



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Darija ŠTIFTAR

**VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST
PRIDELKA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Darija ŠTIFTAR

VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PRIDELKA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij – 1. stopnja

THE EFFECT OF ANTI-HAIL NETS ON CROP QUALITY

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2018

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Roberta Veberiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Robert VEBERIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Jerneja JAKOPIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 18. 9. 2018

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 634.1:551.578:632.116.3:631.544.7(043.2)
- KG protitočne mreže, kmetijstvo, pridelek, mikroklima, toča
- AV ŠTIFTAR, Darija
- SA VEBERIČ, Robert (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Univerzitetni študijski program prve stopnje Kmetijstvo – agronomija
- LI 2018
- IN VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PRIDELKA
- TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij – 1. stopnja)
- OP VI, 20 str., 3 pregl., 6 sl., 44 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Ker je v zadnjem času vse več neviht s točo, kar bi bil lahko rezultat globalnega segrevanja, se je precej razširilo gojenje sadnih dreves in drugih rastlin pod protitočnimi mrežami. Mreže so namenjene zaščiti pridelka pred točo zlasti v sadjarstvu in vinogradništvu. Poleg protitočnih mrež poznamo še mreže za zaščito proti vetru, proti žuželkam in senčne mreže. Mreže lahko spremenijo mikroklimo v sadovnjaku ter tako spremenijo fizikalno-kemijske in senzorične lastnosti plodov. V diplomskem delu smo raziskovali vpliv protitočnih mrež na zunanje dejavnike, kot sta prestrežanje svetlobe in temperatura. To posledično vpliva na temperaturo, barvo, velikost in zrelost plodov ter na bujnost dreves. Med kemijske spremembe prištevamo vpliv na vsebnost fotosinteznih pigmentov (klorofila in karotenoidov), primarnih in sekundarnih metabolitov (fenolne spojine) ter na posamezne antocianine v kožici plodov. Poleg naštetega pa protitočne mreže vplivajo na zmanjšanje pokanja plodov in ožigov ter na večji pojav in stopnjo intenzivnosti okužb s škrlupom.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 634.1:551.578:632.116.3:631.544.7(043.2)
- CX anti-hail nets, agriculture, crops, microclimate, hail
- AU ŠTIFTAR, Darija
- AA VEBERIČ, Robert (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Academic Study Programme in Agriculture - Agronomy
- PY 2018
- TI THE EFFECT OF ANTI-HAIL NETS ON CROP QUALITY
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VI, 20 p., 3 tab., 6 fig., 44 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB As there is an increasing number of hail storms, which are a consequence of global warming, the cultivation of crops and other plants under anti-hail nets has expanded considerably. The nets are designed to protect crops from hail, especially in fruit cultivation and viticulture. In addition to anti-hail nets, there are also nets for protection against wind and insects, and shading nets. These can change the microclimate in the orchard and consequently change physical, chemical and sensory characteristics of fruits. In my undergraduate thesis, I investigated the influence of the anti-hail nets on external factors, such as solar radiation interception and temperature. The use of anti-hail nets affects the temperature, color, size and ripeness of the fruit as well as the tree vigour. Chemical changes are mostly the effects on content of photosynthetic pigments (chlorophyll and carotenoids), primary and secondary metabolites (phenolic compounds) and individual anthocyanins in the fruit skin. Apart from this, the anti-hail nets help to reduce fruit cracking and sunburns but causes higher occurrence and intensity level of AS infection on apples.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY WORDS DOCUMENTATION	III
KAZALO VSEBINE	IV
KAZALO SLIK	VI
1 UVOD	1
2 VRSTE KMETIJSKIH MREŽ	1
2.1 MREŽE PROTI VETRU	1
2.2 SENČNE MREŽE	1
2.3 MREŽE PROTI ŽUŽELKAM	2
2.4 PROTITOČNE MREŽE	2
2.5 UČINKI STARANJA	4
3 VPLIVI PROTITOČNIH MREŽ	4
3.1 PRESTREZANJE SVETLOBE	4
3.2 TEMPERATURA	7
3.3 ZRAČNA VLAGA	8
3.4 BARVA PLODOV	8
3.4.1 Vpliv na posamezne antocianine v kožici plodov	10
3.4.2 Vsebnost klorofila in karotenoidov	11
3.5 VPLIV NA PRIMARNE METABOLITE	11
3.6 VSEBNOST FENOLNIH SPOJIN	12
3.7 BUJNOST DREVESA	12
3.8 VPLIV NA ZRELOST PLODOV	13
3.9 SONČNI OŽIGI	14
3.10 JABLANOV ŠKRLUP	14
4 SKLEPI	16
5 VIRI	17
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Osvetlitev plodov (PAR, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) v krošnji med dozorevanjem v letu 2007 v vseh obravnavanjih in medsebojni vpliv položaja plodov in protitočne mreže (Jakopič in sod., 2009)	7
Preglednica 2: Vsebnost klorofila a in b ter karotenoidov v kožici jabolk na različnih delih drevesa, ki raste pod protitočnimi mrežami ali na prostem; medsebojni vplivi med obravnavanji v času obiranja v letu 2007 (Jakopič in sod., 2009)	11
Preglednica 3: Učinek dveh različnih barvnih mrež na bujnost drevesa (Iglesias in Alegre, 2006)	13

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Senčna mreža (Mad Farmer, 2018)	2
Slika 2: Protitočna mreža, narejena iz HDPE (Predikat, 2018)	3
Slika 3: Protitočna mreža, ki varuje pridelek pred točo (Sobotainfo, 2017)	3
Slika 4: Učinek staranja na mehanske lastnosti tipične kmetijske mreže v razmerah, ki so na Nizozemskem (Briassoulis, 2007b)	4
Slika 5: Dnevna krivulja fotosintezno aktivnega sevanja ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) pod vplivom različnih barv mrež ali brez njih na sončni ali oblačni dan (Iglesias in Alegre, 2006)	5
Slika 6: Vpliv dveh različnih barv mrež na razvoj barve plodov (h°) 'Mondial Gala' v štirih zaporednih letih (Iglesias in Alegre, 2006)	9

1 UVOD

Kmetijske mreže se v kmetijstvu uporabljajo pri nekaterih rastlinskih vrstah (npr. pri gojenju sadnih dreves) za zaščito pred pticami in žuželkami ter za zaščito pred točo, zmrzaljo ali vetrom (Briassoulis in sod., 2007a). Mreže, ki se uporabljajo za zaščito pred točo, imenujemo protitočne mreže. Industrijska proizvodnja kmetijskih plastičnih mrež v Evropi se nenehno povečuje. V Italiji se na primer vsako leto proizvede več kot 5.300 ton mrež, narejenih iz polietilena visoke gostote (HDPE) (Briassoulis in sod., 2007a). Mreže ne prispevajo samo k večjemu pridelku, temveč z blagim umirjanjem mikroklimе in zmanjšanjem uporabe FFS (fitofarmaceutskih sredstev) tudi pozitivno vplivajo na kakovost pridelka (Briassoulis in sod., 2007a). Poleg tega se uporabljajo za spreminjanje običajnega obdobja pridelave, s čimer se poveča tržna vrednost pridelka in enakomerneje porazdeli razpoložljivost svežih visokokakovostnih pridelkov v daljšem časovnem obdobju (Briassoulis in sod., 2007a).

V Sloveniji je 4.135 ha intenzivnih sadovnjakov (redko so manjši od pol hektarja), od tega je 1.249 ha pokritih s protitočno mrežo, kar predstavlja tretjino. V letih od 2008 do 2016 je Slovenija podprla 391 naložb za nakup in postavitve mrež proti toči v skupnem znesku 6,2 milijona evrov (Ambrož, 2017).

