj na sadržaj bioaktivnih komponenti. Osim svjetla i temperatura igra značajnu ulogu, naime zabilježeno je da je visoka temperatura tijekom razvoja ploda povećala sadržaj nekoliko bioaktivnih komponenti u jagodama i malinama (Josuttis i sur., 2012; prema Remberg i sur., 2010; Josuttis i sur., 2011). Josuttis i sur. (2012) su čak

zaključili da je temperatura imala veći učinak na sadržaj bioaktivnih komponenti u plodovima jagoda od svjetla. S obzirom da mreže mogu utjecati na temperaturu (poglavlje 2.3.1.), navedeno također može predstavljati mehanizam djelovanja.

2.10.3. Mehanizam utjecaja mreža na sadržaj antocijana i karotenoida u plodu

Antocijani su glavni pigmenti u plodovima te su odgovorni za nastanak karakteristične crvenkaste, plavkaste i ljubičaste nijanse, zbog čega doprinose kakvoći voća (Jaakola, 2013). Antocijani su znak dozrijevanja jer većina plodova voćnih vrsta akumulira antocijane tipično u fazi dozrijevanja (Jimenez-Garcia i sur., 2013; Zoratti i sur., 2015), stoga mogući mehanizam utjecaja mreža na sadržaj antocijana treba tražiti u navedenom periodu. U većini navedenih istraživanja može se vidjeti da je sadržaj antocijana uglavnom niži pri uzgoju ispod mreža nego u prirodnim uvjetima (Jakopic i sur., 2007; Šavikin i sur., 2013; Solomakhin i Blanke, 2010; Zoratti i sur., 2015), osim u određenim slučajevima kada je primjena fotoselektivnih mreža ublažila stresne uvjete (temperatura) ili kod skiofitnih i kriofilnih vrsta (Šavikin i sur., 2013; Zoratti i sur., 2015). Svjetlo je bitan čimbenik koji utječe na akumulaciju antocijana kod mnogih voćnih vrsta, a navedeno potvrđuju i Proctor i Loughheed (1976) koji navode da se povećanje koncentracije antocijana događa samo kada su jabuke 20 dana prije berbe izložene zadovoljavajućoj sunčevoj svjetlosti. Zabilježen je utjecaj i intenziteta svjetla na akumulaciju antocijana te veće izlaganje može povećati koncentraciju antocijana (posebno u kožici), a zasjenjivanje smanjiti (Zoratti i sur., 2014; prema Anttonen i sur., 2006; Azuma i sur., 2012; Cortell i Kennedy, 2006; Spayd i sur., 2002; Takos i sur., 2006). Solomakhin i Blanke (2010) to smatraju glavnim uzrokom većeg sadržaj antocijana u jabukama uzgajanima bez primjene mreža. Međutim ne zahtijevaju sve voćne vrste prisutnost svjetla na plodu kako bi mogle sintetizirati antocijane (He i sur., 2010). Osim toga neke voćne vrste ne zahtijevaju jako izlaganje svjetlu kako bi akumulirale visoke količine flavonoida (Zoratti i sur., 2014), kao na primjer borovnica koja predstavlja jedan od najboljih izvora antocijana iako preferira sjenu te je akumulacija antocijana pod velikim utjecajem razvoja ploda (Jaakola i sur., 2004). K tome u određenih voćnih vrsta, kao u kruški, intenzivno svjetlo može smanjiti sintezu antocijana (Zhang i sur., 2011). Zoratti i sur. (2015) su zabilježili da je u uvjetima sjeverne Italije svjetlosni stres inhibirao akumulaciju antocijana u divlje, ali ne i u kultivirane borovnice. Stoga u određenim slučajevima i redukcija kvantitete svjetla može djelovati pozitivno na sintezu antocijana. Međutim, treba uzeti i u obzir da određene mreže stvaraju više difuznog svjetla koji omogućuje bolje prodiranje u unutrašnji dio krošnje (poglavlje 2.2.3.). Osim intenziteta svjetla i kvaliteta svjetla utječe na biosintezu antocijana, posebno UV svjetlo, ali je i

intenzitet specifičnog spektra svjetla (npr. plavo svjetlo) također povezan s regulacijom biosinteze antocijana u plodovima (Jaakola, 2013; prema Li i sur., 2013; Ubi i sur., 2006; Ordidge i sur., 2011). Pri noćnom tretmanu s LED lampama boba grožđa pokazalo se da su koncentracije antocijana bila najveće pri tretmanu s plavim te potom crvenim svjetlom (Kondo i sur., 2014). Stoga djelovanje fotoselektivnih mreža na sintezu antocijana može ovisiti i o promjeni spektra svjetla (poglavlje 2.2.4.). Zoratti i sur. (2014) napominju da pozitivan utjecaj UV svjetla na sadržaj polifenolnih komponenti (te stoga i antocijana) varira od vrsti. Na temelju navedenoga može se zaključiti da utjecaj mreža na sintezu antocijana ovisi o kvantiteti i kvaliteti svjetla, o voćnoj vrsti te o agroekološkim uvjetima.

Osim navedenog i temperatura ima jak utjecaj na akumulaciju antocijana (Arakawa, 1991; Faragher, 1983; Zoratti i sur., 2015) međutim nju je potrebno gledati u međudjelovanju sa svjetlom. Postoji optimalan raspon temperatura za sintezu antocijana, a za jabuke je to između 15 i 20 °C, ovisno o njihovoj zrelosti (Arakawa, 1991; Arakawa i sur., 1999; Dussi i sur., 2005). Dokazano je da visoke temperature (30–35 °C) smanjuju sadržaj antocijana u kožici ploda jabuke i bobicama grožđa (Jaakola, 2013; prema Mori i sur., 2007; Lin-Wang i sur., 2011; Azuma i sur., 2012). Također, visoke noćne temperature, odnosno manje razlike između dnevnih i noćnih temperatura, uzrokuju smanjenje sinteze antocijana uslijed niže aktivnosti enzima vezanih za njihovu biosintezu (Mori i sur., 2005; Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). Kao što je zabilježeno, mreže mogu modificirati temperaturu (poglavlje 2.3.1.). Iako navedena razlika snije prevelika, mogućnost navedenog mehanizma djelovanja ne smije se odbaciti, pogotovo u stresnim uvjetima uslijed previsokih temperatura gdje i blago smanjenje temperature može biti iznimno korisno. Mogući su također i neki drugi mehanizmi utjecaja mreža na sadržaj antocijana u plodovima. Arena i sur. (2017) navode da na sintezu antocijana može utjecati i dostupnost vode. Zoratti i sur. (2015) su u kultiviranoj borovnici zabilježili smanjenje sadržaja antocijana ispod fotoselektivnih mreža uslijed povećanja veličine i mase bobica što je dovelo do povećanja sadržaja vode te je stoga udio antocijana bio niži. Iglesias i Alegre (2006) su kao uzrok slabije obojanosti plodova ispod crne mreže pretpostavili manju dostupnost ugljikohidrata nužnih za sintezu antocijana zbog redukcije dostupnosti svjetla. Utjecaj primjene mreža na dostupnost ugljikohidrata kroz utjecaj na učinkovitost fotosinteze, vegetativni i generativni rast i stresne uvjete je objašnjena u poglavljima 2.4., 2.5, 2.6. i 2.3. te i poglavlju 2.7.1.2.

3. MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje je provedeno 2015. godine u mjestu Vratišinec, pokraj Čakovca u voćnjaku firme AGRA d.o.o (N 46° 27' 43.038"; E 16° 26' 47.421"). Analize pokazatelja vegetativnog rasta, produktivnosti te kvalitete plodova provedene su u laboratoriju Zavoda za voćarstvo, Odsjeka za hortikulturu i krajobraznu arhitekturu, Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, dok je analiza biokemijskih svojstava provedena u laboratoriju Zavoda za kemiju, Odsjeka za agroekologiju, Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta.

3.1. Vrijeme i način provođenja istraživanja

Istraživanje je provedeno u nasadu bresaka cijepljenih na vinogradarsku breskvu, a postavljeno je nakon završetka cvatnje bresaka 2015. godine (kraj travnja) (Slika 6). Razmak u voćnjaku je iznosio 4 m između redova te 3 m u redu, dok je uzgojni oblik bio vaza. Međuredni prostor je bio zatravljen, a prostor unutar reda voćaka se održavao primjenom herbicida. U voćnjaku su se redovito provodile standardne agro i pomotehničke mjere (rezidba, gnojidba, kosidba, primjena pesticida, navodnjavanje itd.).



Slika 6. Postavljanje istraživanja nakon završetka cvatnje bresaka 2015. godine (Izvor: Tomislav Jemrić)

U istraživanju su se primijenile četiri vrste fotoselektivnih mreže te kontrola (prirodni uvjeti bez primjene mreža). Mreže koje su se primijenile su: Agritenax crvena, bijela i žuta (Tenax, Italija) te SDN (Artes Politecnica, Italija), koja je bijele boje. Veličina okca (razmak između dvije niti osnove i potke) Agritenax crvene, žute i bijele mreže je

iznosila $2,4 \times 4,8$ mm, a SDN mreže $0,90 \times 1$ mm. Sve mreže su imale manju dimenziju okca od standardnih mreža protiv tuče zbog svojih anti-insekt svojstava (predstavljaju mehaničku prepreku štetniku). SDN mreža ima najmanju veličinu okca u svrhu kontrole štetnika *Drosophila suzukii* (Matsumura). Istraživanje je bilo postavljeno po slučajnom bloknom rasporedu u tri repeticije za svaku mrežu i kontrolu (prirodni uvjeti) (slika 7 i 8). Svaka repeticija je obuhvaćala po tri stabla breskve. Plodovi ispod mreža su brani u optimalnom roku berbe. Odnosno u prvom roku berbe (6. kolovoza 2015.) brane su breskve uzgajane ispod žute i bijele mreže te u prirodnim uvjetima; a u drugom roku (11. kolovoza 2015.) breskve uzgajane ispod bijele i crvene mreže te u prirodnim uvjetima.



Slika 7. Postavljena jedna repeticija SDN mreže



Slika 8. Postavljeno istraživanje (Izvor: Tomislav Jemrić)

3.2. Sorta korištena u istraživanju

Istraživanje je provedeno na breskvi sorte 'Suncrest' (*Prunus persica* 'Suncrest' (L.) Batsch) koja se ubraja u vodeće sorte breskve u svijetu (slika 9 i 10). Ovu sortu su detaljno opisali Krpina (2004) i Miljković (1991). 'Suncrest' je američka sorta stvorena u Fresnu (Kalifornija, SAD). Plod je velik, okruglasta, a katkada i jajolika oblika. Vrh je zaobljen i lagano udubljen. Kožica je intenzivno žute boje, a preko nje je razvijena dopunska intenzivno svjetlo-crvena boja. Dopunska boja prekriva od 50 do 90% površine ploda. Meso je žuto, čvrsto i sočno te dobre kvalitete, okusa i ugodne arome. Također, meso ploda se lagano odvaja od koštice, odnosno ova sorta pripada grupi kalanki. Stablo je srednje bujno do bujno (Slika 8), a rodnost je obilna.



Slika 9. Plod breskve sorte 'Suncrest' (Izvor: <https://www.groworganic.com/products/peach-suncrest-semi-dwarf-7150>)



Slika 10. Voćnjak breskve 'Suncrest' u kojem je provedeno istraživanje

3.3. Metode

Lista korištene opreme i kemikalija u istraživanju je prikazana u tablici 22.

Tablica 22. Lista korištene opreme i kemikalija u istraživanju

Oprema i pribor	Kemikalije
Centrifuga	2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonske kiseline)
Filter papir Whatman br. 4	2,2-difenil-1-pikrilhidrazila
ImageJ® softverski program (Image Processing and Analysis in Java)	Aceton
Kolorimetar ColorTec-PCM Plus 30mm Benchtop Colorimeter (ColorTec Associates, Inc. Clinton, New Jersey, SAD)	Amonij oksalat (0,75%-tni)
Laboratorijski homogenizator (FOSS homogenizer 2094 (Hillerød, Denmark))	Etanol (96 i 63%-tni)
Magnetna mješalica	Folin-Ciocalteu reagens
Milimetarsko ravnalo	Galakturonska kiselina
Penetrometar PCE - PTR-200 (PCE INSTRUMENTS, USA)	Heksan
Pomično mjerilo Prowin HMTY0006	Karbazol (0,1%-tni)
Refraktometar Atago Pal-1 (Atago Co., LTD., Tokyo, Japan)	Metanol (1 i 99%-tni)
Spektrofotometar Shimadzu UV 1700 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)	Natrijev hidroksid (1 i 0,1 M)
Vaga OHAUS Adventurer AX2202 (Ohaus Corporation Parsippani, NJ, USA)	Natrijev karbonat
Vodena kupelj	Sumporna kiselina (96%-tna)
Vortex uređaj	

3.4. Analize vegetativnih pokazatelja

Učinak tretmana na vegetativne pokazatelje se pratio kroz mjerenje: dužine i širine lista, indeksa oblika lista, površine lista, duljine peteljke lista, dužine i promjera jednogodišnjih izbojka, razmaka i gustoće internodija na jednogodišnjem izbojku te poprečnog presjeka debla.

3.4.1. Duljina i promjer jednogodišnjih izbojaka, razmak i gustoća nodija na jednogodišnjem izbojku

U jesen, nakon završetka vegetacije iz krošnje istraživanih bresaka je slučajnim odabirom uzrokovano 10 izbojaka po repeticiji (30 izbojaka po tretmanu). Dužina jednogodišnjih izbojaka je izmjerena pomoću krojačkog metra. Digitalnim pomičnim mjerilom Prowin HMTY0006 na 5 cm od osnove izbojka je s obje strane izmjerena njihova debljina. Na temelju ove dvije vrijednosti je dobivena prosječna vrijednost debljine izbojka. Duljina internodija je također izmjerena pomoću digitalnog pomičnog mjerila Prowin HMTY0006. Mjerena je na tri različita internodija smještena u središnjem dijelu izbojka. Iz navedene tri vrijednosti je dobivena prosječna vrijednost duljine internodija po izbojku. Gustoća nodija (izražena u broj nodija $\times \text{cm}^{-1}$) je dobivena po sljedećoj formuli:

$$(1) \quad \textit{Gustoća nodija} = \frac{\textit{broj nodija}}{\textit{duljina jednogodišnjeg izbojka (cm)}}$$

3.4.2. Duljina i širina plojke lista, indeks oblika lista, površina lista te duljina peteljke lista

Deset listova iz svake repeticije (30 listova po tretmanu) je pred kraj vegetacije (a prije početka senescence listova) slučajnim odabirom uzrokovano sa središnjeg dijela mladice iz krošnji istraživanih bresaka. Duljina plojke lista izmjerena je pomoću milimetarskog ravnala od vrha lista do mjesta umetanja peteljke, a širina plojke lista na najširem dijelu (modificirano prema Demirsoy i sur., 2004). Ogladni prikaz je vidljiv na slici 11.



Slika 11. Ogladni primjer parametara duljine i širine plojke lista na listu breskve

Indeks oblika lista je izračunat kao omjer duljine i širine plojke lista, slično kao i kod Bosco i sur. (2020). Duljina peteljke svakog lista je također izmjerena pomoću milimetarskog ravnala. Površina lista je izračunata pomoću ImageJ⁽ⁿ⁾ softverskog programa (Image Processing and Analysis in Java) koji ima bitnu ulogu u znanstvenoj zajednici (Stawarczyk i Stawarczyk, 2015), a prema modificiranoj metodi Padrón i sur. (2016). U navedenom programu nakon postavljanje skale duljine u pikselima određivanjem poznate duljine na slici (npr. postavljanjem milimetarskom ravnala) prag svjetline je modificiran kako bi se istaknula plojka lista te potom pomoću alata (ROI manager) izmjerena površina listova.

3.4.3. Poprečni presjek debla

U jesen, nakon završetka vegetacije je određen poprečni presjek debla na svakom stablu u svakoj repeticiji (3 stabla po repeticiji, 9 stabala po tretmanu). Na visini od 25 cm iznad razine tla pomoću digitalnog pomičnog mjerila Prowin HMTY0006 je izmjeren promjer debla. Potom je dobivena vrijednost poprečnog presjeka debla prema sljedećoj formuli:

$$(2) \quad \textit{Poprečni presjek debla} = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

gdje je:

d - promjer debla (cm)

3.5. Analize pokazatelja produktivnosti

3.5.1. Prirod, učinkovitost priroda i masa ploda

Odmah nakon berbe izvagan je prirod po pojedinačnom stablu unutar svake repeticije (3 stabla po repeticiji, 9 stabala po tretmanu).

Učinkovitost priroda svakog stabla je izračunata prema formuli:

$$(3) \quad \text{Učinkovitost priroda} = \frac{\text{prirod}}{TCSA}$$

gdje su:

prirod - prirod po stablu (kg)

TCSA - poprečni presjek debla (cm²)

Masa ploda je izmjerena na 30 nasumično odabranih plodova po repeticiji (90 plodova po tretmanu) pomoću vage OHAUS Adventurer AX2202, Ohaus Corporation Parsippani (NJ, USA), a izražena je u gramima (g). Prilikom berbe na temelju vizualne procjene zabilježio se je broj trulih plodova, iz kojega je izračunat udio trulih plodova po stablu.

3.6. Fizikalno kemijske analize plodova

3.6.1. Boja kože ploda i indeksi boje

Boja kože ploda je izmjerena na nasumično odabranih 10 plodova sa svake repeticije (30 plodova po tretmanu) pomoću kolorimetra ColorTec-PCM Plus 30mm Benchtop Colorimeter (ColorTec Associates, Inc. Clinton, New Jersey, SAD) prema CIE L*a*b* i CIE L*C*h° sustavu (Commission Internationale d'éclairage). Izmjereni su sljedeći pokazatelji boje: L*, a*, b*, C i h°. Prije korištenja kolorimetar je kalibriran sa bijelom i crnom standardnom pločicom. Boja je mjerena na osnovnoj (zelena i žuta) i dopunskoj (narančasta i crvena) boji kože ploda, te su rezultati prikazani zasebno. Prema publikaciji AN1005.00 od Hunter Lab (2012) CIE L*a* b* skala je bazirana na teoriji suprotnih procesa koja pretpostavlja da receptori u ljudskom oku opažaju boju kao sljedeći parovi suprotnosti:

- L* skala – svjetlo nasuprot tame; gdje niska vrijednost indicira tamu (0-50) a visoka svjetlinu (50-100)
- a* skala – crveno nasuprot zelenome; gdje pozitivna vrijednost indicira crvenu boju a negativna vrijednost zelenu boju
- b* skala – žuto nasuprot plavom; gdje pozitivna vrijednost indicira žutu boju a negativna vrijednost plavu boju

Također definirani parametri u sustavu su i „hue angle“ (h°) i kroma (C), za koje Carreño i sur. (1995) navode da se dobivaju sljedećim formulama:

$$(4) \quad h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

gdje su:

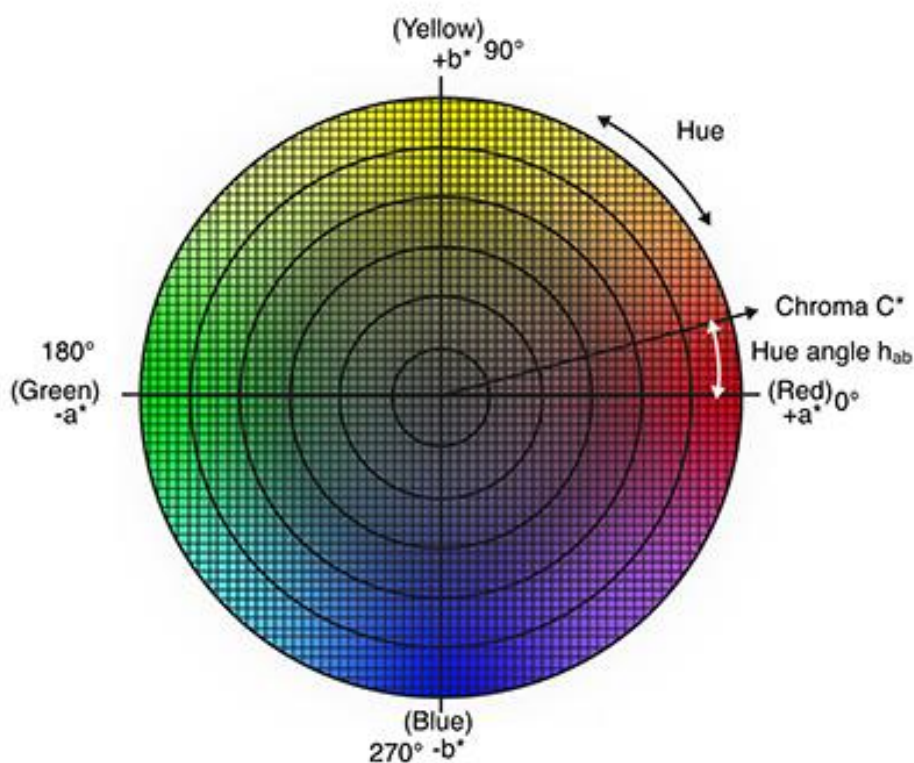
a^* i b^* - varijable u CIE L*a* b* sustavu

$$(5) \quad C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$$

gdje su:

a^* i b^* - varijable u CIE L*a* b* sustavu

Prema najšire prihvaćenom internacionalnom kriteriju pri evaluaciji, kada je $h^\circ 0^\circ$ on se dodjeljuje polovini osi $+a^*$ (crvenilo), kada je 90° dodjeljuje se polovini osi $+b^*$ (žutina), kada je 180° dodjeljuje se polovini osi $-a^*$ (zelenilo), a kada je 270° dodjeljuje se polovini osi $-b^*$ (plavetnilo) (Carreño i sur., 1995). C pokazatelj (kroma) predstavlja intenzitet boje (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). Ogladni prikaz navedenog sustava je vidljiv na slici 12.



Slika 12. Interpretacija CIE L*C*h° parametara (Izvor:

<https://sensing.konicaminolta.us/us/blog/understanding-the-cie-lch-color-space/>)

Naknadno na temelju dobivenih podataka su izračunati različiti indeksi boje koji su preuzeti iz različitih publikacija. Korišteni su sljedeći indeksi boje:

3.6.1.1. Indeks boje a / b

Omjer a / b parametara boje se koristi kao indeks boje za rajčicu, jabuku, citruse, crveno grožđe itd. te omogućuje direktnu korelaciju s procjenom vizualnog izgleda plodova (Bosco i sur., 2015; Carreño i sur., 1995; Gao i sur., 2019; Little, 1975; López Camelo i Gómez, 2004).

Navedeni indeks boje se dobiva prema sljedećoj formuli:

$$(6) \quad a/b = \frac{a^*}{b^*}$$

gdje su:

a^* i b^* - varijable u CIE $L^*a^*b^*$ sustavu

Mora se pretpostaviti da se ovaj indeks preferirao za rajčice jer se vrijednosti povećavaju sa povećanjem crvenila (Little, 1975). Ovaj indeks predstavlja nijansu boje (Gao i sur., 2019).

3.6.1.2. Indeks boje za citruse (CCI)

CCI su zabilježili Jimenez-Cuesta i sur. (1981) te se dobiva prema sljedećoj formuli:

$$(7) \quad CCI = \frac{1000 \times a^*}{L^* \times b^*}$$

gdje su:

L^* , a^* i b^* - varijable u CIE $L^*a^*b^*$ sustavu

Vrijednosti ovog indeksa su dobro korelirane sa vizualnim očekivanjem promjene boje kore mandarine, klementine i naranče iz tamno zelene u narančastu (Jimenez-Cuesta i sur., 1981).

3.6.1.3. Indeks boje za rajčicu (COL)

COL se izračunava na temelju sljedeće formule (Hobson, 1987 prema Hobson, 1983):

$$(8) \quad COL = \frac{2000 \times a^*}{L^* \times C^*}$$

gdje su:

L^* , a^* i C^* - varijable u CIE $L^*a^*b^*$ i CIE $L^*C^*h^\circ$ sustavu

S obzirom da $(a^2 + b^2)^{0,5}$ zapravo predstavlja C^* varijablu, u nazivniku je u odnosu na originalnu formulu zamijenjena C^* varijablom. COL indeks je stvoren u svrhu složenog mjerenja boje rajčica koje su čuvane u različitim uvjetima, u smislu svjetline (L), zelene do crvene komponente (a) i plave do žute komponente (b) boje (Hobson, 1987).

3.6.1.4. Indeks boje za crveno grožđe (CIRG¹)

Navedeni indeks su osmislili Carreño i sur. (1995) prema sljedećoj formuli:

$$(9) \quad CIRG^1 = \frac{180 - h^\circ}{L^* + C^*}$$

gdje su:

L^* , C^* i h° - varijable u CIE $L^*a^*b^*$ i CIE $L^*C^*h^\circ$ sustavu

Kako bi poboljšali koincidenciju boje sa povećanjem navedenog indeksa, Carreño i sur. (1995) koristili su $180 - h$ umjesto h , kao što je i Little (1975) mijenjao porijeklo h vrijednosti na drugu os da bi ostvario sličan učinak. Glavna svrha razvoja ovog indeksa je predložiti indeks boje za crveno grožđe koji se može primijeniti za objektivnu procjenu vanjske boje (Carreño i sur., 1995). Zabilježene su prosječne vrijednosti za sljedeće uzorke: 1,55 za žute uzorke, 2,49 za ružičaste uzorke, 3,66 za crvene uzorke, 4,75 za ljubičaste uzorke, 5,57 za tamno ljubičaste uzorke (Carreño i sur., 1995).

3.6.1.5. Indeks boje za crveno grožđe (CIRG²)

Navedeni indeks su osmislili Carreño i sur. (1995) prema sljedećoj formuli:

$$(10) \quad CIRG^2 = \frac{180 - h^\circ}{L^* \times C^*}$$

gdje su:

L^* , C^* i h° - varijable u CIE $L^*a^*b^*$ i CIE $L^*C^*h^\circ$ sustavu

Razvijen je za istu svrhu i isti način kao i CIRG¹ indeks, ali se pokazao manje koristan u odnosu na navedeni indeks (Carreño i sur., 1995).

3.6.2. Unutarnja kvaliteta ploda

Unutarnja kvaliteta plodova je mjerena na 10 nasumično odabranih plodova sa svake repeticije (30 plodova po tretmanu).

3.6.2.1. Tvrdoća ploda

Tvrdoća ploda je mjerena pomoću digitalnog penetrometra PCE - PTR-200 (PCE INSTRUMENTS, USA) sa sondom promjera 8 mm (0,5 mm²) fiksiranog na fiksni stalak. Na svakom plodu sa četiri nasuprotne ekvatorijalne strane žiletom je odstranjena kožica.

Na navedenim mjestima je potom mjerena tvrdoća ploda pritiskom sondom penetrometra do dubine označene na sondi. Iz navedene četiri vrijednosti za svaki plod je izračunata prosječna vrijednost tvrdoće te izračena u kg cm^{-2} .

3.6.2.2. Topljiva suha tvar

Iz pojedinačnog cijelog ploda breskve iscijeđen je sok iz kojeg je pomoću digitalnog refraktometra Atago Pal-1 (Atago Co., LTD., Tokyo, Japan) izmjeren sadržaj TST izražene u postocima prema AOAC 932.14c (AOAC, 1999).

3.6.2.3. Ukupne kiseline

Ukupne kiseline su određene titracijskom metodom s 0,1 N NaOH, izražene u % (kao % jabučne kiseline), prema AOAC 954.07 (AOAC, 1999). Pipetirano je 5 mL iscijeđenog soka iz pojedinačnog cijelog ploda breskve te su potom dodane dvije kapi indikatora brom-timol plavog. Otopina je potom titrirana s 0,1 M NaOH do pojave maslinasto zelene boje. Dobiveni utrošak 0,1 N NaOH preračunat je u ukupne kiseline (kao jabučna kiselina) prema sljedećoj formuli:

$$(11) \quad TK = \frac{A \times F \times 10}{D}$$

gdje je:

TK – ukupne kiseline (titracijska kiselost) određene titracijskom metodom (izražena kao % jabučne kiseline)

A - količina utrošene 0,1 N Na OH (mL)

F - faktor za preračunavanje ukupnih kiselina u jabučnu kiselinu (0,067)

D - količina uzroka (soka) korištenog u titraciji (mL)

3.6.2.4. Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina

TST / TK je izračunat za svaki pojedinačni plod breskve prema formuli:

$$(12) \quad TST/TK = \frac{TST}{TK}$$

3.6.3. Biokemijske analize

Sva očitavanja apsorbancije za biokemijske analize su izvršena na spektrofotometru Shimadzu UV 1700 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan).

3.6.3.1. Sadržaj ukupnih polifenola i antioksidacijska svojstva (ABTS i DPPH)

3.6.3.1.1. Ekstrakcija uzorka

Ekstrakt breskve je pripremljen prema modificiranoj metodi Komes i sur. (2016). Svježe breskve (uzorak od 10 nasumično odabranih po svakoj repeticiji) su homogenizirane uz pomoć laboratorijskog homogenizatora (FOSS homogenizer 2094 (Hillerød, Denmark)). Potom je 10 g homogeniziranog uzorka preliveno s 50 mL proključale (100 °C) destilirane vode. Nakon ekstrakcije (30 min) uz konstantno miješanje pri sobnoj temperaturi, ekstrakt je filtriran kroz metalno cjedilo, ohlađen i centrifugiran pri 1800 rpm tijekom 5 min. Supernatant je potom filtriran kroz Whatman No. 4. filter papir u odmjernu tikvicu od 50 mL i dopunjen s destiliranom vodom. Ekstrakti su pripremani u duplikatima za svaki uzorak, a po svakoj repeticiji je iz skupnog uzorka od 10 bresaka dobiven jedan uzorak. Konačna koncentracija dobivenog ekstrakta je iznosila 200 g L⁻¹. Dobiveni ekstrakt je korišten za kemijske analize određivanja sadržaja ukupnih polifenola te ABTS i DPPH antioksidacijskog kapaciteta.

3.6.3.1.2. Sadržaj ukupnih polifenola

Sadržaj ukupnih polifenola je određen modificiranom Folin-Ciocalteu metodom (Singleton i sur., 1999). U staklenu epruvetu se doda 7,9 mL destilirane vode, 0,1 mL ekstrakta (dobivenog prema opisu u 3.6.3.1.1.), 0,5 mL Folin-Ciocalteu reagensa (razrijeđenog s vodom u omjeru 1:2) te 1,5 mL 20%-tne otopine natrijeva karbonata (Na₂CO₃). Sadržaj epruvete se zatim dobro homogenizira i ostavi stajati dva sata na sobnoj temperaturi. Tijekom navedenog perioda dolazi do razvoja intenzivne plave boje. Nakon navedene inkubacije, mjeri se apsorbancija na 765 nm (Ough i Amerine, 1988). Za svaku repeticiju sadržaj ukupnih polifenola određen je u dva ekstrakta, a za svaki ekstrakt mjerenja su vršena u paraleli. Slijepa proba se pripremi na isti način kao i uzorci, osim što se umjesto 0,1 mL uzorka dodaje isti volumen destilirane vode. Vrijednost apsorbancije slijepa probe potrebno je oduzeti od vrijednosti apsorbancije uzorka te tako dobivenu vrijednost (ΔA) koristiti za izračunavanje konačnog rezultata. Sadržaj ukupnih polifenola je određen na temelju kalibracijske krivulje galne kiseline:

$$(13) \quad y = 0,0009x + 0,0072; R^2 = 0,9998$$

gdje je:

x - poznata koncentracija otopine galne kiseline (mg L⁻¹)

y - izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 765 nm

R^2 - koeficijent determinacije

Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti provedenih mjerenja s pripadajućim standardnim devijacijama kao mg ekvivalenta galne kiseline (EGK) na 100 g svježe tvari (mg EGK 100 g⁻¹ s.t.).

3.6.3.2. Antioksidacijska svojstva pomoću ABTS metode

Antioksidacijski kapacitet plodova bresaka određen je pomoću reagensa 2,2'-azinobis 3-etilbenzotiazolin-6-sulfonske kiseline (ABTS), a na temelju procedure koju su opisali Re i sur. (1999). Volumen od 0,04 ml razrijeđenog uzorka pomiješa se s 4 mL otopine ABTS+ radikala u epruveti zaštićenoj od svjetla te se izmjeri apsorbancija na 734 nm nakon točno 6 minuta. Prije mjerenja uzoraka potrebno je izmjeriti apsorbanciju slijepa probe koja se priprema tako da se umjesto uzorka 0,04 mL destilirane vode pomiješa s istom količinom reagensa (4 mL otopine ABTS+ radikala). Za svaku repeticiju ABTS antioksidacijski kapacitet određen je u dva ekstrakta, a za svaki ekstrakt mjerenja su vršena u paraleli. Antioksidacijski kapacitet je izračunat prema kalibracijskoj krivulji, a kao standard je korišten Trolox (analog vitamina E topljivog u vodi):

$$(14) \quad y = 0,2957x + 0,0072; R^2 = 0,9954$$

gdje je:

x - koncentracija Troloxa (mmol L⁻¹)

y - izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 734 nm

R^2 - koeficijent determinacije

Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti provedenih mjerenja s pripadajućim standardnim devijacijama kao μ mol ekvivalenta Trolox-a (ET) na 100 g svježe tvari (μ mol ET 100 g⁻¹ s.t.).

3.6.3.3. Antioksidacijska svojstva pomoću DPPH metode

Antioksidacijski kapacitet plodova bresaka je određen pomoću reagensa 2,2-difenil-1-pikrilhidrazila (DPPH), a na temelju procedure koju su opisali Brand-Williams i sur. (1995). U epruvetu se otpipetira 0,1 mL razrijeđenog uzorka (prema potrebi) te se doda 3,9 mL otopine DPPH (0,094 mM). Nakon 30 minuta mjeri se apsorbancija pri 515 nm. U drugu epruvetu, koja predstavlja slijepu probu, umjesto uzorka se doda 0,1 mL metanola (99%-tni) te 3,9 mL otopine DPPH. Za svaku repeticiju antioksidacijski kapacitet određen je u dva ekstrakta, a za svaki ekstrakt mjerenja su vršena u paraleli. Antioksidacijski kapacitet je izračunat prema kalibracijskoj krivulji a kao standard je korišten Trolox (analog vitamina E) standarda:

$$(15) \quad y = 0,5366x + 0,0026; R^2 = 0,9924$$

gdje je:

x - koncentracija Troloxa (mmol L^{-1})

y - izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 515 nm

R^2 - koeficijent determinacije.

Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti provedenih mjerenja s pripadajućim standardnim devijacijama kao μmol ekvivalenta Trolox-a na 100 g svježe tvari ($\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.}$).

3.6.3.4. Određivanje udjela karotenoida (β -karotena)

S obzirom da su u zreloom plodu breskve svi karotenoidi β konfiguracije (Ramina i sur., 2008), u ovom istraživanju je sadržaj ukupnih karotenoida određivan na temelju sadržaja β -karotena. Metoda određivanja β -karotena temelji se na ekstrakciji istih otopinom acetona i heksana, prema Barros i sur. (2008). Reakcija se prati mjerenjem apsorbancije na tri valne duljine, 453, 505 i 663 nm i izračunavanjem udjela pigmenta prema definiranim jednadžbama. U tamnoj epruveti pomiješa se 0,1 g usitnjenog uzorka (koji je uzrokovan iz homogeniziranog uzorka od 10 nasumično odabranih bresaka po repeticiji) s 10 mL otopine acetona i heksana (4:6, 10 mL). Miješa se 1 minutu i zatim profiltrira kroz filter papir Whatman br. 4. Filtrat se do oznake od 10 mL nadopuni otapalom. Izmjeri se apsorbancija filtrata na 453, 505 i 663 nm. Za svaku repeticiju su korištena dva uzorka, a za svaki uzorak mjerenja su vršena u paraleli. Sadržaj β -karotena je izračunat prema sljedećoj jednadžbi:

$$(16) \quad \beta \text{ Karoten} = 0.216 \times A_{663} - 0.304 \times A_{505} + 0,452 \times A_{453}$$

gdje je:

A_{663} – izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 663 nm

A_{505} - izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 505 nm

A_{453} - izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 453 nm.

Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti provedenih mjerenja s pripadajućim standardnim devijacijama u $\mu\text{g g}^{-1}$ svježe tvari ($\mu\text{g g}^{-1} \text{ s.t.}$).

3.6.3.5. Određivanje udjela ukupnih antocijanina

Metoda određivanja ukupnih antocijana temelji se na modificiranoj metodi koju je opisao Proctor (1974). Tri diska svježih bresaka (egzokarpa ploda) su uzrokovana (1 mm debljine te 1,13 cm^2 površine jednog diska). Površina diska je izračunata na temelju formule površine elipse:

$$(17) \quad \text{površina diska} = \pi \times a \times b$$

gdje je:

a – vrijednost prvog polumjera

b – vrijednost drugog polumjera

Potom su diskovi umetnuti u epruvetu i potopljeni sa 3 mL zakiseljene otopine metanola (1% konc. HCl (v/v)). Nakon miješanja pomoću Vortex uređaja epruvete su odstajale tri sata na sobnoj temperaturi bez prisutnosti svjetla. Apsorbanca je mjerena na 532 i 653 nm, a dobivene vrijednosti optičke gustoće antocijana su izračunate prema formuli koju je opisao Wells (1995):

$$(18) \quad \text{Ukupni antocijani} = A_{532} - (0.25 \times (A_{653}))$$

gdje je:

A_{532} – izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 532 nm

A_{653} – izmjerene vrijednosti apsorbancije pri 653 nm

Vrijednosti optičke gustoće su potom podijeljene s koeficijentom molekularne ekstinkcije cijanidina ($2,45 \times 10^4$) te potom podijeljene s površinom diskova (površina tri diska – $3,39 \text{ cm}^2$) kako bi se vrijednosti preračunale u koncentraciju mola antocijana po cm^2 (mol cm^{-2}) (Siegelman i Hendricks, 1957).

3.6.3.6. Određivanje udjela pektinskih frakcija

Pektinske frakcije (pektini topljivi u vodi, pektini topljivi u amonijevom oksalatu, pektini topljivi u 0,1 M natrijevoj lužini) su određene prema metodi koju je opisao Robertson (1979) te potom Fruk (2014).

3.6.3.6.1. Ekstrakcija uzorka

Uzorci su pripremljeni na sljedeći način. 2 g mesa ploda breskve je homogenizirano s 12 mL destilirane vode i 40 mL 96%-tnog etanola zagrijanog na $85 \text{ }^\circ\text{C}$ te potom deset minuta grijano na istoj temperaturi u vodenoj kupelji uz povremeno miješanje. Homogenizirani uzorak je centrifugiran 20 minuta pri sili od 1355 G. Ostatak taloga je ponovno ekstrahirano s 63%-tnim etanolom na $85 \text{ }^\circ\text{C}$ pri trajanju od deset minuta te centrifugiran dvadeset minuta pri sili od 1355 G. Nakon centrifugiranja i dekantiranja, ostatak je ispran pet puta sa 63%-tnim etanolom, dok uz pomoć otopina Fehling I i Fehling II nije utvrđeno da u ekstraktu više nema šećera.

Za određivanje frakcije pektina topljivih u vodi, talog je prelijevan s 35 mL destilirane vode te je miješan na magnetnoj miješalici. Zatim je ekstrakt centrifugiran 20 minuta pri sili od 1355 G. Nakon centrifugiranja ekstrakt je preko sintrovanog lijevka prebačen u

odmjernu tikvicu od 100 mL , a postupak s talogom ponovljen. Nakon što je talog dva puta ispran s vodom i centrifugiran, u odmjernu tikvicu je dodano 5 mL 1M NaOH te je ona nadopunjena do oznake s destiliranom vodom. Tako pripremljen ekstrakt je ostavljen 15 minuta prije daljnje pripreme za očitavanje na spektrofotometru.

Za određivanje frakcije pektina topivih u amonijevom oksalatu ((NH₄)₂C₂O₄), talog je preliven s 35 mL amonijeva oksalata te je miješan na magnetnoj miješalici. Potom je centrifugiran 20 minuta pri sili od 1355 G. Nakon centrifugiranja ekstrakt je preko sinterovanog lijevka prebačen u odmjernu tikvicu od 100 mL , a postupak s talogom ponovljen. Nakon što je talog dva puta ispran s amonijevim oksalatom i centrifugiran, u odmjernu tikvicu je dodano 5 mL 1 M NaOH te nadopunjeno amonijevim oksalatom do oznake. Tako pripremljen ekstrakt je ostavljen 15 minuta prije daljnje pripreme za očitavanje na spektrofotometru.

Za određivanje frakcije pektina topivih u natrijevom hidroksidu (NaOH), talog je prebačen u odmjernu tikvicu od 100 mL i preliven s 5 mL 1 M NaOH i dopunjen do oznake s destiliranom vodom te ostavljen da odstoji 15 minuta prije daljnje pripreme za očitavanje na spektrofotometru.

3.6.3.6.2. Priprema ekstrakata za očitavanje na spektrofotometru

Za pripremu ekstrakta pektina svih frakcija pripremljene su četiri male odmjerne tikvice od 10 mL . U prvu tikvicu dodano je 1 mL ekstrakta, 0,5 mL karbazola i 6 mL koncentrirane (96%-tne) H₂SO₄. U drugu tikvicu dodano je 1 mL ekstrakta, 0,5 mL etanola (96%-tni) i 6 mL koncentrirane (96%-tne) H₂SO₄. U treću tikvicu dodano je 1 mL destilirane vode, 0,5 mL karbazola i 6 mL koncentrirane (96%-tne) H₂SO₄. U četvrtu tikvicu dodano je 1 mL destilirane vode, 0,5 mL etanola (96%-tni) i 6 mL koncentrirane (96%-tne) H₂SO₄. Potom su prva i treća tikvica miješane u vodenoj kupelji deset minuta na 80 °C. Tako pripremljeni ekstrakti ostavljeni su da stoje 30 minuta prije očitavanja na spektrofotometru.

