



UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Simona KUZMA

**VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PLODOV
ŽLAHTNE JABLANE (*Malus domestica* Borkh.)**

DIPLOMSKI PROJEKT

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Simona KUZMA

**VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PLODOV ŽLAHTNE
JABLANE (*Malus domestica* Borkh.)**

DIPLOMSKI PROJEKT
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**INFLUENCE OF ANTI-HAIL NETS ON FRUIT QUALITY OF APPLE
TREES (*Malus domestica* Borkh.)**

B. SC. THESIS
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2011

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

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

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Borut BOHANEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: doc. dr. Irena MAČEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 26.9.2011

Diplomski projekt je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega projekta na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je projekt, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identičen tiskani verziji.

Simona KUZMA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	UDK 634.11:551.578.7:631.544(043.2)
KG	žlahtna jabolana/ kakovost plodov/ protitočna mreža/ <i>Malus domestica</i> Borkh.
AV	KUZMA, Simona
SA	VEBERIČ, Robert (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2011
IN	VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PLODOV ŽLAHTNE JABLANE (<i>Malus domestica</i> Borkh.)
TD	Diplomski projekt (Univerzitetni študij – 1.stopnja)
OP	V, 17 str., 2 pregl., 2 sl., 35 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Ekstremni pojavi vremena, med katere spada neurje s točo, predstavljajo vse večjo težavo v sadjarstvu. Povzročajo zmanjšanje pridelka in poslabšanje kakovosti, kar posledično vpliva na prisotnost sadja na tržišču. Poškodovano sadno drevje postane bolj občutljivo na bolezni. Pred izgubo pridelka in velikimi škodami, ki jih povzročajo toča, se lahko učinkovito zavarujemo s protitočnimi mrežami. Poleg tega, da nam toča ne poškoduje pridelka, ima mreža tudi druge vplive. V raziskavah so ugotavljali vpliv na notranjo in zunanjo kakovost plodov, fiziologijo dreves, mikroklimo nasada, ogroženost nasada zaradi ptičev, na pojave zanašanja drifta fitofarmaceutskih sredstev, sposobnost čebel za oprasevanje in na druge dejavnike, ki odločajo o gospodarnosti pridelave. Protitočna mreža bi lahko imela tudi značilen vpliv na obarvanost plodov, saj spremeni osvetlitev dreves in tako vpliva na intenzivnost fotosinteze. S tem vpliva na vsebnost klorofila v listih in kožici plodov, prav tako vpliva na vsebnost antocianov v kožici plodov, s tem pa tudi na obarvanost plodov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1
DC UDC 634.11:551.578.7:631.544(043.2)
CX apples/ fruit quality/ anti-hail nett
AU KUZMA, Simona
AA VEBERIČ, Robert (supervisor)
PP SI-1000, Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2011
TI INFLUENCE OF ANTI-HAIL NETS ON FRUIT QUALITY OF APPLE TREES
(*Malus domestica* Borkh.)
DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO V, 17 p., 2 tab., 2 fig., 35 ref.
LA sl
Al sl/en
AB Agriculture is heavily dependent on weather and climate conditions. One of the biggest problems that producers of fruit are facing in the last few years is the problem with hail. Hail reduces yields and quality of fruit, which affects the presence on the market. When fruit is damaged it becomes more susceptible to different diseases. Fruit producers can protect their yields with anti-hail nets. Not only that hail-net will protect the fruit from hail but it has also other advantages. Studies were made on the impact on internal and external fruit quality, tree physiology, microclimate in the plantation, fruit damage due to birds, the reduced of drift of plant protection products, the ability of bees for pollination, and other factors that determine the efficiency of production. Anti-hail nets could also have a significant effect on the colouring of fruit because they change the lightening of trees, which has an effect on the photosynthesis. All of these affect the concentration of chlorophyll in the leaves and fruit skin and also affect the content of anthocyanins in fruit skin and with this on colour of the fruit.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	II
Key words documentation (KWD)	III
Kazalo vsebine	IV
Kazalo preglednic	V
Kazalo slik	V
1 UVOD	1
2 IZVOR IN BOTANIČNA RAZVRSTITEV ŽLAHTNE JABLANE (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	2
3 KAKOVOST PLODA JABLANE	2
3.1 ZUNANJE LASTNOSTI PLODOV	3
3.1.1 Barva plodov	3
3.2 NOTRANJE LASTNOSTI PLODOV	5
4 PROTITOČNE MREŽE	5
4.1 TOČA	5
4.2 ZAŠČITA PRED TOČO	6
4.3 BARVA IN STRUKTURA PROTITOČNIH MREŽ	7
4.4 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI PROTITOČNEGA SISTEMA	8
4.4.1 Prednosti protitočne mreže	8
4.5 OBARVANOST PLODOV POD MREŽO	9
4.6 OSVETLITEV POD MREŽO	10
5 VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PLODOV	11
6 VPLIVI PROTITOČNIH MREŽ NA MIKROKLIMO NASADA	12
7 SKLEPI	13
8 VIRI	15
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled ocenjene škode na sadju za obdobje 2004-2007 v Sloveniji (Verglez, 2009)	6
Preglednica 2: Primerjava meteoroloških podatkov v mesečnem poročilu za avgust 2008 za meteorološki postaji pod protitočno mrežo in izven nje (Zadravec in sod., 2009)	12