2 VRSTE KMETIJSKIH MREŽ

Kmetijske mreže glede na njihovo uporabo delimo na štiri glavne kategorije: mreže proti vetru, mreže proti žuželkam, protitočne mreže in senčne mreže. Najprej so mreže začeli uporabljati pri gojenju sadja (grozdje, breskve, marelice, jabolka in češnje) in okrasnih rastlin (rezano cvetje), da bi zaščitili rastline ter sadje pred točo in vetrom. Te mreže so večinoma izdelane iz prozornih niti, ki so videti bele, povprečna velikost mrežnega očesa pa je med 1,5 mm in 4 mm (Briassoulis in sod., 2007b).

Dva osnovna tipa strukture kmetijskih mrež sta pletenje in tkanje (Briassoulis in sod., 2007a). Protivetrne mreže ter mreže proti žuželkam in toči so večinoma tkane, senčne mreže pa so pletene (Briassoulis in sod., 2007b).

2.1 MREŽE PROTI VETRU

Mreže, ki se uporabljajo za zaščito pred vetrom, so po navadi temne barve, povprečna velikost mrežnega očesa je med 1 in 3 mm (Briassoulis in sod., 2007b).

2.2 SENČNE MREŽE

Črne ali zelene senčne mreže se v toplejših mesecih (predvsem v sredozemskih državah) uporabljajo nad lokom rastlinjaka ali pod njim, da bi znižali temperaturo znotraj rastlinjaka. Senčne mreže se prav tako uporabljajo kot pokrivni material, ki varuje rastline pred

prekomernim sončnim sevanjem in visokimi temperaturami (slika 1). Velikost mrežnega očesa teh mrež je med 0,6 in 4 mm, imajo pa različno prepustnost za svetlobo med 20 % in 70 % (Briassoulis in sod., 2007b).



Slika 1: Senčna mreža (Mad Farmer, 2018)

2.3 MREŽE PROTI ŽUŽELKAM

Velikost mrežnega očesa pri mrežah proti žuželkam za zaščito posevkov je odvisna od vrste žuželk, proti katerim je mreža zasnovana in znaša približno 0,5 mm. Niti so prosojne (Briassoulis in sod., 2007b).

Da bi nasad zaščitili v celoti, se lahko pri izbiri mreže odločimo za montažo zaves ob straneh in na čelni strani. Ta metoda se je pokazala za uspešno pri zmanjševanju populacije jabolčnega zavijača in pri preprečevanju poškodb na plodovih zaradi ptičev (Torič in sod., 2013).

2.4 PROTITOČNE MREŽE

Protitočna mreža je najpomembnejši element zaščitnega sistema sadovnjakov, zato jo je potrebno narediti iz visokokakovostnih materialov in z najboljšo tehnologijo, da bi pridobili zelo lahko ter hkrati odporno in dolgotrajno površino (slika 2). Za tkanje mreže proti toči se uporablja plastični monofilament. Ta material je narejen z iztiskanjem, taljenjem in polaganjem polietilena visoke gostote (HDPE) skozi perforirane žari (ekstruderji) (Sheltermtech India, 2018). Preje HDPE so dveh vrst: monofilamenti (okrogli ali ravni) in trakovi (Briassoulis in sod., 2007b).

Med vsemi tipi mrež sta se v praksi najbolj uveljavili bela oziroma kristalna in črna mreža. Na voljo pa so tudi mreže, ki imajo kombinirane niti različnih barv, kot so črna, bela in rdeča ali zelena. Na fotosintezo naj bi imele predvsem pozitiven vpliv mreže, ki so kombinirana z zeleno in rdečo barvo niti (Torič in sod., 2013). Na trgu je na voljo veliko število mrež, narejenih iz različnih vrst materialov, z različnimi velikostmi mrežnega očesa, različnimi

vrstami preje in različnih barv s široko paleto mehanskih in fizikalnih lastnosti (Briassoulis in sod., 2007b).



Slika 2: Protitočna mreža, narejena iz HDPE (Predikat, 2018)

Kristalna oziroma bela in črna mreža se razlikujeta po življenjski dobi, saj ima bela mreža življenjsko dobo od 10 do 12 let, medtem ko je življenjska doba črne tudi do 20 let. Težava pri črnih mrežah je v tem, da povzročajo močnejšo vegetativno rast, močnejše senčenje (prepušča tudi do 24 % manj svetlobe) in s tem slabše obarvanje plodov. Kljub temu se je črna mreža v praksi pokazala kot boljša izbira, veliko pa se v prihodnosti pričakuje tudi od barvno kombiniranih mrež (Torič in sod., 2013).

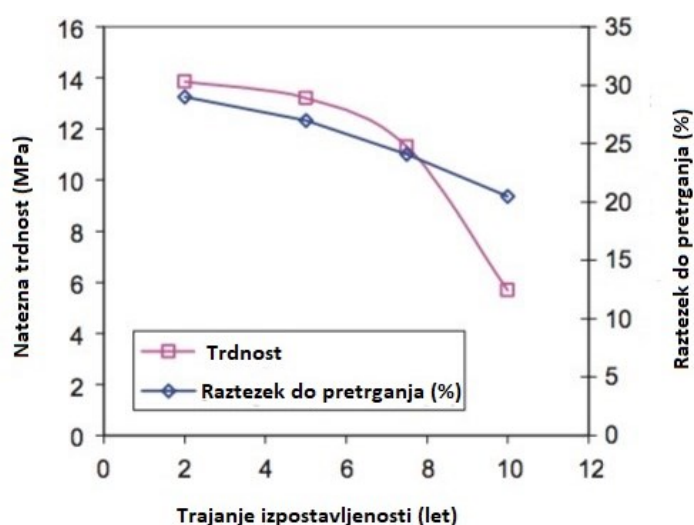
Kljub visokim cenam je protitočna mreža na dolgi rok racionalna in gospodarna poteza. Resnega in odgovornega kmetovanja brez zaščite ni. Čeprav je mreža učinkovita proti toči, vseeno ni povsem zanesljiva (slika 3). Na učinkovitost vplivata kakovost postavitve in konfiguracija terena. Večkrat nastane škoda na pridelkih zaradi močnega vetra in intenzivnih padavin. Pomembno je tudi, da ni negativnega vpliva na rast rastlin (Ambrož, 2017).



Slika 3: Protitočna mreža, ki varuje pridelek pred točo (Sobotainfo, 2017)

2.5 UČINKI STARANJA

Trajnost mrež lahko vpliva na dolgoročno zmogljivost pokrivnega materiala, da učinkovito prenese obremenitve in jih prenese tudi na nosilno strukturo. Slika 4 prikazuje značilen primer vpliva preperevanja na natezno trdnost in raztezek do pretrganja mreže, ki je 10 let izpostavljena okoljskim dejavnikom v severnoevropskih razmerah (na Nizozemskem). Natezna trdnost je po 10 letih izpostavljenosti zmanjša na eno tretjino začetne vrednosti. V južnoevropskih podnebnih razmerah z veliko večjim UV sevanjem bi bili učinki preperevanja še bolj intenzivni. Zato je v postopku načrtovanja zelo pomembna ocena pričakovane življenjske dobe materialov (Briassoulis in sod., 2007b).



Slika 4: Učinek staranja na mehanske lastnosti tipične kmetijske mreže v razmerah, ki so na Nizozemskem (Briassoulis, 2007b)

3 VPLIV PROTITOČNIH MREŽ

3.1 PRESTREZANJE SVETLOBE

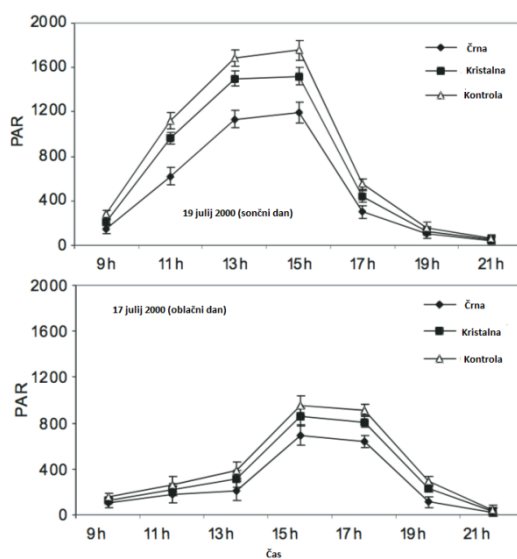
Sončna svetloba s pomočjo procesov, ki potekajo v zelenih delih rastline, daje rastlinam energijo, ki jo potrebujejo za svojo rast. Svetloba je za rastline ključnega pomena, saj poleg oskrbe z energijo deluje tudi kot signal za različne razvojne faze rastline. Učinek svetlobe na rastline pa je povezan z valovno dolžino, jakostjo in trajanjem osvetlitve (Ponnod, 2014).