Na ovaj su način za očitavanje na spektrofotometru pripremljeni uzorci svih promatranih frakcija pektina s odgovarajućim ekstraktom.

3.6.3.6.3. Očitavanje na spektrofotometru i preračunavanje

Prvo su očitani ekstrakt iz prve i druge tikvice, a zatim iz treće i četvrte tikvice. Razlika u vrijednosti apsorbancija predstavljala je vrijednost apsorbancije mjerene frakcije pektina. Dobivena vrijednost apsorbancije preračunata je pomoću jednadžbe baždarnog pravca u koncentraciju galakturonske kiseline u ekstraktu, a navedena koncentracija je zatim preračunata u galakturonsku kiselinu izraženu u mg kg⁻¹.

Sadržaj galakturonske kiseline je izračunat prema standardnoj kalibracijskoj krivulji galakturonske kiseline:

$$(19) \quad y = 0,01196x + 0,0649; R^2 = 0,95389$$

gdje je:

x - koncentracija standarda otopine galakturonske kiseline

y – apsorbancija pri 525 nm

R^2 – koeficijent determinacije

Uvrštavanjem izmjerene vrijednosti apsorbancije uzorka u navedenu formulu izračunava se koncentracija galakturonske kiseline u uzorku. Tako izračunata koncentracije izražena je kao galakturonska kiselina u $\mu\text{g mL}^{-1}$ ekstrakta. Navedeni rezultat je preračunat u mg kg^{-1} svježe tvari prema formuli:

$$(20) \quad GA = \frac{x \times 100}{m}$$

gdje je:

x – koncentracija galakturonske kiseline izračunata prema prethodnoj formuli, a izražena u g L^{-1}

m – masa uzorka korištenog za ekstrakciju pektina

Zabilježeni sadržaj galakturonske kiseline preračunat je u relativne udjele (%) frakcija (pektini topivi u vodi, pektini topivi u amonijevom oksalatu i pektini topivi u lužini) prema formuli:

$$(21) \quad UD = \left(\frac{FP}{P} \right) \times 100$$

gdje je:

UD - udio odgovarajuće frakcije pektina izražene u %

FP - izmjerena količina odgovarajuće frakcije pektina uzorka izražena u mg kg^{-1}

P - ukupna izmjerena količina svih frakcija pektina uzorka izražena u mg kg^{-1}

3.7. Statistička analiza podataka

Statistička obrada podataka je napravljena u statističkom softverskom paketu SAS ver. 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA) analizom varijance (ANOVA) i Tukey's HSD testom ($P \leq 0.05$).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4. 1. Vegetativni parametri

Prema analizi varijance (tablica 23 i 24) tretman je ostvario značajan utjecaj na površinu i duljinu lista te na duljinu peteljke ($P \leq 0,05$), dok za ostale parametre (duljina izbojka, promjer izbojka, gustoća internodija, duljina internodija, poprečni presjek debla, širina plojke lista i indeks oblika lista) nije zabilježen značajan utjecaj tretmana.

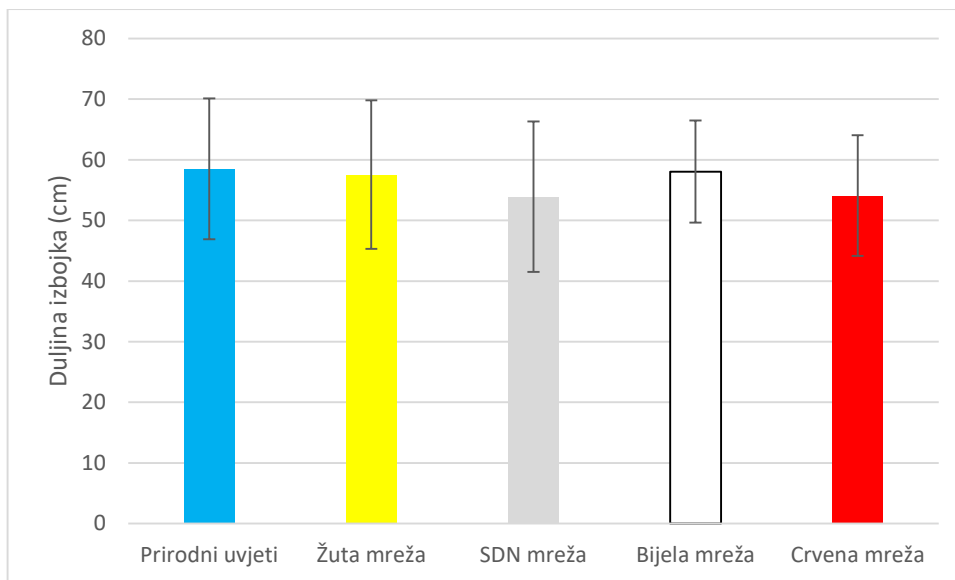
Tablica 23. Analiza varijance utjecaja tretmana na duljinu izbojka, promjer izbojka, gustoću internodija, duljinu internodija i poprečni presjek debla bresaka ($P \leq 0.05$)

Izvor	Duljina izbojka	Promjer izbojka	Gustoća internodija	Duljina internodija	Poprečni presjek debla
Tretman	0,34	0,75	0,45	0,30	0,86

Tablica 24. Analiza varijance utjecaja tretmana na površinu lista, duljinu plojke lista, širinu plojke lista, indeks oblika lista i duljinu peteljke bresaka ($P \leq 0,05$)

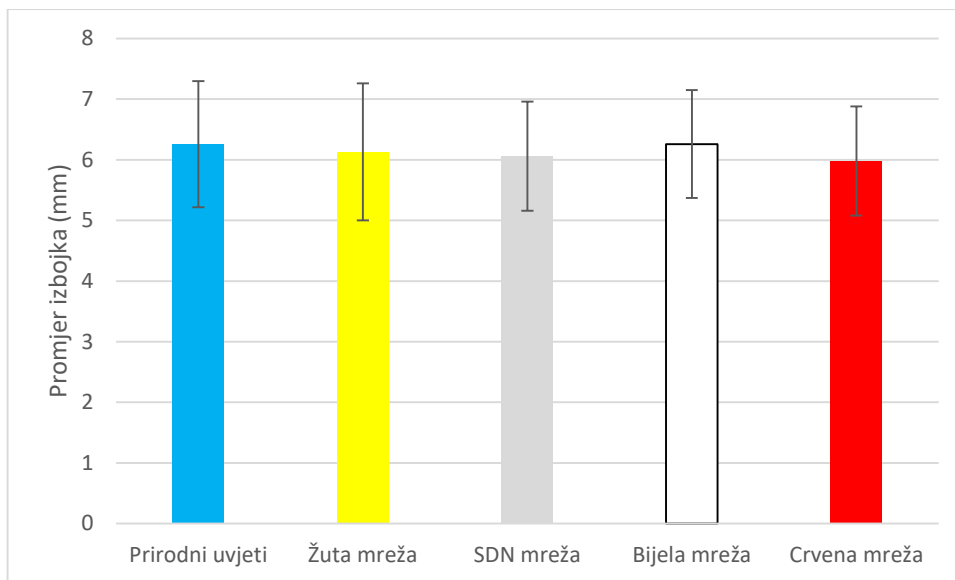
Izvor	Površina lista	Duljina plojke lista	Širina plojke lista	Indeks oblika lista	Duljina peteljke
Tretman	0,0001	<0,0001	0,079	0,11	0,035

Prema grafikonu 1, na temelju prosječnih vrijednosti najveću duljinu izbojka su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima (58,53 cm ± 11,61 SD) i ispod bijele mreže (58,04 cm ± 8,42 SD) te potom ispod žute mreže (57,56 cm ± 12,27 SD), a najmanje ispod crvene (54,1 cm ± 9,95 SD) i SDN mreže (53,9 cm ± 12,41 SD).



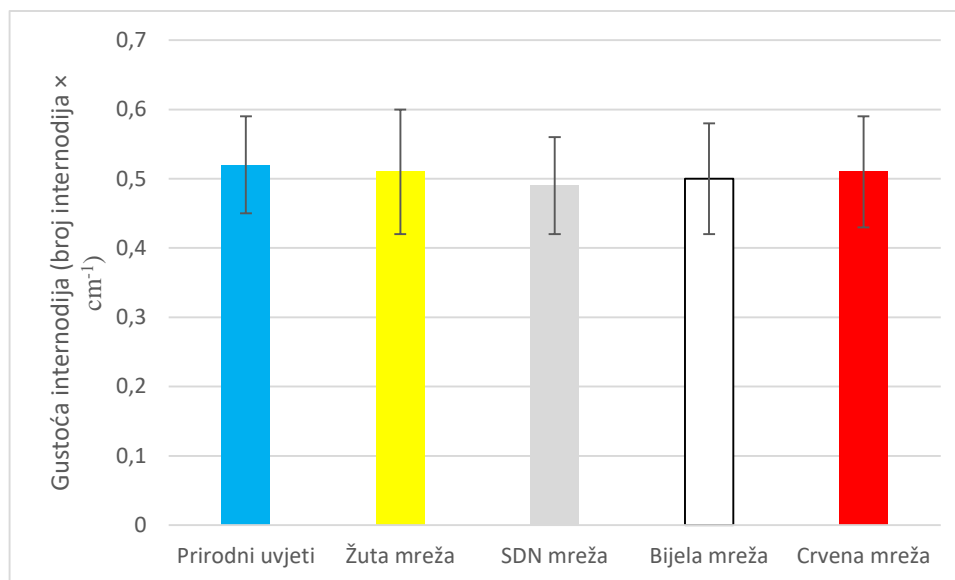
Grafikon 1. Duljina izbojka bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 2, na temelju prosječnih vrijednosti najveći promjer izbojka su imale breskve uzgajane ispod bijele mreže i u prirodnim uvjetima ($6,26 \text{ mm} \pm 0,89 \text{ SD}$ i $6,26 \text{ mm} \pm 1,04 \text{ SD}$, respektivno) te potom ispod žute mreže ($6,13 \text{ mm} \pm 1,13 \text{ SD}$) i SDN mreže ($6,06 \text{ mm} \pm 0,9 \text{ SD}$), a najmanje ispod crvene mreže ($5,98 \text{ mm} \pm 0,9 \text{ SD}$).



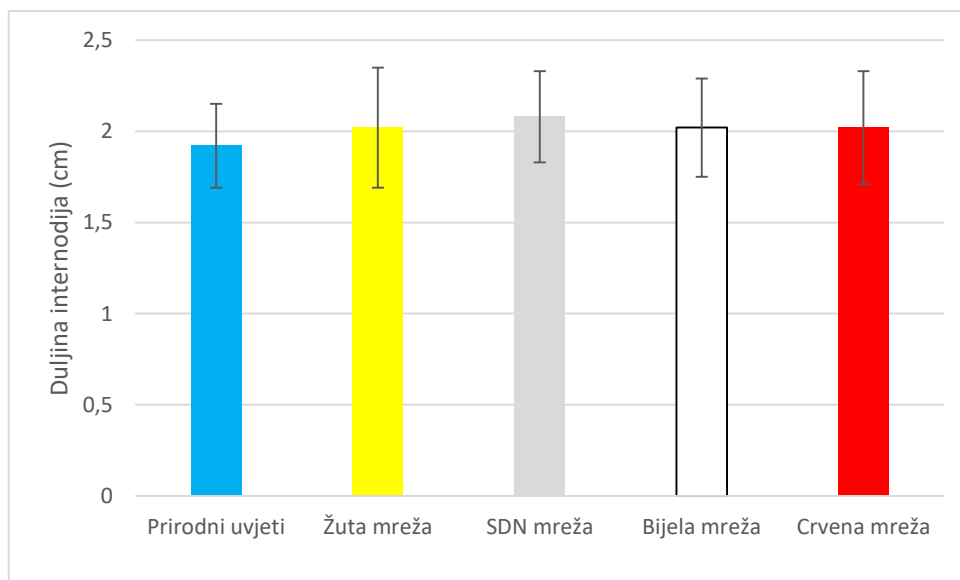
Grafikon 2. Promjer izbojka bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 3, na temelju prosječnih vrijednosti najveću gustoću internodija su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($0,52 \text{ internodija} \times \text{cm}^{-1} \pm 0,07 \text{ SD}$) te potom ispod žute i crvene mreže ($0,51 \text{ internodija} \times \text{cm}^{-1} \pm 0,09 \text{ SD}$ i $0,51 \text{ internodija} \times \text{cm}^{-1} \pm 0,08 \text{ SD}$, respektivno), bijele mreže ($0,5 \text{ internodija} \times \text{cm}^{-1} \pm 0,08 \text{ SD}$) i najmanje ispod SDN mreže ($0,49 \text{ internodija} \times \text{cm}^{-1} \pm 0,07 \text{ SD}$).



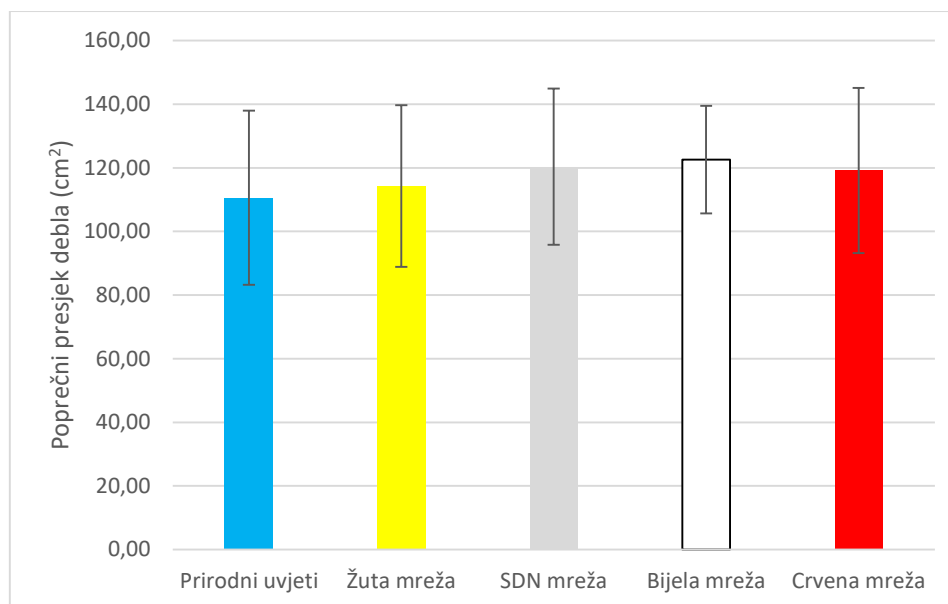
Grafikon 3. Gustoća internodija izbojaka bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 4, na temelju prosječnih vrijednosti najveća duljina internodija je zabilježena u izbojaka bresaka uzgajanih ispod SDN mreže (2,08 cm ± 0,25 SD) te potom ispod žute, bijele i crvene mreže (2,02 cm ± 0,33 SD, 2,02 cm ± 0,27 SD, 2,02 cm ± 0,31 SD, respektivno) gdje su zabilježene podjednake vrijednosti, a najmanja u prirodnim uvjetima (1,92 cm ± 0,23 SD).



Grafikon 4. Duljina internodija izbojaka breskve u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 5, na temelju prosječnih vrijednosti najveći poprečni presjek debla su imale breskve uzgajane ispod bijele mreže ($122,58 \text{ cm}^2 \pm 16,93 \text{ SD}$) te potom ispod SDN mreže ($120,33 \text{ cm}^2 \pm 24,56 \text{ SD}$), crvene mreže ($119,15 \text{ cm}^2 \pm 25,93 \text{ SD}$), žute mreže ($114,28 \text{ cm}^2 \pm 25,41 \text{ SD}$) i najmanje u prirodnim uvjetima ($110,62 \text{ cm}^2 \pm 27,34 \text{ SD}$).



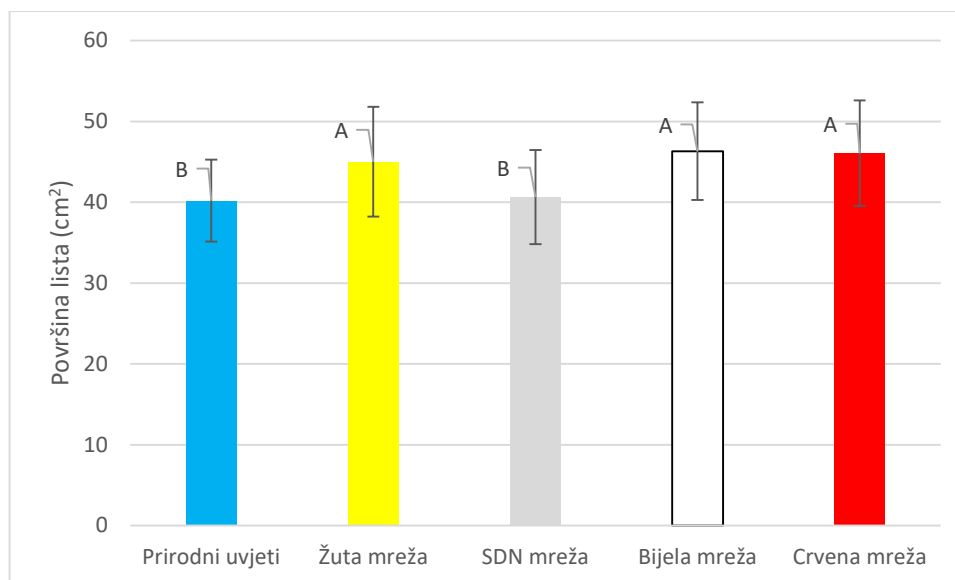
Grafikon 5. Poprečni presjek debla bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 25). Najmanja vrijednost poprečnog presjeka debla je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveća ispod crvene mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima.

Tablica 25. Minimum, maksimum (cm²) i koeficijent varijacije za svojstvo poprečni presjek debla u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	65,09	159,00	24,72
Žuta mreža	72,58	151,27	22,24
SDN mreža	75,98	148,51	20,41
Bijela mreža	96,37	147,14	13,81
Crvena mreža	91,99	175,79	21,77

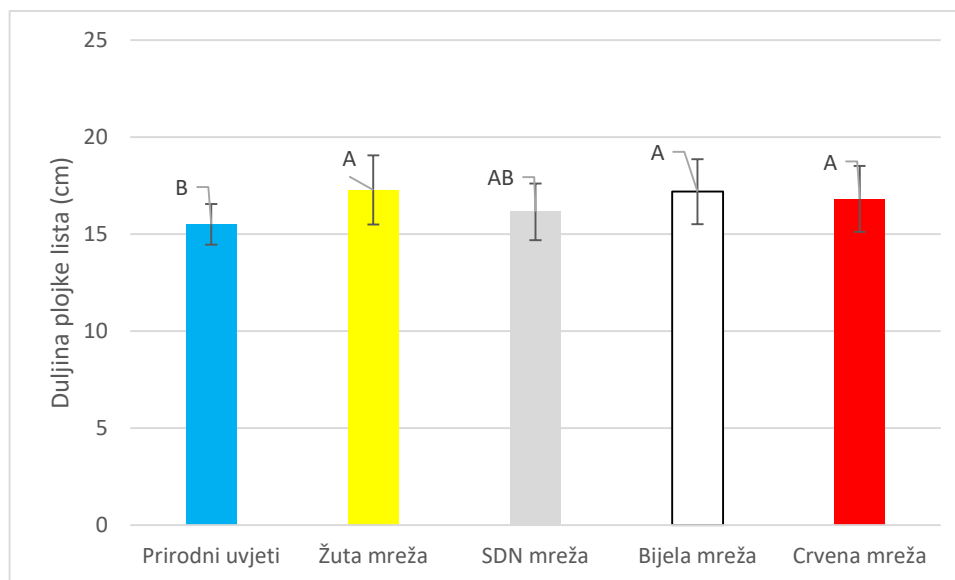
Prema grafikonu 6, breskve uzgajane ispod bijele, crvene i žute mreže ($46,31 \text{ cm}^2 \pm 6,05 \text{ SD}$, $46,06 \text{ cm}^2 \pm 6,55 \text{ SD}$ i $45,00 \text{ cm}^2 \pm 6,79 \text{ SD}$, respektivno) su imale značajno veću površinu lista nego breskve uzgajane ispod SDN mreže i onih u prirodnim uvjetima ($40,63 \text{ cm}^2 \pm 5,81 \text{ SD}$ i $40,21 \text{ cm}^2 \pm 5,07 \text{ SD}$, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 6. Površina lista breskve u ovisnosti o tretmanu

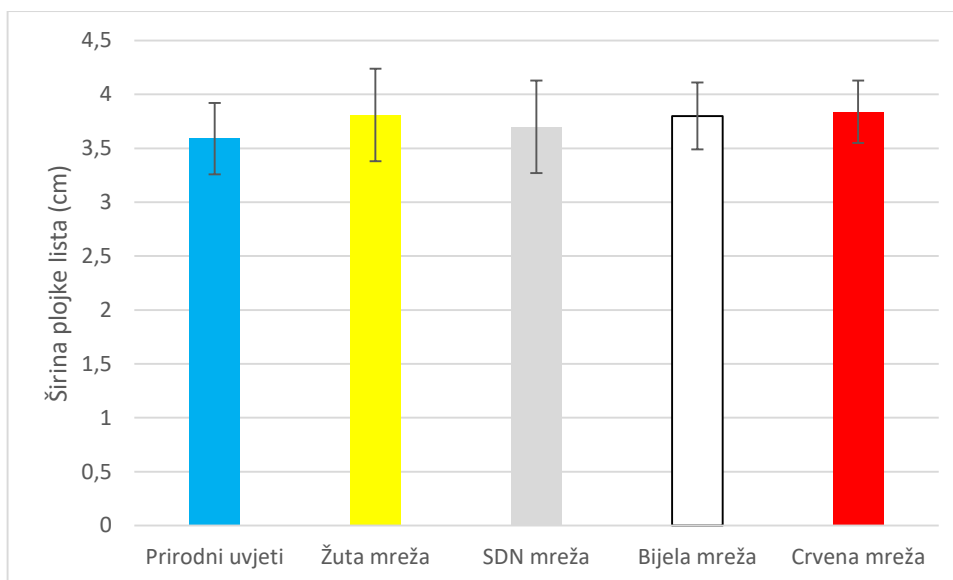
Prema grafikonu 7, breskve uzgajane ispod žute, bijele i crvene mreže ($17,28 \text{ cm} \pm 1,79 \text{ SD}$, $17,19 \text{ cm} \pm 1,67 \text{ SD}$ i $16,82 \text{ cm} \pm 1,70 \text{ SD}$, respektivno) su imale značajno veću duljinu plojke lista od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima ($15,51 \text{ cm} \pm 1,05 \text{ SD}$), dok između bresaka uzgajanim ispod SDN mreže ($16,15 \text{ cm} \pm 1,46 \text{ SD}$) i ostalih tretmana nije zabilježena značajna razlika.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

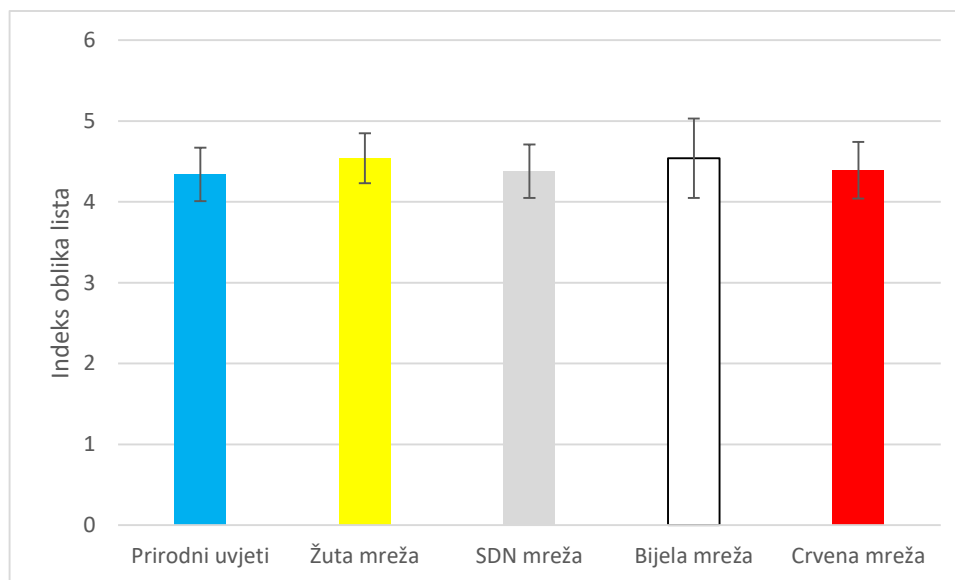
Grafikon 7. Duljina plojke lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 8, na temelju prosječnih vrijednosti najveću širinu plojke lista su imale breskve uzgajane ispod crvene mreže (3,84 cm ± 0,29 SD) te potom ispod žute i bijele mreže (3,81 cm ± 0,43 SD i 3,8 cm ± 0,31 SD, respektivno), SDN mreže (3,70 cm ± 0,43 SD) a najmanju u prirodnim uvjetima (3,59 cm ± 0,33 SD).



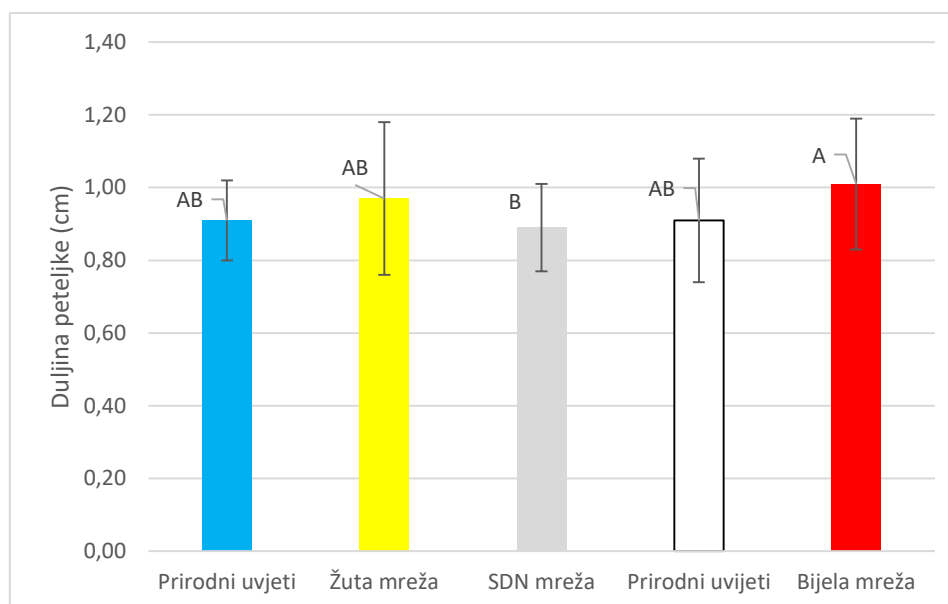
Grafikon 8. Širina plojke lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 9, na temelju prosječnih vrijednosti najveći indeks oblika (izduženiji listovi) su imale breskve uzgajane ispod bijele i žute mreže ($4,54 \pm 0,49$ SD i $4,54 \pm 0,31$ SD, respektivno) te potom ispod crvene i SDN mreže ($4,39 \pm 0,35$ SD i $4,38 \pm 0,33$ SD, respektivno), a najmanji (okrugliji listovi) u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima ($4,34 \pm 0,33$ SD).



Grafikon 9. Indeks oblika lista breskve u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 10, duljina peteljke lista je bila značajno veća u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže (1,01 cm ± 0,18 SD) u odnosu na one uzgajane ispod SDN mreže (0,89 cm ± 0,12 SD), dok između bresaka uzgajanim ispod žute i bijele mreže (0,97 cm ± 0,21 SD i 0,91 cm ± 0,17 SD, respektivno) te onih u prirodnim uvjetima (0,91 cm ± 0,11 SD) i ostalih tretmana nije zabilježena značajna razlika.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 10. Duljina peteljke lista breskve u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na nešto izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 26). Najmanja vrijednost duljine peteljke lista je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveća ispod crvene mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže.

Tablica 26. Minimum, maksimum (cm) i koeficijent varijacije za svojstvo duljina peteljke lista u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	0,65	1,15	12,53
Žuta mreža	0,60	1,40	21,44
SDN mreža	0,70	1,20	13,52
Bijela mreža	0,70	1,40	18,82
Crvena mreža	0,80	1,50	17,95

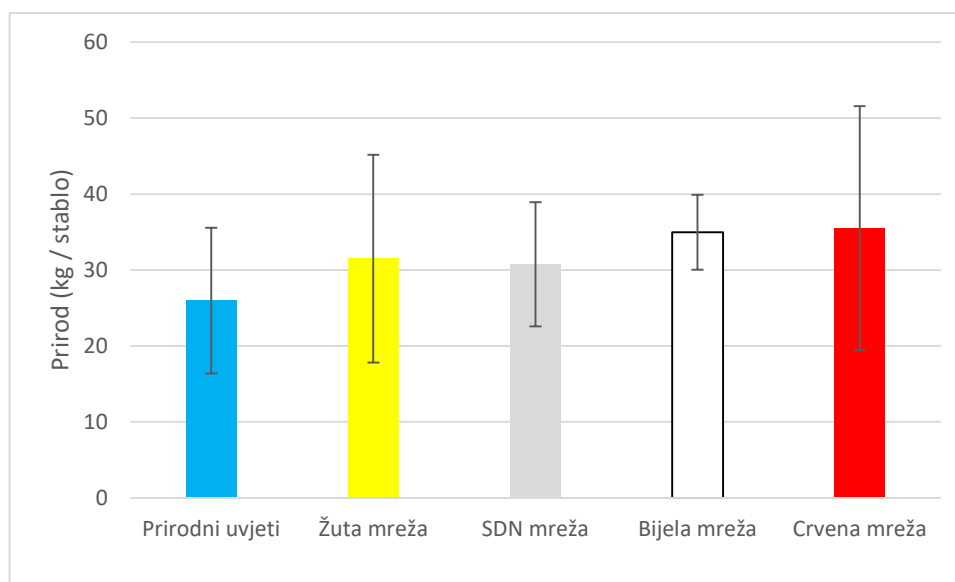
4.2. Parametri produktivnosti

Na temelju analize varijance (tablica 27) tretman je ostvario značajan utjecaj samo na masu ploda ($P \leq 0,05$).

Tablica 27. Analiza varijance utjecaja tretmana na prirod, učinkovitost priroda i masu ploda bresaka ($P \leq 0,05$)

Izvor	Prirod	Učinkovitost priroda	Masa ploda
Tretman	0,37	0,56	0,0016

Prema grafikonu 11, na temelju prosječnih vrijednosti najveći prirod je zabilježe u bresaka uzgajanim ispod crvene i bijele mreže (35,49 kg / stablo \pm 16,08 SD i 34,96 kg / stablo \pm 4,93 SD, respektivno) te potom ispod žute i SDN mreže (31,50 kg / stablo \pm 13,69 SD i 30,76 kg / stablo \pm 8,19 SD, respektivno), a najmanje u prirodnim uvjetima (25,97 kg / stablo \pm 9,58 SD).



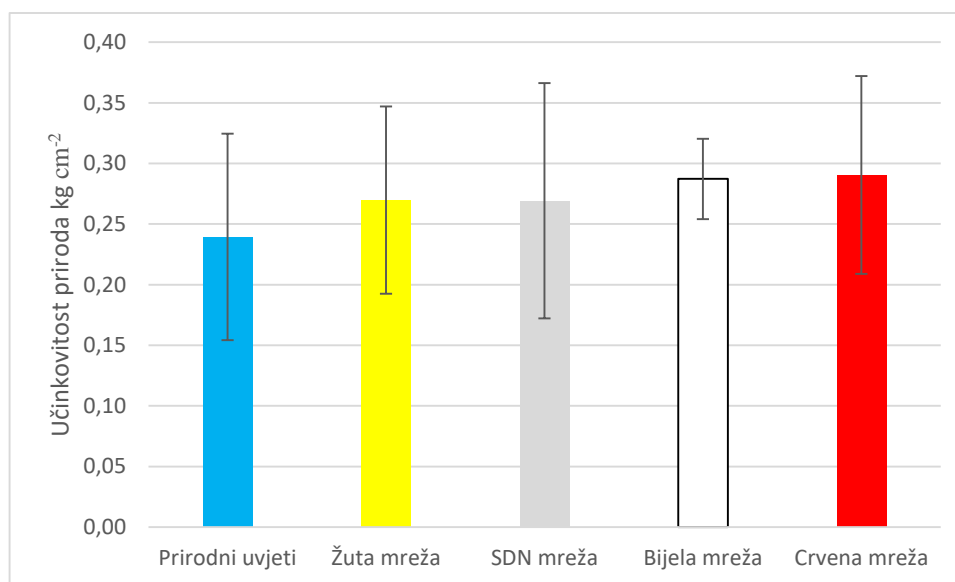
Grafikon 11. Prirod bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (Tablica 28). Najmanja vrijednost priroda je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveća u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže te potom ispod žute mreže.

Tablica 28. Minimum, maksimum (kg / stablo) i koeficijent varijacije za svojstvo prirod u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	9,40	45,80	36,91
Žuta mreža	17,40	54,40	43,45
SDN mreža	13,10	43,50	26,64
Bijela mreža	30,80	46,00	14,10
Crvena mreža	17,30	68,50	45,31

Prema grafikonu 12, na temelju prosječnih vrijednosti najveća učinkovitost priroda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod crvene i bijele mreže ($0,29 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,08 \text{ SD}$ i $0,29 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,03 \text{ SD}$, respektivno) te potom ispod žute i SDN mreže ($0,27 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,08 \text{ SD}$ i $0,27 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,10 \text{ SD}$, respektivno), a najmanja u prirodnim uvjetima ($0,24 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,09 \text{ SD}$).



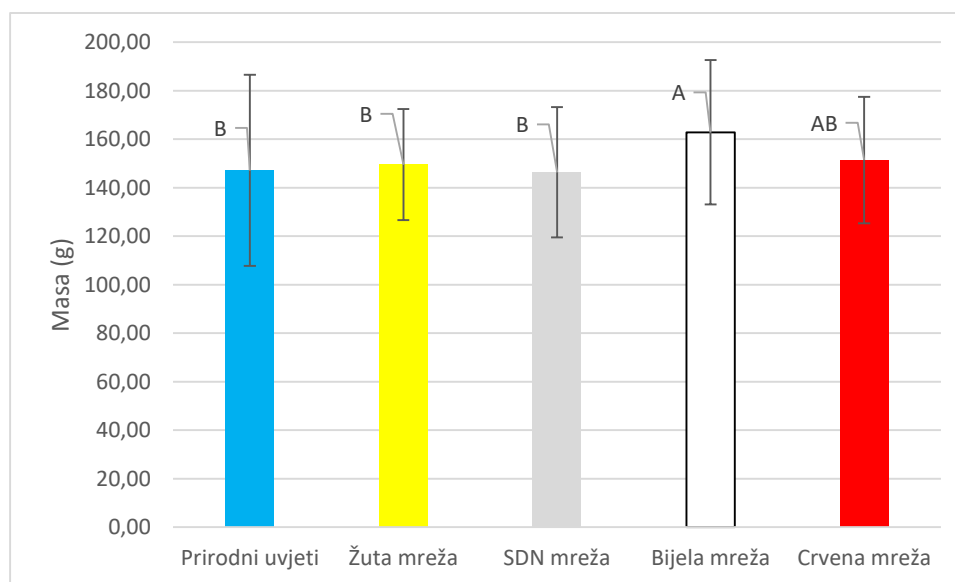
Grafikon 12. Učinkovitost priroda bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (Tablica 29.). Najmanja i najveća vrijednost učinkovitosti priroda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže.

Tablica 29. Minimum, maksimum (kg cm^{-2}) i koeficijent varijacije za svojstvo učinkovitost priroda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	0,10	0,41	35,56
Žuta mreža	0,18	0,40	28,65
SDN mreža	0,09	0,45	36,04
Bijela mreža	0,24	0,33	11,54
Crvena mreža	0,15	0,39	28,11

Prema grafikonu 13. breskve uzgajane ispod bijele mreže ($162,85 \text{ g} \pm 29,78 \text{ SD}$) su imale značajno veću masu plodova od bresaka uzgajanih ispod žute i SDN mreže ($149,50 \text{ g} \pm 22,94 \text{ SD}$ i $146,36 \text{ g} \pm 26,89 \text{ SD}$, respektivno) te u prirodnim uvjetima ($147,10 \text{ g} \pm 39,41 \text{ SD}$). Između bresaka uzgajanim ispod crvene mreže ($151,40 \text{ g} \pm 26,09 \text{ SD}$) i ostalih tretmana nije zabilježena značajna razlika.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 13. Masa ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 30.). Najmanja vrijednost mase ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima.

Tablica 30. Minimum, maksimum (g) i koeficijent varijacije za svojstvo masa ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	68,97	288,05	26,79
Žuta mreža	101,99	203,95	15,34
SDN mreža	68,51	216,27	18,37
Bijela mreža	117,56	249,10	18,29
Crvena mreža	104,22	231,34	17,23

4. 3. Kvaliteta ploda

4.3.1. Boja ploda

4.3.1.1. Osnovna boja ploda

Prema analizi varijance parametara i indeksa boje mjerenih na osnovnoj boji kožiće ploda (tablica 31 i 32) u prvom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na L^* , b^* i C^* parametre ($P \leq 0,05$). U drugom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na L^* , a^* , b^* , C^* i h° parametre te na a / b , CCI, COL, CIRG¹ i CIRG² indekse boje ($P \leq 0,05$).

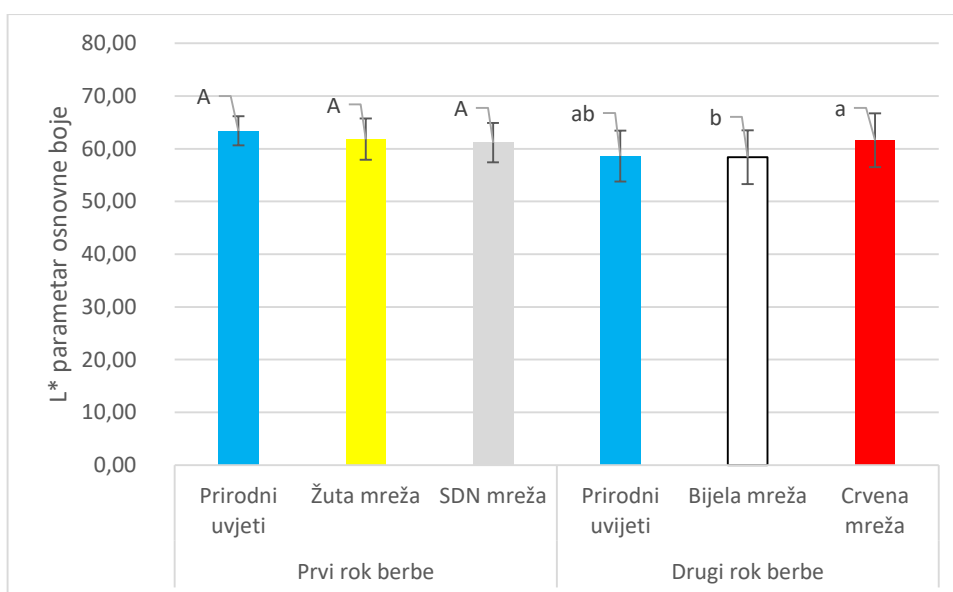
Tablica 31. Analiza varijance parametara boje mjerenih na osnovnoj boji kožiće ploda bresaka - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$)

Izvor	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Prvi rok berbe					
Tretman	0,044	0,34	0,016	0,0079	0,82
Drugi rok berbe					
Tretman	0,024	0,0025	0,0021	0,0005	0,0076

Tablica 32. Analiza varijance indeksa boje mjerenih na osnovnoj boji kožiće ploda bresaka - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$).