Svetloba je ključni regulatorni dejavnik, ki vpliva na razvoj barve jabolk (Lancaster, 1992); jabolka, ki niso izpostavljena svetlobi, se ne obarvajo (Ubi, 2004). Za začetek sinteze antocianinov je potrebna svetloba z zadostno količino energije in ustrezno spektralno sestavo (Ubi, 2004). Poročila o poskusih (Lancaster, 1992) so pokazala povezavo med akumulacijo antocianinov in intenzivnostjo svetlobe. S pomočjo raziskav so določili tudi aktivni del spektra za nastanek antocianinov v kožici jabolk. Izkazalo se je, da je obsevanje z modro-

vijolično in ultravijolično svetlobo najbolj učinkovito, medtem ko je rdeča svetloba najmanj učinkovita ali celo zavira razvoj barve. Odziv na sevanje je odvisen tudi od položaja jabolk v krošnji. Plodovi, ki so bolj izpostavljeni svetlobi, kažejo veliko večji potencial za kopičenje antocianinov kot tisti, ki so v senci (Reay in Lancaster, 2001). Zato so jabolka na osenčeni strani krošnje pogosto slabo obarvana. Včasih podnebne značilnosti narekujejo uporabo protitočnih mrež, saj nastala škoda zaradi toče na listih zmanjšuje fotosintezo in povzroča tudi škodo na plodovih (Tartachnyk in Blanke, 2002). Večina uporabljenih mrež je črne barve, kar močno zmanjšuje sončno svetlobo in lahko negativno vpliva na razvoj plodov in na razvoj krovne barve (Štampar in sod., 2002).

V sončnih dneh sta kristalna in črna mreža prestregli več sončnega sevanja v primerjavi s kontrolo v sadovnjaku brez mreže: povprečne vrednosti prestrezanja svetlobe so bile 25 % za črne in 12 % za kristalne mreže. Vrednosti PAR (fotosintetsko aktivno sevanje), zabeležene pod mrežami na sončen dan (19. julij) in ob oblačnem vremenu (17. julij), so prikazane na sliki 5. Največje povprečne vrednosti prestrežene svetlobe so bile zabeležene med 13. in 15. uro, torej v času, ko žarki sončne svetlobe padajo najbolj navpično. Prestrezanje svetlobe pod črnimi mrežami je bilo na sončen dan dvakrat večje kot pri kristalnih mrežah, razlika pa je bila manjša ob oblačnem dnevu. Oblaki so povzročili zmanjšanje skupnega sončnega sevanja za okoli 50 %. Sončno sevanje, zabeleženo ob sončnem dnevu, je povzročilo visoke PAR vrednosti (največ 1600–2.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), kar se pogosto zgodi v sušnih razmerah južne Evrope (Iglesias in Alegre, 2006).

Ob oblačnem dnevu so bile največje vrednosti med 800–900 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. V obeh primerih so bile zabeležene vrednosti dvakrat večje od tistih, ki so jih izmerili v severni Evropi (v Belgiji, Nemčiji itd.) (Iglesias in Alegre, 2006).



Slika 5: Dnevna krivulja fotosintezno aktivnega sevanja ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) pod vplivom različnih barv mrež ali brez njih na sončni ali oblačni dan (Iglesias in Alegre, 2006)

Prestreženo svetlobo so na različnih višinah dreves (od 0,5 do 3,5 m) merili pred obiranjem, in sicer 28. julija 2000 ob 14. in 18. uri. Ob 14. uri povprečna prestrežena svetloba ni odvisna od višine drevesa, saj je bilo vpadanje sončne svetlobe vertikalno. Ob 18. uri je prestrežanje sončne svetlobe večje z višino dreves zaradi senčenja spodnjih delov krošnje (Iglasias in Alegre, 2006). To pojasnjuje večjo izpostavljenost svetlobi zgornjih delov dreves in večjo obarvanost plodov, saj je sončna svetloba najpomembnejši dejavnik, ki regulira sintezo antocianinov v kožici jabolk in barvo plodov, kar sta dokazala Saure (1990) in Lancaster (1992).

Protitočne mreže so pogosto temne barve, kar povzroča manjšo osvetlitev in posledično slabšo rdečo obarvanost plodov. V raziskavi, ki je potekala v vzhodni Sloveniji, so pod protitočno mrežo izmerili zmanjšanje fotosintezno aktivnega sevanja (400-700 nm) iz 1120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Jakopič in sod., 2007). Guerrero in sod. (2002) poročajo o zmanjšanju fotosinteznega fotonskega toka pod črnimi protitočnimi mrežami za več kot polovico v primerjavi z nepokritimi drevesi v kontroli. Eden od načinov za preprečevanje zgoraj omenjenega zmanjšanja je, da se tla sadovnjaka prekrijejo z odsevno folijo. Fotosintezno aktivno sevanje, merjeno med vrstami na 1 m oddaljenosti od tal, se je povečalo za 10 % pri obravnavanju brez protitočnih mrež in do 20 % pri obravnavanju s protitočnimi mrežami (Jakopič in sod., 2007). Green in sod. (1995) poročajo, da se je pri tleh pokritih z odsevno folijo, celotno absorpcijo PAR v splošnem povečala, v krošnji za skoraj 40 %, fotosinteza pa za okoli 32 % .

Plodovi jabolčan, ki se nahajajo na različnih mestih v krošnji, so izpostavljeni različnim količinam svetlobe (Ju in sod., 1999). V krošnjah dreves, ki so rasla v sadovnjaku, prekritem z odsevno folijo, so bili plodovi bolj osvetljeni. Razlike v vrednosti PAR med sadovnjaki z odsevno folijo in negovano ledino so bile še posebej velike v spodnjih delih krošnje. Najbolj osvetljeni plodovi so bili na tistih drevesih, kjer so bila tla sadovnjaka prekrita z odsevno folijo tako na zunanji strani protitočne mreže kot tudi pod njo. Pod mrežo, kjer so bila tla prekrita z odsevno folijo, je bilo fotosintezno aktivno sevanje štiri do petkrat večje. Najmanjše vrednosti so bile izmerjene pri obravnavanjih brez protitočne mreže in odsevne folije in pri obravnavanjih pod protitočno mrežo (brez odsevne folije), kjer je v sadovnjaku rasla negovana ledina (Jakopič in sod., 2007). Green in sod. (1995) tudi omenjajo, da vrednost PAR zaradi odsevne folije povzroči znatno več PAR v spodnjem delu krošnje.

Preglednica 1 prikazuje fotosintezno aktivno sevanje med dozorevanjem plodov v različnih delih krošnje dreves, ki rastejo pod protitočnimi mrežami in izven njih. Interakcija med dejavnikoma ni bila zaznana (Jakopič in sod., 2009).

Preglednica 1: Osvetlitev plodov (PAR, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) v krošnji med dozorevanjem v letu 2007 v vseh obravnavanjih in medsebojni vpliv položaja plodov in protitočne mreže (Jakopič in sod., 2009)

Tedni pred obiranjem	Kontrola			Protitočna mreža			p-vrednost		
	Zunanji	Notranji	Na vrhu	Zunanji	Notranji	Na vrhu	Uporaba mrež	Položaj	Interakcija
4	56±7	17±2	70±16	69±8	36±5	77±8	n.s.	0,0000	n.s.
3	93±14	29±5	84±14	86±15	34±4	81±9	n.s.	0,0000	n.s.
2	57±6	18±2	56±7	57±9	34±6	62±5	n.s.	0,0000	n.s.