Izvor	a / b	CCI	COL	CIRG ¹	CIRG ²
Prvi rok berbe					
Tretman	0,86	0,94	0,91	0,32	0,080
Drugi rok berbe					
Tretman	0,0067	0,016	0,012	0,017	0,018

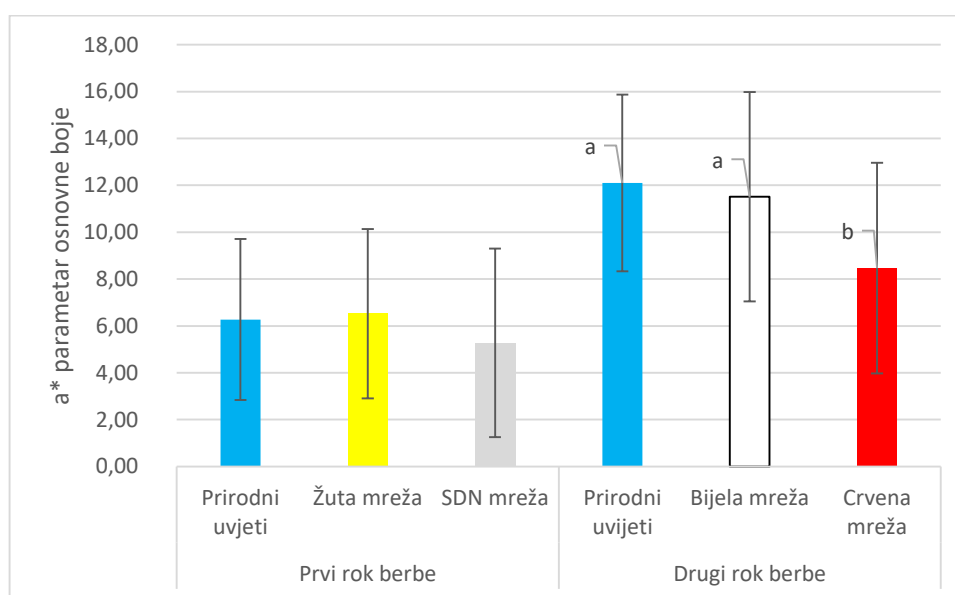
Prema grafikonu 14 u prvom roku berbe nije zabilježena značajna razlika u L* parametra osnovne boje ploda uzgajanih u prirodnim uvjetima te ispod žute i SDN mreže. Na temelju prosječnih vrijednosti najveća vrijednost L* parametra osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima ($63,39 \pm 2,77$ SD) te potom ispod žute i SDN mreže ($61,82 \pm 3,93$ SD i $61,15 \pm 3,75$ SD, respektivno). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže ($61,64 \pm 5,11$ SD) su imale značajno veću vrijednost L* parametra osnovne boje ploda nego one uzgajane ispod bijele mreže ($58,40 \pm 5,11$ SD), dok između bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima ($58,63 \pm 4,83$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti L* parametra osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost L* parametra osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod crvene mreže, te potom ispod bijele mreže, zatim žute mreže, a najmanju ispod SDN mreže (5,13% više te 0,39, 2,48 i 3,54% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 14 L* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 15, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveća vrijednost a^* parametra osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanih ispod žute mreže ($6,52 \pm 3,61$ SD) te potom u prirodnim uvjetima ($6,27 \pm 3,43$ SD), a najmanja ispod SDN mreže ($5,28 \pm 4,02$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($12,10 \pm 3,77$ SD) i ispod bijele mreže ($11,51 \pm 4,47$ SD) su imale značajno veću vrijednost a^* parametra osnovne boje ploda od bresaka uzgajanih ispod crvene mreže ($8,47 \pm 4,49$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti a^* parametra osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost a^* parametra osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže te potom ispod bijele mreže, SDN mreže, a najmanju ispod crvene mreže (3,97% više te 4,91, 15,83 i 30,05% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u bresaka branih u drugom roku došlo do izraženijeg povećanja vrijednosti a^* parametra osnovne boje u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 15 a^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

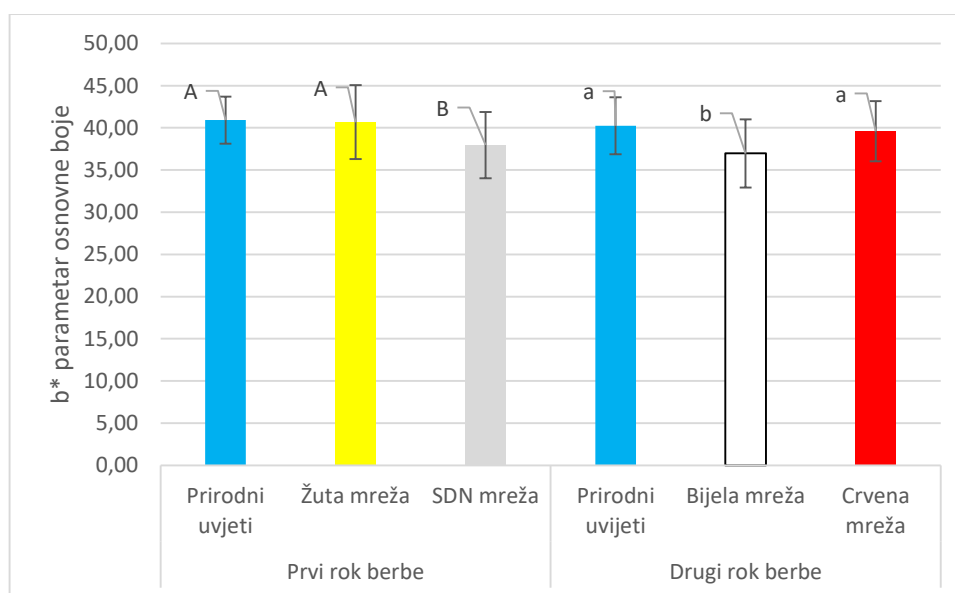
S obzirom na izraženije standardne devijacije navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 33). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost a^* parametra osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost a^* parametra osnovne boje ploda je

zabilježena u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveća ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže.

Tablica 33. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za vrijednost a^* parametra osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,10	13,02	54,72
Žuta mreža	0,23	13,29	55,41
SDN mreža	-1,42	14,14	76,22
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	4,43	19,65	31,18
Bijela mreža	2,80	20,34	38,79
Crvena mreža	-0,77	19,26	53,08

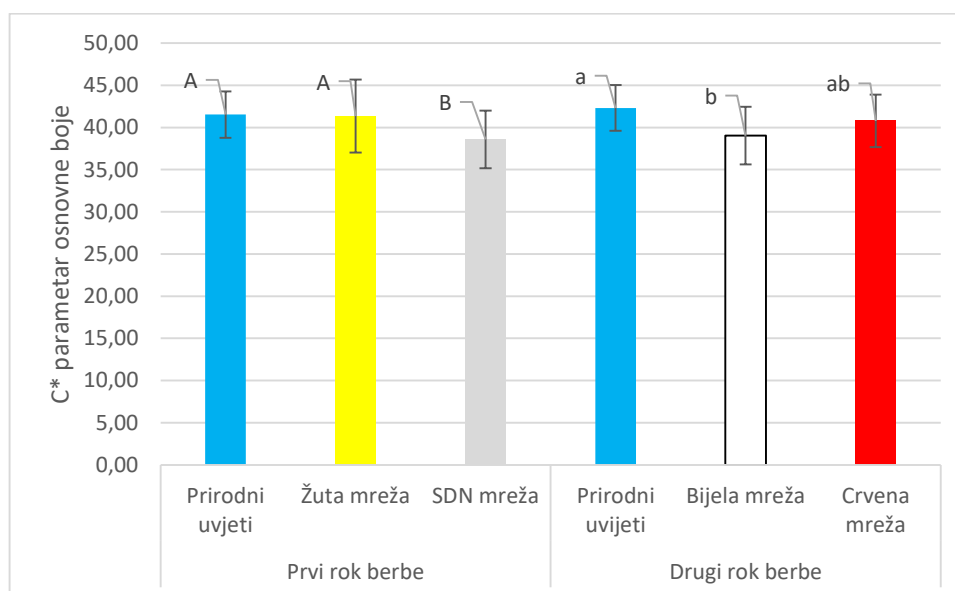
Prema grafikonu 16, u prvom roku berbe breskve uzgajane ispod SDN mreže ($37,96 \pm 3,93$ SD) su imale značajno manju vrijednost b^* parametra osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod žute mreže ($40,67 \pm 4,38$ SD) i u prirodnim uvjetima ($40,91 \pm 2,80$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod bijele mreže ($36,97 \pm 4,04$ SD) su imale značajno manju vrijednost b^* parametra osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod crvene mreže ($39,62 \pm 3,57$ SD) i u prirodnim uvjetima ($40,23 \pm 3,38$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti b^* parametra osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost b^* parametra osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže i crvene mreže, a najmanju vrijednost ispod SDN i bijele mreže (0,59, 1,53, 7,22 i 8,11% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 16. b^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

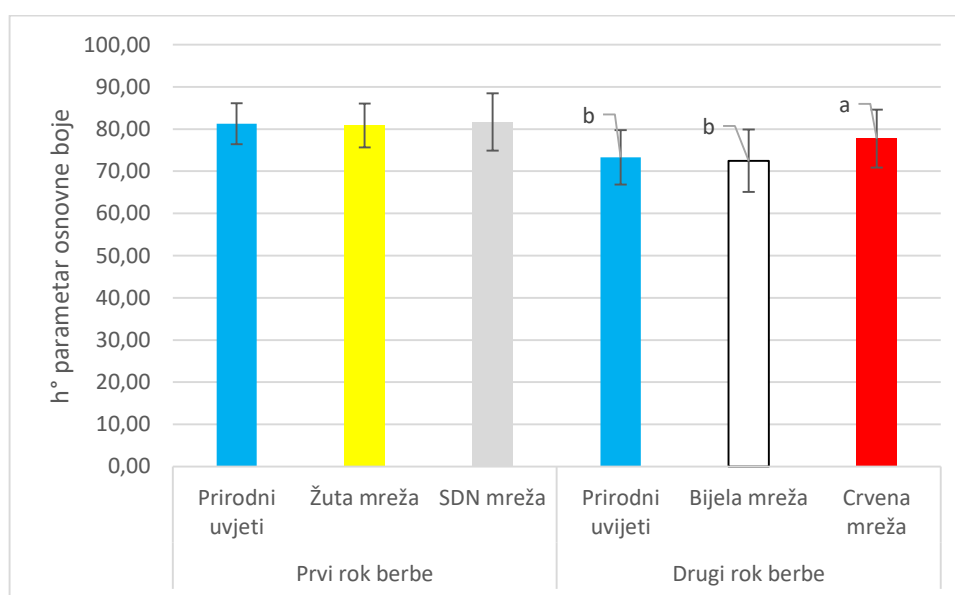
Prema grafikonu 17, u prvom roku berbe breskve uzgajane ispod SDN mreže ($38,57 \pm 3,41$ SD) su imale značajno manju vrijednost C^* parametra osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod žute mreže ($41,35 \pm 4,33$ SD) i u prirodnim uvjetima ($41,53 \pm 2,74$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($42,31 \pm 2,72$ SD) su imale značajno veću vrijednost C^* parametra osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod bijele mreže ($39,02 \pm 3,41$ SD), dok između bresaka uzgajanim ispod crvene mreže ($40,79 \pm 3,10$ SD) i ostalih tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti C^* parametra osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost C^* parametra osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže te potom ispod crvene mreže, a najmanju ispod SDN i bijele mreže (0,43, 3,60, 7,11 i 7,78% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 17. C^* parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

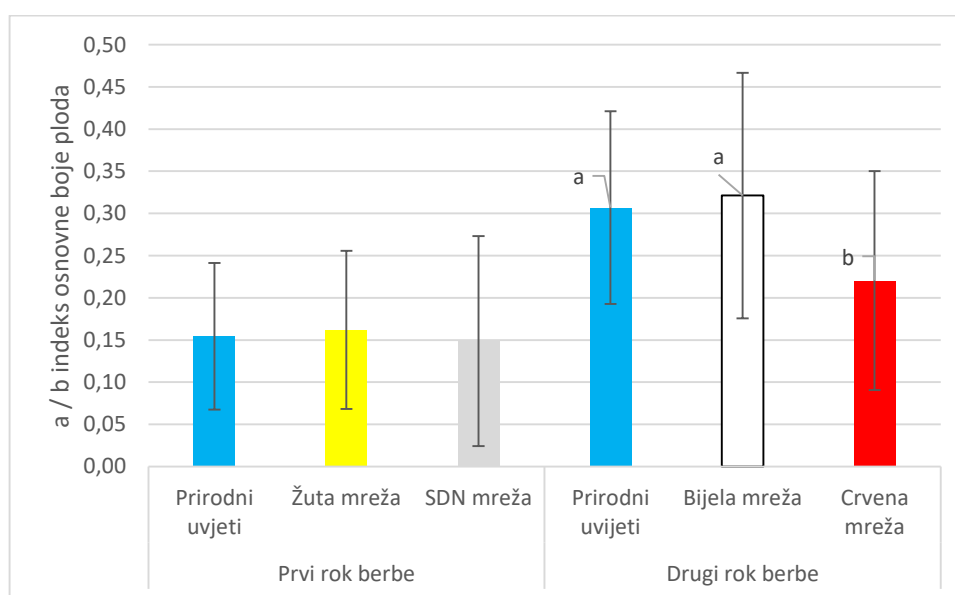
Prema grafikonu 18, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost h° parametra osnovne boje ploda su imale breskve uzgajane ispod SDN mreže i u prirodnim uvjetima ($81,68 \pm 6,79$ SD i $81,28 \pm 4,84$ SD, respektivno), a najmanju ispod žute mreže ($80,87 \pm 5,20$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže ($77,76 \pm 6,86$ SD) su imale značajno veću vrijednost h° parametra osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($73,28 \pm 6,45$ SD) i ispod bijele mreže ($72,50 \pm 7,37$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti h° parametra osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola) tada su najveću vrijednost h° parametra osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod crvene mreže te potom ispod SDN mreže, a najmanju ispod žute i bijele mreže (6,11 i 0,50% više te 0,50 i 1,07% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u bresaka branih u drugom roku došlo do izraženijeg smanjenja vrijednosti h° parametra osnovne boje u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 18 h° parametar osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 19, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost a / b indeksa osnovne boje ploda su imale breskve uzgajane ispod žute mreže ($0,16 \pm 0,09$ SD) te potom ispod SDN mreže ($0,15 \pm 0,12$ SD) i u prirodnim uvjetima ($0,15 \pm 0,09$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže ($0,22 \pm 0,13$ SD) imale su značajno manju vrijednost a / b indeksa osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod bijele mreže ($0,32 \pm 0,15$ SD) i u prirodnim uvjetima ($0,31 \pm 0,11$ SD). Ukoliko se prosječne a / b vrijednosti osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost a / b indeksa osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod žute i bijele mreže te potom ispod SDN mreže, a najmanju ispod crvene mreže (4,86 i 4,65% više te 3,74 i 28,13% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u bresaka branih u drugom roku došlo do izraženijeg povećanja a / b indeksa osnovne boje u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 19. a / b indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

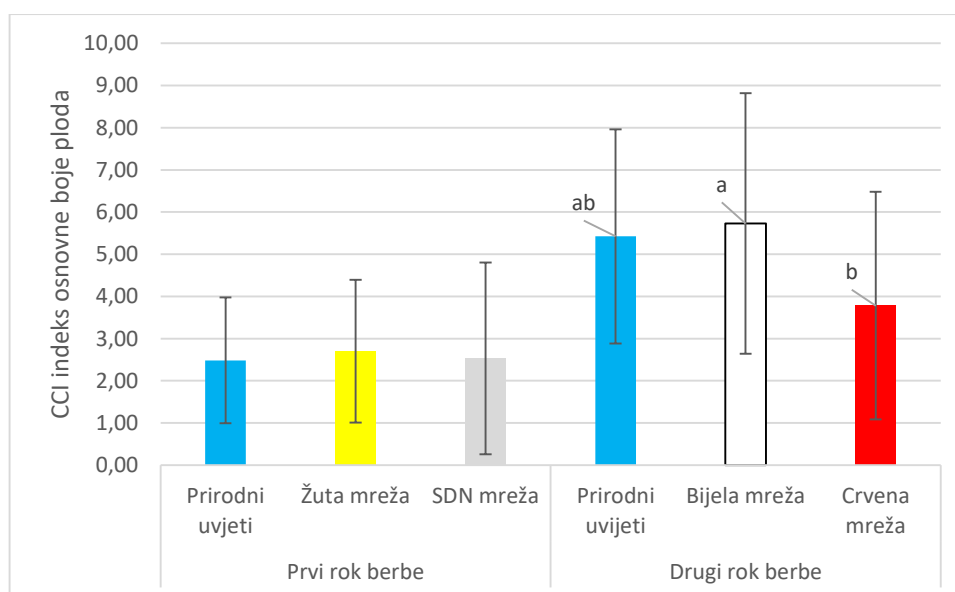
S obzirom na izraženije standardne devijacije navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 34). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost a / b indeksa osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost a / b indeksa osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka

uzgajanim ispod crvene mreže, a najveća ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen za breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, a najveći za breskve uzgajane ispod crvene mreže.

Tablica 34. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za a / b indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,002	0,33	56,23
Žuta mreža	0,01	0,33	57,98
SDN mreža	-0,04	0,42	83,66
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,11	0,56	37,19
Bijela mreža	0,07	0,66	45,27
Crvena mreža	-0,02	0,55	58,84

Prema grafikonu 20, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost CCI indeksa osnovne boje ploda su imale breskve uzgajane ispod žute mreže ($2,70 \pm 1,69$ SD) te potom ispod SDN mreže ($2,53 \pm 2,28$ SD), a najmanju u prirodnim uvjetima ($2,48 \pm 1,49$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže ($3,78 \pm 2,70$ SD) imale su značajno manju vrijednost CCI indeksa osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod bijele mreže ($5,73 \pm 3,09$ SD), dok između bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima ($5,42 \pm 2,54$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti CCI indeksa osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost CCI indeksa osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže te potom ispod bijele i SDN mreže, a najmanju ispod crvene mreže (8,71, 5,65 i 1,90% više te 30,29% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u bresaka branih u drugom roku došlo do izraženijeg povećanja CCI indeksa osnovne boje u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 20. CCI indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

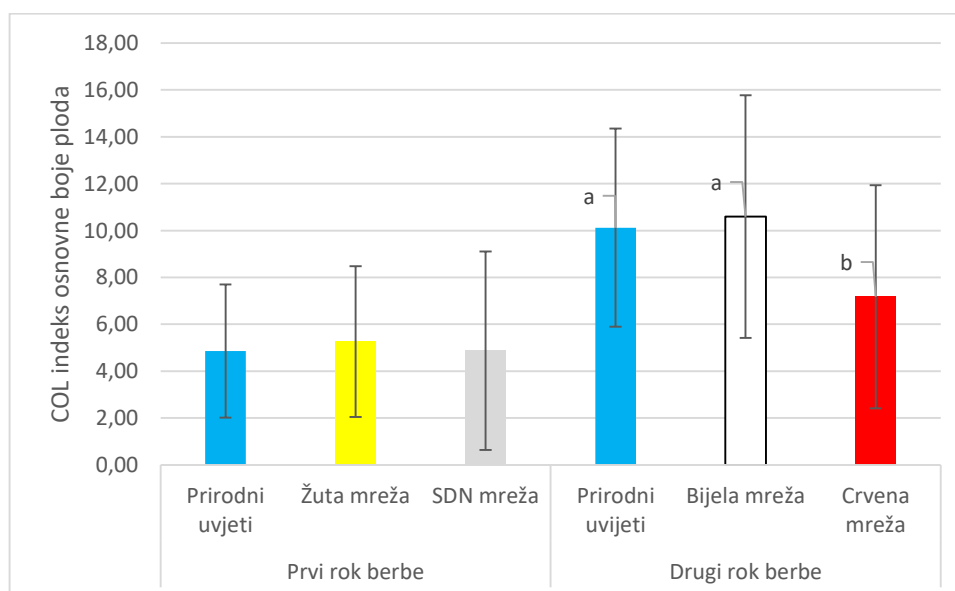
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 35). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost CCI indeksa osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen za breskve uzgajane u prirodnim

uvjetima, a najveći za one uzgajane ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost CCI indeksa osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveća ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže.

Tablica 35. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CCI indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	0,03	5,88	59,89
Žuta mreža	0,09	6,08	62,65
SDN mreža	-0,64	7,95	89,86
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	1,56	12,01	46,78
Bijela mreža	1,09	13,03	53,87
Crvena mreža	-0,26	12,50	71,39

Prema grafikonu 21, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost COL indeksa osnovne boje ploda su imale breskve uzgajane ispod žute mreže ($5,26 \pm 3,22$ SD) te potom ispod SDN mreže ($4,88 \pm 4,23$ SD), a najmanju u prirodnim uvjetima ($4,86 \pm 2,84$ SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže ($7,18 \pm 4,76$ SD) su imale značajno manju vrijednost COL indeksa osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod bijele mreže ($10,60 \pm 5,18$ SD) i u prirodnim uvjetima ($10,12 \pm 4,23$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti COL indeksa osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost COL indeksa osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže te potom ispod bijele i SDN mreže, a najmanju ispod crvene mreže (8,32, 4,70 i 0,36% više te 29,08% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u bresaka branih u drugom roku došlo do izraženijeg povećanja COL indeksa osnovne boje u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 21. COL indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

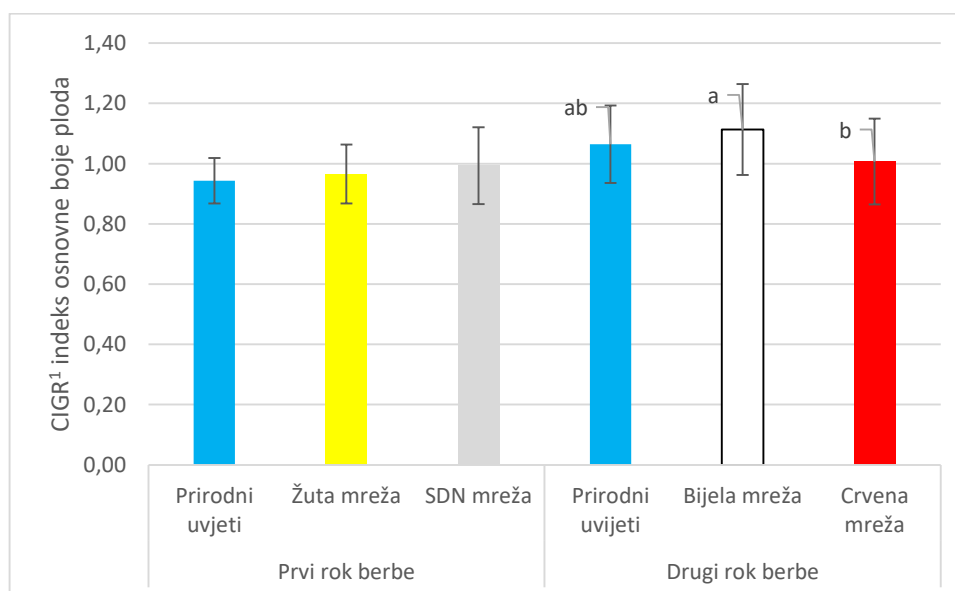
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 36). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost COL indeksa osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja i najveća vrijednost COL indeksa osnovne boje ploda je zabilježena za breskve

uzgajane ispod crvene mreže Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen za breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, a najveći ispod crvene mreže.

Tablica 36. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za COL indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	0,07	11,18	58,55
Žuta mreža	0,18	11,55	61,11
SDN mreža	-1,28	14,67	86,79
		Drugi rok berbe	
Prirodni uvjeti	3,13	20,60	41,76
Bijela mreža	2,17	21,78	48,91
Crvena mreža	-0,52	21,91	66,29

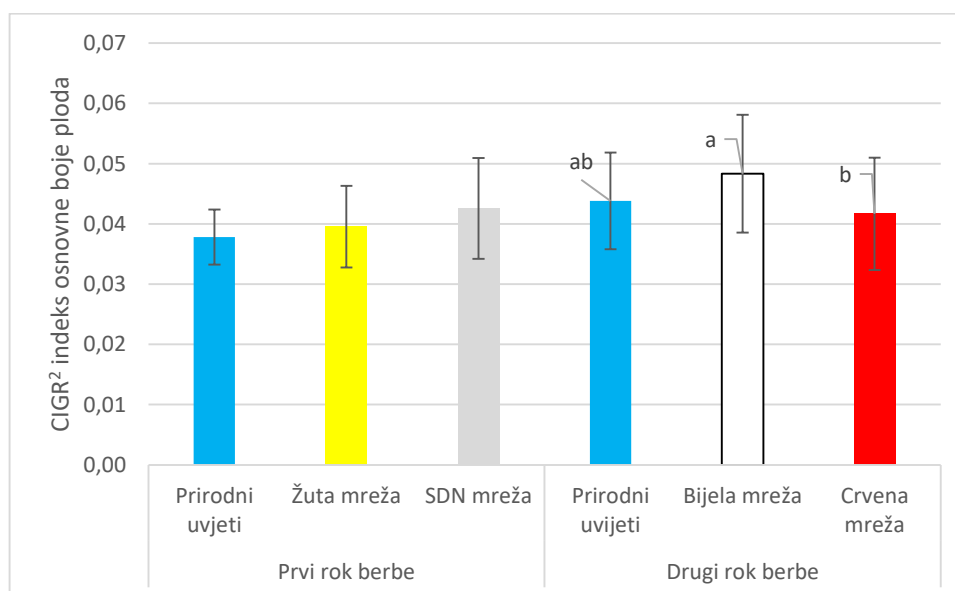
Prema grafikonu 22, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost CIRG¹ indeksa osnovne boje ploda su imale breskve uzgajane ispod SDN mreže (0,99 ± 0,13 SD) te potom ispod žute mreže (0,97 ± 0,10 SD), a najmanju u prirodnim uvjetima (0,94 ± 0,08 SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže (1,01 ± 0,14 SD) su imale značajno manju vrijednost CIRG¹ indeksa osnovne boje ploda u odnosu na one uzgajane ispod bijele mreže (1,11 ± 0,15 SD), dok između bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima (1,06 ± 0,13 SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti CIRG¹ indeksa osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost CIRG¹ indeksa osnovne boje ploda imale breskve uzgajane ispod SDN i bijele mreže te potom ispod žute mreže, a najmanju ispod crvene mreže (5,73, 4,59, 2,83% više te 5,38% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 22. CIRG¹ indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 23, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost CIRG² indeksa osnovne boje ploda su imale breskve uzgajane ispod SDN mreže (0,043 ± 0,008 SD) te potom ispod žute mreže (0,040 ± 0,007 SD), a najmanju u prirodnim uvjetima (0,038 ± 0,005 SD). U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene mreže (0,042 ± 0,009 SD) su imale značajno manju vrijednost CIRG² indeksa osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod bijele mreže (0,048 ± 0,01 SD), dok između bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima (0,044 ± 0,008 SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti CIRG² indeksa osnovne boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost CIRG² indeksa osnovne boje ploda imali plodovi uzgajani ispod SDN mreže te potom ispod bijele mreže, žute mreže, a najmanju ispod crvene mreže (12,92, 10,32, 4,83% više te 4,91% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 23. CIRG² indeks osnovne boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 37.). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost CIRG² indeksa osnovne boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen za breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, a najveći za breskve uzgajane ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja i najveća vrijednost CIRG² indeksa osnovne boje ploda je zabilježena za breskve uzgajane ispod crvene mreže. Najmanji koeficijent

varijacije je zabilježen za breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, a najveći za breskve uzgajane ispod crvene mreže.

Tablica 37. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CIRG² indeks osnovne boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,031	0,046	12,06
Žuta mreža	0,029	0,063	17,16
SDN mreža	0,031	0,061	19,66
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,033	0,065	18,29
Bijela mreža	0,033	0,073	20,25
Crvena mreža	0,030	0,079	22,41

4.3.2.2. Dopunska boja ploda

Prema analizi varijance parametara i indeksa boje mjerenih na dopunskoj boji kožiće ploda (tablica 38 i 39) u prvom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na L^* , b^* , C^* , h° parametar boje te na a/b , CCI, COL, CIRG¹ i CIRG² indeks boje ($P \leq 0,05$). U drugom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na L^* , b^* i h° parametar boje te na a/b , CCI, COL, CIRG¹ i CIRG² indekse boje ($P \leq 0,05$)

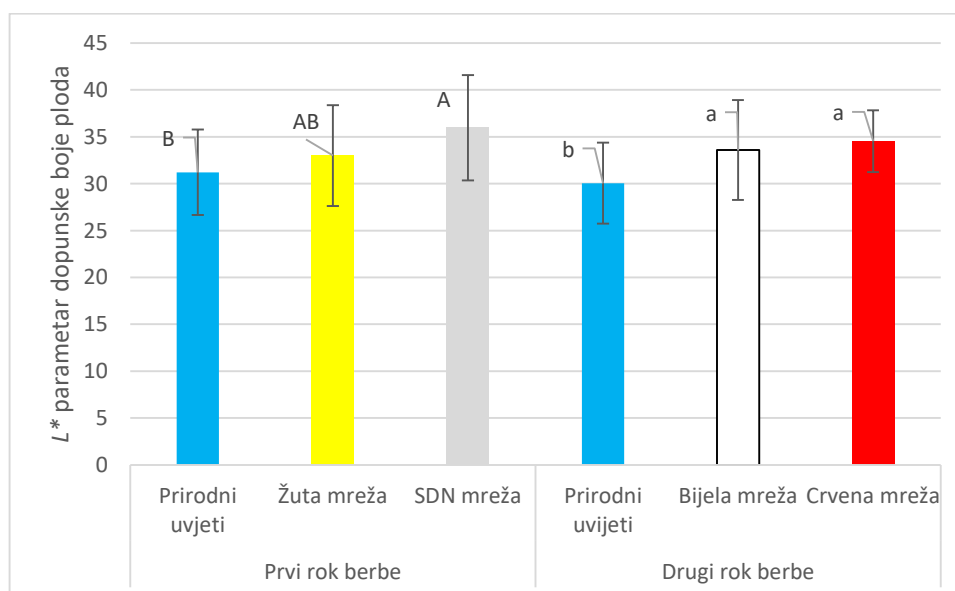
Tablica 38. Analiza varijance parametara boje mjerenih na dopunskoj boji kožiće ploda bresaka - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$)

Izvor	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Prvi rok berbe					
Tretman	0,0084	0,094	0,015	0,04	0,0009
Drugi rok berbe					
Tretman	0,0004	0,59	0,023	0,11	0,0038

Tablica 39. Analiza varijance indeksa boje mjerenih na dopunskoj boji kožiće ploda bresaka - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$)

Izvor	a/b	CCI	COL	CIRG ¹	CIRG ²
Prvi rok berbe					
Tretman	0,0011	0,0009	0,001	0,0052	0,013
Drugi rok berbe					
Tretman	0,0019	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0004

Prema grafikonu 24, u prvom roku berbe breskve uzgajane ispod SDN mreže ($35,97 \pm 5,61$ SD) su imale značajno veću vrijednost L^* parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima ($31,22 \pm 4,55$ SD), dok između bresaka uzgajanim ispod žute mreže ($33,01 \pm 5,38$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($30,05 \pm 4,32$ SD) su imale značajno manju vrijednost L^* parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod crvene ($34,54 \pm 3,30$ SD) i bijele mreže ($33,61 \pm 5,33$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti L^* parametra dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost L^* parametra dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod SDN i crvene mreže te potom ispod bijele mreže, a najmanju ispod žute mreže (15,23, 14,95, 11,85 i 5,72% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 24. L^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

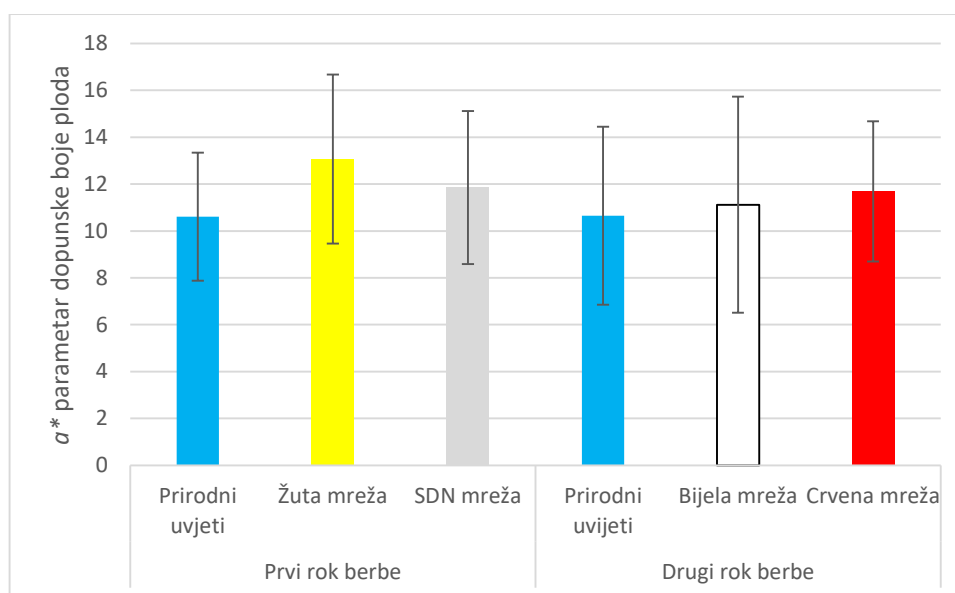
S obzirom na nešto izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 40). U prvom roku berbe najmanja vrijednost L^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveća ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost L^* parametra dopunske boje ploda je

zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveća ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 40. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za L* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	25,06	44,15	14,56
Žuta mreža	24,81	45,56	16,30
SDN mreža	27,61	47,69	15,61
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	23,59	40,33	14,38
Bijela mreža	25,43	47,88	15,85
Crvena mreža	28,48	40,94	9,56

Prema grafikonu 25, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost a^* parametra dopunske boje ploda su imale breskve uzgajane ispod žute mreže ($13,07 \pm 3,61$ SD) te potom ispod SDN mreže ($11,85 \pm 3,27$ SD), a najmanju u prirodnim uvjetima ($10,61 \pm 2,74$ SD). U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost a^* parametra dopunske boje ploda su imale breskve uzgajane ispod crvene mreže ($11,69 \pm 2,99$ SD) te potom bijele mreže ($11,12 \pm 4,61$ SD), a najmanju u prirodnim uvjetima ($10,65 \pm 3,80$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti a^* parametra dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost a^* parametra dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod žute mreže te potom ispod SDN i crvene mreže, a najmanju ispod bijele mreže (23,20, 11,71, 9,73 i 4,42% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



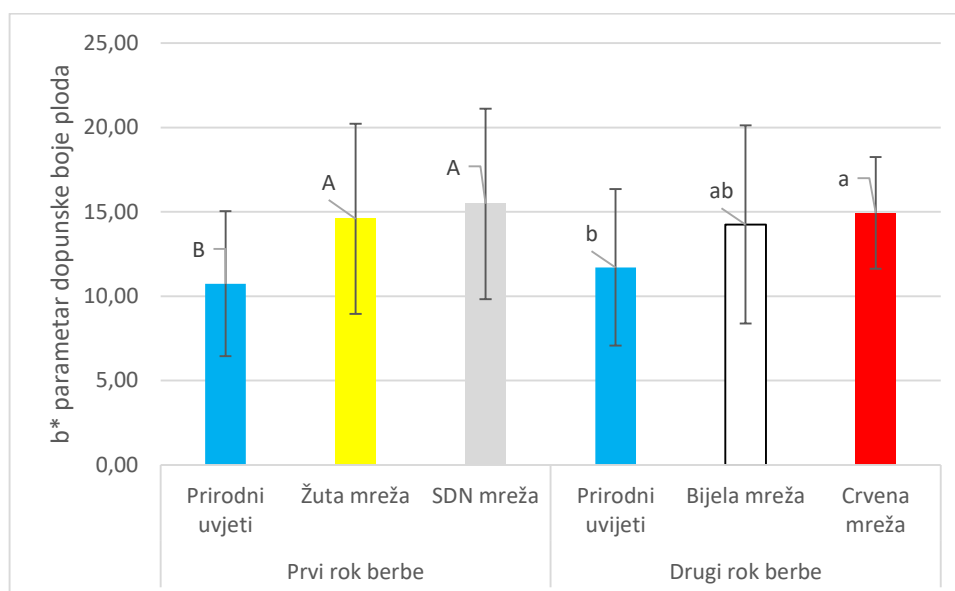
Grafikon 25 a^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 41.). U prvom roku berbe najmanja vrijednost a^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveća ispod žute mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. U drugom roku berbe najmanja i najveća vrijednost a^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 41. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za a* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	5,73	14,49	25,79
Žuta mreža	5,77	19,78	27,61
SDN mreža	5,63	19,20	27,58
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	4,21	20,05	35,67
Bijela mreža	3,94	20,41	41,43
Crvena mreža	5,56	18,20	25,61

Prema grafikonu 26, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($10,74 \pm 4,30$ SD) su imale značajno nižu vrijednost b^* parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN ($15,47 \pm 5,64$ SD) i žute ($14,58 \pm 5,64$ SD) mreže. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($11,71 \pm 4,63$ SD) su imale značajno nižu vrijednost b^* parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod crvene mreže ($14,93 \pm 3,31$ SD), dok između bresaka uzgajanih ispod bijele mreže ($14,25 \pm 5,87$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti b^* parametra dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost b^* parametra dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod SDN mreže te potom ispod žute, crvene i bijele mreže (44,07, 35,76, 27,51 i 21,71% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 26 b^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

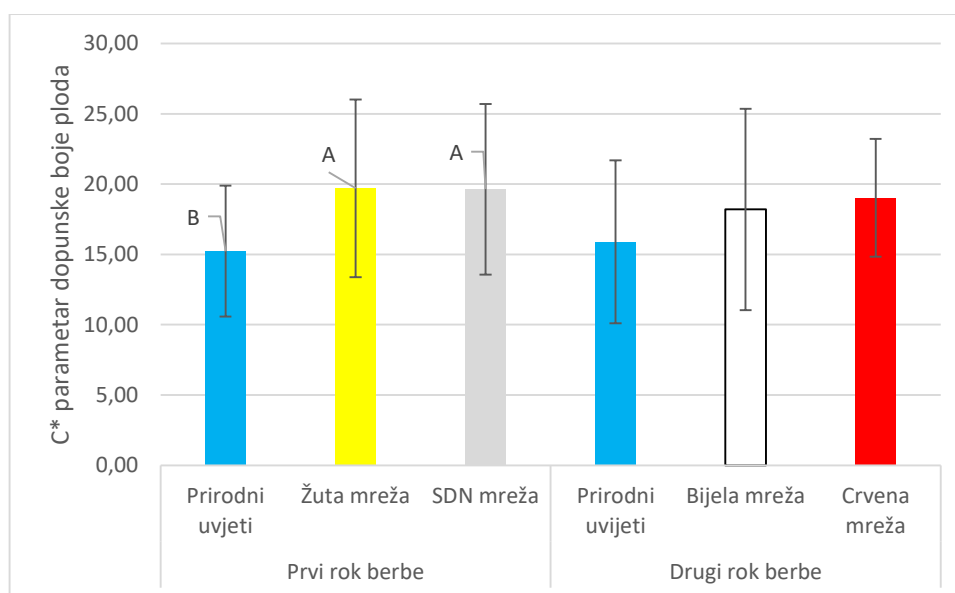
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 42.). U prvom roku berbe najmanja vrijednost b^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveća ispod žute mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveći od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima. U drugom roku berbe najmanja vrijednost b^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena

u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima a najveća u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 42. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za b* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	5,20	19,11	40,05
Žuta mreža	6,34	32,11	38,66
SDN mreža	7,14	27,80	36,46
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	4,66	23,06	39,51
Bijela mreža	6,73	30,24	41,19
Crvena mreža	9,02	20,86	22,14

Prema grafikonu 27, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($15,23 \pm 4,66$ SD) su imale značajno manju vrijednost C^* parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod žute ($19,70 \pm 6,32$ SD) i SDN ($19,63 \pm 6,07$ SD) mreže. U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću vrijednost C^* parametra dopunske boje ploda su imale breskve uzgajane ispod crvene mreže ($19,02 \pm 4,19$ SD) te potom ispod bijele mreže ($18,20 \pm 7,16$ SD), a najmanju u prirodnim uvjetima ($15,90 \pm 5,80$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti C^* parametra dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost C^* parametra dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod žute i SDN mreže te potom ispod crvene mreže, a najmanju ispod bijele mreže (29,37, 28,89, 19,65 i 14,4% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar prvog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 27. C^* parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

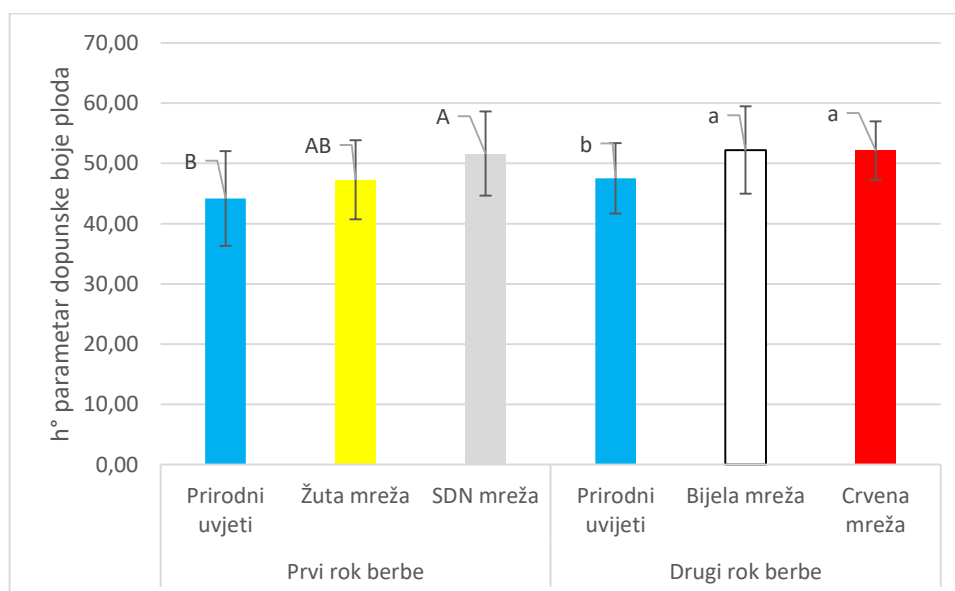
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 43.). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost C^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost C^* parametra dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima a najveća ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent

varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 43. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za C* parametar dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	8,73	23,75	30,60
Žuta mreža	8,57	37,68	32,07
SDN mreža	10,21	31,48	30,90
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	7,46	30,55	36,47
Bijela mreža	8,36	35,53	39,33
Crvena mreža	11,95	26,96	22,02

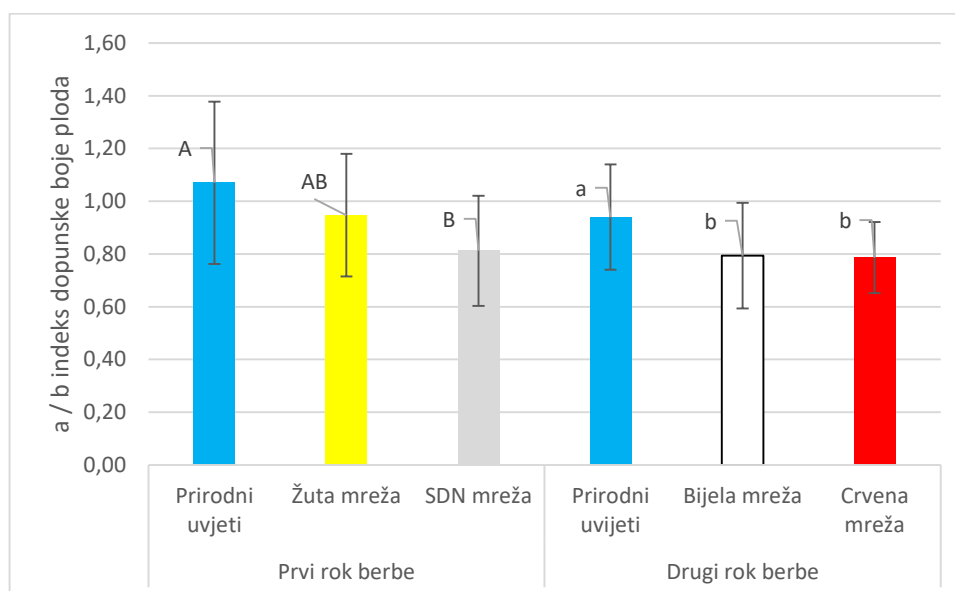
Prema grafikonu 28, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($44,19 \pm 7,86$ SD) su imale značajno manju vrijednost h° parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN mreže ($51,62 \pm 7,00$ SD), a između bresaka uzgajanih ispod žute mreže ($47,29 \pm 6,55$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($47,51 \pm 5,84$ SD) su imale značajno manju vrijednost h° parametra dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost h° parametra dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod SDN mreže te potom ispod bijele i crvene mreže, a najmanju ispod žute mreže (16,82, 9,90, 9,71 i 7,02% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 28. h° parametar dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 29, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($1,07 \pm 0,31$ SD) su imale značajno veću vrijednost a / b indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN mreže ($0,81 \pm 0,21$ SD), dok između bresaka uzgajanim ispod žute mreže ($0,95 \pm 0,23$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($0,94 \pm 0,20$ SD) imale su značajno veću vrijednost a / b indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod bijele ($0,79 \pm 0,20$ SD) i crvene ($0,79 \pm 0,13$ SD) mreže. Ukoliko se prosječne vrijednosti a / b indeksa dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost a / b indeksa dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod žute mreže, te potom ispod bijele i crvene mreže, a najmanje ispod SDN mreže (11,52, 15,58, 16,36 i 24,16% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 29. a / b indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

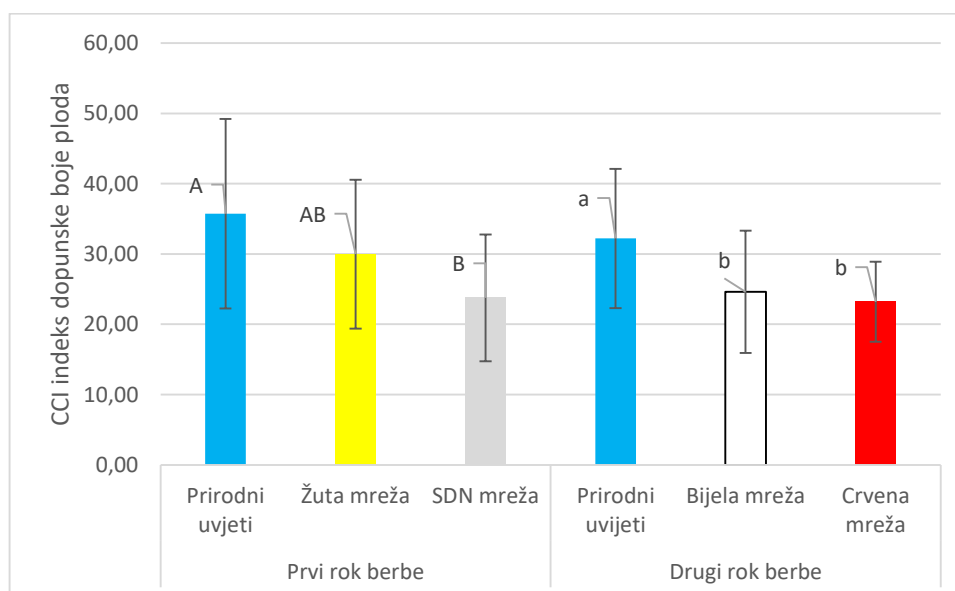
S obzirom na nešto izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 44). U prvom roku berbe najmanja vrijednost a / b indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima. U drugom roku berbe najmanja vrijednost a / b indeksa dopunske boje ploda je

zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 44. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za a / b indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,61	1,78	28,80
Žuta mreža	0,56	1,65	24,57
SDN mreža	0,48	1,35	25,75
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,61	1,45	20,96
Bijela mreža	0,31	1,18	25,24
Crvena mreža	0,51	1,08	17,13

Prema grafikonu 30, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($35,71 \pm 13,48$ SD) su imale značajno veću vrijednost CCI indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN mreže ($23,74 \pm 9,02$ SD), dok između bresaka uzgajanih ispod žute mreže ($29,99 \pm 10,59$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($32,22 \pm 9,91$ SD) su imale značajno veću vrijednost CCI indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod bijele ($24,61 \pm 8,69$ SD) i crvene ($23,19 \pm 5,70$ SD) mreže. Ukoliko se prosječne vrijednosti CCI indeksa dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost CCI indeksa dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod žute mreže, te potom ispod bijele i crvene mreže, a najmanju vrijednost ispod SDN mreže (16,02, 23,61, 28,01 i 33,53% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 30. CCI indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

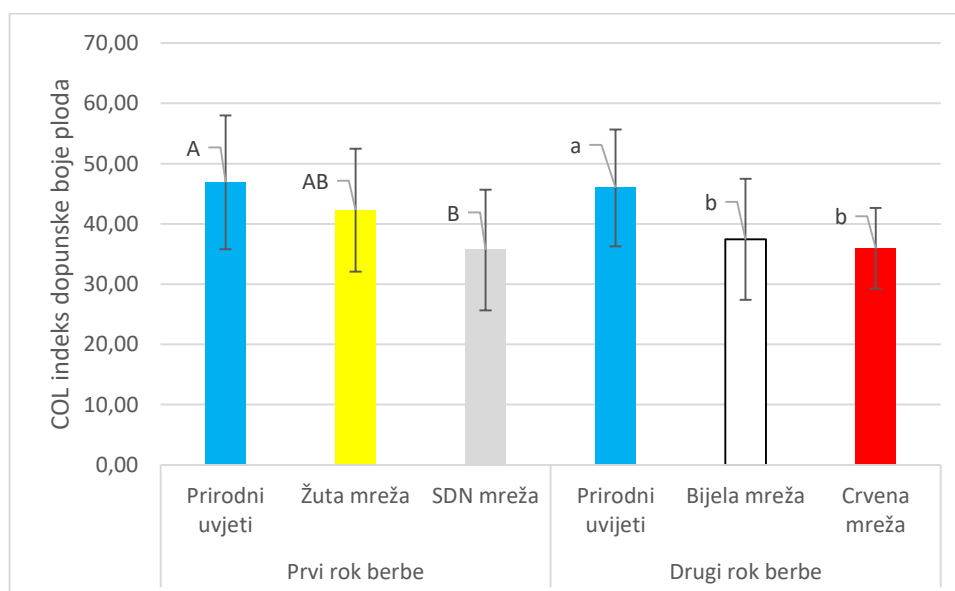
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 45.). U prvom roku berbe najmanja vrijednost CCI indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanih ispod SDN mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanih ispod žute mreže, a najveći u bresaka uzgajanih ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost CCI indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka

uzgajanim ispod bijele mreže a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 45. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CCI indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	16,70	65,47	37,73
Žuta mreža	13,48	59,12	35,30
SDN mreža	10,43	44,82	37,99
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	15,07	61,49	30,75
Bijela mreža	8,20	45,69	35,30
Crvena mreža	13,88	37,94	24,57

Prema grafikonu 31, u prvom roku berbe breskve uzgajane ispod SDN mreže ($35,67 \pm 10,01$ SD) su imale značajno manju vrijednost COL indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima ($46,89 \pm 11,09$ SD), dok između bresaka uzgajanih ispod žute mreže ($42,28 \pm 10,21$ SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($45,97 \pm 9,68$ SD) su imale značajno veću vrijednost COL indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod bijele ($37,44 \pm 10,06$ SD) i crvene ($35,96 \pm 6,69$ SD) mreže. Ukoliko se prosječne vrijednosti COL indeksa dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost COL indeksa dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod žute mreže, te potom ispod bijele i crvene mreže, a najmanje ispod SDN mreže (9,84, 18,55, 21,77 i 23,93% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 31. COL indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

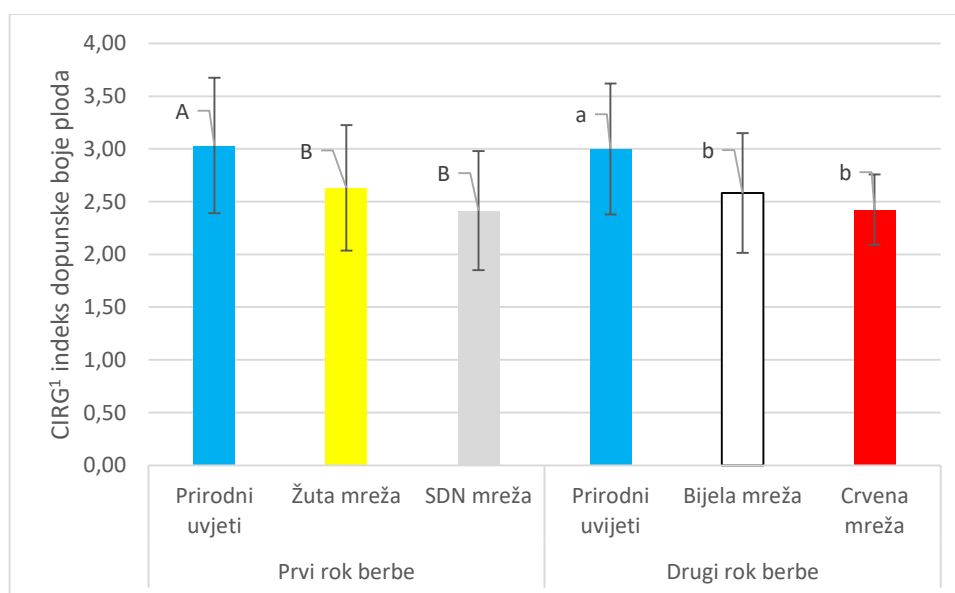
S obzirom na nešto izraženije standardne devijacije navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 46). U prvom roku berbe najmanja vrijednost COL indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanih ispod SDN mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanih ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost COL indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanih ispod bijele mreže a

najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže

Tablica 46. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za COL indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	26,87	64,30	23,65
Žuta mreža	22,97	61,29	24,15
SDN mreža	18,80	53,27	28,08
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	25,76	69,83	21,06
Bijela mreža	15,63	59,02	26,88
Crvena mreža	24,58	51,57	18,62

Prema grafikonu 32, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($3,03 \pm 0,64$ SD) su imale značajno veću vrijednost CIRG¹ indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN ($2,42 \pm 0,57$ SD) i žute ($2,63 \pm 0,59$ SD) mreže. Slično, u drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($3,00 \pm 0,62$ SD) su imale značajno veću vrijednost CIRG¹ indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod bijele ($2,58 \pm 0,57$ SD) i crvene ($2,42 \pm 0,33$ SD) mreže. Ukoliko se prosječne vrijednosti CIRG¹ indeksa dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost CIRG¹ indeksa dopunske boje ploda imali plodovi bresaka uzgajanih ispod žute i bijele mreže, te potom ispod crvene mreže, a najmanju ispod SDN mreže (13,23, 13,93, 19,22 i 20,36% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 32. CIRG¹ indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

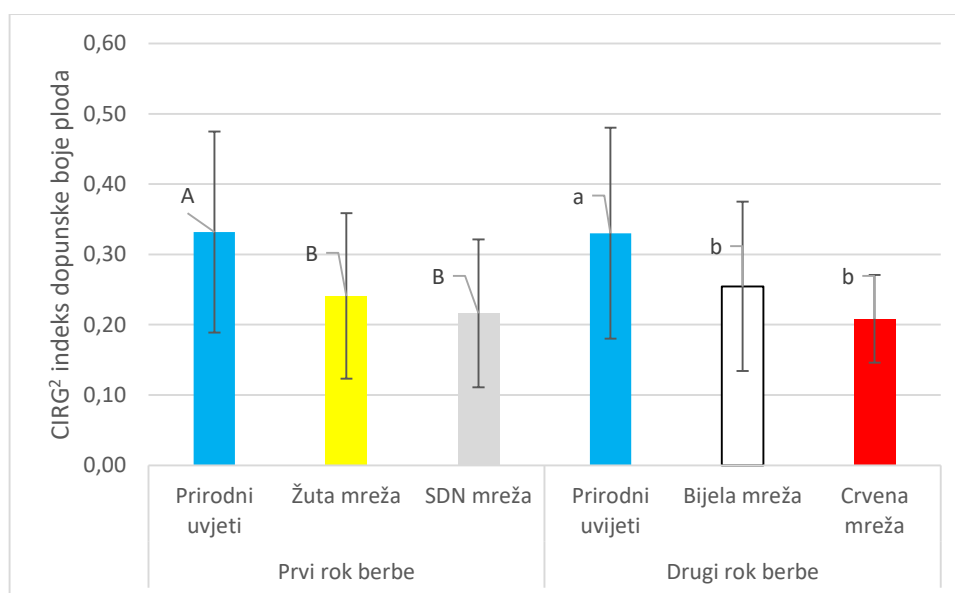
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 47). U prvom roku berbe najmanja vrijednost CIRG¹ indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost CIRG¹ indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveća u prirodnim uvjetima.

Najmanji koeficijent varijacije ja zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 47. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CIRG¹ indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	1,86	3,99	21,17
Žuta mreža	1,46	3,96	22,57
SDN mreža	1,49	3,47	23,40
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	1,90	4,57	20,80
Bijela mreža	1,46	3,57	22,03
Crvena mreža	1,86	3,21	13,77

Prema grafikonu 33, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($0,33 \pm 0,14$ SD) su imale značajno veću vrijednost CIRG² indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod žute ($0,24 \pm 0,12$ SD) i SDN ($0,22 \pm 0,11$ SD) mreže. Slično, u drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($0,33 \pm 0,15$ SD) su imale značajno veću vrijednost CIRG² indeksa dopunske boje ploda od bresaka uzgajanih ispod bijele ($0,25 \pm 0,12$ SD) i crvene ($0,21 \pm 0,06$ SD) mreže. Ukoliko se prosječne vrijednosti CIRG² indeksa dopunske boje ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost CIRG² indeksa dopunske boje imali plodovi bresaka uzgajanih ispod bijele mreže te potom ispod žute i SDN mreže, a najmanju ispod crvene mreže (22,88, 27,42, 34,86 i 36,87% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 33. CIRG² indeks dopunske boje ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 48). U prvom roku berbe najmanja i najveća vrijednost CIRG² indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. U drugom roku berbe najmanja vrijednost CIRG² indeksa dopunske boje ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent

varijacije ja zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 48. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za CIRG² indeks dopunske boje ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,12	0,58	43,10
Žuta mreža	0,07	0,62	48,85
SDN mreža	0,08	0,46	48,62
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,11	0,75	46,07
Bijela mreža	0,07	0,54	47,27
Crvena mreža	0,12	0,37	29,99

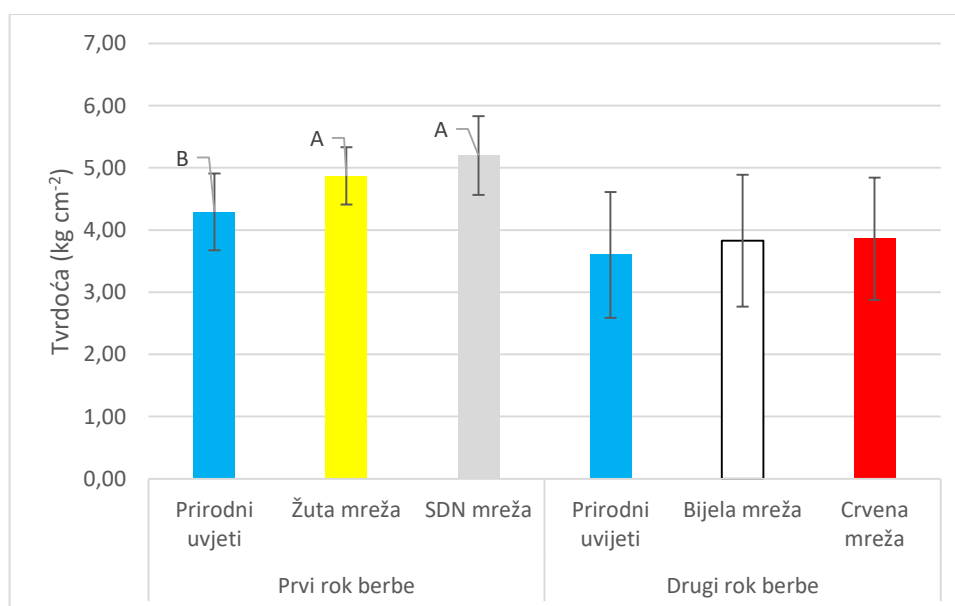
4.3.2. Unutarnja kvaliteta ploda

Prema analizi varijance parametara unutarnje kakvoće ploda (tablica 49) u prvom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na tvrdoću, TK i TST / TK ($P \leq 0,05$). U drugom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na TST, TK i TST / TK ($P \leq 0,05$).

Tablica 49. Analiza varijance parametara unutarnje kakvoće ploda (topljiva suha tvar (TST), titracijska kiselost (TK), omjer topljive suhe tvari i titracijske kiselosti (TST / TK) - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$)

Izvor	Tvrdoća	TST	TK	TST / TK
Prvi rok berbe				
Tretman	<0,0001	0,15	<,0001	<,0001
Drugi rok berbe				
Tretman	0,62	0,040	0,019	<,0001

Prema grafikonu 34, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($4,29 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,62 \text{ SD}$) su imale značajno manju tvrdoću ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN ($5,20 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,63 \text{ SD}$) i žute ($4,87 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,46 \text{ SD}$) mreže. U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti podjednaku tvrdoću ploda su imale breskve uzgajane ispod crvene ($3,86 \text{ kg cm}^{-2} \pm 0,98 \text{ SD}$) i bijele ($3,83 \text{ kg cm}^{-2} \pm 1,06 \text{ SD}$) mreže, a manju u prirodnim uvjetima ($3,60 \text{ kg cm}^{-2} \pm 1,01 \text{ SD}$). Ukoliko se prosječne vrijednosti tvrdoće ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću vrijednost tvrdoće ploda imale breskve uzgajane ispod SDN mreže te potom ispod žute crvene i bijele mreže (21,17, 13,51, 7,17 i 6,39% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u bresaka branah u drugom roku došlo do izraženijeg smanjenja tvrdoće u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar prvog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 34. Tvrdoća ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

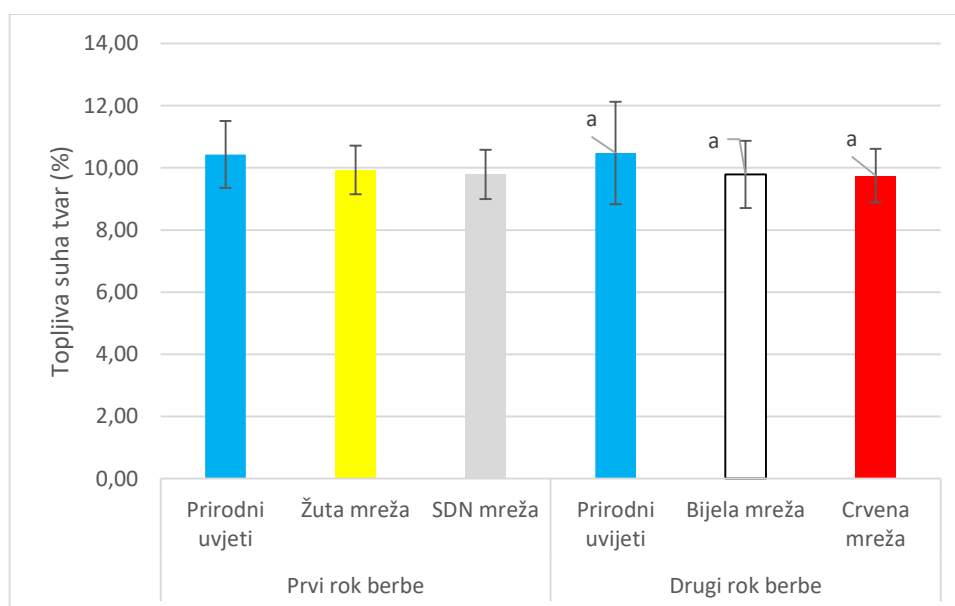
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 50). U prvom roku berbe najmanja vrijednost tvrdoće ploda je zabilježena za breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, a najveća za one ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u breskvama uzgajanim ispod žute mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima. U drugom roku berbe najmanja vrijednost tvrdoće ploda je zabilježena za breskve uzgajane ispod bijele mreže, a najveća za one ispod crvene mreže. Najmanji koeficijent varijacije ja zabilježen

za breskve uzgajane ispod crvene mreže, najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima. Također vidljivo je da je koeficijent varijacije između dva roka berbe, a unutar pojedinog tretmana bio veći u drugom roku berbe.

Tablica 50. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za tvrdoću ploda (kg cm^{-2}) u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	3,35	5,53	14,39
Žuta mreža	3,48	5,69	9,37
SDN mreža	3,41	6,27	12,17
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	1,54	4,94	27,98
Bijela mreža	1,17	5,21	27,59
Crvena mreža	2,03	5,72	25,50

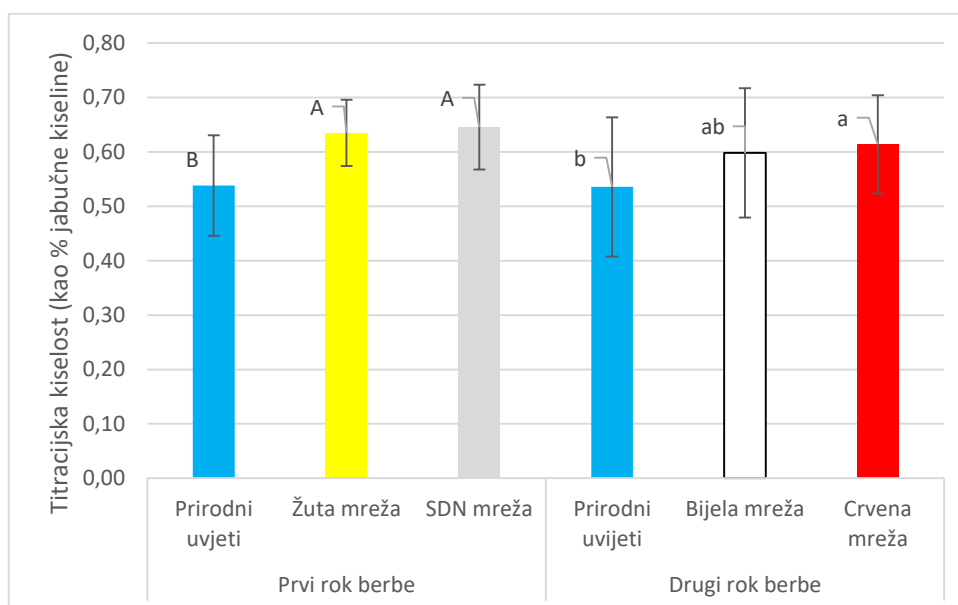
Prema grafikonu 35, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći sadržaj TST ploda je zabilježen kod bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima ($10,43\% \pm 1,08$ SD) te potom ispod žute mreže ($9,93\% \pm 0,79$ SD), a najmanji ispod SDN mreže ($9,79\% \pm 0,91$ SD). U drugom roku berbe nije zabilježena značajna razlika između sadržaja TST ploda bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima te ispod bijele i crvene mreže. Na temelju prosječnih vrijednosti najveći sadržaj TST ploda su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($10,48\% \pm 1,65$ SD) te potom ispod bijele ($9,79\% \pm 1,08$ SD) i crvene mreže ($9,75\% \pm 0,86$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti TST ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj TST ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže te podjednako ispod SDN, bijele i crvene mreže (4,78, 6,17, 6,57, 6,95% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar drugog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 35. Sadržaj TST u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 36, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima (0,54% jabučne kiseline \pm 0,09 SD) su imale značajno manju TK ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN (0,65% jabučne kiseline \pm 0,08 SD) i žute (0,63% jabučne kiseline \pm 0,06 SD) mreže. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima (0,54% jabučne kiseline \pm 0,13 SD) su imale značajno manju TK ploda od bresaka uzgajanih ispod crvene mreže (0,61% jabučne kiseline \pm 0,09 SD), dok između bresaka uzgajanih ispod bijele mreže (0,60% jabučne kiseline \pm 0,12 SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Ukoliko se prosječne vrijednosti TK ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj TK ploda imale breskve uzgajane ispod SDN mreže te potom ispod žute mreže, crvene mreže, a najmanji sadržaj ispod bijele mreže (19,92, 17,93, 14,65 i 11,70% više od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 36. Sadržaj TK u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

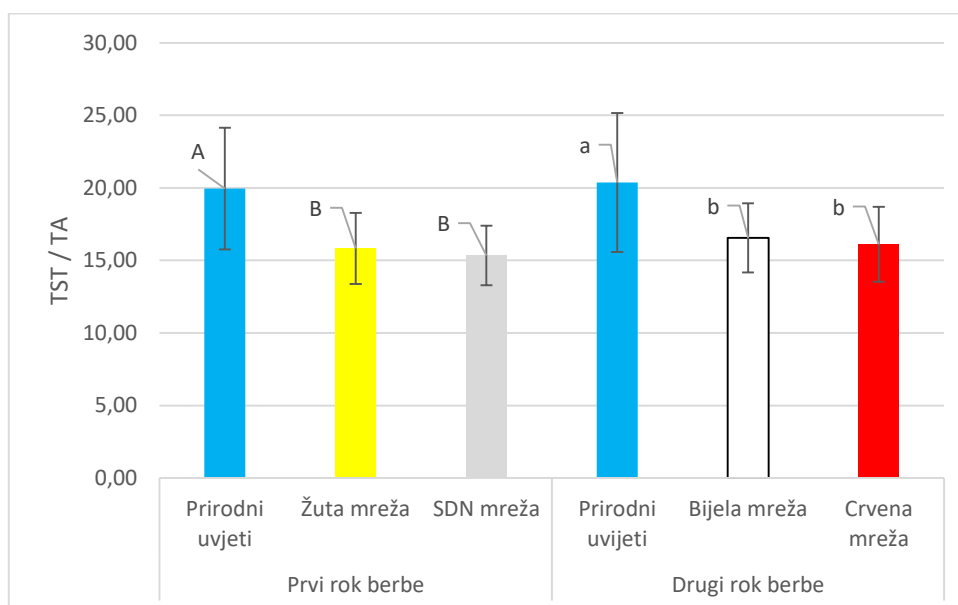
S obzirom na nešto izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 51). U prvom roku berbe najmanja vrijednost TK ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveća ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen za breskve uzgajane ispod žute mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima. U drugom roku berbe najmanja vrijednost TK ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a

najveća u onima ispod bijele mreže. Najmanji koeficijent varijacije ja zabilježen za breskve uzgajane ispod crvene mreže, a najveći za breskve uzgajane u prirodnim uvjetima.

Tablica 51. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za TK ploda (% jabučne kiseline) u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,40	0,73	17,17
Žuta mreža	0,45	0,77	9,59
SDN mreža	0,48	0,79	12,11
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	0,35	0,78	23,91
Bijela mreža	0,36	0,94	19,88
Crvena mreža	0,45	0,79	14,72

Prema grafikonu 37, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($19,96 \pm 4,19$ SD) su imale značajno veću TST / TK vrijednost ploda od bresaka uzgajanih ispod žute ($15,83 \pm 2,45$ SD) i SDN mreže ($15,34 \pm 2,05$ SD). Slično, u drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($20,37 \pm 4,79$ SD) su imale značajno veću TST / TK vrijednost ploda od bresaka uzgajanih ispod bijele ($16,55 \pm 2,39$ SD) i crvene mreže ($16,11 \pm 2,58$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti TST / TK ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću TST / TK vrijednost ploda imale breskve uzgajane ispod bijele mreže te potom ispod crvene i žute mreže, a najmanju ispod SDN mreže (18,72, 20,90, 20,71 i 23,14% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 37. Omjer TST / TK ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na nešto izraženije razlike u standardnim devijacijama između tretmana navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 52). U prvom roku berbe najmanja TST / TK vrijednost ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima. U drugom roku berbe najmanja TST / TK vrijednost ploda je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima.

Tablica 52. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za omjer TST / TK ploda u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	13,28	27,57	21,00
Žuta mreža	12,41	26,13	15,48
SDN mreža	11,95	20,01	13,39
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	13,40	33,52	23,52
Bijela mreža	11,46	22,10	14,41
Crvena mreža	12,23	22,08	16,03

4.3.3. Sadržaj bioaktivnih komponenti ploda

Prema analizi varijance bioaktivnih komponenti (tablica 53 i 54) u prvom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na sadržaj ukupnih polifenola i antocijana, na antioksidacijski kapacitet pomoću ABTS i DPPH metode te na udio pektina topivih u lužini ($P \leq 0,05$). U drugom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na sadržaj ukupnih polifenola i antocijana te na antioksidacijski kapacitet pomoću DPPH metode ($P \leq 0,05$).

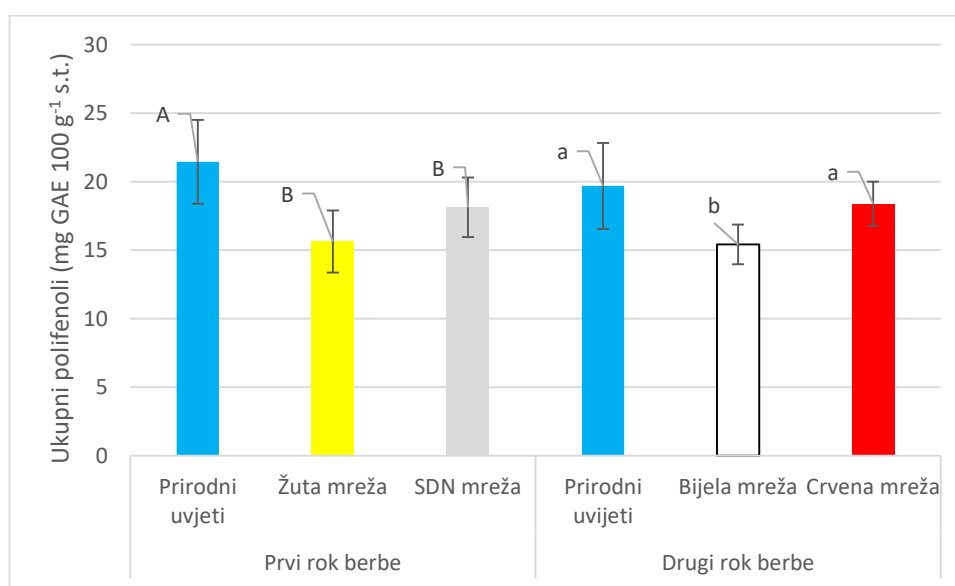
Tablica 53. Analiza varijance sadržaja ukupnih polifenola, antioksidacijski kapacitet pomoću ABTS i DPPH metode (ABTS i DPPH, respektivno), udio karotenoida (β -karoten) te udio ukupnih antocijana - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$)

Izvor	Ukupni polifenoli	ABTS	DPPH	β -karoten	Ukupni antocijani
Prvi rok berbe					
Tretman	0,0018	0,0011	0,0068	0,096	0,047
Drugi rok berbe					
Tretman	0,0029	0,073	0,021	0,078	0,0004

Tablica 54. Analiza varijance sadržaja pektinskih frakcija (udio pektina topivih u vodi, oksalatu i lužini – PTV, PTO i PTL, respektivno) - 1. rok berbe: prirodni uvjeti, žuta i SDN mreža; 2. rok berbe: prirodni uvjeti, bijela i crvena mreža ($P \leq 0,05$)

Izvor	Udio PTV	Udio PTO	Udio PTL
Prvi rok berbe			
Tretman	0,33	0,11	0,017
Drugi rok berbe			
Tretman	0,52	0,93	0,62

Prema grafikonu 38, u prvom su roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima (21,45 mg GAE 100 g⁻¹ s.t. ± 3,06 SD) imale značajno veći sadržaj polifenola u plodu od bresaka uzgajanih ispod SDN (18,14 mg GAE 100 g⁻¹ s.t. ± 2,18 SD) i žute mreže (15,64 mg GAE 100 g⁻¹ s.t. ± 2,26 SD). U drugom su roku berbe breskve uzgajane ispod bijele mreže (15,43 mg GAE 100 g⁻¹ s.t. ± 1,45 SD) imale značajno manji sadržaj polifenola u plodu od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (19,70 mg GAE 100 g⁻¹ s.t. ± 3,14 SD) i ispod crvene mreže (18,40 mg GAE 100 g⁻¹ s.t. ± 1,61 SD). Stoga je vidljivo da jedino breskve uzgajane ispod crvene mreže nisu imale značajno manji sadržaj ukupnih polifenola u odnosu na pripadajuću kontrolu. Ukoliko se prosječne vrijednosti sadržaja polifenola u plodu bresaka uzgajanim ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj polifenola u plodu imale breskve uzgajane ispod crvene mreže te potom ispod SDN, bijele mreže te žute mreže (6,65, 15,44, 21,68 i 27,08% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz P≤0.05

Grafikon 38. Sadržaj polifenola u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

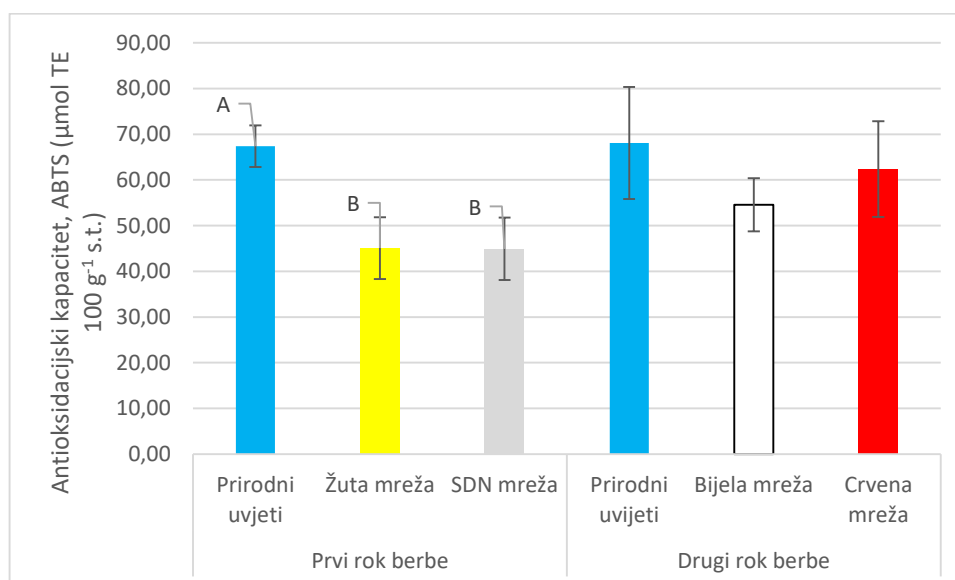
S obzirom na nešto izraženije razlike u standardnim devijacijama između tretmana navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 55). U prvom roku berbe najmanja vrijednost sadržaja polifenola u plodu je zabilježena u bresaka uzgajanima ispod žute mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanima ispod SDN mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. U drugom roku berbe najmanja

vrijednost sadržaja polifenola u plodu je zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije ja zabilježen u bresaka uzgajanima ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima.

Tablica 55. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za sadržaj polifenola u plodu breskve (mg GAE 100 g⁻¹ s.t.) u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	18,64	25,61	14,26
Žuta mreža	13,36	18,66	14,44
SDN mreža	15,42	20,97	12,01
			Drugi rok berbe
Prirodni uvjeti	15,94	23,67	15,96
Bijela mreža	13,42	17,35	9,43
Crvena mreža	15,32	19,88	8,77

Prema grafikonu 39, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($67,38 \mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.} \pm 4,56 \text{ SD}$) su imale značajno veću ABTS antioksidacijsku aktivnost ploda od bresaka uzgajanim ispod žute ($45,08 \mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.} \pm 6,76 \text{ SD}$) i SDN ($44,90 \mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.} \pm 6,84 \text{ SD}$) mreže. U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveću ABTS antioksidacijsku aktivnost su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($68,08 \mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.} \pm 12,27 \text{ SD}$) te potom ispod crvene mreže ($62,38 \mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.} \pm 10,45 \text{ SD}$), a najmanju ispod bijele mreže ($54,56 \mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.} \pm 5,84 \text{ SD}$). Ukoliko se prosječne vrijednosti ABTS antioksidacijske aktivnosti ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću ABTS antioksidacijsku aktivnost imali plodovi bresaka uzgajanih ispod crvene mreže te potom ispod bijele mreže, žute mreže, a najmanje ispod SDN mreže (8,38, 19,86, 33,10 i 33,37% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar prvog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 39. Antioksidacijski kapacitet ABTS metodom ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

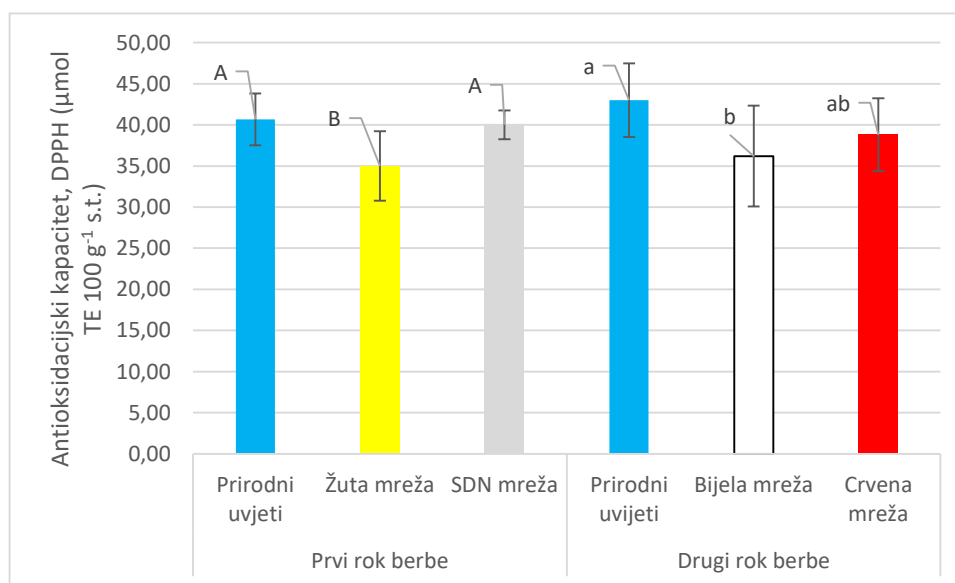
S obzirom na nešto izraženije razlike u standardnim devijacijama antioksidacijskog kapaciteta ABTS metodom između tretmana navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 56). U prvom roku berbe najmanji kapacitet je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanja antioksidacijski kapacitet ploda je bio zabilježen u bresaka

uzgajanim ispod bijele mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima.

Tablica 56. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za antioksidacijski kapacitet ploda breskve ABTS metodom ($\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.}$) u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prvi rok berbe			
Prirodni uvjeti	62,73	72,06	6,76
Žuta mreža	34,32	55,11	15,01
SDN mreža	34,10	52,54	15,23
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	54,16	83,18	18,03
Bijela mreža	45,05	59,34	10,71
Crvena mreža	51,98	78,48	16,75

Prema grafikonu 40, u prvom roku berbe značajno manji antioksidacijski kapacitet ploda DPPH metodom imale su breskve uzgajane ispod žute mreže (35,00 $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. $\pm 4,22 \text{ SD}$) od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (40,68 $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. $\pm 3,16 \text{ SD}$) i ispod SDN mreže (40,02 $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. $\pm 1,75 \text{ SD}$). U drugom roku berbe značajno manji antioksidacijski kapacitet ploda imale su breskve uzgajane ispod bijele mreže (36,20 $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. $\pm 6,14 \text{ SD}$) od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (42,99 $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. $\pm 4,48 \text{ SD}$), dok između bresaka uzgajanim ispod crvene mreže (38,82 $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ s.t. $\pm 4,41 \text{ SD}$) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Stoga je vidljivo da jedino breskve uzgajane ispod crvene mreže nisu imale značajno manji antioksidacijski kapacitet u odnosu na pripadajuću kontrolu. Ukoliko se prosječne vrijednosti DPPH ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveću DPPH vrijednosti imale breskve uzgajane ispod SDN mreže te potom ispod crvene, žute i bijele mreže (1,62, 9,71, 13,97 i 15,79% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0,05$

Grafikon 40. Antioksidacijski kapacitet DPPH metodom plodova bresaka u ovisnosti o tretmanu

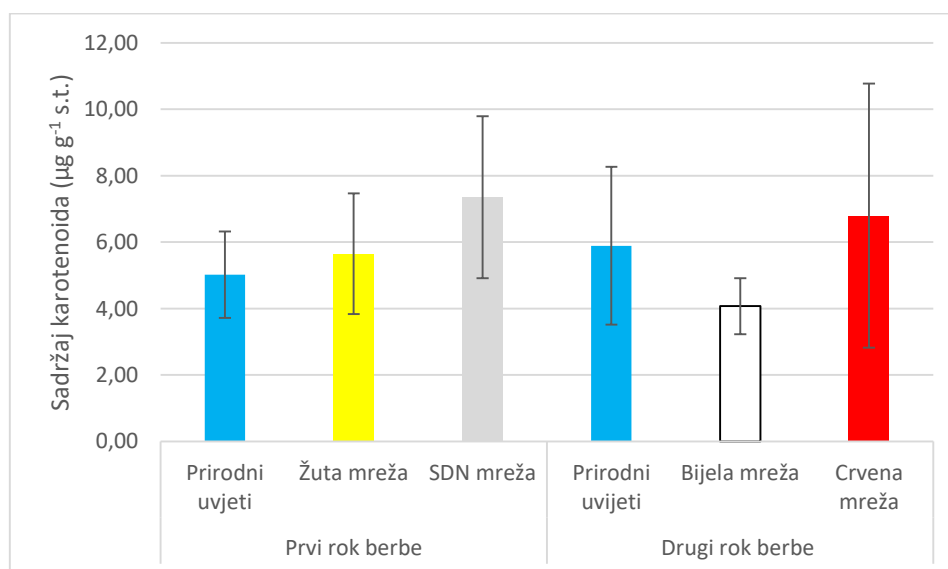
S obzirom na nešto izraženije razlike u standardnim devijacijama između tretmana navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 57). U prvom roku berbe najmanja DPPH vrijednost je bila zabilježena u bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji

koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanima ispod SDN mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod žute mreže. U drugom roku berbe najmanja DPPH vrijednost je bila zabilježena u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveća u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći ispod bijele mreže.