Osvetlitev plodov ni bila odvisna od pokritosti sadovnjaka s protitočnimi mrežami, je pa bila odvisna od položaja plodov v krošnji. Najmanjše vrednosti so izmerili na plodovih, ki rastejo znotraj krošnje, kjer je bila vrednost PAR približno od 17 do 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Osvetlitev je bila večja pri zunanjih plodovih, medtem ko so bile največje vrednosti dosežene pri plodovih na vrhu drevesa (Jakopič in sod., 2009).

3.2 TEMPERATURA

Temperatura je dejavnik, ki vpliva na hitrost razvoja rastlin. Odzivi na temperaturo se med posameznimi rastlinskimi vrstami v različnih življenjskih obdobjih razlikujejo (Hatfield in Prueger, 2015).

Najvišje, povprečne in najnižje dnevne temperature za obdobje od 1. julija do 17. julija 2001 so pokazale, da je uporaba mrež delno vplivala na temperaturo v nasadu oz. sadovnjaku. Največje izmerjene temperature so bile za 3 °C nižje pod mrežami kot izven mreže zaradi prestrezanja sevanja oz. učinkov senčenja (Iglasias in Alegre, 2006).

Večje razlike so bile zabeležene v sončnih dneh (1. in 2. julij) in manjše ob oblačnih dneh (8. in 18. julij). Najnižje temperature so bile za 1 °C nižje v obravnavanjih dreves v kontroli kot pri uporabi mrež (Iglasias in Alegre, 2006).

Meritve temperature plodov, ki so bile zabeležene med najvišjimi dnevnimi temperaturami v sadovnjaku poleti leta 2000, so pokazale pozitivne učinke uporabe mreže na zmanjšanje temperature plodov in manjši pojav sončnih ožigov. To zmanjšanje temperature je bilo povezano s sevanjem, ki ga prestrezajo mreže. Pri črni mreži je prišlo do večjega zmanjšanja temperature (okrog 4 °C) kot pri kristalni mreži (2,5 °C) v primerjavi s kontrolo. V oblačnih dneh, ko ni bilo direktnega sončnega sevanja, so bile temperature plodov nižje, razlike med obravnavanji pa so bile manjše (1-2 °C). Tudi razlike med temperaturo zraka in temperaturo plodov so bile manjše v primerjavi s sončnimi dnevi (Iglasias in Alegre, 2006).

Zanimiva je tudi ugotovitev, da je poleti ob sončnih dneh zaradi direktne izpostavljenosti sončni svetlobi temperatura plodov za okoli 12 °C višja od temperature zraka. Zaradi tega so Iglasias in sod. (2005) predvideli tri tehnologije, ki se uporabljajo za zmanjšanje sevanja ter temperature plodov jabolok in hrušk: senčne mreže, uravnavanje hlajenja in tretiranje s kaolinom.

3.3 ZRAČNA VLAGA

Večja zračna vlaga pod mrežo povzroči zmanjšanje vodnega stresa za rastline (Iglasias in Alegre, 2006). To potrjujejo tudi podatki, ki so jih predstavili Crété in sod. (2001). Po njihovem mnenju je zaradi 10 % manjšega izhlapevanja mogoče zmanjšati potrebe namakanja za približno 15 % v primerjavi s kontrolo.

Vlažnost v sadovnjakih se je povečala z uporabo kristalne in črne mreže (Iglasias in Alegre, 2006). Ti rezultati so bili v skladu s tistimi, o katerih so poročali Crété in sod. (2001), in kažejo na 2–6 % povečanje vlažnosti v primeru uporabe mrež. Avtorji kot posledico uporabe mrež navajajo tudi za 11 % manjše izhlapevanje v juliju in znatno manjšo hitrost vetra, kar je povzročilo tudi zmanjšanje poškodb kože.

3.4 BARVA PLODOV

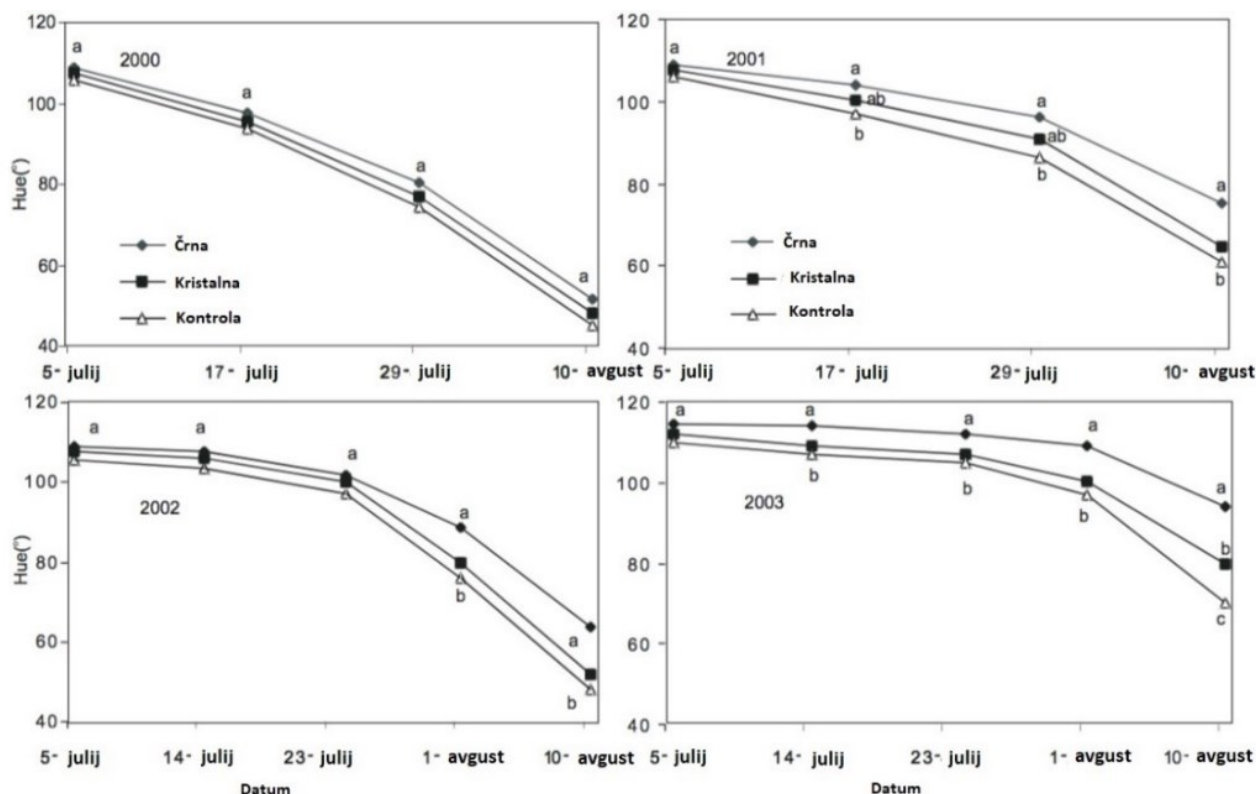
Za konkurenčne trge in potrošnike je atraktivna rdeča barva kože jabolk pomembna in pričakovana lastnost. Intenzivna rdeča obarvanost jabolčne kože je posledica različnih količin antocianinov in flavonolov. V jabolkih so vsi antocianini derivati cianidina. Glavni cianidin glikozid v jabolčni kožici je cianidin-3-galaktozid (Lancaster, 1992). Intenzivnost rdeče barve kože urejajo notranji in različni okoljski dejavniki (Lancaster, 1992), kot so svetloba, temperatura, toplotni stres, napadi patogenov in mehanske poškodbe (Iglesias in sod., 2002). Rdeča barva se pri jabolkih bolje razvija v podnebjju s sončnimi dnevi in hladnimi nočmi v obdobju pred obiranjem (Iglesias in sod., 2002). Količina antocianinov v kožici jabolk je obratno povezana s temperaturo. Zlasti visoke nočne temperature zmanjšujejo kopičenje antocianinov (Iglesias in sod., 1999).