Tablica 57. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije za antioksidacijski kapacitet ploda breskve određen DPPH metodom ($\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1} \text{ s.t.}$) u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	37,47	43,61	7,78
Žuta mreža	30,09	40,99	12,06
SDN mreža	38,37	42,21	4,37
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	38,00	48,48	10,42
Bijela mreža	28,26	43,12	16,95
Crvena mreža	34,88	44,35	11,35

Prema grafikonu 41, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći sadržaj karotenoida u plodu su imale breskve uzgajane ispod SDN mreže ($7,35 \mu\text{g g}^{-1}$ s.t. $\pm 2,44$ SD) te potom ispod žute mreže ($5,65 \mu\text{g g}^{-1}$ s.t. $\pm 1,81$ SD), a najmanje u prirodnim uvjetima ($5,02 \mu\text{g g}^{-1}$ s.t. $\pm 1,30$ SD). U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći sadržaj karotenoida u plodu su imale breskve uzgajane ispod crvene mreže ($6,80 \mu\text{g g}^{-1}$ s.t. $\pm 3,98$ SD) te potom u prirodnim uvjetima ($5,89 \mu\text{g g}^{-1}$ s.t. $\pm 2,37$ SD), a najmanje ispod bijele mreže ($4,07 \mu\text{g g}^{-1}$ s.t. $\pm 0,84$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti sadržaja karotenoida u plodu bresaka uzgajanim ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj karotenoida u plodu imale breskve uzgajane ispod SDN mreže te potom ispod crvene i žute mreže, a najmanji ispod bijele mreže (46,41, 15,34 i 12,50% više te 30,85% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



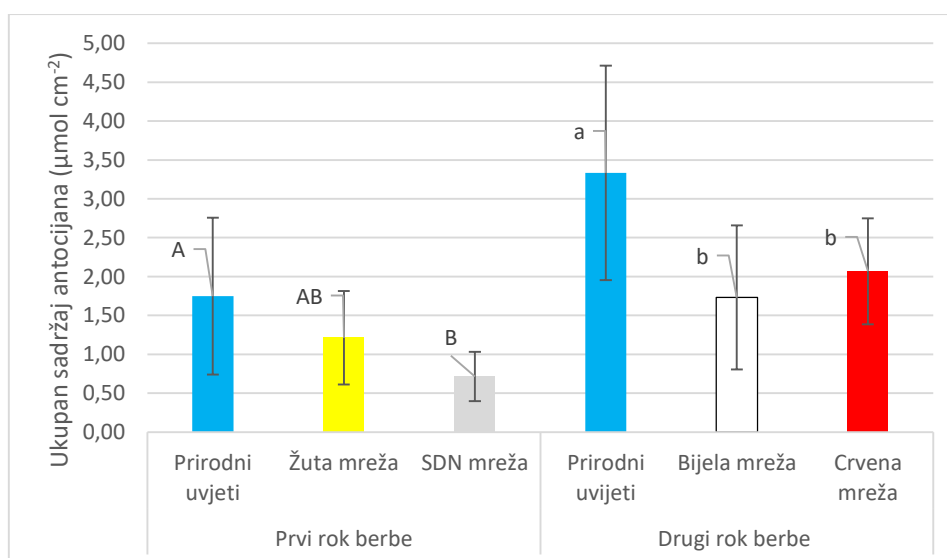
Grafikon 41. Sadržaj karotenoida u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 58). U prvom roku berbe najmanji sadržaj karotenoida je zabilježen u plodu bresaka uzgajanim ispod žute mreže, a najveći ispod SDN mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima, a najveći u bresaka uzgajanim ispod SDN mreže. U drugom roku berbe najmanji sadržaj karotenoida je zabilježen u plodu bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći ispod crvene mreže. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže.

Tablica 58. Minimum, maksimum ($\mu\text{g g}^{-1}$ s.t.) i koeficijent varijacije za sadržaj karotenoida u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
			Prvi rok berbe
Prirodni uvjeti	3,97	7,40	25,87
Žuta mreža	3,52	8,23	32,08
SDN mreža	5,16	12,16	33,16
			Drugi rok berbe
Prirodni uvjeti	3,92	10,32	40,27
Bijela mreža	2,83	5,43	20,66
Crvena mreža	3,47	12,61	58,52

Prema grafikonu 42, u prvom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($1,75 \mu\text{mol cm}^{-2} \pm 1,01 \text{ SD}$) su imale značajno veći ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda od bresaka uzgajanih ispod SDN mreže ($0,71 \mu\text{mol cm}^{-2} \pm 0,32 \text{ SD}$), dok između bresaka uzgajanim ispod žute mreže ($1,21 \mu\text{mol cm}^{-2} \pm 0,60 \text{ SD}$) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($3,33 \mu\text{mol cm}^{-2} \pm 1,38 \text{ SD}$) su imale značajno veći ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda od bresaka uzgajanih ispod crvene ($2,07 \mu\text{mol cm}^{-2} \pm 0,68 \text{ SD}$) i bijele ($1,73 \mu\text{mol cm}^{-2} \pm 0,92 \text{ SD}$) mreže. Ukoliko se prosječne vrijednosti ukupnog sadržaja antocijana u kožici ploda bresaka uzgajanih ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda imale breskve uzgajane ispod žute mreže te potom ispod crvene i bijele mreže, a najmanje ispod SDN mreže (30,54, 37,98, 48,04 i 59,10% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno). Također vidljivo je da je u kožici bresaka branih u drugom roku došlo do izraženijeg povećanja sadržaja antocijana u odnosu na one brane u prvom roku.



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar jednog roka berbe (prvi rok berbe – velika slova, drugi rok berbe – mala slova) statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 42. Ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

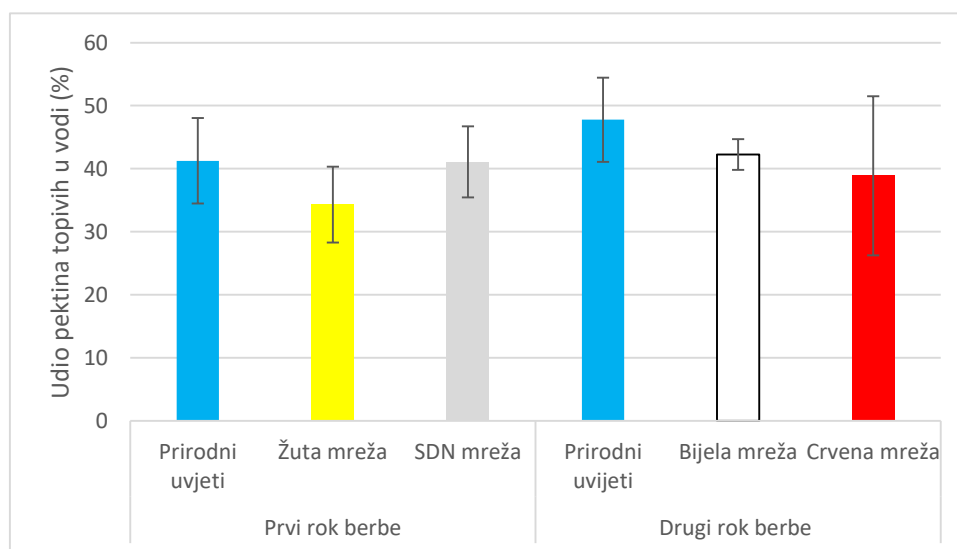
S obzirom na izraženije standardne devijacije, kao i razlike u devijacijama između određenih tretmana, navedeni su minimum, maksimum i koeficijent varijacije za navedeno svojstvo u ovisnosti o tretmanu (tablica 59). U prvom roku berbe najmanji ukupan sadržaj antocijana je zabilježen u kožici ploda bresaka uzgajanim ispod SDN mreže, a najveći u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen kod bresaka uzgajanim u ispod SDN mreže, a najveći u bresaka uzgajanim u prirodnim uvjetima. U drugom roku

berbe najmanji ukupan sadržaj antocijana je zabilježen u kožici ploda bresaka uzgajanih ispod bijele mreže, a najveći u prirodnim uvjetima. Najmanji koeficijent varijacije je zabilježen u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže, a najveći u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže.

Tablica 59. Minimum, maksimum ($\mu\text{mol cm}^{-2}$) i koeficijent varijacije za ukupan sadržaj antocijana u kožici ploda bresaka u ovisnosti o tretmanu

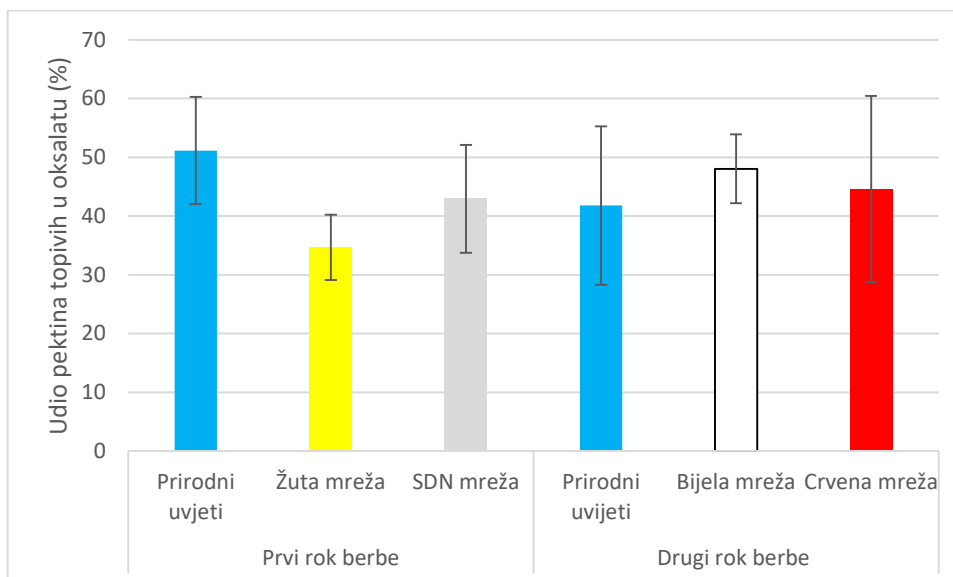
Tretman	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijacije
Prirodni uvjeti	0,80	3,26	57,69
Žuta mreža	0,62	2,23	49,48
SDN mreža	0,33	1,32	44,37
Drugi rok berbe			
Prirodni uvjeti	1,01	5,38	41,37
Bijela mreža	0,83	3,33	53,39
Crvena mreža	1,10	3,43	32,92

Prema grafikonu 43, u prvom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći udio pektina topivih u vodi su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($41,26\% \pm 6,77$ SD) i ispod SDN mreže ($41,07\% \pm 5,65$ SD), a najmanji ispod žute mreže ($34,31\% \pm 6,01$ SD). U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći udio pektina topivih u vodi su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($47,79\% \pm 6,68$ SD) te potom ispod bijele mreže ($42,24\% \pm 2,43$ SD), a najmanji ispod crvene mreže ($38,87\% \pm 12,62$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti udjela pektina topivih u vodi u plodu bresaka uzgajanim ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj udjela pektina topivih u vodi u plodovima imale breskve uzgajane ispod SDN mreže te potom ispod bijele mreže, žute mreže, a najmanje ispod crvene mreže (0,45, 11,60, 16,84 i 18,65% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



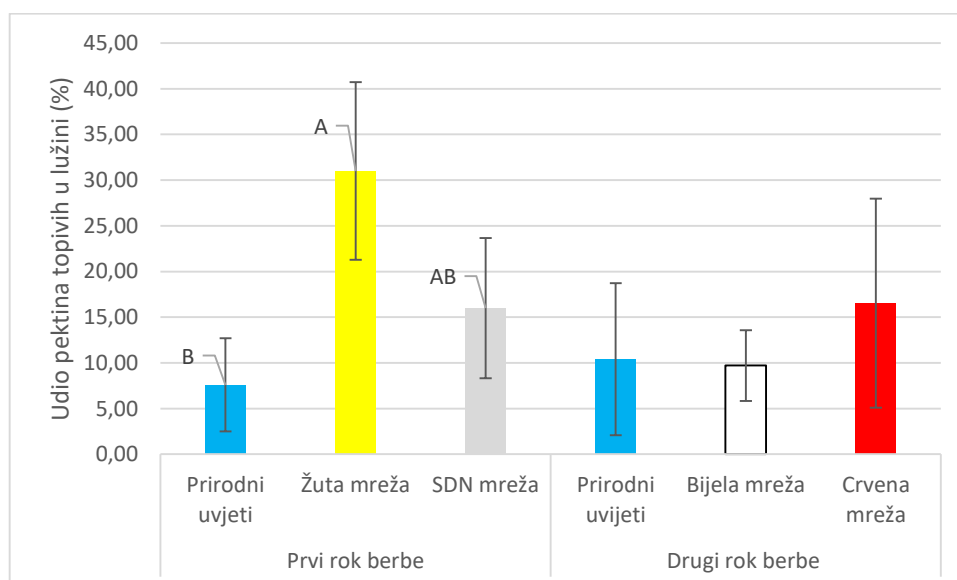
Grafikon 43. Udio pektina topivih u vodi u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 44, u prvom roku na temelju prosječnih vrijednosti najveći udio pektina topivih u oksalatu imale su breskve uzgajane u prirodnim uvjetima ($51,15\% \pm 9,12$ SD) te potom ispod SDN mreže ($42,93\% \pm 9,17$ SD), a najmanji ispod žute mreže ($34,69\% \pm 5,57$ SD). U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći udio pektina topivih u oksalatu imale su breskve uzgajane ispod bijele mreže ($48,05\% \pm 5,87$ SD) te potom ispod crvene mreže ($44,60\% \pm 15,87$ SD), a najmanji u prirodnim uvjetima ($41,80\% \pm 13,50$ SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti udjela pektina topivih u oksalatu u plodu bresaka uzgajanim ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj udjela pektina topivih u oksalatu u plodu imale breskve uzgajane ispod bijele mreže te potom ispod crvene mreže, SDN mreže, a najmanje ispod žute mreže (14,97 i 6,70% više te 16,06 i 32,17% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Grafikon 44. Udio pektina topivih u oksalatu u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

Prema grafikonu 45, u prvom roku berbe breskve uzgajane ispod žute mreže (31,00% ± 9,71 SD) su imale značajno veći udio pektina topivih u lužini u plodu od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (7,60% ± 5,10 SD), dok između bresaka uzgajanim ispod SDN mreže (15,99% ± 7,67 SD) i ostala dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. U drugom roku berbe na temelju prosječnih vrijednosti najveći udio pektina topivih u lužini su male breskve uzgajane ispod crvene mreže (16,53% ± 11,44 SD) te potom u prirodnim uvjetima (10,42% ± 8,32 SD), a najmanje ispod bijele mreže (9,70% ± 3,86 SD). Ukoliko se prosječne vrijednosti udjela pektina topivih u lužini u plodu bresaka uzgajanim ispod mreža usporede u odnosu na prosječne pripadajuće vrijednosti bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (kontrola), tada su najveći sadržaj udjela pektina topivih u lužini u plodovima imale breskve uzgajane ispod žute mreže te potom ispod SDN mreže, crvene mreže, a najmanje ispod bijele mreže (308,06, 110,51, 58,65% više te 6,84% manje od prosječne vrijednosti pripadajuće kontrole, respektivno).



Napomena: vrijednosti označene istim slovom unutar prvog roka berbe statistički se ne razlikuju prema Tukey HSD testu uz $P \leq 0.05$

Grafikon 45. Udio pektina topivih u lužini u plodu bresaka u ovisnosti o tretmanu

5. RASPRAVA

5.1. Utjecaj istraživanih mreža na vegetativne parametre

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 23) nije zabilježen značajan utjecaj tretmana na duljinu i promjer izbojka. U dostupnoj literaturi za različite voćne vrste i vrste mreža postoje oprečni rezultati, odnosno određena istraživanja navode da nije bilo značajnog utjecaja mreža na duljinu i promjer izbojaka, a druga navode značajni utjecaj. Tako u Libanonu za jabuke 'Fuji' u obje godine istraživanja i jabuke 'Jonagold' u prvoj godini istraživanja uzgajane ispod crvene mreže - zasjenjenje 20% t.s. (Aoun i Manja, 2020) te u Italiji za dvogodišnje jabuke 'Fuji' uzgajane u posudama ispod bijele i crvene mreže – zasjenjenje 20 i 40%, respektivno (Bastias, 2011) nije zabilježen značajan utjecaj na duljinu izbojaka. S tim u skladu su rezultati i za borovnicu 'Berkeley' uzgajane ispod bijele i crvene mreže (s dvije razine zasjenjenja – 35 i 50% t.s.) u Južnoj Americi (Retamales i sur., 2008), kao i za avokado uzgajan ispod kristalne mreže (zasjenjenje 30% t.s.) u Južno Afričkoj Republici (Mazhawu, 2016). Rezultati dobiveni u ovom istraživanju za navedeni parametar su u skladu s gore navedenim literaturnim navodima. Međutim Schettini i sur. (2011) su u Italiji zabilježili da su breskve 'Messapia' uzgajane u lončanicama u stakleniku preko kojeg je primijenjena crvena mreža (zasjenjenje 28,8%) imale značajno veću duljinu izbojka od onih ispod bijele mreže (zasjenjenje 10,3%) i u prirodnim uvjetima, kao i one ispod bijele mreže u odnosu na one u prirodnim uvjetima. Aoun i Manja (2020) su u drugoj godini istraživanja zabilježili značajno veću duljinu izbojka jabuke 'Jonagold' uzgajane ispod crvene mreže (zasjenjenje 20% t.s.) u odnosu na onu u prirodnim uvjetima. U južnoj Italiji Basile i sur. (2014) su zabilježili značajno veći udio dugih izbojaka (>100 cm) aktinidije 'Hayward' uzgajane ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 22,8%) nego one uzgajane u prirodnim uvjetima, dok u odnosu na aktinidiju uzgajanu ispod bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4%) nije zabilježena značajna razlika. Također je zabilježen značajno veći udio srednje dugih izbojaka (30–100 cm) aktinidije uzgajane ispod crvene mreže u odnosu na onu ispod bijele mreže i u prirodnim uvjetima. S druge strane udio kratkih izbojaka (<30 cm) je bio značajno manji kod aktinidije uzgajane ispod crvene mreže u odnosu na onu ispod bijele mreže i u prirodnim uvjetima.

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 23) nije zabilježen značajan utjecaj tretmana na duljinu internodija i gustoću nodija. Tako u Italiji za aktinidiju 'Hayward' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže –zasjenjenje unutar PAR-a 20,4 i 22,8%, respektivno (Basile i sur., 2014), Južnoj Americi za borovnicu 'Berkeley' uzgajane ispod bijele i crvene mreže sa 50% zasjenjenja (Retamales i sur., 2008) te u Indiji u rasadničarskoj proizvodnji za podloge sjemenjaka citranži 'Carrizo' uzgajane ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje

50% t.s.) nije zabilježen značajan utjecaj na duljinu internodija. S druge strane Retamales i sur. (2008) su zabilježili značajno manju duljinu internodija borovnice uzgajane ispod crvene mreže sa 35% zasjenjenja nego ispod bijele mreže sa istim postotkom zasjenjenja, dok u odnosu na borovnicu uzgajanu u prirodnim uvjetima nije zabilježena značajna razlika. Brar i sur. (2020) su zabilježili značajno veću duljinu internodija sjemenjaka gorkog limuna uzgajanog ispod crvene mreže nego u prirodnim uvjetima, dok u odnosu na bijelu mrežu nije zabilježena značajna razlika. Također, potrebno je napomenuti da je u istraživanju vidljiv trend gdje je prosječna duljina internodija bila veća u bresaka uzgajanim ispod svih mreža u odnosu na one u prirodnim uvjetima. Navedeno je u skladu s rezultatima koje su dobili Brar i sur. (2020) za bijelu i crvenu mrežu te Basile i sur. (2014) za crvenu i bijelu mrežu.

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 24) zabilježen je značajan utjecaj tretmana na površinu lista, duljinu plojke lista i duljinu peteljke, dok na širinu plojke lista i indeks oblika lista nije zabilježen značajan utjecaj tretmana. Površina lista je bila značajno veća u bresaka uzgajanim ispod bijele, crvene i žute mreže u odnosu na one ispod SDN mreže i u prirodnim uvjetima (grafikon 6). Tako u Hrvatskoj za breskvu 'Sugar Time' i nektarinu 'Big Bang' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Vuković i sur., 2016), u Indiji u rasadničarskoj proizvodnji za podlogu sjemenjaka gorkog limuna i citranži 'Carrizo' uzgajanih ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje 50% t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Brar i sur., 2020) te u Italiji za nektarinu 'Laura' uzgajanu ispod crvene mreže sa 30% zasjenjenja (t.s.) u odnosu na onu ispod bijele mreže sa 10% zasjenjenja (t.s.) (Giaccone i sur., 2012) i za aktinidiju 'Hayward' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4 i 22,8%, respektivno) u klasi dugih izbojaka (>100 cm) te ispod bijele mreže u klasi kratkih izbojaka (<30 cm) u odnosu na prirodne uvjete (Basile i sur., 2014) zabilježena značajno veća površina lista. S druge strane u južnom Brazilu Amarante i sur. (2011) nisu zabilježili značajnu razliku u prosječnoj površini lista jabuka 'Gala' i 'Fuji' uzgajanih ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s) u odnosu na one u prirodnim uvjetima. Slično, u Italiji Bastias (2011) nisu zabilježili značajnu razliku u površini lista između dvogodišnjih jabuka 'Fuji' uzgajanih u posudama ispod bijele mreže (zasjenjenje 20% t.s.) u odnosu na one ispod crvene mreže (zasjenjenje 40% t.s.). Osim toga Basile i sur. (2014) su u klasi kratkih izbojaka zabilježili značajnu razliku u površini lista između crvene i bijele mreže.

U ovom istraživanju duljina plojke lista je bila značajno veća u bresaka uzgajanim ispod crvene, žute i bijele mreže u odnosu na one u prirodnim uvjetima, dok u ostalim slučajevima nije zabilježena značajna razlika (grafikon 7). S druge strane primjena mreža nije ostvarila značajan utjecaj na širinu i indeks oblika lista. U Južnoj Americi, Retamales i sur. (2008) nisu zabilježili značajnu razliku u duljini lista borovnice 'Berkeley' uzgajane

ispod bijele i crvene mreže s dva različita intenziteta zasjenjenja (35 i 50%) i u prirodnim uvjetima, kao ni u širini lista borovnice uzgajane ispod bijele i crvene mreže s 35% zasjenjenja i u prirodnim uvjetima. S druge strane širina lista borovnice uzgajane ispod bijele i crvene mreže s 50% zasjenjenja je bila značajno veća u odnosu na onu uzgajanu u prirodnim uvjetima. Autori su također zabilježili izostanak značajne razlike omjera duljine i širine lista.

U ovom istraživanju duljina peteljke lista je bila značajno veća u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže u odnosu na one ispod SDN mreže, dok u ostalim slučajevima nije zabilježena značajna razlika (grafikon 10). U južnoj Italiji Basile i sur. (2014) su u klasi kratkih izbojaka zabilježili značajno veću duljinu peteljke listova aktinidije 'Hayward' uzgajane ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 22,8 i 20,4%, respektivno) u odnosu na onu uzgajanu u prirodnim uvjetima. S druge strane u klasi dugih izbojaka autori su zabilježili značajno veću duljinu peteljke lista aktinidije uzgajane ispod bijele mreže u odnosu na onu ispod crvene mreže. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju su djelomično slični rezultatima ostvarenima u navedenom literaturnom navodu. Iako nije zabilježena značajna razlika u duljini peteljke lista bresaka uzgajanih ispod bijele i crvene mreže u odnosu na one u prirodnim uvjetima, vidljiv je trend gdje breskve uzgajane ispod crvene mreže imaju veću prosječnu duljinu peteljki u odnosu na one uzgajane u prirodnim uvjetima.

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 23) nije zabilježen značajan utjecaj tretmana na poprečni presjek debla. Tako u Hrvatskoj za breskvu 'Sugar Time' i nektarinu 'Big Bang' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Vuković i sur., 2016), u Španjolskoj za jabuku 'Mondial Gala' uzgajanu ispod kristalne mreže (veličina okca 3 × 7.4 mm t.s.) (Iglesias i Alegre, 2006), u Italiji za dvogodišnje jabuke 'Fuji' uzgajane u posudama ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje 40 i 20% t.s., respektivno) (Bastias, 2011) te u SAD-u za jabuku 'Honeycrisp' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) (Serra i sur., 2020) nije zabilježen značajan utjecaj na poprečni presjek debla. Rezultati u ovom istraživanju se poklapaju s ostalim gore navedenim izvorima. Također, vidljiv je jednak trend kao i kod Bastiasa (2011) gdje breskve uzgajane ispod bijele mreže imaju prosječno najveću vrijednost poprečnog presjeka debla. Potrebno je napomenuti da je ovo jednogodišnje istraživanje te kako bi se vidio točan utjecaj mreža na poprečni presjek debla bresaka potrebno je provesti višegodišnje istraživanje. Međutim, ima istraživanja gdje je zabilježen značajan utjecaj primjene mreža na navedeno svojstvo. U Italiji Schettini i sur. (2011) su zabilježili da je breskva 'Messapia' uzgajana u lončanicama u prirodnim uvjetima i u stakleniku na koji je primijenjena bijela mreža (zasjenjenje 10,3%) imala značajno manji poprečni presjek debla od one uzgajane u stakleniku na koji je primijenjena crvena mreža (zasjenjenje

28,8%). Brar i sur. (2020) su u Indiji u rasadničarskoj proizvodnji zabilježili da je promjer debla podloge sjemenjaka gorkog limuna (*Citrus jambhiri* Lush.) završnog mjerenja bio veći pri uzgoju u prirodnim uvjetima nego ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje 50% t.s.). Također bio je veći pri uzgoju ispod bijele mreže nego crvene mreže. Kod završnog mjerenja promjer debla podloge citranži 'Carrizo' (*Citrus × insitorum* Mabb) je također bio najveći pri uzgoju u prirodnim uvjetima, ali se nije značajno razlikovao u donosu na tretman s crvenom i bijelom mrežom.

U konačnici može se zaključiti da su sve istraživane mreže, s iznimkom SDN mreže koja nije ostvarila značajniji utjecaj, općenito povećale vrijednosti lisnih parametara vegetativnog rasta. S druge strane primjena mreža nije ostvarila značajan utjecaj na vegetativne parametre izbojaka, ali je vidljiv trend prosječnog povećanja duljine internodija uz primjenu svih mreža. Osim navedenoga potrebno je još napomenuti da su na temelju vizualne procjene (neprikazani podatci) breskve uzgajane ispod crvene mreže imale vidljivo najjači vegetativan rast. Stoga se općenito može zaključiti da je primjena mreža, s iznimkom SDN mreže, pozitivno djelovala na vegetativan rast bresaka. Slično, Shahak i sur. (2004a) su zabilježili da je u Izraelu u zelenoj rezidbi odstranjena masa izbojaka središnjeg dijela krošnje breskve 'Hermosa' uzgajane u prirodnim uvjetima bila značajno manja u odnosu na one uzgajane ispod crvene i žute mreže (zasjenjenje 30%) te bijele mreže (12% zasjenjenja).

Utjecaj navedenih mreža na pospješivanje vegetativnog rasta je najvjerojatnije posljedica djelovanja mehanizma izbjegavanja sjene, što su pretpostavili i drugi autori (Basile i sur., 2014, 2008; Bastias, 2011). Mehanizam izbjegavanja sjene predstavlja najvažniju kompetitivnu strategiju koju biljke posjeduju koja je razvijena kao evolucijski odgovor na redukciju PAR-a ispod saturacijske razine, a tu se ubrajaju samo one promjene u svjetlosnom okolišu koje percipiraju fotoreceptori te su s time povezane morfološke reakcije koje smanjuju postotak trenutne ili buduće sjene (Casal, 2012; Smith i Whitlam, 1997). Jedna od takvih promjena koju percipiraju fotoreceptori je i redukcija C / TC vrijednosti percipirana fitokromima (Casal, 2012). Zabilježeno je da bijela, žuta i crvena mreža reduciraju C / TC vrijednosti difuznog svjetla (Basile i sur., 2012; Shahak i sur., 2004a, 2004b). S obzirom da niski Φ_c (fotoekvilibriraj fitokroma, povezan sa omjerom C / TC svjetla te stanjem fitokroma) općenito utječe na povećanje listova (Baraldi i sur., 1998; prema Kasperbauer, 1971; Kwesiga i Grace, 1986; Baraldi i sur., 1992), mehanizam izbjegavanja sjene je najvjerojatniji uzrok koji je u ovom slučaju uzrokovao promjene u vegetativnom rastu listova. Međutim, ispod SDN mreže (koja je bijele boje) nije ostvaren jednak učinak. Ipak ostvarene razlike između bresaka uzgajanim ispod SDN mreže i ostalih mreža su bile minimalne, dok je jedino za parametar površina lista i duljina peteljke zabilježena značajna razlika. Dodatno, duljina plojke lista ispod SDN mreže je na

temelju prosječnih vrijednosti bila blago veća nego u prirodnim uvjetima. Basile i sur. (2012) je zabilježio da je C / TC vrijednost unutar difuznog svjetla ispod bijele mreže bila značajno veća nego ispod crvene mreže, dok je Bastias (2011) zabilježio jednak trend na temelju prosječnih vrijednosti. Jedna od pretpostavki je da uslijed povećanog C / TC omjera u difuznom svjetlu, u odnosu na crvenu mrežu, SDN mreža nije aktivirala mehanizam izbjegavanja sjene. Međutim, u istom istraživanju Bastias (2011) je zabilježio minimalne razlike u Φ_c vrijednosti ispod crvene i bijele mreže. Navedena pretpostavka stoga vjerojatno nije uzrok izostanku pojačanog vegetativnog rasta ispod SDN mreže, kao i zbog toga što je u ovom istraživanju primjena bijele mreže na vegetativan rast imala sličan utjecaj kao i primjena crvene i žute mreže. Oren-Shamir i sur. (2001) navode da mehanizam izbjegavanja sjene nije kod svih mreža odgovoran za promjene u vegetativnom rastu. Bastias (2011) pretpostavlja da je dostupnost PAR-a bila relevantnija od kvalitete svjetla za određene vegetativne parametre jabuka. Također, treba uzeti u obzir da prema Basile i sur. (2012) bijela mreža ima značajno veću mogućnost raspršivanja PAR-a od crvene mreže i prirodnih uvjeta, dok su Shahak i sur. (2004b) i Shahak (2008) naveli da jednako raspršuje svjetlo kao i crvena i žuta mreža. Difuzno svjetlo ima bolju mogućnost prodiranja u guste krošnje (ili u unutrašnji dio krošnje) te stoga poboljšava efikasnost reakcija ovisnih o svjetlu (Lakso i Musselman, 1976; Shahak, 2014; Shahak i sur., 2004a, 2004b). S obzirom da SDN mreža ima manji promjer okca od svih ostalih mreža (uključujući i bijelu) (poglavlje 3.1.), logično je da smanjuje dostupnost PAR-a te ostvaruje jače raspršivanje svjetla. Osim toga, u dostupnoj znanstvenoj literaturi su zabilježeni i oprečni rezultati u vezi utjecaja zasjenjenja na veličinu listova voćaka. Iako su Baraldi i sur. (1994) zabilježili smanjenu veličinu listova u sjeni, u velikom dijelu istraživanja je zabilježeno da su listovi voćaka koje su rasle u sjeni bili veći (Ajmi i sur., 2018; Brar i sur., 2020; Gregoriou i sur., 2007). Navedeno dokazuje kompleksnost navedene tematike te su potrebna daljnja istraživanja utjecaja mreža na modifikaciju kvalitete i kvantitete svjetla te njihov utjecaj na vegetativni rast kako bi se do kraja razjasnio mehanizam djelovanja navedenih mreža na vegetativne parametre.

5.2. Utjecaj istraživanih mreža na parametre produktivnosti

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 27) nije zabilježen značajan utjecaj tretmana na prirod i učinkovitost priroda. Točniji pokazatelj od priroda je učinkovitost priroda jer on uzima u obzir prirod u odnosu na vegetativnu razvijenost voćke (Westwood, 1993). Međutim, oba pokazatelja su pokazala sličan trend. Breskve uzgajane ispod svih mreža su imale prosječno veću učinkovitost priroda od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima, a tu se posebno ističu breskve uzgajane ispod bijele i crvene mreže. Tako u Hrvatskoj za breskvu 'Sugar Time' i nektarinu 'Big Bang' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Vuković i sur., 2016) i u Italiji za nektarinu 'Laura' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje 10 i 30%, respektivno t.s.) (Giaccone i sur., 2012) nije zabilježen značajan utjecaj na prirod ili učinkovitost priroda. Slično je zabilježeno i za jezgričave voćne vrste, kao što je slučaj u Brazilu za jabuke 'Gala' i 'Fuji' uzgajane ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) (Amarante i sur., 2011), u Izraelu za krušku 'Spadona' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje 26% t.s.) (Shahak, 2008), u Sloveniji za jabuku 'Jonagold' uzgajanu ispod bijele mreže (u prvoj, ali neposredno i drugoj godini) (Stampar i sur., 2002) te jabuku 'Fuji' uzgajanu u posudama ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje 40 i 20% t.s., respektivno) (Bastias, 2011). Međutim, postoje i istraživanja gdje je zabilježeno značajno povećanje priroda. Primjeri za veći prirod u Italiji su breskve 'Messapia' uzgajane u lončanicama u stakleniku preko kojeg je primijenjena crvena mreža u odnosu na onaj ispod bijele mreže (zasjenjenje 28,8 i 10,3%, respektivno) i u prirodnim uvjetima (Schettini i sur., 2011), u Izraelu su jabuke 'Golden Delicious' uzgajane ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje 30 i 15% t.s., respektivno) u odnosu na one u prirodnim uvjetima (Shahak, 2008), a u Južnoj Americi su borovnice 'Berkeley' uzgajane ispod bijele i crvene mreže s 50% zasjenjenja u odnosu na onu u prirodnim uvjetima (Retamales i sur., 2008). S druge strane u Italiji za aktinidiju 'Hayward' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4 i 22,8%, respektivno) u odnosu na onu u prirodnim uvjetima je zabilježen značajno manji prirod (Basile i sur., 2008). Iz navedenoga se može vidjeti da se podaci iz ovog istraživanja podudaraju s većinom istraživanja. Potrebno je napomenuti da je dio istraživanja u kojima je zabilježen značajan utjecaj mreža proveden u predjelu s ekstremnim temperaturnim uvjetima (Izrael) ili na vrstama koje su tolerantne na sjenu. Također, potrebno je naglasiti da primjena mreža nije uzrokovala povećanje udjela trulih plodova (neprikazani podatci). Navedeno je vrlo bitno, jer dokazuje da povećanje relativne vlažnosti zraka i trajanje vlažnosti biljke ispod mreža, koje je zabilježeno u brojnim istraživanjima (De Paula i sur., 2012; Elad i sur., 2007; Iglesias i Alegre, 2006; Kalcsits i sur., 2017; Mazhawu, 2016; Shahak i sur., 2004b), nije imalo značajan učinak na povećanje zaraze plodova patogenima.

U ovom istraživanju prema analizi varijance zabilježen je značajan utjecaj mreža na masu ploda (tablica 27). Masa ploda je bila značajno veća u bresaka uzgajanim ispod bijele mreže u odnosu na one uzgajane ispod SDN i žute mreže te u prirodnim uvjetima, dok između bresaka uzgajanim ispod crvene mreže i ostalih tretmana nije zabilježena značajna razlika (Grafikon 13). Utjecaj primjene mreža na značajno veću masu ili veličinu plodova raznih voćnih vrsta je zabilježen u brojnim istraživanjima. Tako na primjer u Hrvatskoj za breskvu 'Sugar Time' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Vuković i sur., 2016), u Izraelu za breskvu 'Hermosa' uzgajanu ispod crvene i žute mreže (30% zasjenjenje t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Shahak i sur., 2004a), u Brazilu za jabuke 'Gala' i 'Fuji' uzgajane ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Amarante i sur., 2011) i u Italiji za breskvu 'Messapia' uzgajanu u lončanicama u stakleniku preko kojeg je primijenjena crvena mreža (zasjenjenje 28,8%) u odnosu na onu ispod bijele mreže (zasjenjenje 10,3%) i u prirodnim uvjetima (Schettini i sur., 2011) te za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod crvene mreže u odnosu na onu ispod bijele mreže (zasjenjenje 20% t.s.) (Corollaro i sur., 2015). Osim toga u Njemačkoj Solomakhin i Blanke (2010) su zabilježili da su jabuke 'Fuji Kiku 8' uzgajane ispod bijele i bijelo-crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 12 i 14%, respektivno) imale do 8% prosječno veću masu plodova od onih u prirodnim uvjetima. S druge strane postoje također brojna istraživanja gdje je izostao značajan utjecaj, kao u Hrvatskoj za nektarinu 'Big Bang' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Vuković i sur., 2016), u SAD-u za jabuku 'Honeycrisp' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) (Serra i sur., 2020), u Njemačkoj za jabuku 'Pinova' uzgajanu ispod bijele i bijelo-crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 12 i 14%, respektivno) (Solomakhin i Blanke, 2010), u Italiji za nektarinu 'Laura' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje 10 i 30%, respektivno t.s.) (Giaccone i sur., 2012), jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod žute mreže (zasjenjenje 20% t.s.) (Corollaro i sur., 2015) te ispod bijele u odnosu na crvenu mrežu (zasjenjenje 20 i 40% t.s., respektivno) (Bastias, 2011). U južnoj Italiji Basile i sur. (2012) su u prvoj godini istraživanja zabilježili da je aktinidija 'Hayward' uzgajana ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 22,8%) imala značajno veću masu ploda od one u prirodnim uvjetima, dok u odnosu na aktinidiju uzgajanu ispod bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4%) nije zabilježena značajna razlika. S druge strane, u drugoj godini istraživanja aktinidija uzgajana u prirodnim uvjetima i ispod crvene mreže je imala značajno veću masu ploda od one ispod bijele mreže (Basile i sur., 2012). Iz navedenoga je vidljiv utjecaj vegetacijske godine. Rezultati u ovom istraživanju se djelomično podudaraju s rezultatima gore navedenih istraživanjima. Očigledno je da utjecaj fotoselektivnih mreža na masu ploda varira ovisno o vrsti i sorti te agroekološkim uvjetima.

5.3. Utjecaj istraživanih mreža na kvalitetu ploda

5.3.1. Boja ploda

5.3.1.1. Osnovna boja ploda

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 31 i 32) u prvom roku berbe zabilježen je značajan utjecaj tretmana na L*, b* i C* parametre osnovne boje ploda te u drugom roku berbe na sve istraživane parametre. Iako je prema analizi varijance (tablica 31) u prvom roku berbe zabilježen značajan utjecaj tretmana na L* parametar osnovne boje ploda, prema Tukey HSD testu (grafikon 14) nije zabilježena značajna razlika za navedeni parametar između tretmana. Izraz „osnovna boja“ odnosi se na onaj dio boje površine ploda koji nije zamagljen uslijed razvoja crvenog „rumenila“ (Nunes, 2008), a obično je zelene ili žute boje (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). Dozrijevanjem plodovi većine voćnih vrsta i sorata gube zelenu boju i poprimaju crvenu, plavu, ljubičastu ili žutu boju (Westwood, 1993). Osnovna boja je primarni kriterij određivanja roka berbe u komercijalnom uzgoju bresaka (Lewallen i Marini., 2003), s obzirom da se mijenja zajedno s drugim važnim parametrima, kao što su: TST, tvrdoća, hlapljive komponente (Ramina i sur., 2008). Promjene u boji plodova bresaka sorata žute boja mesa (kao što je sorta korištena u ovom istraživanju) su povezane s degradacijom klorofila koji razotkriva ostale pigmente, kao karotenoide (Ramina i sur., 2008). Za većinu sorata bresaka određivanje roka berbe na temelju promjene osnovne boje ploda uključuje transformaciju zelene u žutu boju (Crisosto i sur., 1996; Crisosto i Kader, 2000; Crisosto i Valero, 2008; Seifrit, 2018).

U prvom roku berbe ispod SDN mreže zabilježena je značajno najmanja b* i C* vrijednost te na temelju trenda najmanja a* prosječna vrijednost osnovne boje ploda (grafikon 15, 16, 17). Navedeno indicira da je osnovna boja ploda breskve uzgajane ispod SDN mreže u prvom roku berbe imala manje izražen intenzitet boje (značajno manja C* vrijednost), kao i manje razvijenu žutu (značajno manja b* vrijednost) i crvenu komponentu (trend manje prosječne a* pozitivne vrijednosti) osnovne boje ploda u odnosu na breskve uzgajane ispod žute mreže i u prirodnim uvjetima. Potrebno je još napomenuti da su na temelju vizualne procjene (neprikazani podatci) breskve uzgajane ispod SDN mreže doista imale značajno bljeđi izgled. U drugom roku berbe ispod crvene mreže je zabilježena značajno najmanja a* te značajno najveća h° vrijednost, kao i na temelju trenda najveća prosječna L* vrijednost osnovne boje ploda (grafikon 14, 15 i 18). Navedeno indicira da je osnovna boja ploda breskve uzgajane ispod crvene mreže imala manje razvijenu crvenu komponentu (na temelju značajno manje pozitivne a* vrijednosti te značajno veće h° vrijednosti) te veću svjetlinu (na temelju prosječno veće L* vrijednosti) od onih uzgajanih ispod bijele mreže i u prirodnim uvjetima. Također, breskve uzgajane

ispod bijele mreže su imale značajno manju b^* vrijednost od onih uzgajanih ispod crvene mreže i u prirodnim uvjetima, kao i manju C^* vrijednost od onih uzgajanih u prirodnim uvjetima (grafikon 16 i 17). Navedeno indicira da su breskve uzgajane ispod bijele mreže imale manje izražen intenzitet boje od onih uzgajanih u prirodnim uvjetima (na temelju značajno manje C^* vrijednosti) te manje izraženu žutu komponentu (na temelju značajno manje b^* i h° vrijednosti) od onih uzgajanih ispod crvene mreže. Potrebno je još napomenuti da su u drugom roku berbe najmanje vrijednosti svih indeksa osnovne boje (a / b , CCL, COL, CIRG¹ i CIRG²) zabilježene pri uzgoju bresaka ispod crvene mreže (grafikon 19-23). Kako breskva dozrijeva tako osnovna boja postaje manje zelena ($-a^*$ vrijednost prelazi u $+a^*$) i tamnija (manja L^* vrijednost) s malim promjenama u žutoj boji ($+b^*$) (Shewfelt i sur., 1987). Također, tijekom dozrijevanja breskve i h° vrijednost pada, u početku po vrijednosti pripada polovini osi na kojoj je $-a^*$, pa kasnije polovini osi koja pripada $+b^*$ i na kraju polovini osi koja pripada $+a^*$ (Carreño i sur., 1995; Robertson i sur., 1991). Ferrer i sur. (2005) navode da su a^* i h° dobri parametri indikacije stupnja zrelosti breskve.

Navedeno indicira moguću odgodu dozrijevanja plodova bresaka uzgajanih ispod crvene te djelomično SDN mreže. U južnoj Italiji Giaccone i sur. (2012) su zabilježili da je h° i L^* vrijednost osnovne boje ploda nektarine 'Laura' bila značajno veća ispod crvene mreže (zasjenjenje 30% t.s.) u odnosu na onu ispod bijele mreže (zasjenjenje 10% t.s.). U Italiji Bastias (2011) nije zabilježio značajnu razliku u h° vrijednosti na zasjenjenoj strani ploda (unutar zelene boje) jabuke 'Fuji' uzgajane u posudama ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje 40 i 20% t.s., respektivno) dok su jabuke uzgajane ispod bijele mreže imale manju prosječnu vrijednost. U južnom Brazilu Amarante i sur. (2011) su na temelju veće L^* i h° vrijednosti na zasjenjenoj strani ploda zaključili da je primjena bijele mreže (veličina okca 4×7 mm t.s.) uzrokovala intenzivniju zelenu osnovnu boju ploda jabuka 'Gala' i 'Fuji' u odnosu na boju jabuka uzgajanih u prirodnim uvjetima. U Njemačkoj Solomakhin i Blanke (2010) su zabilježili značajno veću L^* i b^* vrijednost osnovne boje ploda jabuka sorte 'Fuji Kiku 8' uzgajanih ispod crveno-bijele, bijele, i crveno-crne mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 14, 12 i 18%, respektivno) u odnosu na one u prirodnim uvjetima. Također, vidljiv je izraziti trend gdje jabuke uzgajane ispod mreža imaju prosječno manju a^* i veću h° vrijednost (h° vrijednost je unutar zelenog spektra) osnovne boje ploda u odnosu na one uzgajane u prirodnim uvjetima. Jabuke 'Pinova' uzgajane ispod svih mreža su imale značajno veću L^* , b^* i h° te značajno manju a^* vrijednost osnovne boje ploda od onih u prirodnim uvjetima. Ono što je zanimljivo je da su plodovi jabuka obje sorte uzgajane ispod bijele mreže imali veću h° vrijednost osnovne boje od plodova uzgajanih ispod crveno-bijele mreže, iako je crveno-bijela mreža imala veće zasjenjenje. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju za bijelu i crvenu mrežu su u skladu s rezultatima koje su

zabilježili Giaccone i sur. (2012), kao i na temelju izostanka značajne razlike djelomično s rezultatima koje je zabilježio Bastias (2011). Potrebno je napomenuti da rezultati dobiveni u ovom istraživanju imaju dodatnu važnost, jer bijela, crvena i žuta mreža, koje su korištene u istraživanju, imaju isti promjer okca (poglavlje 3.1.) te stoga slično zasjenjenje, što nije slučaj kod navedenih literaturnih izvora. U odnosu na istraživanje koje su proveli Solomakhin i Blanke (2010) rezultati se samo djelomično poklapaju za crvenu mrežu (s napomenom da je u navedenom istraživanju korištena crveno-bijela mreža) u odnosu na prirodne uvjete. U odnosu na istraživanje koje su proveli Amarante i sur. (2011) rezultati nisu identični, ali nisu ni suprotni. Navedene razlike su vrlo vjerojatno uslijed genetskog faktora (druga vrsta je u pitanju), drugačijih agroekoloških uvjeta i djelomično drugačijeg tipa mreža.

5.3.1.2. Dopunska boja ploda

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 38 i 39) u prvom roku berbe tretman je imao značajan utjecaj na sve parametre i indekse dopunske boje ploda, osim a^* vrijednosti. U drugom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na sve parametre boje, osim a^* i C^* parametra. S obzirom da je razvoj dopunske boje ploda više povezan s dostupnosti svjetla nego dozrijevanjem (Nunes, 2008), ono se ne koristi pri određivanju roka berbe. Međutim, dopunska boja ploda predstavlja jedan od glavnih faktora na temelju kojih se breskve klasiraju (Miller i Delwiche, 1989). U prvom roku breskve uzgajane ispod SDN mreže su imale značajno veću L^* , b^* , C^* i h° vrijednost te manju vrijednost svih indeksa boje (a/b , CCL, COL, $CIRG^1$ i $CIRG^2$) od onih uzgajanih u prirodnim uvjetima (grafikon 24, 26-33). S druge strane primjena žute mreže nije imala značajno negativan utjecaj na većinu parametara i indeksa dopunske boje ploda u odnosu na plodove uzgajane u prirodnim uvjetima. Sve skupa indicira da su breskve uzgajane ispod SDN mreže imale manje razvijenu dopunsku boju ploda, odnosno svjetlije crvenu boju u odnosu na tamnije crvenu boju koju su imale breskve uzgajane u prirodnim uvjetima. Jedini izuzetak su $CIRG^1$ i $CIRG^2$ indeksi boje koji su bili značajno manji kod bresaka uzgajanih ispod žute mreže u odnosu na prirodne uvjete (grafikon 32 i 33). Na temelju postignutih $CIRG^1$ vrijednosti, može se prema istraživanju koje su proveli Carreño i sur. (1995), zaključiti da su breskve uzgajane ispod žute i SDN mreže bile iznad i blago ispod (respektivno) prosječne vrijednosti navedenog indeksa dobivenog za ružičastu boju, dok su oni uzgajani u prirodnim uvjetima bili oko polovine puta između vrijednosti uzorka za ružičastu i crvenu boju. U drugom roku berbe breskve uzgajane ispod crvene i bijele mreže su imale značajno veću L^* i h° vrijednost te manju vrijednost svih indeksa boje (a/b , CCL, COL, $CIRG^1$ i $CIRG^2$) od onih uzgajanih u prirodnim uvjetima (grafikon 24, 28-33). Navedeno indicira da su breskve uzgajane u prirodnim uvjetima imale razvijeniju

dopunsku boju (tamnije crvenu) od onih ispod bijele i crvene mreže. Ukoliko se promatra učinak svih mreža (prvi i drugi rok berbe) u odnosu na njihovu pripadajuću kontrolu, tada je vidljivo je da je primjena SDN mreže najviše, dok primjena žute mreže najmanje negativno utjecala na razvoj dopunske boje ploda. S obzirom da za trgovce crvena boja povijesno predstavlja jedan od glavnih čimbenika kakvoće voća (Crisosto i Costa, 2008), navedeno predstavlja veliki nedostatak primjene SDN te prednost žute mreže. Iako je primjena i bijele i crvene mreže također značajno negativno djelovala na većinu parametara i indeksa dopunske boje ploda, navedene razlike u odnosu na pripadajuću kontrolu su bile manje nego u slučaju SDN mreže. U južnoj Italiji Giaccone i sur. (2012) su zabilježili da je h° i L^* vrijednost dopunske boje ploda nektarine 'Laura' bila značajno veća ispod crvene mreže (zasjenjenje 30% t.s.) u odnosu na boju plodova uzgajanih ispod bijele mreže (zasjenjenje 10% t.s.). U Sloveniji Stampar i sur. (2002) nisu zabilježili značajne razlike u obojanosti ploda jabuke 'Jonagold' uzgajane ispod bijele mreže i u prirodnim uvjetima. U južnom Brazilu Amarante i sur. (2011) nisu utvrdili značajan utjecaj primjene bijele mreže (veličina okca 4×7 mm t.s.) na h° parametar boje ploda jabuke 'Gala' na strani izloženoj sunčevom zračenju, ali se povećala L^* vrijednost. Navedeno je rezultiralo u više blijedo / svjetlo crvenoj boji u usporedbi s onima uzgajanima u prirodnim uvjetima. Sorta jabuke 'Fuji' uzgajane ispod bijele mreže su imale veću L^* , C i h° vrijednosti na strani ploda izloženoj sunčevom zračenju, što je rezultiralo u manjem intenzivnom rumenilu ploda. U zapadnoj Njemačkoj Solomakhin i Blanke (2010) su zabilježili su da su jabuke 'Fuji Kiku 8' uzgajane u prirodnim uvjetima imale značajno manju L^* te veću a^* vrijednost dopunske boje ploda od onih ispod crveno-bijele, bijele, i crveno-crne mreže sa zasjenjenjem unutar PAR-a od 14, 12 i 18% (respektivno). Također su imale značajno manju vrijednost h° parametra dopunske boje ploda, osim u odnosu na jabuke uzgajane ispod bijelo-crvene mreže gdje nije zabilježena značajna razlika. Jabuke sorte 'Pinova' uzgajane u prirodnim uvjetima su imale značajno manju L^* i h° vrijednost dopunske boje ploda od onih uzgajanih ispod svih istraživanih mreža. Na temelju prosječnih vrijednosti jabuke uzgajane ispod mreža su imale manju a^* vrijednost od onih u prirodnim uvjetima. U Italiji Bastias (2011) je zabilježio da jabuke 'Fuji' uzgajane u posudama ispod crvene mreže (zasjenjenje 40% t.s.) na strani ploda izloženoj sunčevoj radijaciji nisu imale značajno različitu h° vrijednost u odnosu na one ispod bijele mreže (zasjenjenje 20% t.s.), ali na temelju prosječnih vrijednost jabuke uzgajane ispod bijele mreže su imale manju vrijednost.

Rezultati dobiveni u ovom istraživanju su općenito u skladu s rezultatima dobivenim u gore navedenim istraživanjima, odnosno da primjena mreža negativno utječe na razvoj dopunske boje plodova. U pojedinim slučajevima rezultati nisu identični, ali nisu ni suprotni, već je samo zabilježen izostanak značajne razlike. Intenzitet svjetla koji dopire

do kože plodova ima krucijalan utjecaj na razvoj boje (Awad i sur., 2001; González-Talice i sur., 2013; Hamadziripi, 2012; Wagenmakers i Callesen, 1995). Lewallen i Marini (2003) navode da je razvoj boje na plodovima breskve pod jakim utjecajem dostupnosti svjetla. Stoga je jasno da breskve uzgajane ispod SDN mreže imaju najmanje razvijenu dopunsku boju ploda jer navedena mreža ima najmanju veličinu okca (poglavlje 3.1.), što indicira najveću zasjenu. S obzirom da Westwood (1993) navodi da je izloženost ploda direktnom svjetlu nužna za razvoj crvene boje breskve, povećanje udjela difuznog svjetla ispod mreža ne može nadoknaditi redukciju direktnog svjetla. Osim intenziteta svjetla na razvoj dopunske obojanosti ploda je mogla utjecati i kvaliteta svjetla. Reay i Lancaster (2001) navode da radijacija s plavo-ljubičastim i ultraljubičastim (UV) svjetlom je najefektivnija, dok TC svjetlo je najmanje učinkovito ili čak inhibitorno na sintezu antocijana u kožici jabuka. S obzirom da navedene mreže apsorbiraju UV zračenje (Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b) manje ga dopire do plodova te navedeno predstavlja jedan od mogućih načina kroz koji su mreže reducirale dopunsku obojanost ploda. Navedeno je još jedan razlog zašto je ispod SDN mreže dopunska boja ploda bila najviše reducirana. Naime uslijed najmanje veličine okca (poglavlje 3.1.) logično je da je ona najviše blokirala, odnosno apsorbirala, UV zračenje. Prema Iglesias i Alegre (2006) smanjena obojanost plodova ispod mreža se može objasniti i manjom dostupnosti ugljikohidrata (uslijed zasjenjenja) nužnih za sintezu antocijana. S obzirom da je fotosinteza ovisna o kvantiteti svjetla (Baraldi i sur., 1994; Gindaba i Wand, 2005a; Pevalek-Kozlina, 2003), primjena SDN mreže mogla je uslijed najmanje veličine okca (poglavlje 3.1.), te stoga najvećeg zasjenjenja, a kroz redukciju dostupnosti ugljikohidrata reducirati dopunsku obojanost plodova. Uz sve navedeno treba uzeti u obzir i vegetativan rast koji također predstavlja kompeticiju za ugljikohidrate te smanjuje količinu direktnog svjetla koji plod presreće. Vidljivo je da je nakon SDN mreže, crvena i bijela mreža najviše negativno djelovala na razvoj dopunske boje ploda. Na temelju vizualne procjene ispod crvene mreže je bio najviše pospješen vegetativan rast (neprikazani podatci). Navedeno je moglo reducirati raspoloživost ugljikohidrata, kao i modificirati kvalitetu i kvantitetu svjetla te negativno utjecati na razvoj dopunske boje ploda.

5.3.2. Unutarnja kvaliteta ploda

5.3.2.1. Tvrdoća

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 49) u prvom roku berbe tretman je imao značajan utjecaj na tvrdoću ploda, dok je u drugom roku berbe značajan utjecaj izostao. U prvom roku berbe breskve uzgajane ispod žute i SDN mreže su imale značajno veću tvrdoću plodova od bresaka uzgajanih u prirodnim uvjetima (grafikon 34). Iako u drugom roku berbe nije zabilježen značajan utjecaj, vidljiv je sličan trend gdje

breskve uzgajane ispod crvene i bijele mreže imaju veću prosječnu tvrdoću ploda od onih u prirodnim uvjetima (grafikon 34). Slično, značajno veća tvrdoća plodova zabilježena je u Italiji za nektarinu 'Laura' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje 30% t.s.) u odnosu na onu ispod bijele mreže (zasjenjenje 10% t.s.) (Giaccone i sur., 2012), a u Meksiku za jabuku 'Golden Delicious' uzgajanu ispod crne mreže u odnosu na onu ispod bijele mreže (zasjenjenje od 16 i 6-7% t.s., respektivno) (Ordóñez i sur., 2016). Međutim ima primjera u kojima je zabilježen izostanak značajnog utjecaja na tvrdoću plodova npr. u Hrvatskoj za nektarinu 'Big Bang' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Vuković i sur., 2016) te za jabuku 'Cripps Pink' uzgajanu ispod SDN i žute mreže (veličina okca 0,90 × 1 mm i 2,4 × 4,8 mm t.s., respektivno) (Brkljača i sur., 2016), u Njemačkoj za jabuku 'Fuji Kiku 8' uzgajanu ispod bijele i crveno-bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 12 i 14%, respektivno) (Solomakhin i Blanke, 2010), u Brazilu za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) (Amarante i sur., 2011), u SAD-u za jabuku 'Honeycrisp' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) (Serra i sur., 2020) i u Italiji za jabuku 'Fuji' uzgajanih ispod crvene i bijele mreže (zasjenjenje 40 i 20% t.s., respektivno) (Bastias, 2011). Ali u literaturi su zabilježeni i potpuno oprečni rezultati tj. značajno, ili na temelju prosječnih vrijednosti, manja tvrdoća plodova. Tako je manja tvrdoća izmjerena za breskvu 'Sugar Time' uzgajanu u Hrvatskoj ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Vuković i sur., 2016) i u Izraelu za breskvu 'Hermosa' uzgajanu ispod žute mreže i crvene mreže (zasjenjenje 30% t.s.) te bijele mreže (zasjenjenje 12% t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Shahak i sur., 2004a). Navedeni utjecaj tj. manja tvrdoća je zabilježena i za jabuku, kao što je slučaj u Hrvatskoj za sortu 'Cripps Pink' uzgajanu ispod crvene i bijele mreže u odnosu na prirodne uvjete (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Brkljača i sur., 2016), u Njemačkoj za jabuku 'Pinova' uzgajanu ispod bijele, crveno-bijele, crveno-crne i zeleno-crne (zasjenjenje unutar PAR-a 12, 14, 18 i 20%, respektivno) u odnosu za prirodne uvjete te za jabuku 'Fuji Kiku 8' uzgajanu ispod crveno-crne mreže u odnosu na prirodne uvjete (Solomakhin i Blanke, 2010) kao i u Brazilu za jabuku 'Gala' uzgajanu ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Amarante i sur., 2011). U južnoj Italiji Basile i sur. (2012) su zabilježili da su aktinidije 'Hayward' uzgajane ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 22,8%) imali značajno manju tvrdoću ploda od one ispod bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4%) i u prirodnim uvjetima, dok između onih uzgajanih u prirodnim uvjetima i ispod bijele mreže nije zabilježena značajna razlika. Iz navedenog pregleda literature vidljivo je da ne postoji konsenzus oko utjecaju mreža na tvrdoću ploda, odnosno rezultati variraju ovisno o istraživanju. Amarante i sur. (2011) smanjenje tvrdoće ispod bijele mreže pokušavaju objasniti kroz mogućnost djelovanja zasjenjenja voćaka na redukciju strukturnih komponenti (komponente stanične

stijene i srednje lamele) u plodovima. Međutim, navedeno ne objašnjava brojna druga istraživanja, kao ni rezultate ovog istraživanja, gdje je zabilježena veća tvrdoća plodova voćaka uzgajanih ispod većeg zasjenjenja (Giaccone i sur., 2012; Ordóñez i sur., 2016). Navedena različitost rezultata je najvjerojatnije uslijed raznolikosti agroekoloških uvjeta te istraživanih vrsta i sorata. S obzirom da je tvrdoća plodova (s osnovnom bojom ploda) jedan od glavnih čimbenika određivanja roka berbe (Crisosto i Valero, 2008), moguće je da je aplikacija mreža odgodila dozrijevanje plodova. Navedena problematika će se detaljnije objasniti na kraju ovog poglavlja.

5.3.2.2. Sadržaj topljive suhe tvari

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 49) u drugom roku berbe tretman je imao značajan utjecaj na TST ploda, dok je u prvom roku berbe značajan utjecaj izostao. Iako je prema analizi varijance (tablica 49) u drugom roku berbe zabilježen značajan utjecaj tretmana na TST ploda, prema Tukey HSD testu (grafikon 14) nije zabilježena značajna razlika za navedeni parametar između tretmana. Međutim, vidljiv je trend gdje je primjena mreža u prvom i drugom roku berbe reducirala prosječan sadržaj TST u plodu breskve (grafikon 35). Također vidljivo je da su breskve uzgajane ispod žute mreže najmanje od svih ostalih mreža reducirale prosječan sadržaj TST bresaka. Iglesias i Echeverría (2009; prema Clareton, 2000) navode da je sadržaj TST ispod 10%, a Shane (2011) ispod 11% uglavnom nezadovoljavajući potrošačima. Tako je u Kaliforniji (SAD) predložen kao standard kvalitete minimum od 10% TST za sorte bresaka žute boje mesa (Crisosto i Costa, 2008; prema Kader 1995) i u Italiji 11% TST za sorte bresaka žute boje mesa i srednjeg roka dozrijevanja (Crisosto i Costa, 2008; prema Ventura i sur., 2000; Testoni, 2005). Na temelju navedenoga u ovom istraživanju jedino su plodovi bresaka uzgajani u prirodnim uvjetima u prvom i drugom roku berbe ostvarili zadovoljavajući sadržaj TST. S druge strane breskve uzgajane ispod crvene, bijele i SDN mreže vjerojatno neće zadovoljiti očekivanja potrošača. Potrebno je napomenuti da su navedene vrijednosti samo indikatori, jer prema Crisosto i Crisosto (2005) odnos između sadržaja TST zrele breskve i zadovoljstva konzumenta je specifičan u ovisnosti o sortimentu te ne postoji pojedinačan dovoljno sigurna razina TST koja može garantirati određeno zadovoljstvo konzumenta plodom.

Sličan utjecaj mreža na sadržaj TST je zabilježen i u ostatku literature. Tako je značajno ili sukladno trendu na temelju prosječnih vrijednosti manji sadržaj TST zabilježen u plodovima breskve 'Hermosa' uzgajane u Izraelu ispod bijele (zasjenjenje od 12%), crvene i žute mreže (zasjenjenje od 30% t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Shahak i sur., 2004a), u Italiji za nektarinu 'Laura' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje 30% t.s.) u odnosu na onu ispod bijele mreže (zasjenjenje 10% t.s.) (Giaccone i sur., 2012) te za

breskve 'Messapia' uzgajane u lončanicama u stakleniku preko kojeg je primijenjena crvena mreža (zasjenjenje 28,8%) u odnosu na bijelu mrežu (zasjenjenje 10,3%) i u prirodnim uvjetima (Schettini i sur., 2011). Sličan utjecaj je zabilježen i za druge voćne vrste, kao što je slučaj u Sloveniji za jabuku 'Jonagold' u prvoj godini istraživanja uzgajanu ispod crne te u drugoj godini istraživanja ispod bijele mreže u odnosu na prirodne uvjete (Stampar i sur., 2002), u Njemačkoj za jabuke 'Fuji Kiku 8' i 'Pinova' uzgajane ispod bijele, crveno-bijele i crveno-crne mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 12, 14 i 18%, respektivno) u odnosu na prirodne uvjete (Solomakhin i Blanke, 2010), u Brazilu za jabuku 'Gala' uzgajanu ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) u odnosu na onu u prirodnim uvjetima (Amarante i sur., 2011), u Italiji za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod bijele mreže u odnosu na onu ispod crvene mreže (zasjenjenje 20 i 40% t.s., respektivno) (Bastias, 2011), u Hrvatskoj za jabuku 'Cripps Pink' uzgajanu ispod žute, crvene i bijele (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) te SDN mreže (veličina okca 0,90 × 1 mm t.s., respektivno) u odnosu na prirodne uvjete (Brkljača i sur., 2016) te za jabuku 'Granny Smith' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Vuković i sur., 2020). Također u literaturi su prisutna istraživanja u kojima je izostao značajan utjecaj, kao što je zabilježeno u Hrvatskoj za breskvu 'Sugar Time' i nektarinu 'Big Bang' uzgajane ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Vuković i sur., 2016), u Brazilu za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) (Amarante i sur., 2011), u Italiji za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod bijele, žute i crvene mreže (zasjenjenje oko 20% t.s.) (Corollaro i sur., 2015), u Južnoj Americi za borovnicu 'Berkeley' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže sa dva različita intenziteta zasjenjenja (35 i 50% t.s.) (Retamales i sur., 2008) te u SAD-u za borovnicu 'Elliott' uzgajanu ispod crvene i bijele mreže (ukoliko objedine obje godine istraživanja i odvojeno gleda utjecaj boje i zasjenjenja) (Lobos i sur., 2013) i u prvoj godini istraživanja za jabuku 'Honeycrisp' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) (Serra i sur., 2020). Međutim u literaturi su prisutna i istraživanja s oprečnim rezultatima tj. zabilježen je značajno veći sadržaj TST-a u plodovima uzgajanim ispod mreža u odnosu na prirodne uvjete. Npr. u SAD-u u drugoj godini istraživanja za jabuke 'Honeycrisp' uzgajane ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) (Serra i sur., 2020) i u Italiji u prvoj godini istraživanja za aktinidiju 'Hayward' uzgajanu ispod, crvene i bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 22,8 i 20,4%, respektivno) (Basile i sur., 2012).

Iako u ovom istraživanju nije zabilježena značajna razlika za navedeno svojstvo, vidljiv je na temelju prosječnih vrijednosti trend gdje plodovi bresaka uzgajanih ispod žute, bijele i crvene mreže imaju reducirani sadržaj TST od onih u prirodnim uvjetima. Jednako tako i u drugim istraživanjima nije zabilježen značajan utjecaj mreža na sadržaj TST (Amarante i sur., 2011; Corollaro i sur., 2015; Stampar i sur., 2002; Vuković i sur., 2016).

S obzirom da je sadržaj TST pod velikim utjecajem dostupnosti svjetla (Corelli Grappadelli i Marini, 2008; Cronje, 2014), očito je da je su plodovi bresaka uzgajani ispod SDN mreže imali izraženije reducirani sadržaj TST, u usporedbi sa žutom mrežom, uslijed velikog zasjenjenja koje ta mreža stvara, a na temelju malih dimenzija okca (poglavlje 3.1.). Također, postoji mogućnost i da je primjena mreža odgodila dozrijevanje plodova. Navedena problematika će se detaljnije objasniti na kraju ovog poglavlja.

5.3.2.3. Sadržaj ukupnih kiselina

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 49) tretman je ostvario značajan utjecaj na TK u prvom i drugom roku berbe. U prvom roku berbe plodovi bresaka uzgajani ispod žute i SDN mreže su imale značajno veću TK od onih u prirodnim uvjetima (grafikon 36). U drugom roku berbe plodovi bresaka uzgajani ispod crvene mreže su imale značajno veću TK od onih u prirodnim uvjetima, dok u odnosu na one uzgajane ispod bijele mreže nije zabilježena značajna razlika (grafikon 36). Tako je značajno veći sadržaj TK zabilježen u plodovima breskvi 'Messapia' uzgajanim u Italiji u lončanicama u stakleniku preko kojeg je primijenjena bijela mreža (zasjenjenje 10,3%) u odnosu na one ispod crvene mreže (zasjenjenje 28,8%) i u prirodnim uvjetima (Schettini i sur., 2011) te u drugoj godini istraživanja za aktinidiju 'Hayward' uzgajanu ispod bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4%) u odnosu na onu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 22,8%) i u prirodnim uvjetima (Basile i sur., 2012), kao i u Brazilu za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) u odnosu na prirodne uvjete (Amarante i sur., 2011). U literaturi postoje također brojna istraživanja gdje je značajan utjecaj izostao, kao što je bio slučaj u Izraelu za breskvu 'Hermosa' uzgajanu ispod crvene i žute mreže s 30% zasjenjenja (t.s.) te bijele mreže s 12% zasjenjenja (t.s.) (Shahak i sur., 2004a) i u Italiji za nektarinu 'Laura' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje 10 i 30% t.s., respektivno) (Giaccone i sur., 2012). Navedeni utjecaj nije zabilježen ni za jabuke uzgajane ispod mreža u odnosu na one uzgajane u prirodnim uvjetima. Npr. u Italiji za jabuku 'Fuji' uzgajanu ispod bijele, crvene i žute mreže (zasjenjenje oko 20% t.s.) (Corollaro i sur., 2015), u Sloveniji za jabuku 'Jonagold' uzgajanu ispod crne i bijele mreže (Stampar i sur., 2002), u Njemačkoj za jabuke 'Fuji Kiku 8' i 'Pinova' uzgajane ispod bijele, bijelo-crvene i crveno-crne mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 12, 14 i 18%, respektivno) (Solomakhin i Blanke, 2010), u Brazilu za jabuku 'Gala' uzgajanu ispod bijele mreže (veličina okca 4 × 7 mm t.s.) (Amarante i sur., 2011), u Hrvatskoj za jabuku 'Cripps Pink' uzgajanu ispod bijele, žute i crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Brkljača i sur., 2016) i za jabuku 'Granny Smith' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca 2,4 × 4,8 mm t.s.) (Vuković i sur., 2020) te u SAD-u za jabuku 'Honeycrisp' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) u odnosu

na prirodne uvjete (Serra i sur., 2020). Navedeno je zabilježeno i za drugo voće npr. za borovnicu 'Elliott' uzgajanu u SAD-u ispod crvene i bijele mreže (ukoliko objedine obje godine istraživanja i odvojeno gleda utjecaj boje i zasjenjenja) (Lobos i sur., 2013). Međutim postoje i oprečna istraživanja tj. da je zabilježen značajno manji sadržaj TK u plodovima uzgajanim ispod mreža u odnosu na plodove uzgajane u prirodnim uvjetima. Tako je u Hrvatskoj za jabuku 'Cripps Pink' uzgajanu ispod SDN mreže (veličina okca $0,90 \times 1$ mm t.s.) (Brkljača i sur., 2016), u Italiji u prvoj godini istraživanja za aktinidiju 'Hayward' uzgajanu ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4 i 22,8%, respektivno) određen manji sadržaj TK (Basile i sur., 2012). Na temelju navedenog pregleda literature vidljiva je različitost dobivenih rezultata. U većini literaturnih navoda nije zabilježen značajan utjecaj primjene mreža na TK plodova, dok je u određenim slučajevima zabilježeno povećanje, ili još rjeđe smanjenje TK plodova uzgajanih ispod mreža. Stoga, rezultati dobiveni u ovom istraživanju predstavljaju značajan doprinos navedenoj problematici. Prema Lewallenu (2000) distribucija svjetla unutar krošnje ima utjecaj na sadržaj kiselina u plodu, a u nekoliko istraživanja (Marini i sur., 1991; Nilsson i Gustavsson, 2007; Ramos i sur., 1994; Robinson i sur., 1983) je navedeno da je sadržaj kiselina u plodu negativno koreliran s količinom svjetla koje dopire do stabla. Slično, Lobos i sur. (2013) su zabilježili pozitivnu korelaciju između razine zasjenjenja uzrokovane primjenom mreža i TK plodova borovnice 'Elliott'. Prema navedenom je moguće da je redukcija kvantitete svjetla uzrokovana primjenom mreža uzrokovala veći sadržaj kiselina u plodovima bresaka. Međutim, istraživanja po ovom pitanju nisu konzistentna te su u određenim slučajevima oprečna (Aoun i Manja, 2020; Basile i sur., 2012; Brkljača i sur., 2016; Jakopic i sur., 2007; Smit, 2007). Potrebno je napomenuti da je moguć i drugačiji mehanizam utjecaja mreža na TK plodova. Općenito sadržaj kiselina se u plodovima bresaka smanjuje tijekom dozrijevanja (Bae i sur., 2014; Ramina i sur., 2008; Zheng i sur., 2021). Potrebno je istaknuti da su Selli i Sansavini (1995) navedeno zabilježili na sorti 'Suncrest', sorti koja je korištena i u ovom istraživanju. Prema istraživanju koje su proveli Bassi i Selli (1990) sorta 'Suncrest' (koja je korištena u ovom istraživanju) ima visoke razine kiselina u plodu koje mogu doprinijeti njegovom nezadovoljavajućem okusu. S obzirom da je sadržaj kiselina bio veći u plodovima bresaka uzgajanih ispod mreža, moguće je da je primjena mreža utjecala na pomak u dozrijevanju. Navedena problematika će se detaljnije objasniti na kraju ovog poglavlja.

5.3.2.4. Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 49) u prvom i drugom roku berbe zabilježen je značajan utjecaj tretmana na TST / TK vrijednost. Breskve uzgajane ispod svih mreža su imale značajno manji TST / TK omjer od bresaka uzgajanih u

prirodnim uvjetima (grafikon 37). TST / TK predstavlja indikator okusa te je važan faktor zadovoljstva potrošača plodom breskve (Crisosto i Kader, 2000; Kader, 1991). Crisosto i Kader (2000) navode da za zadovoljenje oko 80% potrošača, sorte bresaka srednjeg roka dozrijevanja bi trebale imati $TK \leq 0.7\%$ s minimumom od 11% TST. U većini istraživanja nije zabilježen značajan utjecaj na navedeni omjer, kao što je slučaj u SAD-u za jabuku 'Honeycrisp' uzgajanu ispod crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 27,3%) u donosu na prirodne uvjete (Serra i sur., 2020) te za borovnicu 'Elliott' uzgajanu ispod crvene i bijele mreže (ukoliko objedine obje godine istraživanja i odvojeno gleda utjecaj boje i zasjenjenja) (Lobos i sur., 2013) i u Hrvatskoj za jabuku 'Granny Smith' uzgajanu ispod crvene mreže (veličina okca $2,4 \times 4,8$ mm t.s.) (Vuković i sur., 2020). Međutim, Brkljača i sur. (2016) su u Hrvatskoj (pokraj Zadra) zabilježili da je primjena crvene i bijele mreže (veličina okca $2,4 \times 4,8$ mm t.s.) te SDN mreže (veličina okca $0,90 \times 1$ mm t.s.) značajno povećala TST / TK vrijednost plodova jabuke 'Cripps Pink', dok žuta mreža nije ostvarila značajan utjecaj. S obzirom da rezultati u ovom istraživanju za sadržaj kiselina nisu istovjetni rezultatima koje su dobili Brkljača i sur. (2016), logično je da i navedena vrijednost isto nije bila istovjetna. Međutim, rezultati su uglavnom u skladu s rezultatima koje su dobili Lobos i sur. (2013).

5.3.3. Bioaktivne komponente u plodu

S obzirom da je antioksidacijski kapacitet u ovisnosti o sadržaju ukupnih fenola (Wu i sur., 2004), zajednički će se obraditi utjecaj primijenjenih mreža na sadržaj ukupnih polifenola te antioksidacijski kapacitet ABTS i DPPH metodom u plodovima bresaka. Iako su i pigmenti dio polifenola, oni će se zbog njihove važnosti obraditi u posebnoj cjelini.

5.3.3.1. Ukupni polifenoli i antioksidacijski kapacitet

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 53) u prvom i drugom roku berbe tretman je ostvario značajan utjecaj na sadržaj polifenola i antioksidacijski kapacitet DPPH metodom, dok je samo u prvom roku berbe ostvario značajan utjecaj na antioksidacijski kapacitet ABTS metodom. U prvom roku berbe sadržaj ukupnih polifenola je bio značajno veći u plodovima bresaka uzgajanima u prirodnim uvjetima u usporedbi s onima ispod žute i SDN mreže (grafikon 38). U drugom roku berbe sadržaj polifenola je bio značajno manji u plodovima bresaka uzgajanima ispod bijele mreže u odnosu na one ispod crvene mreže te u prirodnim uvjetima (grafikon 38). U prvom roku berbe plodovi bresaka uzgajani u prirodnim uvjetima su imali značajno veći antioksidacijski kapacitet ABTS metodom nego oni ispod žute i SDN mreže (grafikon 39). U drugom roku berbe vidljiv je trend da su plodovi bresaka uzgajani u prirodnim uvjetima imali prosječno veći antioksidacijski kapacitet ABTS metodom od onih ispod bijele mreže te potom ispod

crvene mreže (grafikon 39). U prvom roku berbe plodovi bresaka uzgajani ispod žute mreže su imali značajno manji antioksidacijski kapacitet DPPH metodom u odnosu na one ispod SDN mreže i u prirodnim uvjetima (grafikon 40). U drugom roku berbe plodovi bresaka uzgajani u prirodnim uvjetima su imali značajno veći antioksidacijski kapacitet DPPH metodom od onih ispod bijele mreže, dok u odnosu na plodove bresaka uzgajane ispod crvene mreže nije zabilježena značajna razlika (grafikon 40).

U južnoj Italiji Basile i sur. (2012) su zabilježili značajno manji ukupan sadržaj polifenola, kao i značajno manju antioksidacijski kapacitet u mesu ploda aktinidije 'Hayward' uzgajane ispod bijele i crvene mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 20,4 i 22,8%, respektivno) u odnosu na one uzgajane u prirodnim uvjetima. Ukupan sadržaj polifenola, kao ni antioksidacijski kapacitet, nije bio značajno različit u mesu ploda aktinidije uzgajane ispod crvene i bijele mreže. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju su djelomično u skladu s prethodno navedenima. Iako u ovom istraživanju nije zabilježena značajna razlika u sadržaju ukupnih polifenola te antioksidacijskog kapaciteta između bresaka uzgajanih ispod crvene mreže i u prirodnim uvjetima, vidljiv je trend gdje breskve uzgajane ispod crvene mreže imaju reducirane prosječne vrijednosti. Uočljiv je izraziti nedostatak istraživanja vezanih za ovu tematiku što naglašava važnost rezultata dobivenih u ovom istraživanju. Intenzitet i kvaliteta svjetla mogu utjecati na biosintezu antioksidanasa i fenola (Bakhshi i Arakawa, 2006; Jurić i sur., 2020), a koncentracija nekih polifenola se povećava kada su plodovi izloženi UV svjetlu jer su flavonoidi u mogućnosti apsorbirati UV radijaciju i time spriječiti oštećenje tkiva (Arakawa i sur., 1985). Sukladno navedenome jasno je da je manji sadržaj ukupnih polifenola te manji antioksidacijski kapacitet u plodovima bresaka uzgajanim ispod mreža posljedica redukcije intenziteta UV svjetla. Naime žuta, bijela i crvena mreža uslijed svojstva apsorpcije uzrokuju redukciju UV radijacije koje je stoga manje dostupna biljkama uzgajanim ispod njih (Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b). Slično, Basile i sur. (2012) pretpostavljaju da je razlog smanjene antioksidacijske aktivnosti i koncentracije ukupnih polifenola u plodovima aktinidije uzgajane ispod mreža redukcija UV zračenja kod ukupnog i difuznog svjetla. U ovom istraživanju ističe se izostanak značajnog utjecaja crvene mreže na navedene parametre. Prema Shahak i sur. (2004b) crvena mreža ima veću propusnost za UV radijaciju (od 300 do 400 nm) od žute mreže. Basile i sur. (2012) navode da je zasjenjenje unutar UV spektra kao i PAR / UV vrijednost ispod crvene mreže bila značajno manja nego ispod bijele mreže. U oba istraživanja zasjenjenje ispod navedenih mreža je bilo podjednako, kao i u ovom istraživanju veličina okca navedenih mreža. Stoga moguće je da su breskve uzgajane ispod crvene mreže, a uslijed veće propusnosti za UV radijaciju od drugih mreža, imale manju redukciju navedenih bioaktivnih komponenti u plodovima. U rezultatima je također uočljiv izostanak značajnog utjecaja primjene SDN mreže na

antioksidacijski kapacitet DPPH metodom plodova bresaka. S obzirom da su breskve uzgajane ispod SDN mreže imale značajno manji sadržaj ukupnih polifenola i antioksidacijski kapacitet ABTS metodom, navedeno predstavlja zanimljivu pojavu. Antioksidacijski kapacitet opisuje mogućnost redoks molekula da u hrani i biološkim sistemima unište slobodne radikale (Floegel i sur., 2011). Navedeno je vjerojatno uslijed toga što ABTS radikal može reagirati i s hidrofilnim i lipofilnim antioksidansima (Prior i sur., 2005), dok DPPH samo sa lipofilnim antioksidansima (Jatoi i sur., 2017). S obzirom da plod breskve sadrži dosta karotenoida (Oliveira i sur., 2016) (koji su lipofilni antioksidansi), moguće je da je uzrok navedenih rezultata veći sadržaj karotenoida u breskvama uzgajanim ispod SDN mreže. Navedeno je vidljivo na temelju trenda gdje breskve uzgajane ispod SDN mreže imaju prosječno najveći sadržaj karotenoida.

5.3.3.2. Pigmenti

5.3.3.2.1. Karotenoidi

U ovom istraživanju tretman nije ostvario značajan utjecaj na sadržaj karotenoida u prvom i drugom roku berbe. U južnoj Italiji Basile i sur. (2012) su zabilježili da su plodovi aktinidije 'Hayward' uzgajane ispod crvene mreže imali značajno veći sadržaj karotenoida u mesu od onih ispod bijele mreže (zasjenjenje unutar PAR-a a 22,8 i 20,4%, respektivno), dok između onih uzgajanih u prirodnim uvjetima i ova dva tretmana nije zabilježena značajna razlika. Vidljiva je oskudnost istraživanja navedene tematike. Iako u ovom istraživanju nije zabilježena značajna razlika u sadržaju karotenoida, vidljiv je trend gdje plodovi bresaka uzgajani ispod crvene mreže imaju prosječno veći sadržaj karotenoida od onih ispod bijele mreže. Stoga, rezultati koje su zabilježili Basile i sur. (2012) su relativno u skladu s onima dobivenima u ovom istraživanju. Također, potrebno je istaknuti da su breskve uzgajane ispod SDN mreže imale na temelju trenda prosječno najveći sadržaj karotenoida.