Pri uporabi črne mreže so bile zaznane večje vrednosti barvnega odtenka (h°) (večje vrednosti kažejo na manjšo obarvanost), posledica tega pa je manjša obarvanost plodov glede na kontrolo. Zaradi njihove uporabe pa pride tudi do zakasnitve in zmanjšanja razvoja barve plodov. To bi lahko razložili z manjšo razpoložljivostjo ogljikovih hidratov, potrebnih za biosintezo antocianinov, kar je posledica zmanjšanja razpoložljive svetlobe (Iglasias in Alegre, 2006).

Dobro znano je, da na biosintezo antocianinov v jabolku neposredno vplivata svetloba (Lancaster, 1992) in temperatura (Arakawa, 1991). V zadnjem času poročajo tudi, da je v kožici rdečih sort jabolk več flavonoidnih genov, potrebnih za sintezo antocianinov, ki so odzivni na izpostavljenost svetlobe (Iglasias in Alegre, 2006).

Leta 2003 so bile poletne temperature nenavadno visoke, kar je v primerjavi z leti 2000 in 2002 povzročilo slabo barvo plodov tudi v primeru optimalne izpostavljenosti svetlobi na območju brez mrež. V teh razmerah so visoke temperature in znatno zmanjšanje izpostavljenosti svetlobi zaradi uporabe mrež povzročile veliko zmanjšanje intenzivnosti

barve plodov v primerjavi z drugimi rastnimi dobami. V teh razmerah je celo majhno zmanjšanje izpostavljenosti svetlobi, ki ga je povzročila kristalna mreža, povzročilo slabšo obarvanost plodov v primerjavi s kontrolo. Do tega ni prišlo leta 2000, 2001 in 2002 (slika 6), ko so bile temperature bolj ugodne za razvoj barve (Iglasias in Alegre, 2006).



Slika 6: Vpliv dveh različnih barv mrež na razvoj barve plodov (h°) 'Mondial Gala' v štirih zaporednih letih (Iglasias in Alegre, 2006)

Skupni pridelek, pobran na prvi datum obiranja (velikost >70 mm in >50 % obarvane površine), je pokazal manjše vrednosti barvnega odtenka pri uporabi črne mreže. Tudi v letih, ki so bila bolj ugodna za razvoj plodov (npr. leto 2000), je črna mreža vplivala na zmanjšanje obarvanosti plodov (Iglasias in Alegre, 2006).

Intenzivnost osvetlitve je vplivala na razvoj rdeče barve pri plodovih. Barvna koordinata CIE a^* , katere večja vrednost označuje več rdeče barve, je bila najmanjša pri obravnavanju pod protitočnimi mrežami brez odsevne folije, vendar ni bila vedno statistično značilna. Največje vrednosti so bile izmerjene na plodovih, kjer so bila tla sadovnjaka prekrita z odsevno folijo. To pomeni, da je odsevna folija povzročila bolj intenzivno rdečo obarvanost plodov v primerjavi s plodovi pod protitočnimi mrežami. Pokritje tal sadovnjaka s folijo pod mrežo je povečalo intenzivnost rdeče barve in v času obiranja je skoraj dosegalo vrednosti, podobne tistim v kontroli (Jakopič in sod., 2007).

V raziskavi, ki so jo naredili Jakopič in sod. (2009), ni bilo interakcije med položajem plodov v krošnji in pokritjem sadovnjaka s protitočno mrežo v smislu obarvanosti plodov. Edine statistično značilne razlike so opazili med plodovi v notranjosti krošnje in plodovi v drugih delih krošnje. Razlik med zunanjimi plodovi in plodovi na vrhu drevesa niso opazili. Plodovi iz zunanjih delov in na vrhu krošnje so bili temneje (manjša L^* vrednost), manj rumeno (manjša b^*) in rdeče (večja vrednost a^*) obarvani kot plodovi iz notranjih delov drevesne krošnje.

Pri jabolkih 'Gala' so imeli plodovi, ki so jih pridelali v sadovnjakih, v katerih so bila tla prekrita z odsevno folijo, večji odstotek rdeče barve kot pa plodovi z dreves, pod katerimi ni bilo odsevne folije. To bi lahko bila metoda, s katero bi dosegli bolj intenzivno rdečo obarvanost kože (Layne in sod., 2002).

Lancaster in sod. (1997) so ugotovili, da je povečanje temne kože verjetno posledica povečane koncentracije antocianinov zaradi večjega deleža temnejših rdečih vakuol, večjih vakuol in več plasti rdečih celic.

3.4.1 Vpliv na posamezne antocianine v kožici plodov

Antocianini so skupina polifenolov, ki so odgovorni za barvno raznolikost cvetov in sadežev, od rumene, oranžne, rdeče, roza do modre. V primerjavi s sintetičnimi barvili so nestabilni, kar predstavlja glavni problem pri njihovi uporabi in se lahko pokaže kot sprememba barve med predelavo in skladiščenjem (Tunde, 2009).

Večji delež antocianinov v jabolku predstavlja cianidin-3-galaktozid. Njegova vsebnost je bila 92 % (na prvi datum vzorčenja) do 98 % (v času obiranja) vseh antocianinov. Vsebnost antocianinov se je med dozorevanjem povečala, ugotovitev pa je sovpadala s študijo Gomez-Cordove in sod. (1996). Potencial za akumulacijo antocianinov se pojavi med sredino in koncem rastne dobe v številnih sortah, vsebnost pa nenehno narašča med razvojem plodov, zlasti v dveh tednih pred datumom obiranja (Iglesias in sod., 1999).

V sadovnjaku, prekritem z odsevno folijo, je bila v plodu večja količina cianidin-3-galaktozida kot v kontrolnem obravnavanju. Pri obravnavanju pod protitočno mrežo brez odsevne folije so bile količine manjše kot v kontrolnem obravnavanju. Dva tedna po pokritju tal, je bil učinek odsevne folije viden pri povečanju vsebnosti cianidin-galaktozida in je bil prisoten do časa obiranja. Ob obiranju je bila vsebnost vseh antocianinov večja pri obravnavanju pod protitočnimi mrežami, ko so bila drevesa obdana z odsevno folijo (Jakopič in sod., 2007). Ugotovitve so bile v skladu z ugotovitvami Ju in sod. (1999), ki poročajo, da pokrivanje tal sadovnjakov s folijo spodbuja akumulacijo antocianinov.

3.4.2 Vsebnost klorofila in karotenoidov

Karotenoidi imajo dolge molekule z veliko dvojnimi vezmi, ki si izmenično sledijo. Delimo jih na dve podskupini: karotene, ki so sestavljeni le iz atomov ogljika in vodika, ter ksantofile, ki vsebujejo tudi atome kisika. Odgovorni so za rumeno, oranžno in rdečkasto obarvanje različnih plodov. Kot pomožna fotosintezna barvila so prisotni tudi v vseh zelenih delih rastlin, vendar jih prekriva klorofil. Za zeleno obarvanje listov rastlin so odgovorni klorofili. Ti spadajo med derivate pirola v podskupino tetrapirolov. Kot glavna fotosintezna barvila za absorpcijo svetlobe omogočajo proces fotosinteze (Vrtačnik in sod., 2014).

Vsebnosti klorofila a, klorofila b in karotenoidov ($\mu\text{g mm}^{-2}$) kožici jabolka so predstavljene v preglednici 2. V koncentracijah teh snovi ni bilo opaziti vpliva položaja plodov v krošnji oz. pokritosti s protitočnimi mrežami. Izjema je bila vsebnost klorofila a, ki je bila večja pod protitočno mrežo (Jakopič in sod., 2009).