5.3.3.2.2. Antocijani

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 53) u prvom i drugom roku berbe je zabilježen značajan utjecaj tretmana na sadržaj antocijana u kožici plodova bresaka. U prvom roku berbe plodovi bresaka uzgajani u prirodnim uvjetima su imali značajno veći sadržaj antocijana u kožici od onih ispod SDN mreže, dok u odnosu na plodove bresaka uzgajane ispod žute mreže nije zabilježena značajna razlika (grafikon 42). U drugom roku berbe plodovi bresaka uzgajani u prirodnim uvjetima su imali značajno veći sadržaj antocijana u kožici od onih uzgajanih ispod bijele i crvene mreže (grafikon 42). Jakopic i sur. (2007) su u Sloveniji zabilježili da je primjena bijele mreže uglavnom reducirala sadržaj antocijana cijanidin-3-galaktozida (najzastupljeniji

pojedinačni antocijanin) u plodovima jabuka 'Fuji'. Međutim, razlika je bila značajna samo u drugom datumu uzrokovanja (od pet). U Njemačkoj Solomakhin i Blanke (2010) su zabilježili da su plodovi jabuke 'Pinova' uzgajani ispod crveno-bijele i crveno-crne mreže (zasjenjenje unutar PAR-a 14 i 18%, respektivno) imali na crvenoj kožici ploda značajno manji sadržaj antocijana od onih u prirodnim uvjetima. S druge strane između jabuka uzgajanih u prirodnim uvjetima i ispod bijele mreže (zasjenjenje 12% t.s.) nije zabilježena značajna razlika. Na zelenoj strani kožice ploda jabuka uzgajanih ispod svih mreža je zabilježen značajno manji sadržaj antocijana nego u prirodnim uvjetima. U sjevernoj Italiji Zoratti i sur. (2015) su zabilježili da je sadržaj ukupnih antocijana bio veći u plodovima divlje borovnice (*Vaccinium myrtillus* L.) uzgajane u prirodnim uvjetima u odnosu na one ispod crvene mreže (zasjenjenje jednog sloja 9% t.s., mreža je udvostručena). Plodovi kultivirane borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) 'Brigitta Blue' uzgajane u prirodnim uvjetima su u prvoj godini imali značajno veći sadržaj ukupnih antocijana od onih uzgajanih ispod bijele (zasjenjenje 7% jednog sloja t.s., mreža je udvostručena) i crvene mreže, dok u drugoj godini nije zabilježena značajna razlika. U obje godine, na temelju prosječne vrijednosti, plodovi borovnica uzgajani ispod crvene mreže su imali veći sadržaj ukupnih antocijana od onih ispod bijele mreže. Kao što je napomenuto i za druge bioaktivne komponente, vidljiva je oskudnost istraživanja navedene tematike. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju su uglavnom u skladu s rezultatima dobivenima u navedenim istraživanjima. Prema Solomakhin i Blanke (2010) mogući razlog manjeg sadržaja antocijana u plodovima uzgajanim ispod mreža je redukcija kvantitete svjetla. Naime, svjetlo ima krucijalnu ulogu u sintezi antocijana te veće izlaganje svjetlu može povećati koncentraciju antocijana (posebno u kožici), a zasjenjivanje smanjiti (Zoratti i sur., 2014; prema Anttonen i sur., 2006; Azuma i sur., 2012; Cortell i Kennedy, 2006; Spayd i sur., 2002; Takos i sur., 2006). Westwood (1993) navodi da je izloženost ploda direktnom svjetlu nužna za razvoj crvene boje bresaka, iz čega proizlazi da je direktno svjetlo nužno za sintezu antocijana u breskvama. Navedeno je stoga glavni razlog zašto plodovi bresaka uzgajani ispod svih mreža imaju manji sadržaj antocijana od onih u prirodnim uvjetima. Vidljivo je da je najveća redukcija antocijana zabilježena u plodovima bresaka uzgajanim ispod SDN mreže koja ima najmanje dimenzije okca (poglavlje 3.1.). Stoga logično je da je ona uzrokovala najveću zasjenu te stoga najviše reducirala sadržaj antocijana. Zoratti i sur. (2014) navode da kraće valne duljine, u rasponu od plavog do UV svjetla, pokazuju najistaknutiji utjecaj na akumulaciju flavonoida (te stoga antocijana) u voću. S obzirom da crvena, žuta i bijela mreža apsorbiraju UV svjetlo (Shahak, 2008; Shahak i sur., 2004b), navedeno predstavlja još jedan mehanizam kroz koji mreže reduciraju sadržaj antocijana u plodovima. Potrebno je istaknuti da iako je vidljiv trend redukcije sadržaja antocijana u plodovima bresaka ispod žute mreže, on nije značajan.

Navedeno predstavlja veliku prednost u odnosu na ostale mreže. U relaciji sa sadržajem antocijana, odnos a/b indeksa boje je direktno vezan, dok je h° i L parametar boje inverzno vezan (Iglesias i sur., 1999). Navedeno je vidljivo i u ovom istraživanju, pogotovo kod plodova bresaka ispod žute i SDN mreže koji su imali najveći i najmanji sadržaj antocijana u kožici (respektivno) te posljedično najbolju i najlošiju dopunsku obojanost (respektivno). Iz navedenoga se može zaključiti da je u ovom istraživanju upravo redukcija antocijana bila odgovorna za lošiju obojanost bresaka uzgajanih ispod mreža.

5.3.3.3. Pektini

U ovom istraživanju prema analizi varijance (tablica 54) nije zabilježen značajan utjecaj tretmana na udio pektina topivih u vodi te oksalatu, kao ni na udio pektina topivih u lužini u drugom roku berbe. Međutim u prvom roku berbe je zabilježen značajan utjecaj tretmana na udio pektina topivih u lužini (tablica 54). Stoljećima su poznata gelirajuća svojstva pektina (Flutto, 2003), zbog čega se često koriste u prehrambenoj industriji. Pektini su kompleksna grupa strukturnih heteropolisaharida koji uglavnom sadrže galakturonsku kiselinu, a prisutni su u primarnim staničnim stjenkama i središnjim lamelama mnogih biljaka te podupiru njihovu unutarnju staničnu strukturu (Sila i sur., 2009). Pektini su jedna od najzastupljenijih građevnih tvari u staničnoj stjenki (Taiz i Zeiger, 2006). Pektini se sastoje od lanca jedinica galakturonske kiseline koje su povezane α -1,4 glikozidnim vezama, a galakturonski lanac je djelomično esterificiran kao metil esteri (Flutto, 2003). Iz navedenoga je vidljiva njihova važnost u plodovima bresaka. Međutim, u ovom istraživanju nije zabilježen značajan utjecaj primjene mreža na udio pektina u plodovima. Jedino u prvom roku berbe plodovi bresaka uzgajani ispod žute mreže imali su značajno veći udio pektina topivih u lužini nego oni uzgajani u prirodnim uvjetima, dok u odnosu na plodove bresaka uzgajane ispod SDN mreže nije zabilježena značajna razlika (grafikon 45). Slično, vidljiv je trend gdje breskve uzgajane ispod SDN mreže imaju prosječno veći udio pektina topivih u lužini od onih u prirodnim uvjetima (grafikon 45). Podjednako tako može se vidjeti i u drugom roku berbe blagi trend gdje plodovi bresaka uzgajani ispod crvene mreže imaju prosječno veći udio pektina topivih u lužini od onih ispod bijele mreže i u prirodnim uvjetima (grafikon 45). Oko 15 do 17 tjedana nakon pune cvatnje u plodovima bresaka i nektarina protopektini netopljivi u vodi se hidroliziraju u pektinske kiseline, koje su topljive u vodi (Fruk i sur., 2014; prema Selli i Sansavini 1995). Mekšanje ploda breskve je praćeno s prijelazom pektina netopljivih u vodi u pektine topljive u vodi koji plodu daju karakterističnu teksturu dospelog ploda (Jia i sur., 2006). Iako nije zabilježena značajna razlika u udjelu pektina topivih u vodi, vidljiv je trend gdje plodovi bresaka uzgajani ispod žute, SDN i crvene mreže imaju prosječno manji sadržaj pektina topivih u vodi u odnosu na one u prirodnim uvjetima.

5.4. Utjecaj istraživanih mreža na pomak u dozrijevanju

Ukoliko se rezultati udjela pektina usporede s drugim parametrima dozrijevanja (osnovna boja, tvrdoća, TST i TK) tada se može zaključiti da je moguće da je primjena mreža odgodila dozrijevanje plodova bresaka uzgajanih ispod SDN mreže te potencijalno ispod crvene i žute mreže. Mogućnost djelovanja primjene raznih mreža na pomak u dozrijevanju je navedena i u drugim istraživanjima na breskvi (Shahak i sur., 2004a), jabuci (Amarante i sur., 2011; Ordóñez i sur., 2016; Solomakhin i Blanke, 2010), stolnom grožđu (Shahak i sur., 2008) te borovnici (Lobos i sur., 2013; Zoratti i sur., 2015). Potrebno je istaknuti istraživanje koje su proveli Ordóñez i sur. (2016) gdje su zabilježili da su u komercijalnoj zrelosti (162 dana nakon pune cvatnje) plodovi jabuka 'Golden Delicious' uzgajani ispod bijele mreže imali značajno manju tvrdoću i TK te veći sadržaj TST u odnosu na one uzgajane ispod crne mreže (zasjenjenje od 6-7% i 16% t.s., respektivno). Međutim, ukoliko se navedeni parametri plodova jabuka usporede na početku klimakterijskog rasta (162. i 154. dan nakon pune cvatnje kod plodova jabuka uzgajanih ispod bijele i crne mreže, respektivno) tada nisu zabilježene značajne razlike, što indicira utjecaj mreža na dozrijevanje. Stoga postoji mogućnost da bi kasniji rok berbe plodova bresaka uzgajanih ispod navedenih mreža mogao donekle ublažiti navedene razlike u kvaliteti. Međutim, s obzirom da je za razvoj crvene boje na plodu breskve nužna izloženost ploda direktnom svjetlu (Westwood, 1993), a pošto SDN mreža ima najmanju promjer okca (te stoga stvara najveće zasjenjenje), kasnijom berbom plodova bresaka uzgajanih ispod navedene mreže vjerojatno se ne bi mogao zadovoljavajuće nadoknaditi gubitak dopunske boje ploda. S obzirom da sve mreže stvaraju određeno zasjenjenje, navedeno se u manjoj mjeri odnosi i na ostale mreže. Također, potrebno je uzeti u obzir da u određenim istraživanjima nije zabilježen utjecaj primjene mreža na pomak u dozrijevanju, kao na jabuci (Bastias, 2011; Serra i sur., 2020) i aktinidiji (Basile i sur., 2012). Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se dodatno razjasnila navedena problematika.

6. ZAKLJUČCI

1. Utvrđen je značajan utjecaj primjene mreža na većinu vegetativnih i generativnih parametara bresaka.
2. Uglavnom primjena svih mreža je značajno povećala vegetativne lisne parametre bresaka, s iznimkom SDN mreže koja nije ostvarila značajan utjecaj.
3. Primjena mreža nije ostvarila značajan utjecaj na parametre produktivnosti bresaka, s izuzetkom mase ploda koja je bila povećana ispod bijele mreže.
4. Primjena SDN mreže je, u odnosu na breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, ostvarila najveći negativan utjecaj na parametre dopunske boje ploda.
5. Primjena žute mreže je, u odnosu na breskve uzgajane u prirodnim uvjetima, ostvarila minimalan negativan utjecaj na parametre dopunske boje ploda.
6. Primjena mreža je ostvarila značajan utjecaj na sadržaj brojnih bioaktivnih komponenti u plodu (ukupni polifenoli, antioksidacijski kapacitet određen ABTS i DPPH metodom, udio ukupnih antocijana) te je navedeni utjecaj uglavnom bio negativan s nekoliko iznimaka kada nije zabilježen izraženiji negativan utjecaj (antioksidacijski kapacitet DPPH metodom u bresaka uzgajanim ispod crvene i SDN mreže, antioksidacijski kapacitet ABTS metodom u bresaka uzgajanim ispod bijele i crvene mreže te sadržaj ukupnih polifenola u bresaka uzgajanim ispod crvene mreže).
7. Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da se za uzgoj breskvi 'Suncrest' preporučuje primjena žute, crvene i bijele mreže, jer nemaju izraziti negativni utjecaj na kvalitetu ploda (posebice žuta mreža), a obzirom na glavni razlog njihove primarne primjene (zaštita od tuče, vjetra, insekata itd.) korist je neupitna. S druge strane, s obzirom da štetnik *Drosophila suzukii* (u čiju svrhu kontrole je i dizajnirana SDN mreža) u Republici Hrvatskoj još ne radi ozbiljnije štete na breskvama, primjena SDN mreže se uslijed značajne redukcije kvalitete ploda ne preporučuje (osim u slučajevima kada druge zaštitne mjere nisu raspoložive).
8. Predlaže se da se buduća istraživanja, uslijed postojanja velikih razlika u svojstvima ploda, usmjere na druge skupine sorata bresaka (koje karakterizira neko od navedenih svojstava: sorte potpuno prekrivene dopunskom bojom, bijele boje mesa, koje zadržavaju tvrdoću tijekom dozrijevanja – eng. „non-melting“, sa niskim sadržajem ukupnih kiselina – eng. „low acid“ ili „honey-peaches“) u različitim agroekološkim uvjetima.

7. POPIS LITERATURE

1. Abbott D. L., Bull V., Bishop S. N. (1974). Effect of summer temperature on flower initiation. Rep. Long Ash. Res. Station for 1973.
2. Agritech (2022) Agritech Technical Sheet. (preuzeto s: <https://www.agritech.it/en/products/iridium>; 19.05.2022.)
3. Ajmi A., Vázquez S., Morales F., Chaari A., El-jendoubi H., Abadía A., Larbi A. (2018). Prolonged artificial shade affects morphological, anatomical, biochemical and ecophysiological behavior of young olive trees (cv. Arbosana). *Scientia Horticulturae* 241: 275–284.
4. Amarante C. V. T., Steffens C. A., Argenta L. C. (2011). Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. *Scientia Horticulturae* 129(1): 79–85.
5. Amarante C. V. T., Steffens C. A., Mota C. S., Santos H. P. (2007). Radiation, photosynthesis, yield, and fruit quality of 'Royal Gala' apples under hail protection nets. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 925–931.
6. Amarante C. V. T., Steffens C. A., Zanardi O. Z., Miqueloto A., Santos H. P. (2009). Light supply to 'Fuji' apple trees covered with hail protection nets and its effects on photosynthesis, yield and fruit quality. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31: 664–670.
7. AN 1005.00 (2012). Measuring Color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b*. Application Note AN 1005.00 (preuzeto s: <https://support.hunterlab.com/hc/en-us/articles/204137825-Measuring-Color-using-Hunter-L-a-b-versus-CIE-1976-L-a-b-AN-1005b>; 15.06.2021.).
8. Anttonen M. J., Hoppula K. I., Nestby R., Verheul M. J., Karjalainen R. O. (2006). Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 2614–2620.
9. AOAC (1999). Official methods of analysis of AOAC International, 16th ed., 5th rev. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.
10. Aoun M., Manja K. (2020). Effects of a photoselective netting system on Fuji and Jonagold apples in a Mediterranean orchard. *Scientia Horticulturae* 263: 1–8.
11. Arakawa O. (1991). Effect of temperature on anthocyanin accumulation in apple fruit as affected by cultivar, stage of fruit ripening and bagging. *Journal of Horticultural Sciences* 66(6): 763–768.
12. Arakawa O., Hori Y., Ogata R. (1985). Relative effectiveness and interaction of

- ultraviolet-B, red and blue light in anthocyanin synthesis of apple fruit. *Physiologia Plantarum*. 64(3): 323–327.
13. Arakawa O., Shinoda M., Hiraga M., Wang H. (1999). Comparison of anthocyanin synthesis of true-totype 'Tsugaru' apple and its red sport strains. *Journal of Horticultural Sciences* 74(6): 738–742.
 14. Arena M. E., Postemsky P. D., Curvetto N. R. (2017). Changes in the phenolic compounds and antioxidant capacity of *Berberis microphylla* G. Forst. berries in relation to light intensity and fertilization. *Scientia Horticulturae* 218: 63–71.
 15. Arthurs S. P., Stamps R. H., Giglia F. F. (2013). Environmental modification inside photoselective shadehouses. *Hortscience* 48(8): 975–979.
 16. Awad M. A., Wagenmakers P. S., Jager A. D. (2001). Effects of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. *Scientia Horticulturae* 88: 289–298.
 17. Azuma A., Yakushiji H., Koshita Y., Kobayashi S. (2012). Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. *Planta* 236: 1067–1080.
 18. Bae H., Yun S. K., Jun J. H., Yoon I. K., Nam E. Y., Kwon J. H. (2014). Assessment of organic acid and sugar composition in apricot, plumcot, plum, and peach during fruit development. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 87: 24–29.
 19. Bakhshi D., Arakawa O. (2006). Induction of phenolic compounds biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples. *Journal of Applied Horticulture* 8(2): 101–104.
 20. Baldini E., Facini O., Nerozzi F., Rossi F., Rotondi A. (1997). Leaf characteristics and optical properties of different woody species. Springer-Verlag 12: 73–81.
 21. Ballaré C. L., Scopel A. L., Sánchez R. A. (1991). Photocontrol of stem elongation in plant neighbourhoods: effects of photon fluence rate under natural conditions of radiation. *Plant, Cell and Environment* 14: 57–65.
 22. Baraldi R., Cristoferi G., Facini O., Lercari B. (1992). The effect of light quality in *Prunus cerasus*. I. Photoreceptors involved in internode elongations and leaf expansion in juvenile plants. *Photochemistry and Photobiology* 56: 541–544.
 23. Baraldi R., Rapparini F., Rotondi A., Bertazza G. (1998). Effects of simulated light environments on growth and leaf morphology of peach plants. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73(2): 251–258.
 24. Baraldi R., Rossi F., Facini O., Fasolo F., Rotondi A., Magli M., Nerozzi F. (1994). Light environment, growth and morphogenesis in a peach tree canopy. *Physiologia Plantarum* 91(2): 339–345.
 25. Barradas V. L., Nicolás E., Torrecillas A., Alarcón J. J. (2005). Transpiration and

- canopy conductance in young apricot (*Prunus armenica* L.) trees subjected to different PAR levels and water stress. *Agricultural Water Management* 77: 323–333.
26. Barros L., Cruz T., Baptista P., Estevinho L. M., Ferreira I. C. (2008). Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology* 46: 2742–2747.
 27. Basile B., Giaccone M., Cirillo C., Ritieni A., Graziani G., Shahak Y., Forlani M. (2012). Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. *Scientia Horticulturae* 141: 91–97.
 28. Basile B., Giaccone M., Shahak Y., Forlani M., Cirillo C. (2014). Regulation of the vegetative growth of kiwifruit vines by photo-selective anti-hail netting. *Scientia Horticulturae* 172: 300–307.
 29. Basile B., Romano R., Giaccone M., Barlotti E., Colonna V., Cirillo C., Shahak Y., Forlani M. (2008). Use of photo-selective nets for hail protection of kiwifruit vines in southern Italy. *Acta Horticulturae* 770: 185–192.
 30. Basile B., Solari L. I., DeJong T. M. (2007). Intra-canopy variability of fruit growth rate in peach trees grafted on rootstocks with different vigour-control capacity. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82(2): 243–256.
 31. Bassi D., Selli R. (1990). Evaluation of fruit quality in peach and apricot. *Advances in horticultural science* 4(2): 107–112.
 32. Bastias R. M. (2011). Morphological and physiological responses of apple trees under photoselective colored nets. Doctoral Thesis. Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Italy.
 33. Bastías R. M., Corelli-Grappadelli L. (2012). Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. *Chilean journal of agricultural research* 72(4): 574–581.
 34. Bepete M., Lakso A. N. (1998). Differential effects shade on early-season fruit and shoot growth rates in “Empire”. *HortScience* 33(5): 823 – 825.
 35. Bhuyar P., Mohd Tamizi N. A. B., Rahim M. H. A., Maniam G. P., Govindan N. (2019). Effect of ultraviolet light on the degradation of Low-Density and High-Density Polyethylene characterized by the weight loss and FTIR. *Maejo International Journal of Energy and Environmental Communication* 1–2: 26–31.
 36. Blanke M. (2007). Coloured hailnets: Their structure, light and UV transmission determine the colouration of apple fruit. *Erwerbs-Obstbau (Springer Heidelberg)* 49(4): 127–140.
 37. Blanke M. M. (2009). The structure of coloured hail nets affects light transmission, light spectrum, phytochrome and apple fruit colouration. *Acta Horticulturae* 817: 177–184.

38. Boini A., Manfrini L., Morandi B., Corelli Grappadelli L., Predieri S., Daniele G. M., López G. (2021). High Levels of Shading as A Sustainable Application for Mitigating Drought, in *Modern Apple Production*. *Agronomy* 11, 422.
39. Bosco L. C., Bergamaschi H., Cardoso L. S., de Paula V. A., Marodin G. A. B., Brauner P. C. (2018). Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of southern Brazil. *Bragantia* 77(1): 181–192.
40. Bosco L. C., Bergamaschi H., Cardoso L. S., de Paula V. A., Marodin G. A. B., Nachtigall G. R. (2015). Apple production and quality when cultivated under anti-hail cover in Southern Brazil. *International Journal of Biometeorology* 59(7): 773–782.
41. Bosco L. C., Bergamaschi H., Marodin G. A. B. (2020). Solar radiation effects on growth, anatomy, and physiology of apple trees in a temperate climate of Brazil. *International Journal of Biometeorology* 64(11): 1969–1980.
42. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Brest C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28(1): 25–30.
43. Brar H. S., Thakur A., Singh H., Kaur N. (2020). Photosensitive coverings influence plant growth, root development, and buddability of citrus plants in protected nursery. *Acta Physiologiae Plantarum* 42(18): 1–15.
44. Brglez Sever M., Tojnko S., Breznikar A., Skendrović Babojelić M., Ivančić A., Sirk M., Unuk T. (2020). The influence of differently coloured anti-hail nets and geomorphologic characteristics on microclimatic and light conditions in apple orchards. *Journal of Central European Agriculture* 21(2): 386–397.
45. Briassoulis D. Ā., Mistrionis A., Eleftherakis D. (2007a). Mechanical behaviour and properties of agricultural nets — Part I: Testing methods for agricultural nets. *Polymer Testing* 26: 822–832.
46. Briassoulis D. Ā., Mistrionis A., Eleftherakis D. (2007b). Mechanical behaviour and properties of agricultural nets . Part II: Analysis of the performance of the main categories of agricultural nets. *Polymer Testing* 26: 970–984.
47. Brkljača M., Rumora J., Vuković M., Jemrić T. (2016). The effect of photosensitive nets on fruit quality of apple cv. 'Cripps Pink'. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 81(2): 87–90.
48. Butorac A. (1999). *Opća agronomija*. Školska knjiga, Zagreb, Hrvatska.
49. Byers R. E., Barden J. A., Carbaugh D. H. (1990). Thinning of spur 'Delicious' apples by shade, terbacil, carbaryl, and ethephon. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115(1): 9–13.
50. Byrne D. H. (2012). Trends in fruit breeding. U: *Fruit Breeding* (ur. Badenes M.L., Byrne D.H.), Springer-Verlag, New York, str. 3–36.

51. Campbell R. J., Marini R. P. (1992). Light environment and time of harvest affect 'Delicious' apple fruit quality characteristics. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117: 551–557.
52. Carreño J., Martínez A., Almela L., Fernández-López J. A. (1995). Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Research International* 28(4): 373–377.
53. Casal J. J. (2012). Shade Avoidance. *The Arabidopsis Book* 2012(10): 1–19.
54. Castellano S., Scarascia Mugnozza G., Russo G., Briassoulis D., Mistriotis A., Hemming S., Waaijenberg D. (2008). Plastic Nets in Agriculture: A General Review of Types and Applications. *Applied Engineering in Agriculture* 24(6): 799-808.
55. Chen K., Hu G. Q., Lenz F. (1997). Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. *Gartenbauwiss* 62: 207–213.
56. Christophe A., Moulia B., Varlet-Grancher C. (2006). Quantitative contributions of blue light and PAR to the photocontrol of plant morphogenesis in *Trifolium repens* (L.). *Journal of Experimental Botany* 57(10): 2379–2390.
57. Ciglar I., Barić B., Raspudić E. (2004). New pests in peach orchards in Croatia. *IOBC/wprs Bulletin* 27(5): 9–11.
58. Cini A., Ioriatti C., Anfora G. (2012). A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology* 65(1): 149–160.
59. Clareton M. (2000). Peach and nectarine production in France: trends, consumption and perspectives. U: Summaries Prunus Breeders Meeting, EMBRAPA, Clima Temperado Pelotas (RS), Brazil, November 29 to December 2000., str 83–91.
60. Combes D., Sinoquet H., Varlet-Grancher C. (2000). Preliminary measurement and simulation of the spatial distribution of the morphogenetically active radiation (MAR) within an isolated tree canopy. *Annals of Forest Science* 57(5–6): 497–511.
61. Corelli-Grappadelli L., Lakso A. N., Flore J. A. (1994). Early season pattern of carbohydrate partitioning in exposed and shaded apple branches. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119: 596–603.
62. Corelli Grappadelli L., Marini R. P. (2008). Orchard planting system. U: *The Peach: Botany, Production and Uses* (ur. Layne D.R., Bassi D.), CAB International: Oxford, UK, 2008, str. 264–288.
63. Corollaro M. L., Manfrini L., Endrizzi I., Aprea E., Demattè M. L., Charles M., Bergamaschi M., Biasioli F., Zibordi M., Corelli Grappadelli L., Gasperi F. (2015). The effect of two orchard light management practices on the sensory quality of apple: Fruit thinning by shading or photo-selective nets. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 90(1): 99–107.

64. Cortell J. M., Kennedy J. A. (2006). Effect of shading on accumulation of flavonoid compounds in (*Vitis vinifera* L.) pinot noir fruit and extraction in a model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(22): 8510–8520.
65. Corvalán N., Bastías R. M., Umanzor C., Serra I. (2016). Grapevine root and shoot growth responses to photoselective nets: Preliminary results. *Acta Horticulturae* 1136: 89–94.
66. Crisosto C. H., Crisosto G. M. (2005). Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 38(3): 239–246.
67. Crisosto C. H., Costa G. (2008). Preharvest factors affecting peach quality. U: *The Peach: Botany, Production and Uses* (ur. Layne D.R., Bassi D.), CAB International: Oxford, UK, 2008, str. 536–549.
68. Crisosto C. H., Kader A. (2000). Peach postharvest quality maintenance guidelines. Department of Pomology University of California Davis, CA 95616. 01/17/00. (preuzeto s: <http://kare.ucanr.edu/files/123826.pdf>; 15.05.2021.)
69. Crisosto C. H., Mitcham E. J., Kader A. A. (1996). Peach and nectarine: Recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Technology Center, University of California, Davis. (preuzeto s: <https://postharvest.ucdavis.edu/files/259432.pdf>; 10.01.2020.)
70. Crisosto C. H., Valero D. (2008). Harvesting and postharvest handling of peaches for the fresh market. U: *The Peach: Botany, Production and Uses* (ur. Layne D.R., Bassi D.), CAB International: Oxford, UK, 2008, str. 575–596.
71. Cronje A. (2014). Effect of canopy position on fruit quality and consumer preference for the appearance and taste of pears. Master's Thesis. Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa, 2014.
72. Dale J. E. (1992). How do leaves grow: advances in cell and molecular biology are unraveling some of the mysteries of leaf development. *BioScience* 42: 423–432.
73. De Paula V. A., Bergamaschi H., Del Ponte E. M., Cardoso L. S., Bosco L. C. (2012). Leaf wetness duration in apple orchards in open sky and under hail net cover, in Vacaria, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(2): 451–459.
74. DeEll J. R., Khanizadeh S., Saad F., Ferree D. C. (2001). Factors affecting apple fruit firmness—a review. *Journal of the American Pomological Society* 55: 8–26.
75. Demirsoy H., Demirsoy L., Uzun S., Ersoy B. (2004). Non-destructive leaf area estimation in peach. *European Journal of Horticultural Science* 69(4): 144–146.
76. Demotes-Mainard S., Péron T., Corot A., Bertheloot J., Le Gourrierc J., Travier S., Crespel L., Morel P., Huché-Thélier L., Boumaza R., Vian A., Guérin V., Leduc N.,

- Sakir S. (2016). Plant responses to red and far-red lights, applications in horticulture. *Environmental and Experimental Botany* 121: 4–21.
77. Dilara P. A., Briassoulis D. (2000). Degradation and stabilization of low-density polyethylene films used as greenhouse covering materials. *Journal of Agricultural and Engineering Research* 76: 309–321.
 78. Do Nascimento N. C., Menguer P. K., Sperotto R. A., De Almeida M. R., Fett-Neto A. G. (2013). Early changes in gene expression induced by acute UV exposure in leaves of *Psychotria brachyceras*, a bioactive alkaloid accumulating plant. *Molecular Biotechnology* 54(1): 79–91.
 79. Dussi M. C., Giardina G., Sosa D., Gonz´alez Junyent R., Zecca A., Reeb P. (2005). Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apple cv. ‘Fuji.’ *Spanish Journal of Agricultural Research* 3: 253–260.
 80. Elad Y., Messika Y., Brand M., David D. R., Sztejnberg A. (2007). Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*). *Phytoparasitica* 35(3): 285–299.
 81. Erwin J. E., Rohwer C., Gesick E. (2006). Red:far red and photosynthetically active radiation filtering by leaves differs with species. *Acta Horticulturae* 711: 195–199.
 82. Fan X. X., Xu Z. G., Liu X. Y., Tang C. M., Wang L. W., Han X. lin (2013). Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae* 153: 50–55.
 83. Fankhauser C., Chory J. (1997). Light control of plant development. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 13: 203–229.
 84. Faragher J. D. (1983). Temperature regulation of anthocyanin accumulation in apple skin. *Journal of Experimental Botany* 34: 1291–1298.
 85. Ferrer A., Remón S., Negueruela A. I., Oria R. (2005). Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae* 105(4): 435–446.
 86. Floegel A., Kim D. O., Chung S. J., Koo S. I., Chun O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 24: 1043–1048.
 87. Flutto, L. (2003). PECTIN | Properties and Determination. U: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)* (ur. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P. M.), Academic Press, San Diego, California, USA, str. 4449-4456. ISBN: 978-0-12-227055-0.
 88. Franklin K. A. (2008). Shade avoidance. *New Phytologist* 179: 930–944.
 89. Frohnmeier H., Staiger D. (2003). Ultraviolet-B radiation-mediated responses in plants. Balancing damage and protection. *Plant Physiology* 133: 1420–1428.

90. Fruk G. (2014). Uloga toplinskih tretmana i sastava pektina u pojavi ozljeda plodova nektarine (*Prunus persica* var. *nectarina* Ait.) od niskih temperatura tijekom čuvanja. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
91. Fruk G., Cmelik Z., Jemric T., Hribar J., Vidrih R. (2014). Pectin role in woolliness development in peaches and nectarines: A review. *Scientia Horticulturae*.
92. Fruk G., Fruk M., Vuković M., Buhin J., Jatoi M. A., Jemrić T. (2016). Colouration of apple cv. 'Braeburn' grown under anti-hail nets in Croatia. *Acta Horticulturae et Regiotecturae* 19(s1): 1–4.
93. Gao Y., Liu Y., Kan C., Chen M., Chen J. (2019). Changes of peel color and fruit quality in navel orange fruits under different storage methods. *Scientia Horticulturae* 256: 1–8.
94. García-Sánchez F., Simón I., Lidón V., Manera F. J., Simón-Grao S., Pérez-Pérez J. G., Gimeno V. (2015). Shade screen increases the vegetative growth but not the production in "Fino 49" lemon trees grafted on *Citrus macrophylla* and *Citrus aurantium* L. *Scientia Horticulturae* 194: 175–180.
95. Giaccone M., Forlani M., Basilea B. (2012). Tree vigor , fruit yield and quality of nectarine trees grown under red photoselective anti- hail nets in Southern Italy. *Acta Horticulturae* 962: 387–394.
96. Gimeno V., Simón I., Martínez V., Lidón V., Shahid M. A., Garcia-Sanchez F. (2015). Effect of shade screen on production, fruit quality and growth parameters of 'Fino 49' Lemon lemon trees grafted on *Citrus macrophylla* and sour orange. *Acta Horticulturae* 1065: 1845–1852.
97. Gindaba J., Wand S. J. E. (2005a). Sunburn in apples and effectiveness of control measures. U: Combined Congress, 10-13 January 2005, Potchefstroom, South Africa, sažetak str. 43.
98. Gindaba J., Wand S. J. E. (2005b). Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film, and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortScience* 40(3): 592–596.
99. González-Talice J., Yuri J. A., del Pozo A. (2013). Relations among pigments, color and phenolic concentrations in the peel of two Gala apple strains according to canopy position and light environment. *Scientia Horticulturae* 151: 83–89.
100. Grappadelli L. C. (2003). Light relations. U: Apples; Botany, Production and Uses (ur.
101. Ferree D.C., Warrington I.J.), CAB International, London, UK, str. 195–216.
102. Grauslund J., Hansen P. (1975). Fruit trees and climate. III. The effect of temperature on fruit set in apple trees. Report No. 1235. State Research Organisation for Plant Culture State, str. 481-488.

103. Gregoriou K., Pontikis K., Vemmos S. (2007). Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica* 45(2): 172–181.
104. Gullo G., Motisi A., Zappia R., Dattola A., Diamanti J., Mezzetti B. (2014). Rootstock and fruit canopy position affect peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] (cv. Rich May) plant productivity and fruit sensorial and nutritional quality. *Food Chemistry* 153: 234–242.
105. Hamadziripi E. T. (2012). The effect of canopy position on the fruit quality and consumer preference of apples. Master's Thesis, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.
106. Harker F. R., Maindonald J., Murray S. H., Gunson F. A., Hallett I. C., Walker S. B. (2002). Sensory interpretation of instrumental measurements 1: Texture of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology* 24(3): 225–239.
107. He F., Mu L., Yan G. L., Liang N. N., Pan Q. H., Wang J., Reeves M. J., Duan C. Q. (2010). Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules* 15: 9057–9091.
108. Healey K. D. D., Rickert K. G. G., Hammer G. L. L., Bange M. P., Bange. M. P. (1998). Radiation use efficiency increases when the diffuse component of incident radiation is enhanced under shade. *Australian Journal of Agricultural Research* 49(4): 665–672.
109. Hicklenton P., Forney C. F., Domytrak C. (2004). Row covers to delay or advance maturity in highbush blueberry. *Small Fruits Review* 3: 169–181.
110. Hobson G. E., Adams P., Dixon T. J. (1983). Assessing the color of tomato fruit during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34: 286-292.
111. Hobson G. E. (1987). Low-temperature injury and the storage of ripening tomatoes. *Journal of Horticultural Sciences* 62: 55–62.
112. Hoehn E., Gasser F., Guggenbühl B., Künsch U. (2003). Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity of several apple varieties in comparison to consumer expectations. *Postharvest Biology and Technology* 27(1): 27–37.
113. Hogewoning S. W., Trouwborst G., Maljaars H., Poorter H., Ieperen W. van, Harbinson J. (2010). Blue light dose-responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light. *Journal of experimental botany* 61(11): 3107–3117.
114. Holmes M. G., Smith H. (1977). Function of phytochrome in natural environment. 1. Characterization of daylight for studies in photomorphogenesis and photoperiodism. *Photochemistry and Photobiology* 25: 533–538.

115. Huet J. (1973). Floral initiation in pear trees. *Acta Horticulturae* 34: 193–198.
116. Hunsche M., Blanke M. M., Noga G. (2010). Does the microclimate under hail nets influence micromorphological characteristics of apple leaves and cuticles? *Journal of Plant Physiology* 167(12): 974–980.
117. Iglesias I., Alegre S. (2006). The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *Journal of Applied Horticulture* 8(2): 91–100.
118. Iglesias I., Echeverría G. (2009). Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. *Scientia Horticulturae* 120(1): 41–50.
119. Iglesias I., Graell J., Echeverria G., Vendrell M. (1999). Differences in fruit colour development, anthocyanin content, yield and quality of seven 'Delicious' apple strains. *Fruit Varieties Journal* 53: 133–145.
120. Ilić Z. S., Fallik E. (2017). Light quality manipulation improves vegetable quality at harvest and postharvest: a review. *Environmental and Experimental Botany* 139: 79–90.
121. Jaakola L. (2013). New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits. *Trends in Plant Science* 18: 477–483.
122. Jaakola L., Määttä-Riihinen K., Kärenlampi S., Hohtola A. (2004). Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves. *Planta* 218: 721–728.
123. Jackson J. E., Palmer J. W., Perring M. A., Sharples R. O. (1977). Effects of shade III, the growth and cropping of apple trees. Effects on fruit growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. *Journal of Horticultural Sciences* 52: 267–282.
124. Jakopic J., Veberic R., Stampar F. (2007). The effect of reflective foil and hail nets on the lighting, color and anthocyanins of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae* 115(1): 40–46.
125. Jatoi M. A., Jurić S., Vidrih R., Vinceković M., Vuković M., Jemrić T. (2017). The effects of postharvest application of lecithin to improve storage potential and quality of fresh goji (*Lycium barbarum* L.) berries. *Food Chemistry* 230: 241–249.
126. Jemrić T., Brkljača M., Vinceković M., Antolković A. M., Mikec D., Vuković M. (2021). Generative and vegetative traits of the 'Granny smith' apple grown under an anti-insect photosensitive red net. *Poljoprivreda* 27(2): 34–42.
127. Jia H. J., Mizuguchi K., Hirano K., Okamoto G. (2006). Effect of fertilizer application level on pectin composition of Hakuho peach (*Prunus persica* Batsch) during maturation. *HortScience* 41(7): 1571–1575.

128. Jimenez-Cuesta M., Cuquerella J., Martinez-Javaga J. M. (1981). Determination of a color index for citrus fruit degreening. *Proceedings of the International Society of Citriculture* 2: 750–753.
129. Jimenez-Garcia S. N., Guevara-Gonzalez R. G., Miranda-Lopez R., Feregrino-Perez A. A., Torres-Pacheco I., Vazquez-Cruz M. A. (2013). Functional properties and quality characteristics of bioactive compounds in berries: Biochemistry, biotechnology, and genomics. *Food Research International* 54(1): 1195–1207.
130. Johnson R. S., Handley D. F. (2000). Using Water Stress to Control Vegetative Growth and Productivity of Temperate Fruit Trees. *HortScience* 35(6): 1048–1050.
131. Johnston J. W., Hewett E. W., Hertog M. L. A. T. M. (2002). Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: A review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30(3): 145-160.
132. Jones H. G. (2013). *Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology*. Cambridge University Press.
133. Jones H. G., Higgs K. H. (1982). Surface conductance and water balance of developing apple (*Malus pumila* Mill.) fruits. *Journal of Experimental Botany* 33: 67–77.
134. Josuttis M., Carlen C., Crespo P., Nestby R., Toldam-Andersen T. B., Dietrich H., Krüger E. (2012). A comparison of bioactive compounds of strawberry fruit from Europe affected by genotype and latitude. *Journal of Berry Research* 2: 73–95.
135. Josuttis M., Dietrich H., Patz C. D., Krüger E. (2011). Effects of air and soil temperatures on the chemical composition of fruit and agronomic performance in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 86: 415–421.
136. Jurić S., Sopko K., Król-Kilinska Ż., Žutić I., Fabek Uher S., Đermić E., Topolovec-Pintarić S., Vinceković M. (2020). The enhancement of plant secondary metabolites contents in *Lactuca sativa* L. by encapsulated bioactive agents. *Scientific Reports* 10: 1–12.
137. Kader A. A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88(11): 1863–1868.
138. Kader A. A. (1995). Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Perishables Handling Newsletter* 80: 2.
139. Kader A. A. (1991). Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. U: *The Strawberry into the Twenty-First Century* (ur. Luby J.J., Dale A.), Timber Press, Portland, USA, str. 145–152.
140. Kader A. A. A. (1999). Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae* 485: 203–208.

141. Kalcsits L., Asteggiano L., Schmidt T., Musacchi S., Serra S., Layne D. R., Mupambi G. (2018). Shade netting reduces sunburn damage and soil moisture depletion in 'Granny Smith' apples. *Acta Horticulturae* 1228: 85–90.
142. Kalcsits L., Musacchi S., Layne D. R., Schmidt T., Mupambi G., Serra S., Mendoza M., Asteggiano L., Jarolmasjed S., Sankaran S., Khot L. R., Espinoza C. Z. (2017). Above and below-ground environmental changes associated with the use of photoselective protective netting to reduce sunburn in apple. *Agricultural and Forest Meteorology* 237–238: 9–17.
143. Kami C., Lorrain S., Hornitschek P., Fankhauser C. (2010). Light-regulated plant growth and development. *Current Topics in Developmental Biology* 91(C): 29–66.
144. Kasperbahuer M. J. (2000). Phytochrome in crop production. U: *Plant-Environment Interactions* (ur. Wilkinson, R.E.), Marcel Dekker, New York, USA, str. 407–434.
145. Kasperbauer M. J. (1971). Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day quality on growth and development. *Plant Physiology* 47: 775–778.
146. Kingston C. M. (1992). Maturity Indices for Apple and Pear. U: *Horticultural Reviews*, Volume 13 (ur. Janick J.), John Wiley & Sons, Inc., USA, str. 32.
147. Kokalj D., Hribar J., Blaž C., Zlatič E., Demšar L., Sinkovič L., Šircelj H., Bizjak G., Vidrih R. (2016). Influence of yellow light-emitting diodes at 590 nm on storage of apple, tomato and bell pepper fruit. *Food Technology and Biotechnology* 54(1): 228–235.
148. Komes D., Belščak-Cvitanović A., Jurić S., Bušić A., Vojvodić A., Durgo K. (2016). Consumer acceptability of liquorice root (*Glycyrrhiza glabra* L.) as an alternative sweetener and correlation with its bioactive content and biological activity. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 67: 53–66.
149. Kondo S., Takahashi Y. (1987). Effects of high temperature in the nighttime and shading in the daytime on the early drop of apple fruit 'Starking Delicious.' *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 56: 142–150.
150. Kondo S., Tomiyama H., Rodyoung A., Okawa K., Ohara H., Sugaya S., Terahara N., Hirai N. (2014). Abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grape skin are affected by light emitting diode (LED) irradiation at night. *Journal of Plant Physiology* 171: 823–829.
151. Korley Kortei N., Tawia Odamtten G., Obodai M., Appiah V., Toah Akonor P. (2015). Determination of color parameters of gamma irradiated fresh and dried mushrooms during storage. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 10(1–2): 66–71.
152. Koutinas N., Pepelyankov G., Lichev V. (2010). Flower induction and flower bud

- development in apple and sweet cherry. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 24(1): 1549–1558.
153. Kozłowski T. T., Keller T. (1966). Food relations of woody plants. *The botanical review* 32(4): 293–382.
 154. Kozuka T., Horiguchi G., Kim G. T., Ohgishi M., Sakai T., Tsukaya H. (2005). The different growth responses of the *Arabidopsis thaliana* leaf blade and the petiole during shade avoidance are regulated by photoreceptors and sugar. *Plant Cell Physiology* 46: 213–223.
 155. Krpina I., Vrbanek J., Asić A., Ljubičić M., Ivković F., Ćosić T., Štambuk S., Kovačević I., Perica S., Nikolac N., Zeman I., Zrinščak V., Cvrlije M., Janković-Čoko D. (2004). *Voćarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb, Hrvatska.
 156. Kwesiga F. R., Grace J. (1986). The role of red/far red ratio in the response of tropical tree seedlings to shade. *Annals of Botany* 57: 283–90.
 157. Lakso A. N. (2011). Early fruit growth and drop - The role of carbon balance in the apple tree. *Acta Horticulturae* 903: 733–742.
 158. Lakso A. N. (2003). *Water Relations of Apples*. U: *Apples; Botany, Production and Uses* (ur. Ferree D.C., Warrington I.J.), CAB International, London, UK, str. 195 – 216.
 159. Lakso A. N., Musselman R. C. (1976). Effects of cloudiness on interior light in apple trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 101: 642–644.
 160. Lakso A. N., Robinson T. L. (1997). Principles of orchard systems management optimizing supply, demand and partitioning in apple trees. *Acta Horticulturae* 451.
 161. Lakso A. N., Robinson T. L., Pool R. M. (1989). Canopy microclimate effects on patterns of fruiting and fruit development in apples and grapes. U: *Manipulation of Fruiting* (ur. Wright C.J.), Butterworths, London, UK, str. 263–274.
 162. Lambers H., Chapin F. S., Pons T. L. (1998). *Plant physiological ecology*. Springer New York, USA.
 163. Lang A. (1990). Xylem, phloem and transpiration flows in developing apple fruits. *Journal of Experimental Botany* 41(227): 645 – 651.
 164. Lee T.-C., Zhong P.-J., Chang P.-T. (2015). The effects of preharvest shading and postharvest storage temperatures on the quality of 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) mandarin fruits. *Scientia Horticulturae* 188: 57–65.
 165. Leite G. B., Petri J. L., Mondardo M. (2002). Effects of net shield against hailstorm on feature of apples production and fruit quality. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 714–716.
 166. Lewallen K. (2000). Effects of light availability and canopy position on peach fruit quality. Master's Thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State

University, USA.

167. Lewallen K. S., Marini R. P. (2003). Relationship between flesh firmness and ground colour in peaches as influenced by light and canopy position. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128: 163–170.
168. Li Y.-Y., Mao K., Zhao C., Zhao X.-Y., Zhang R.-F., Zhang H.-L., Shu H.-R., Hao Y.-J. (2013). Molecular cloning and functional analysis of a blue light receptor gene *MdCRY2* from apple (*Malus domestica*). *Plant Cell Reports* 32: 555–566.
169. Lin-Wang K., Micheletti D., Palmer J., Volz R., Lozano L., Espley R., Hellens R. P., Chagnè D., Rowan D. D., Troggio M., Iglesias I., Allan A. C. (2011). High temperature reduces apple fruit colour via modulation of the anthocyanin regulatory complex. *Plant Cell Environ.* 34: 1176–1190.
170. Little A. C. (1975). A Research note: Off on a Tangent. *Journal of Food Science* 40: 410–411.
171. Lloyd A., Hamacek E., George A., Nissen R., Waite G. (2005). Evaluation of exclusion netting for insect pest control and fruit quality enhancement in tree crops. *Acta Horticulturae* 694: 253–258.
172. Lobos G. A., Retamales J. B., Hancock J. F., Flore J. A., Romero-bravo S., Pozo A. (2013). Productivity and fruit quality of *Vaccinium corymbosum* cv. Elliott under photo-selective shading nets. *Scientia Horticulturae* 153: 143–149.
173. López Camelo A. F., Gómez P. A. (2004). Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira* 22(3): 534–537.
174. Loreti F., Morini S., Muleo R., Masetti C., Vitagliano C. (1993). Effect of solar radiation deprivation on selected parameters of peach fruits. *Advances in Horticultural Science* 7: 105–108.
175. Lötscher M., Nösberger J. (1997). Branch and root formation in *Trifolium repens* is influenced by the light environment of unfolded leaves. *Oecologia* 111: 499–504.
176. Lötter J. de V. (1990). Ecological factors influencing the commercial production of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Acta Horticulturae* 282: 65–78.
177. Marini R. P., Sowers D., Marini M. C. (1991). Peach fruit quality is affected by shade during final swell of fruit growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116: 383–389.
178. Mazhawe E. (2016). The effect of shadenetting on '3-29-5' avocado production under subtropical conditions. Master's Thesis, University of KwaZulu-Natal, South Africa.
179. McCaskill M. R., McClymont L., Goodwin I., Green S., Partington D. L. (2016). How hail netting reduces apple fruit surface temperature: A microclimate and modelling study. *Agricultural and Forest Meteorology* 226–227: 148–160.
180. Meena R. (2013). Microenvironment study under different colour shade nets and its

- effects on biophysical parameters in spinach (*Spinacia oleracea*). Master's Thesis, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
181. Melgarejo P., Legua P., Martínez-Font R., Martínez-Nicolás J. J., Soriano J. S., Carbonell-Barrachina Á. A., Hernández F. (2021). Response of apricot fruit quality to protective netting. *Agriculture (Switzerland)* 11(3): 1–9.
 182. Middleton S., McWaters A. (2002). Hail netting of apple orchards: Australian experience. *Compact Fruit Tree* 35: 51–55.
 183. Milivojević J., Radivojević D., Ruml M., Dimitrijević M., Maksimović J. D. (2016). Does microclimate under grey hail protection net affect biological and nutritional properties of “Duke” highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.)? *Fruits* 71(3): 161–170.
 184. Miljković I. (2021). *Jabuka*. Vlastita naklada, Zagreb.
 185. Miljković I. (1991). *Suvremeno voćarstvo*. Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
 186. Miller B. K., Delwiche M. J. (1989). Color vision system for peach grading. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 32(4): 1484–1490.
 187. Morgan D. C., Stanley C. J., Warrington I. J. (1985). The effects of simulated daylight and shade-light on vegetative and reproductive growth in kiwifruit and grapevine. *Journal of Horticultural Science* 60(4): 473–484.
 188. Mori K., Goto-Yamamoto N., Kitayama M., Hashizume K., Poremećaji F. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of Experimental Botany* 58: 1935–1945.
 189. Mori K., Sugaya S., Gemma H. (2005). Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. *Scientia Horticulturae* 105(3): 319–330.
 190. Mpezamihigo M. (2004). The use of photoselective Plastic films to control growth and cropping of three raspberry (*Rubus idaeus*) cultivars, ‘Autumn Bliss’, ‘Glen Ample’, and ‘Joan Squire’. Doctoral thesis, University of Reading, Reading, UK.
 191. Musacchi S., Serra S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae* 234: 409–430.
 192. Nanya K., Ishigami Y., Hikosaka S., Goto E. (2012). Effects of blue and red light on stem elongation and flowering of tomato seedlings. *Acta Horticulturae* 956: 261–266.
 193. NetPro (2010). Product Data Sheet. Commercial Horticultural Shade Cloth (preuzeto s: <http://www.netprocanopies.com/documents-pdf/productsheets/DataSheetsOzSmartShadeCommHortRange.pdf>; 22.06.2015.).
 194. Nilsson T., Gustavsson K. E. (2007). Postharvest physiology of ‘Aroma’ apples in relation to position on the tree. *Postharvest Biology and Technology* 43: 36–46.

195. Nunes, M. C. do N. (2008). *Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables*. Blackwell Publishing, USA. ISBN 978-0-8138-1752-1
196. Oliveira A., Alexandre E. M. C., Coelho M., Barros R. M., Almeida D. P. F., Pintado M. (2016). Peach polyphenol and carotenoid content as affected by frozen storage and pasteurization. *LWT - Food Science and Technology* 66: 361–368.
197. Ordidge M., García-Macías P., Battey N. H., Gordon M. H., John P., Lovegrove J. A., Vysini E., Wagstaffe A., Hadley P. (2011). Development of colour and firmness in strawberry crops is UV light sensitive, but colour is not a good predictor of several quality parameters. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 1597–1604.
198. Ordóñez V., Molina-Corral F. J., Olivas-Dorantes C. L., Jacobo-Cuéllar J. L., González-Aguilar G., Espino M., Sepulveda D., Olivas G. I. (2016). Comparative study of the effects of black or white hail nets on the fruit quality of “Golden Delicious” apples. *Fruits* 71(4): 229–238.
199. Oren-Shamir M., Gussakovsky E. E., Shpiegel E., Nissim-Levi A., Ratner K., Ovadia R., Giller Y. E., Shahak Y. (2001). Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76(3): 353–361.
200. Ort D. R. (2001). When there is too much light? *Plant Physiology* 125: 29–32.
201. Ough C. S., Amerine M. A. (1988). *Acidity and individual acids. U: Methods for Analysis of Musts and Wine* (2nd edition), John Wiley & Sons, New York, USA, str. 50–70.
202. Padrón R. A. R., Lopes S. J., Swarowsky A., Cerquera R. R., Nogueira C. U., Maffei M. (2016). Non-destructive models to estimate leaf area on bell pepper crop. *Ciência Rural* 46(11): 1938–1944.
203. Pajač Živković I., Jemrić T., Fruk M., Barić B. (2018). Upotreba fotoselektivnih mreža u zaštiti od važnih štetnika breskve. *Glasilo biljne zaštite* 18(4): 399–406.
204. Pajač Živković I., Jemrić T., Fruk M., Buhin J., Barić B. (2016). Influence of different netting structures on codling moth and apple fruit damages in Northwest Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 81(2): 99–102.
205. Palonen P., Karhu S., Savelainen H., Rantanen M., Junttila O. (2011). Growth and cropping of primocane and biennial raspberry cultivars grown under a film absorbing far-red light. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 86(2): 113–119.
206. Payasi A., Sanwal G. G. (2010). Ripening of climacteric fruits and their control. *Journal of Food Biochemistry* 34(4): 679–710.
207. Pevalek-Kozlina B. (2003). *Fiziologija bilja*. Profil International, Zagreb, Hrvatska. ISBN 953-200-775-x.
208. Prior R. L., Wu X., Schaich K. (2005). Standardized methods for the determination

- of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 4290–4302.
209. Proctor J. T. A. (1974). Color stimulation in attached apples supplementary light. *Canadian Journal of Plant Science* 54: 499–503.
 210. Proctor J. T. A., Loughheed E. C. (1976). The effect of covering apples during development. *HortScience* 11(2): 108–109.
 211. Quilot-Turion B., Causse M. (2014). Natural diversity and genetic control of fruit sensory quality. U: *Fruit Ripening: Physiology, Signalling and Genomics* (ur. Nath P., Bouzayen M., Pech J. C., Mattoo A. K.), CABI: Wallingford, UK. ISBN 978-1845939625.
 212. Rajapakse N. C., Kelly J. W. (1994). Problems of reporting spectral quality and interpreting phytochrome-mediated responses. *HortScience* 29: 1404–1407.
 213. Rajapakse N. C., Shahak Y. (2007). Light quality manipulation by horticulture industry. U: *Light and Plant Development. Annual Plant Reviews, Volume 30* (ur. Whitelam G., Halliday K.). Blackwell Publishing, UK, str. 290–312.
 214. Ramina A., Tonutti P., McGlasson W., McGlasson B. (2008). Ripening, nutrition and postharvest physiology. U: *The Peach: Botany, Production and Uses* (ur. Layne D.R., Bassi D.), CAB International: Oxford, UK, 2008, str. 550–574.
 215. Ramos E., Weinbaum A., Shackel K. A., Schwankl L. J., Mitcham E. J., Mitchell F. G., Snyder R. G., Mayer G., McGourty G. (1994). Influence of tree water status and canopy position on fruit size and quality of 'Bartlett' pears. *Acta Horticulturae* 367: 192–200.
 216. Rapparini F., Rotondi A., Baraldi R. (1999). Blue light regulation of the growth of *Prunus persica* plants in a long term experiment: Morphological and histological observations. *Trees - Structure and Function* 14: 169–176.
 217. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26(9–10): 1231–1237.
 218. Reay P. F., Lancaster J. E. (2001). Accumulation of anthocyanins and quercetin glycosides in 'Gala' and 'Royal Gala' apple fruit skin with UVB- Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. *Scientia Horticulturae* 90: 57–68.
 219. Remberg S. F., Sønsteby A., Aaby K., Heide O. M. (2010). Influence of postflowering temperature on fruit size and chemical composition of glen ample raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 9120–9128.
 220. Retamales J. B., Montecino J. M., Lobos G. A., Rojas L. A. (2008). Colored shading

- nets increase yields and profitability of highbush blueberries. *Acta Horticulturae* 770: 193–197.
221. Robertson G. L. (1979). The fractional extraction and quantitative determination of pectic substances in grapes and musts. *American Journal of Enology and Viticulture* 30: 182–186.
222. Robertson J. A., Meredith F. I., Forbus W. R. (1991). Changes in quality characteristics during peach (cv. 'Majestic') maturation. *Journal of Food Quality* 14(3): 197–207.
223. Robinson T. L., Lakso A. N. (1991). Bases of Yield and Production Efficiency in Apple Orchard Systems. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116(2): 188–194.
224. Robinson T. L., Seeley E. J., Barritt B. H. (1983). Effect of light environment and spur age on 'Delicious' apple fruit size and quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108: 855–861.
225. Romo-Chacon A., Orozco-Avitia J. A., Gardea A. A., Guerrero-Prieto V., Soto-Parra J. M. (2007). Hail net effect on photosynthetic rate and fruit color development of 'Starkrimson' apple trees. *Journal- American Pomological Society* 61: 174–178.
226. Rosenberg N. J., Blad B. L., Verma S. B. (1983). *Microclimate: The biological environment* (2nd edition). John Wiley & Sons, New York, USA.
227. Rossi R., Facini O., Holmes M. G. (1990). Light quality effects on bud differentiation in apple. *Proceedings of the XXIII International Horticultural Congress, Firenze, Italy, 27 August–1 September 1990*.
228. Sager J., Smith W., Edwards J., Cyr K. L. (1988). Photosynthetic efficiency and phytochrome photoequilibria determination using spectral data. *Transactions of the ASAE* 31(6): 1882–1889.
229. Sauphanor B., Severac G., Maugin S., Toubon J. F., Capowiez Y. (2012). Exclusion netting may alter reproduction of the codling moth (*Cydia pomonella*) and prevent associated fruit damage to apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 145(2): 134–142.
230. Šavikin K., Mikulič-Petkovšek M., Djordjević B., Zdunić G., Janković T., Djurović D., Veberič R. (2013). Influence of shading net on polyphenol profile and radical scavenging activity in different varieties of black currant berries. *Scientia Horticulturae* 160: 20–28.
231. Scarascia G. M., Picuno P., Sica C. (2005). Problematiche relative alla gestione dei film plastici post-consumo (Problems concerning disposal of plastic films after their use). *Giornata Tecnologica AIM "Plasticoltura, innovazione e sostenibilità," Bari, 12 February*.

232. Schettini E., De Salvador F. R., Scarascia Mugnozza G., Vox G. (2011). Evaluation of coloured nets in peach protected cultivation. *Acta Horticulturae* 893: 235–242.
233. Seifrit D. (2018). Peaches: Harvest and Postharvest Handling. PennState Extension, USA (preuzeto s: <https://extension.psu.edu/peaches-harvest-and-postharvest-handling>; 15.06.2021.).
234. Selli R., Sansavini S. (1995). Sugar, acid and pectin content in relation to ripening and quality of peach and nectarine fruits. *Acta Horticulturae* 379: 345–358.
235. Serra S., Borghi S., Mupambi G., Camargo-Alvarez H., Layne D., Schmidt T., Kalcsits L., Musacchi S. (2020). Photosensitive protective netting improves "Honeycrisp" fruit quality. *Plants* 9(12): 1–20.
236. Shahak Y. (2014). Photosensitive netting: An overview of the concept, R&D and practical implementation in agriculture. *Acta Horticulturae* 1015: 155–162.
237. Shahak Y. (2008). Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. *Acta Horticulturae* 770: 161–168.
238. Shahak Y., Gussakovsky E. E., Cohen Y., Lurie S., Stern R., Kfir S., Naor A., Atzmon I., Doron I., Greenblat-Avron Y. (2004a). ColorNets: A new approach for light manipulation in fruit trees. *Acta Horticulturae* 636: 609–616.
239. Shahak Y., Gussakovsky E. E., Gal E., Ganelevin R. (2004b). ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Horticulturae* 659: 143–151.
240. Shahak Y., Kong Y., Ratner K. (2016). The wonders of yellow netting. *Acta Horticulturae* 1134: 327–334.
241. Shahak Y., Ratner K., Giller Y. E., Zur N., Or E., Gussakovsky E. E., Stern R., Sarig P., Raban E., Harcavi E., Doron I., Greenblat-Avron Y. (2008). Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photosensitive netting. *Acta Horticulturae* 772: 65–72.
242. Shane B. (2011). Monitoring peach and nectarine ripening. Michigan State University Extension, USA (preuzeto s: https://www.canr.msu.edu/news/monitoring_peach_and_nectarine_ripening; 15.06.2021)
243. Shewfelt R. L., Myers S. C., Resurreccion A. V. A. (1987). Effect of physiological maturity at harvest on peach quality during low temperature storage. *Journal of Food Quality* 10: 9–20.
244. Siegelman H. W., Hendricks S. B. (1957). Photocontrol of anthocyanin formation in turnip and red cabbage seedlings. *Plant Physiology* 32: 393–398.
245. Sila D. N., Van Buggenhout S., Duvetter T., Fraeye I., De Roeck A., Van Loey A.,

- Hendrickx M. (2009). Pectins in processed fruits and vegetables: Part II - structure-function relationships. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 8(2): 86–104.
246. Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299: 152–178.
247. Skendrović Babojelić M., Fruk G. (2016). *Priručnik iz voćarstva: građa, svojstva i analize voćnih plodova*. Hrvatska sveučilišna naklada; Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska.
248. Smart R. E., Smith S. M., Winchester R. V. (1988). Effects, Light quality and quantity Sauvignon, on fruit ripening for Cabernet. *American Journal of Enology and Viticulture* 39: 250–258.
249. Smit A. (2007). Apple tree and fruit responses to shade netting. Master's Thesis, University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.
250. Smith H. (2000). Phytochromes and light signal perception by plants – an emerging synthesis. *Nature* 407: 585–591.
251. Smith H. (1982). Light quality, photo perception, and plant strategy. *Annual Review of Plant Physiology* 33: 481–518.
252. Smith H. M., Samach A. (2013). Constraints to obtaining consistent annual yields in perennial tree crops. I: Heavy fruit load dominates over vegetative growth. *Plant Science* 207: 158–167.
253. Smith H., Whitelam G. C. (1997). The shade avoidance syndrome: Multiple responses mediated by multiple phytochromes. *Plant, Cell and Environment* 20(6): 840–844.
254. Solomakhin A., Blanke M. M. (2010). Can coloured hailnets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit? *LWT - Food Science and Technology* 43: 1277–1284.
255. Solomakhin A., Blanke M. M. (2008). Coloured hailnets alter light transmission, spectra and phytochrome, as well as vegetative growth, leaf chlorophyll and photosynthesis and reduce flower induction of apple. *Plant Growth Regulation* 56(3): 211–218.
256. Spayd S. E., Tarara J. M., Mee D. L., Ferguson J. C. (2002). Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 53: 171–182.
257. Stampar F., Veberic R., Zadavec P., Hudina M., Usenik V., Solar A., Osterc G. (2002). Yield and fruit quality of apples cv. "Jonagold" under hail protection nets. *Gartenbauwissenschaft* 67(5): 205–210.

258. Stamps R. H. (2009). Use of colored shade netting in horticulture. *Hortscience* 44(2): 239–241.
259. Stamps R. H. (1994). Evapotranspiration and nitrogen leaching during leatherleaf fern production in shadehouses. Special Publication; St. Johns River Water Management District: Palatka, FL, USA, 1994.
260. Stawarczyk M., Stawarczyk K. (2015). Use of the ImageJ Program to Assess the Damage of Plants By Snails. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology* 20(1–2): 67–73.
261. Stevenson D. G., Domoto P. A., Jane J. L. (2006). Structures and functional properties of apple (*Malus domestica* Borkh) fruit starch. *Carbohydrate Polymers* 63(3): 432–441.
262. Streif J. (1996). Optimum harvest date for different apple cultivars in the 'Bodensee' area. U: Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apples and Pears (ur. Jager A., Johnson D., Hohn E.), Office for the Offic. Publ. of the European Communities, Luxembourg, str. 15–20.
263. Stuefer J. F., Huber H. (1998). Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoniferous. *Potentilla* species. *Oecologia* 117: 1–8.
264. Taiz L., Zeiger E. (2006). *Plant Physiology*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, California, USA. ISBN: 0-8053-0245-X.
265. Takos A. M., Jaffe F. W., Jacobs S. R., Bogs J., Robinson S. P., Walker A. R. (2006). Light induced expression of MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples. *Plant Physiology* 142: 1216–1232.
266. Tasin M., Demaria D., Ryne C., Cesano A., Galliano A., Anfora G., Ioriatti C., Alma A. (2008). Effect of anti-hail nets on *Cydia pomonella* behavior in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 129(1): 32–36.
267. Terashima I., Fujita T., Inoue T., Chow W. S., Oguchi R. (2009). Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: Revisiting the enigmatic question of why leaves are green. *Plant and Cell Physiology* 50(4): 684–697.
268. Testoni A. (1995). Momento di raccolta, qualita, condizionamento e confezionamento delle pesche (Talijski). Proceedings of the Symposium La Peschicoltura Veronesa Alle Soglie Del 2000. Verona, Italy, 25 February, str. 327–354.
269. Tromp J. (1984). Diurnal fruit shrinkage in apple as affected by leaf water potential and vapour pressure deficit of the air. *Scientia Horticulturae* 22: 81–87.
270. Tromp J. (1976). Flower-bud formation and shoot growth in apple as affected by temperature. *Scientia Horticulturae* 5(4): 331–338.

271. Ubi B. E., Honda C., Bessho H., Kondo S., Wada M., Kobayashi S., Moriguchi T. (2006). Expression analysis of anthocyanin biosynthetic genes in apple skin: effect of UV-B and temperature. *Plant Science* 170(3): 571–578.
272. Varlet-Grancher C., Moulia B., Sinoquet H., Russell G. (1993). Spectral modification of light within plant canopies: how to quantify its effects on the architecture of the plant stand. U: *Crop Structure and Light Microclimate: Characterization and Applications* (ur. Varlet-Grancher C., Bonhomme R., Sinoquet H.), INRA, Versailles, str. 427–452.
273. Ventura M., Sama A., Minguzzi A., Lanzon S., Sansavini S. (2000). Ottimizzazione del carico di frutti per migliorare la produzione e la qualità delle nectarine Suprecimson e Venus (Talijski). *Proceedings of XXIV Convegno Peschiolo. Cesena, Italy, 24-25 February, Italy*, str. 173–176.
274. Vuković M., Brkljača M., Rumora J., Fruk M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2016). Vegetative and reproductive traits of young peaches and nectarines grown under red photosensitive net. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 81(3): 181–185.
275. Vuković M., Buhin J., Brkljača M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2020). Postharvest quality of 'Granny Smith' apple grown under photo-selective red net. *Journal of Central European Agriculture* 21(1): 124–128.
276. Wachsmann Y., Zur N., Shahak Y., Ratner K., Giler Y., Schlizerman L., Sadka A., Cohen S., Garbinshikof V., Giladi B., Faintzak M. (2014). Photosensitive anti-hail netting for improved citrus productivity and quality. *Acta Horticulturae* 1015: 169–176.
277. Wagenmakers P. S., Callesen O. (1995). Light distribution in apple orchard systems in relation to production and fruit quality. *Journal of Horticultural Science* 70(6): 935–948.
278. Wang S. Y., Zheng W. (2001). Effect of plant temperature on antioxidant capacity in strawberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 4977–4982.
279. Wells R. (1995). Photosynthetic responses to cutout. *Proceeding of Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council; Memphis, TN, USA*, str. 62–64.
280. Westwood M. N. (1993). *Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture* (3rd edition). Timber Press, Portland, Oregon, USA. ISBN: 978-1-60469-070-5.
281. Williams M. W. (1984). Use of bioregulators to control vegetative growth of fruit trees and improve fruiting efficiency. *Acta Horticulturae* 146: 97–104.
282. Wu X. L., Beecher G. R., Holden J. M., Haytowitz D. B., Gebhardt S. E., Prior R. L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 4026–4037.
283. Wünsche J. N., Ferguson I. B. (2005). Crop Load Interactions in Apple. *Horticultural*

Reviews 31: 233–245.

284. Wünsche J. N., Greer D. H., Laing W. A., Palmer J. W. (2005). Physiological and biochemical leaf and tree responses to crop load in apple. *Tree Physiology* 25: 1253–1263.
285. Wünsche J. N., Palmer J. W., Greer D. H. (2000). Effects of crop load on fruiting and gas-exchange characteristic of 'Braeburn'/M.26 apple trees at full canopy. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125(1): 93–99.
286. Yanagi T., Yachi T., Okuda N., Okamoto K. (2006). Light quality of continuous illuminating at night to induce floral initiation of *Fragaria chiloensis* L. CHI-24-1. *Scientia Horticulturae* 109: 309–314.
287. Yanez P., Retamales J. B., Lobos G. A., del Pozo A. (2009). Light environment within mature rabbiteye blueberry canopies influences flower bud formation. *Acta Horticulturae* 810: 417–473.
288. Yuri H. M. (2003). Hail risk management using insurance and other alternatives: case study on apple orchards in Santa Catarina, Brazil. Master's Thesis. University of São Paulo. Piracicaba, Brasil.
289. Zeman Kovačić S. (2010). Raspucavanje plodova trešnje. *Zbornik radova Međimorskog veleučilišta u Čakovcu* 1(2).
290. Zhang X., Allan A. C., Yi Q., Chen L., Li K., Shu Q. (2011). Differential gene expression analysis of Yunnan red pear, *Pyrus pyrifolia*, during fruit skin coloration. *Plant Molecular Biology Reporter* 29: 305–314.
291. Zheng B., Zhao L., Jiang X., Cherono S., Liu J. J., Ogutu C., Ntini C., Zhang X., Han Y. (2021). Assessment of organic acid accumulation and its related genes in peach. *Food Chemistry* 334.
292. Ziosi V., Noferini M., Fiori G., Tadiello A., Trainotti L., Casadoro G., Costa G. (2008). A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 49(3): 319–329.
293. Zoratti L., Jaakola L., Häggman H., Giongo L. (2015). Modification of sunlight radiation through colored photo-selective nets affects *anthocyanin* profile in *Vaccinium* spp. berries. *PLoS ONE* 10(8): 1–17.
294. Zoratti L., Karppinen K., Escobar A. L., Häggman H., Jaakola L. (2014). Light-controlled flavonoid biosynthesis in fruits. *Frontiers in Plant Science* 5: 1–16.

8. ŽIVOTOPIS

Marko Vuković (<https://www.bib.irb.hr/pregled/znanstvenici/362954>) rođen je 15. lipnja 1991. godine u Novoj Gradišci. Osnovnu i srednju školu je završio u Zagrebu. U rujnu 2013. godine je na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu obranom završnog rada teme „Djelovanje podloga na kakvoću plodova voćaka“ stekao zvanje Sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) inženjer hortikulture. Na istoj instituciji je u veljači 2015. godine obranom diplomskog rada „Vegetativni i generativni rast i kakvoća ploda crne bazge (*Sambucus nigra* L.)“ stekao zvanje Magistar inženjer hortikulture, sa pohvalom „Summa Cum Laude“. Od 2015. do 2017. godine je zaposlen na Sveučilištu u Zagrebu Agronomski fakultet, Odsjeku za hortikulturu i krajobraznu arhitekturu, Zavodu za voćarstvo kao stručni suradnik. Od 2017. godine je na istoj instituciji zaposlen kao asistent. Suradnik je na 12 modula: „Održive tehnologije uzgoja voća“, „Proizvodnja jagodastog voća“, „Samoniklo voće“, „Specifičnosti tehnologije čuvanja i pakiranja voća“, „Suvremene tehnologije čuvanja i pakiranja voća“, „Voćarstvo“, „Voćarstvo 1“, „Primijenjene tehnologije uzgoja voća“, „Modern postharvest technology of fruit crops“, „Pomology 1“, „Postharvest technology of fruit crops“, „Specificities of postharvest technologies of fruit crops“. Također je bio neposredni voditelj devet završnih radova. Koautor je dvanaest znanstvena rada A1 kategorije, devet znanstvena rada A2 kategorije te tri znanstvena rada A3 kategorije.

Popis objavljenih radova:

Radovi A1 kategorije

1. Fruk M., **Vuković M.**, Jatoi M. A., Fruk G., Buhin J., Jemrić T. (2017). Timing and rates of NAA as blossom and fruitlet chemical thinner of apple cv. "Braeburn". Emirates Journal of Food and Agriculture 29 (2): 156-162.
2. Jatoi M. A., Fruk M., Buhin J., Vinceković M., **Vuković M.**, Jemrić T. (2017). Effect of different storage temperatures on storage life, physico-chemical and sensory attributes of goji berry (*Lycium barbarum* L.) fruits. Erwerbs-Obstbau 60 (2): 119-126.
3. Jatoi M. A., Jurić S., Vidrih R., Vinceković M., **Vuković M.**, Jemrić T. (2017). The effects of postharvest application of lecithin to improve storage potential and quality of fresh goji (*Lycium barbarum* L.) berries. Food chemistry 230: 241-249.
4. Drvodelić D., Oršanić M., **Vuković M.**, Jatoi M. A., Jemrić T. (2018). Correlation of Fruit Size on Physio- Morphological Properties and Germination Rate of Seeds of

- Service Tree (*Sorbus domestica* L.). SEEFOR : South-east European forestry 9(1): 47-54.
5. **Vuković M.**, Buhin J., Brkljača M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2020) Postharvest quality of 'Granny Smith' apple grown under photo-selective red net. Journal of Central European agriculture 21(1): 124-128.
 6. Ljubobratović D., **Vuković M.**, Brkić Bakarić M., Jemrić T., Matetić M. (2021) Utilization of Explainable Machine Learning Algorithms for Determination of Important Features in 'Suncrest' Peach Maturity Prediction. Electronics 10 (2021), 24; 3115, 18.
 7. Jemrić T., Brkljača M., Vinceković M., Antolković A. M., Mikec D., **Vuković M.** (2021) Generative and Vegetative Traits of the 'Granny Smith' Apple Grown under an Anti-Insect Photoselective Red Net. Poljoprivreda (Osijek) 27(2): 34-42.
 8. Vrtodušić R.; Ivić D., Jemrić T., **Vuković M.** (2022) Hazelnut postharvest technology: A review. Journal of Central European agriculture, 23 (2): 423-454.
 9. **Vuković M.**, Jurić S., Maslov Bandić L., Levaj B., Fu D.-Q., Jemrić T. (2022) Sustainable Food Production: Innovative Netting Concepts and Their Mode of Action on Fruit Crops. Sustainability, 14, 15; 9264, 31.
 10. Ljubobratović D., **Vuković M.**, Brkić Bakarić M., Jemrić T., Matetić M. (2022) Assessment of Various Machine Learning Models for Peach Maturity Prediction Using Non-Destructive Sensor Data. Sensors, 22, 15; 5791, 19.
 11. Tomljenović N., Jemrić T., **Vuković M.** (2022) Diversity of the genus *Rosa* pomological traits in ecological conditions of continental Croatia. Genetika-Belgrade, 54(2): 689-704
 12. **Vuković M.**, Jurić S., Viceković M., Levaj B., Fruk G., Jemrić T. (2023) Effect of yellow and Stop Drosophila Normal anti-insect photoselective nets on vegetative, generative and bioactive traits of peach (cv. Suncrest). Journal of Agricultural Sciences (Tarim Bilimleri Dergisi), 29(1): 111-121

Radovi A2 kategorije

1. Brkljača M., Rumora J., **Vuković M.**, Jemrić T. (2016). The effect of photoselective nets on fruit quality of apple cv. 'Cripps Pink'. ACS. agriculturae conspectus scientificus 81(2): 87-90.
2. Fruk G., Fruk M., **Vuković M.**, Buhin J., Jatoi M. A., Jemrić T. (2016). Colouration of apple cv. Braeburn grown under anti- hail nets in Croatia. Acta Horticulturae et Regiecturae Supplement 19(S1): 1-5.
3. Jemrić T., Buhin J., Fruk M., Gašpar L., Mrčela A., Važić T., Jatoi M. A., **Vuković M.** (2016). Analysis of acoustic impulse method for determining firmness and other

- quality parameters of 'Gloster' apple. ACS. agriculturae conspectus scientificus 81(3): 167-171.
4. Mikulić J., **Vuković M.**, Buhin J., Fruk M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2016). The heating and cooling of 'Idared' apple with respect to the duration of the hot water dip heat treatment. ACS. agriculturae conspectus scientificus 81 (2): 109-113.
 5. **Vuković M.**, Brkljača M., Rumora J., Fruk M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2016). Vegetative and reproductive traits of young peaches and nectarines grown under red photoselective net. ACS. agriculturae conspectus scientificus 81(3): 181-185.
 6. **Vuković M.**, Pilipović P., Buhin J., Fruk M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2016). A comparative study of some local genotypes with commercial cultivar of black elder (*Sambucus nigra* L.) regarding vegetative and reproductive traits. ACS. agriculturae conspectus scientificus 81(3): 149-153.
 7. Jemrić T., **Vuković M.**, Milošević T. (2017). How can fruit production be made more sustainable? CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources 12(024): 1-14.
 8. Fruk M., Jatoi M. A., Fruk G., **Vuković M.**, Buhin J., Jemrić T. (2018) Effect of Timing and Rates of NAA Chemical Thinner on Fruit Quality of apple cv. 'Granny Smith'. ACS - agriculturae conspectus scientificus 83(3): 219-222
 9. Tomljenović N., Jemrić T., **Vuković M.** (2021) Variability in pomological traits of dog rose (*Rosa canina* L.) under the ecological conditions of the Republic of Croatia. Acta Agriculturae Serbica 26: 41-47

Radovi A3 kategorije

1. Tomljenović N., Jemrić T., **Vuković M.** (2021) Diversity of the genus Rosa in the Republic of Croatia. Proceedings of 56th Croatian and 16th international symposium on agriculture (ur. V. Rozman, Z. Antunović). Osijek: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek University Josip Juraj Strossmayer in Osijek. str. 739-743
2. Batelja Lodeta K., Očić V., Šakić Bobić B., Bolarić S., Jemrić T., **Vuković M.**, Benčić Đ., Nejašmić D., Gadže J., Gugić J., Šporec A. (2022) Bioaktivne komponente i mineralni sastav lješnjaka 'Istarski duguljasti' i 'Rimski'. Zbornik radova 57. hrvatski i 17. međunarodni simpozij agronoma (ur. Majić I., Antunović Z.), Osijek: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, str. 554-558
3. Drvodelić D., **Vuković M.**, Jemrić T. (2022) Influence of photoselective netting on growth of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) seedlings. Natural resources green technology & sustainable development (ur. Radojčić Redovniković I., Jakovljević T., Stojaković R., Erdec D., Panić M., Damjanović A., Radošević K., Cvjetko

Bubalo M.), Zagreb: Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Croatia, str. 1-5

Sudjelovanja na međunarodnim skupovima

1. **Vuković M.** (2015) Vegetative and generative growth and quality of black elder (*Sambucus nigra* L.) berries. Proceedings of the IX conference of agronomy students with international participation (ur. V. Stevović), Čačak, Srbija, 26.-28.08.2015, 9(9): 47-55.
2. Fruk M., **Vuković M.**, Fruk G., Buhin J., Skendrović Babojelić M., Jemrić T. (2016). The influence of different colour nets on yield and fruit quality of apple cv. 'Braeburn' under Croatian agro-climatic conditions. Programme & book of abstracts of International symposium on sustainable fruit production, Terme Jezerčica, Donja Stubica, Hrvatska, 21.-24. 03. 2016., str. 14.
3. Jatoi M. A., Buhin J., Fruk M., Fruk G., **Vuković M.**, Jemrić T. (2016). Postharvest application of lecithin to prolong the Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) storage life. Programme & book of abstracts of International symposium on sustainable fruit production, Terme Jezerčica, Donja Stubica, Hrvatska, 21.-24. 03. 2016., str. 39.
4. Mikulić J., Fruk G., **Vuković M.**, Buhin J., Fruk M., Jemrić T. (2016) Effect of hot water dip duration on heating and cooling rate of apple cv. 'Idared'. Programme & book of abstracts of International symposium on sustainable fruit production, Terme Jezerčica, Donja Stubica, Hrvatska, 21.-24. 03. 2016., str. 49.
5. **Vuković M.**, Fruk G., Jemrić T. (2016) Rootstock effect on growth, production and fruit quality of fruit trees: A review. Programme & book of abstracts of International symposium on sustainable fruit production, Terme Jezerčica, Donja Stubica, Hrvatska, 21.-24. 03. 2016., str. 31.
6. **Vuković M.**, Fruk M., Jatoi M. A., Fruk G., Buhin J., Jemrić T. (2016) Coloration of peach cv. 'Suncrest' grown under photo-selective anti-hail nets in northern Croatia. 5th international scientific horticulture conference, 21 –23 september 2016, Nitra, Slovakia.
7. **Vuković M.**, Fruk M., Jatoi M. A., Fruk G., Buhin J., Jemrić T. (2016) Comparison effect of different photo-selective anti-hail nets on yield and fruit quality of peach cv. 'Suncrest' in northern Croatia. Programme & book of abstracts of International symposium on sustainable fruit production, Terme Jezerčica, Donja Stubica, Hrvatska, 21.-24. 03. 2016., str. 15.
8. **Vuković M.**, Pilipović P., Buhin J., Fruk G., Jemrić T. (2016). Growth, flower and fruit quality of black elder (*Sambucus nigra* L.). Programme & book of abstracts of

- International symposium on sustainable fruit production, Terme Jezerčica, Donja Stubica, Hrvatska, 21.-24. 03. 2016., str. 30.
9. Fruk M., Jemric T., Fruk G., **Vuković M.**, Jatoi M. A. (2017). The effect of photo-selective nets on yield and fruit quality of apple cv. Braeburn and peach cv. Suncrest under Croatian agro-climatic conditions. Book of Abstracts of Climate Changing Agriculture, International Conference, 29 August – 2 September 2017, Chania Greece, str. 61.
 10. Fruk M., Fruk G., **Vuković M.**, Jatoi M. A., Jemrić T. (2017). The effect of photo-selective nets on yield and fruit quality of apple cv. Braeburn and peach cv. Suncrest under Croatian agro-climatic conditions. Book of Abstracts 8th CASEE Conference 2017, Varšava: Warsaw University of Life Sciences - SGGW, 2017. str. 79-79.
 11. **Vuković M.**, Buhin J., Brkljača M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2020) Postharvest quality of 'Granny Smith' apple grown under photo-selective red net. 55th Croatian and 15th international symposium on agriculture. Vodice, Hrvatska, 16-21.02.2021.
 12. **Vuković M.**, Buhin J., Brkljača M., Jatoi M. A., Jemrić T. (2020) Effect of photoselective netting on productivity and pre and postharvest quality traits of 'Cripps Pink' apple. 7th International Horticulture Research Conference (Online), Xianyang, Kina, 2020.
 13. Tomljenović N., Jemrić T., **Vuković M.** (2021) Diversity of the genus Rosa in the Republic of Croatia. 56th Croatian and 16th international symposium on agriculture. Vodice, Hrvatska, 05-10.09.2021.
 14. Batelja Lodeta K., Očić V., Šakić Bobić B., Bolarić S., Jemrić T., **Vuković M.**, Benčić Đ., Nejašmić D., Gadže J., Gugić J., Šporec A. (2022) Bioaktivne komponente i mineralni sastav lješnjaka 'Istarski duguljasti' i 'Rimski'. 57th Croatian and 17th international symposium on agriculture. Vodice, Hrvatska, 19-24.06.2022.
 15. Drvodelić D., **Vuković M.**, Jemrić T. (2022) Influence of photoselective netting on growth of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) saplings. Natural resources green technology & sustainable development, Zagreb, Croatia, 14-16.09.2022.

9. PRILOZI

9.1. Prikaz primjene mreža u voćarstvu

Od slike 13 do 24 prikazani su primjeri i načini korištenja raznih vrsta mreža u voćarstvu.



Slika 13. Prikaz skupljene standardne crne mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću



Slika 14. Manipulacija bijelom mrežom protiv tuče u nasadu jabuka u Vrtišincu, pokraj Čakovca



Slika 15. Primjena crvene anti-insekt fotoselektivne mreže u nasadu jabuka pokraj Zadra
(Izvor: Tomislav Jemrić)



Slika 16. Prikaz skupljene zelene mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću



Slika 17. Prikaz primjene plave mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Međimurju



Slika 18. Prikaz primjene zelene mreže protiv tuče u nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću



Slika 19. Primjena crne mreže u mladom nasadu jabuka u Kloštar Ivaniću



Slika 20. Primjena crne mreže u nasadu jagodastih voćnih vrsta u Donjoj Zeini



Slika 21. Prikaz primjene gube bijele mreže u pokaznom nasadu trešanja u Italiji, pokraj Roviga (Izvor: Nikola Tomljenović)



Slika 22. Prikaz kapica na vrhu stupova koje se koriste za postavljanje sajli - „flat net“ sistem



Slika 23. Spajanje mreža različitih redova spojnicama na sredini međurednog prostora



Slika 24. Prikaz rubnih poprečnih sajli kod postavljanja mreža u Republici Hrvatskoj