Preglednica 2: Vsebnosti klorofila a in b ter karotenoidov v kožici jabolka na različnih delih drevesa, ki raste pod protitočnimi mrežami ali na prostem; medsebojni vplivi med obravnavanji v času obiranja v letu 2007 (Jakopič in sod., 2009)

	Kontrola			Protitočna mreža			p-vrednost		
	Zunanji	Notranji	Na vrhu	Zunanji	Notranji	Na vrhu	Uporaba mrež	Položaj	Interakcija
Klorofil a	3,5±0,7	3,3±0,4	2,7±0,1	3,8±0,4	4,0±0,4	4,0±0,2	0,0245	n.s.	n.s.
Klorofil b	5,1±1,2	4,8±0,7	3,8±0,3	5,1±0,4	5,1±0,4	4,5±0,3	n.s.	n.s.	n.s.
Karotenoidi	1,1±0,1	1,0±0,1	0,9±0,2	1,6±0,4	1,1±0,1	1,2±0,1	n.s.	n.s.	n.s.

3.5 VPLIV NA PRIMARNE METABOLITE

Med primarne metabolite uvrščamo aminokislino, beljakovine, lipide ali maščobe in ogljikove hidrate. Prisotni so v vseh tkivih organizmov, ki jih nujno potrebujejo za svoje fiziološke procese. Ogljikovi hidrati predstavljajo glavni vir energije za vse žive organizme. Celice jih potrebujejo za normalno delovanje in so tudi sestavni del mnogih kompleksnejših organskih spojin. Delimo jih na monosaharide, disaharide in polisaharide. Med najbolj znane disaharide spada saharoza, ki je sestavljena iz dveh monosaharidnih enot, in sicer iz fruktoze in glukoze (Tišler, 2013).

Jakopič in sod. (2007) so preučevali vpliv odsevne folije in protitočne mreže na posamezne sladkorje (glukozo, saharozo, fruktozo in sorbitol) in organske kisline (citronsko, jabolčno, fumarno in šikimsko kislino) v času obiranja. Vsota posameznih sladkorjev kot tudi skupna vsebnost organskih kislin je bila večja pri kontroli. Pokritje tal sadovnjaka z odsevno folijo je vplivalo na zmanjšanje skupne vsebnosti sladkorja in organskih kislin v obravnavanju tako pod protitočnimi mrežami kot tudi izven njih. Fruktoza kot glavni ogljikov hidrat v jabolku

'Fuji' je pokazala podoben odziv kot jabolčna in citronska kislina, vpliv drugih posameznih sladkorjev in organskih kislin pa je bil drugačen.

3.6 VSEBNOST FENOLNIH SPOJIN

Fenolne spojine so sekundarni metaboliti, ki nastanejo iz primarnih metabolitov in so prisotni v vseh rastlinah. Fenolne spojine so zelo raznolika skupina, ki zajema spojine z aromatskim obročem in vsaj eno ali več hidroksilnih skupin direktno vezanih na aromatski obroč. V naravi so običajne spojine z več -OH skupinami, zato se je zanje uveljavilo tudi drugo ime – polifenoli. Polifenoli se v rastlinah redko pojavljajo prosti, največkrat so vezani na sladkorje (Donko, 1995). Med fenolne spojine prištevamo tudi antocianine, ki smo jih zaradi njihovega pomena za barvo podrobneje opisali že pri barvi plodov.

Vsebnosti različnih razredov flavonoidov ter posameznih (katehinov, klorogenske kisline) in skupnih fenolov so različne v plodovih zunaj, znotraj in na vrhu krošnje, ki rastejo pod protitočno mrežo in na prostem. Med položajem plodov v krošnji drevesa in pokritjem sadovnjaka s protitočno mrežo ni bilo nobenih interakcij, razen pri kvercetin 3-glukozidu (Jakopič in sod., 2009).

Vsebnost skupnih fenolov v kožici plodov se je spreminjala od 1,68 g kg⁻¹ sveže mase za nepokrite plodove znotraj krošnje do 3,25 g kg⁻¹ sveže mase za plodove na vrhu drevesa pod protitočno mrežo. Opazen je bil jasen vpliv položaja plodov v drevesni krošnji na vsebnost skupnih fenolov. Te vrednosti so bile manjše za notranje plodove kot za zunanje plodove in plodove na vrhu krošnje, to pa ni povezano s pokritostjo sadovnjaka z mrežami (Jakopič in sod., 2009).

Skupna količina kvercetin glikozidov je bila večja pri plodovih na zunanem kot pri plodovih na notranjem delu krošnje, najvišja pa je bila pri plodovih na vrhu. Razlike med plodovi na zunanem delu in na vrhu niso bile statistično značilne. Enak odziv so opazili pri vseh posameznih kvercetinskih glikozidih. Protitočna mreža je vplivala na povečanje vsebnosti kvercetin glikozidov (Jakopič in sod., 2009)

3.7 BUJNOST DREVESA

Bujnost drevesa je bila določena na podlagi meritev površine preseka debla (TCSA), ki so bile opravljene 20 cm nad cepljenim mestom, izmerjene pa so bile na začetku poskusa in vsako leto v zimskem času (Iglasias in Alegre, 2006).

Na koncu prve rastne dobe (2000) niso opazili nobenih razlik med obravnavanji po namestitvi mrež. Letne meritve TCSA so pokazale večje vrednosti za drevesa pod črno mrežo v letih 2002 in 2003 (preglednica 3). Poleg tega je bila letna rast poganjkov v vseh sezonah bistveno

večja, če so uporabljali črno mrežo v primerjavi s kristalno mrežo in kontrolo (Iglesias in Alegre, 2006).

Preglednica 3: Učinek dveh različnih barvnih mrež na bujnost drevesa (Iglesias in Alegre, 2006)

Obravnavanje	TCSA (cm ²)				
	1999	2000	2001	2002	2003
Črna	33,9	43,2	48,6	55,6	63,8
Kristalna	35,0	41,9	45,3	51,3	57,9
Kontrola	35,2	40,3	44,1	50,2	56,1
Statistično značilno (P)	0,353	0,080	0,031	0,009	0,001

Poskus v topli regiji s sončnimi dnevi in visoko stopnjo sevanja je pokazal, da razpoložljivost svetlobe v večjem delu poletja tudi pod črnimi mrežami ni bila zmanjšana. V hladnih regijah severnoevropskih držav temu ni tako, zato je večjo bujnost mogoče pojasniti z učinkom senčenja (črna mreža), ki privede do znatnega zmanjšanja sevanja, ki je doseglo drevesa, in s tem tudi evapotranspiracije. To je povzročilo zmanjšanje vodnega stresa za rastline, povečanje fotosinteze in povečano razpoložljivost ogljikovih hidratov. Zmanjšanje stresa je tudi posledica zmanjšanja najvišjih temperatur in povečanja vlažnosti sadovnjakov zaradi uporabe mrež. V teh razmerah navajajo, da je to zmanjšanje bolj pomembno kot zmanjšanje fotosinteze, ki ga povzroči prestrazanje sevanja s strani mrež (Iglesias in Alegre, 2006).

3.8 VPLIV NA ZRELOST PLODOV

Uporaba mrež ni bistveno vplivala na velikost plodov, maso plodov in trdoto plodov (Iglesias in Alegre, 2006).

Gindaba in Wand (2005, cit. po Iglesias in Alegre, 2006) sta poročala o zmanjšani fotosintezi zaradi protitočne mreže, kar je povzročilo zmanjšanje velikosti plodov na jablanah 'Royal Gala' in 'Cripps Pink'.

Vsebnost topne suhe snovi v plodovih se je pri uporabi črne mreže zmanjšala (Iglesias in Alegre, 2006). Ti rezultati se skladajo s tistimi, o katerih so poročali Crété in sod. (2001), ter potrjujejo, da senčenje zmanjša vsebnost topnih suhih snovi v plodu, kar pa zakasni zorenje. V vzhodni Sloveniji so Jakopič in sod. (2007) merili trdoto mesa in koncentracijo topne suhe snovi in prišli do podobnih rezultatov. V njihovem primeru je bila koncentracija topne suhe snovi manjša v plodovih, ki so rasli v sadovnjaku, pokritem z odsevno folijo pod protitočnimi mrežami, v primerjavi z drugimi obravnavanji.

V nasprotju pa je boljša izpostavljenost listov svetlobi povezana z večjo vsebnostjo sladkorjev (Dussi in sod., 2005).

3.9 SONČNI OŽIGI

Uporaba mrež je pozitivno vplivala na zmanjšanje števila plodov, na katerih so se pojavili sončni ožigi, čeprav 'Mondial Gala' ni tako občutljiva sorta za to motnjo kot sorta 'Fuji' ali 'Granny Smith' (Carbó in sod., 2004). Zaradi uporabe mrež, zlasti črne mreže, so se zmanjšali sončni ožigi, vendar pa se je zmanjšala tudi intenzivnost barve plodov pri sortah 'Zlati delišes', 'Gala', 'Granny Smith', 'Fuji' in 'Pink Lady' (Dussi in sod., 2005). To je posledica zmanjšanja direktnega sevanja na plod in zmanjšanja temperature plodov pod mrežo. Ta ugotovitev je skladna z večino raziskav, ki izpostavljajo visoke temperature in intenzivno sončno sevanje kot glavne vzroke ožigov pri jabolkih (Yuri in sod., 1998, cit. po Iglesias in Alegre, 2006). Senčenje z mrežami v različnih delih sveta z visokimi temperaturami in intenzivnim sončnim sevanjem se zato uporablja, da bi zmanjšali sončne ožige in povečali kakovost kože jabolk (Dussi in sod., 2005) predvsem na neobarvanih sortah jabolk, kot je 'Zlati delišes' ali 'Granny Smith'.

Mreže niso imele vpliva na pokanje plodov, razen v letu 2003 zaradi nenavadno visokih poletnih temperatur, kar pa je prav tako vplivalo na zmanjšanje obarvanosti plodov. V tej rastni dobi so mreže v primerjavi s kontrolo bistveno zmanjšale število počenih plodov (Iglasias in Alegre, 2006).

3.10 JABLANOV ŠKRLUP

Jablanov škrlup je bolezen jablan, ki jo povzroča gliva *Venturia inaequalis*. Okužuje zelene poganjke, plodove in liste, prezimi pa v odpadnem listju. Spomladi se pojavijo zeleno-črne žametaste okrogle pege, ki so na spodnji strani listov še posebej izrazite. Močno okuženo listje hira in prezgodaj odpade. Cvetni nastavek je za naslednje leto zmanjšan; če listje zaradi številnih peg ne more asimilirati ali odpade, se mladice posledično ne morejo razvijati normalno in les ne dozori. Gliva okužuje tudi plodove, pri katerih razlikujemo zgodnji in pozni škrlup. Zgodnji škrlup okuži mlade plodiče, ki se ne morejo enakomerno debeliti, zato razpokajo. Po navadi prezgodaj odpadejo ali pa zgnijejo. Pri poznem škrlupu so poškodbe zgolj površinske, saj pege ostanejo po navadi majhne, povrhnjica pod njimi pa ne poka. Kvari le videz plodov in trajnost v skladišču (FITO-INFO, 2018).

V Braziliji je potekala raziskava, v kateri je bila povprečna temperatura 18,2 °C, relativna vlažnost 85 % in količina vseh padavin 702 mm v obdobjih 2003/2004 in 2004/2005. Te razmere so bile ugodne za razvoj okužbe s škrlupom, saj zaradi vlažnega zmernega podnebja in pogostega deževja zlasti spomladi listi in plodovi dolgo ostanejo mokri, zato se okužijo z askosporami, ki povzročajo prve znake škrlupa in sekundarno okužbo s konidiji v dovzetnih sortah 'Royal Gala' in 'Fuji'. Ob teh okoljskih dejavnikih je potrebno 9 do 17 dni (odvisno od temperature), da okužbe začnejo proizvajati nove spore (inkubacijska doba) (Holb in sod., 2003). Interval temperature, v katerem lahko pride do škrlupa na jablanah, je 2 °C–26 °C (Bogo in sod., 2011).

Krivulje razvoja škrlupa pri 'Royal Gala' in 'Fuji' so pokazale podoben potek v obdobjih 2003/2004 in 2004/2005 pri uporabi dveh vrst protitočne mreže (bele in črne) ter v nepokriti kontroli. Vendar sta bila pojav in stopnja intenzivnosti okužbe s škrlupom večja pri uporabi črne protitočne mreže kakor pri uporabi bele mreže ali pri nepokriti kontroli za obe sorti in rastni dobi (Bogo in sod., 2011). Stopnja intenzivnosti okužbe s škrlupom se je v rastni sezoni 2003/04 povečala prej kot v sezoni 2004/05, najverjetneje zaradi večje dnevne povprečne količine padavin (mm), višje temperature in večje relativne vlažnosti. Ti dejavniki, še posebej vlažnost listov, so eden tistih, ki najbolj vplivajo na razvoj škrlupa na jablanah (Xu in Robinson, 2005).

Podatki so pokazali, da ima bela protitočna mreža manjši negativen vpliv na razvoj škrlupa kot črna mreža. Bela protitočna mreža omogoča večjo intenzivnost in kakovost prepuščene svetlobe, nižjo relativno vlažnost in manjšo omočenost listov ter plodov (Solomakhin in Blanke, 2007).

4 SKLEPI

Protitočne mreže se v največji meri uporabljajo za varovanje pridelka pred morebitnimi poškodbami, ki jih lahko povzroči toča. Poleg tega mreže prinašajo tudi druge pozitivne in negativne vplive. Pri prestrezanju sevanja sta črna in kristalna mreža pokazali večje vrednosti kot v kontroli (brez uporabe mrež). Črna in kristalna mreža sta se razlikovali po tem, da je črna mreža prepustila dvakrat več fotosintetsko aktivnega sevanja (PAR) kot kristalna, vendar je bila ta razlika manjša ob oblačnem dnevu. Če je bila v sadovnjaku poleg protitočnih mrež uporabljena tudi odsevna folija, ki je pokrivala tla, je bila vrednost PAR štiri do petkrat večja kot brez nje. V povezavi s prestrezanjem sevanja je bilo ugotovljeno tudi, da je bila temperatura nižja pod mrežami kot izven mreže. V sadovnjaku, pokritem z mrežami, so opazili tudi večjo vlažnost, nižjo temperaturo plodov in manj sončnih ožigov. Pri črni mreži je prišlo do večjega zmanjšanja temperature plodov (do 4 °C), pri kristalni pa za nekoliko manj (do 2,5 °C). Obarvanost plodov je bila manjša pri uporabi črnih protitočnih mrež, razvidne pa so bile pomembne razlike v primerjavi s kontrolo. Če je bila pri tem uporabljena odsevna folija, je le-ta povzročila bolj intenzivno rdečo obarvanost kože plodov v primerjavi z obravnavanji, kjer je bila uporabljena samo mreža. Mreže pa niso imele pomembnega vpliva na vsebnost karotenoidov in klorofilov. Največji delež antocianinov v jabolku predstavlja cianidin-3-galaktozid, njegova vsebnost se povečuje z dozorevanjem plodov. Večja je v plodovih iz sadovnjaka, ki je bil prekrit z odsevno folijo. V času obiranja je količina vseh antocianinov večja pri obravnavanju plodov pod protitočno mrežo in z uporabo odsevne folije. Vsebnost skupnih drugih fenolnih spojin je bila manjša pri plodovih v notranjosti krošnje kot pri plodovih na zunanem in vrhnjem delu krošnje, ne glede na pokritost sadovnjaka z mrežami. Črna protitočna mreža je vplivala tudi na bujnost, saj je imela pozitiven učinek na evapotranspiracijo, kar vodi v zmanjšanje vodnega stresa rastline in posledično v povečanje fotosinteze, ki prispeva k večji bujnosti. Na pokanje plodov mreže niso imele vpliva. Na škrlup, ki je ena od pogostejših bolezni jabolk, so imele mreže negativen vpliv, saj sta bila pojav in stopnja intenzivnosti bolezni večja pri uporabi protitočnih mrež. Bela protitočna mreža ima, za razliko od črne, manjši negativni vpliv na razvoj škrlupa.

5 VIRI

- Ambrož N. 2017. Rešitev proti toči: Mreža je učinkovita, vendar stane.
<https://www.vecer.com/resitev-proti-toci-mreza-je-ucinkovita-vendar-stane-6281085>
(17.7.2018)
- 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 Science*, 56: 763-768
- Bogo A., Trezzi Casa R., Agostineto L., Goncalves M.J., Rufato L. 2012. Effect of hail protection nets on apple scab in 'Royal Gala' and 'Fuji' apple cultivars. *Crop Protection*, 38: 49-52
- Briassoulis D., Mistriotis A., Eleftherakis D. 2007a. Mechanical behaviour and properties of agricultural nets. Part I: Testing methods for agricultural nets. *Polymer Testing*, 26: 822 - 832
- Briassoulis D., Mistriotis 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
- Carbó J., M. Casals, I. Iglesias, J.M. Pagès and J. Bonany, 2004. El golpe de sol en manzano: causas y control. *Actas de las VI Jornadas de Experimentación en Fruticultura. Actas de Horticultura*, 43: 173-177
- Crété X., J.L. Regnard, G. Ferre and C. Tronel, 2001. Effects secondaires et conséquences sur la conduite du verger. *L'arboriculture fruitière*, 553: 51-55
- Donko M. 1995. Antimikrobna aktivnost netreska. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 120 str.
- Dussi M.C., G. Giardina and P. Reeb, 2005. Shade nets effect on canopy light distribution and quality of fruit and spur leaf on apples cv. 'Fuji'. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3, 2: 253-260
- FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin. Ljubljana, Ministerstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava RS.
http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs%5COpisiSkod/vsi/ven_inae.htm
(4.9.2018)
- Gomez-Cordove C., Varela, F., Larrigaudiere, C., Vendrell, M., 1996. Effect of ethephon and seniphos treatments on the anthocyanin composition of starking apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 3449-3452

- Green S.R., McNaughton, K.G., Greer, D.H., McLeod, D.J., 1995. Measurement of the increased PAR and net all-wave radiation absorption by an apple tree caused by applying a reflective ground covering. *Agricultural and Forest Meteorology*, 76: 163–183
- Guerrero V.M., Orozco, J.A., Romo, A., Gardea, A.A., Molina, F.J., Sastre', B., Martinez, J.J., 2002. The effect of hail nets and ethephon on color development of 'Redchief Delicious' apple fruit in the highlands of Chihuahua. *Journal-American Pomological Society*, 56: 132–135
- Hatfield J.L., Prueger J.H. 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10: 4-10
- Holb I.J., Heijne, B., Jeger, M.J., 2003. Summer epidemics of apple scab: the relationship between measurements and their implications for the development of predictive models and threshold levels under different disease control regimes. *Journal of Phytopathology*, 151: 335-343
- Iglesias I., Graell, J., Echeverria, G., Vendrell, M., 1999. Differences in fruit color development, anthocyanin content, yield and quality of seven 'Delicious' apple strains. *Fruit Varieties Journal*, 53: 133–145
- Iglesias I., J. Salvía, L. Torguet and C. Cabús, 2002. Orchard cooling with overtree microsprinkler irrigation to improve fruit colour and quality of 'Topred Delicious' apples. *Scientia Horticulturae*, 93: 39-51
- Iglesias I., J. Salvia, L. Torguet and M. Montserrat, 2005. The evaporative cooling effects of overtree microsprinkler irrigation on 'Mondial Gala' apples. *Scientia Horticulturae*, 103: 267-287
- 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
- Jakopič J., Veberič R., Štampar F. 2007. The effect of reflective foil and hail nets on the lighting, color and anthocyanins of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae*, 115: 40-46
- Jakopič J., Štampar F., Veberič R. 2009. The influence of exposure to light on the phenolic content of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae*, 123: 234-239
- Ju, Z., Duan, Y., Ju, Z., 1999. Effects of covering the orchard floor with reflecting films on pigment accumulation and fruit coloration in 'Fuji' apples. *Scientia Horticulturae*, 82: 47–56
- Lancaster J.E., 1992. Regulation of skin color in apples. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 10: 487–502

- Lancaster J.E., Lister, C.E., Reay, P.F., Triggs, C.M., 1997. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122: 594–598
- Layne D.R., Jiang, Z., Rushing, J.W., 2002. The influence of reflective film and ReTain on red skin coloration and maturity of ‘Gala’ apples. *HortTechnology*, 12: 640–645
- Mad Farmer. 2018. Senčilna mreža za rastlinjake: Zakaj in kako prikriti rastlinjak. <https://sl.madlovesfarms.com/3932-shading-grid-for-greenhouses-why-and-how-to-obscure-greenhouse> (2.8.2018)
- Ponnod. 2014. Rastline in svetloba. <http://www.ponnod.com/baza-znanja/rastline-in-svetloba> (7.8.2018)
- Predikat. Mreža proti toči. <https://www.predikat.si/protitocne-mreze/ZA-TM-046> (2.8.2018)
- Reay P.F., Lancaster, J.E., 2001. Accumulation of anthocyanins and quercetin glycosides in ‘Gala’ and ‘Royal Gala’ apple fruit skin with UV-B-Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. *Scientia Horticulturae*, 90: 57–68
- Saure M.C. 1990. External control of anthocyanin formation in apple. *Scientia Horticulturae*, 42: 181–218
- Sheltermtech India. Agri hail net. <http://www.sheltermtechindia.com/anti-hail-net.html> (2.8.2018)
- Sobotainfo. 2017. Občina bo sofinancirala protitočne mreže. <https://sobotainfo.com/novica/lokalno/obcina-bo-sofinancirala-protitocne-mreze/404152> (2.8.2018)
- Solomakhin A.A., Blanke, M.M., 2007. Overcoming adverse effects of hail nets on fruit quality and microclimate in an apple orchard. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 2625-2637
- Štampar 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: 205–210
- Tartachnyk I., Blanke, M.M., 2002. Effect of mechanically simulated hail on photosynthesis, dark respiration and transpiration of apple leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 48: 169–175
- Tišler M. 2013. *Organska kemija: visokošolski učbenik*. 2. izdaja. Ljubljana, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 543 str.
- Torič M. 2013. *Tehnološka navodila za pridelovanje jabolk*. V: *Opora in protitočna mreža*. Bizjak V (ur.). Ljubljana, Kmetijsko gospodarska zbornica Slovenije: 43-45

Tunde V. 2009. Developing anthocyanin-based products. Doktorsko delo. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 150 str.

Ubi B.E., 2004. External stimulation of anthocyanin biosynthesis in apple fruit. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 2: 65–70

Vetisa. 2018. Zaščitna tkanina/poglede/ograjajo.
<https://www.vetisa.si/index.php?id=1414> (2.8.2018)

Vrtačnik M., Boh Podgornik B., Zmazek B. 2014. *Kemija 3*. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 335 str.

Xu X.M., Robinson, J., 2005. Modeling the effects of wetness duration and fruit maturity on infection of apple fruits of Cox's orange Pippin and two clones of gala by *Venturia inaequalis*. *Plant Pathology*, 54: 347-356

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojemu mentorju, prof. dr. Robertu Veberiču, da me je usmerjal pri nastajanju diplomskega dela in mi popravljaj napake. Zahvaljujem se tudi svoji recenzentki, doc. dr. Jerneji Jakopič za vso pomoč, ki mi jo je nudila pri pisanju.

Zahvaljujem se tudi svojim sorodnikom, zlasti staršem, Anici in Pavletu, ki sta me podpirala in mi nudila vso podporo med celotnim študijem. Omenila bi rada tudi Andrejo Poljak, ki mi je pomagala pri pisanju diplomskega dela.

Prav tako pa se zahvaljujem vsem, ki so mi na kakršen koli način pomagali med študijem in pri pisanju diplomskega dela.