KAZALO SLIK

Slika 1: Skupno letno število na meteoroloških postajah (ARSO) zabeleženih pojavov toče v obdobju 2000-2008 (Sušnik in Pogačar, 2008)	7
Slika 2: Nasad pokrit z mrežo proti toči (Lastnosti ..., 2011)	8

1 UVOD

Kmetijska pridelava je zelo odvisna od vremenskih in klimatskih dejavnikov. Ekstremni pojavi vremena oz. naravne ujme postajajo pri nas in po svetu vedno večja nadloga. V sadjarstvu povzročajo vedno večjo škodo. Med ekstremne pojave vremena spada neurje s točo, ki v sadjarstvu povzroča veliko težav.

Trgovci in potrošniki nimajo razumevanja za težave pri pridelovanju, ki jih povzroča vreme, saj so vedno bolj osveščeni in zahtevni glede kakovosti sadja. Sadja, ki ima le majhno poškodbo od toče, ni več mogoče prodati. Pridelke lahko zavarujemo pri zavarovalnici, vendar pa nam kljub velikim stroškom zavarovanja, vrednosti pridelka v celoti nihče ne more povrniti. Pomemben dejavnik je tudi izguba položaja na trgu, če trgovcu ne moremo dobaviti dogovorjenih količin sadja.

Zaradi tega, da bi zaščitili pridelek pred poškodbami zaradi toče, so sadjarji v zadnjem desetletju začeli v veliki meri uporabljati protitočne mreže. V Sloveniji so se pričele intenzivneje uporabljati konec 90. let prejšnjega stoletja. S tem si sadjarji zagotovijo konstantno prisotnost na tržišču ter jim omogočijo, da ob zmanjšani ponudbi dosežejo višje cene.

V Sloveniji imamo 5277 ha neto zemljišč sadovnjakov. Prevladujejo nasadi jablan z 2877 ha. Z mrežo proti toči imamo pokritih približno 12 % jablanovih nasadov (Štampar, 2008).

Protitočne mreže imajo lahko določen pozitiven ali negativen vpliv na kakovost plodov ter posredno tudi na sposobnost skladiščenja.

Namen diplomskega projekta je bil ugotoviti, kako vpliva protitočna mreža na kakovost plodov pri jablani. Zanimalo nas je, kakšen vpliv ima protitočna mreža na notranjo in zunanjo kakovost plodov ter kakšen vpliv ima zmanjšanje osvetlitve pod protitočno mrežo.

2 IZVOR IN BOTANIČNA RAZVRSTITEV ŽLAHTNE JABLANE (*Malus domestica* Borkh.)

Žlahtna jabolana (*Malus domestica* Borkh.) je medvrstni križanec. Domovina žlahtne jabolane je verjetno Kavkaz ali širše območje osrednje Azije. Kot verjeten prednik žlahtne jabolane velja *Malus sieversii* Lindley, poleg te vrste je na njen razvoj predvidoma vplivala še kavkaška jabolana (*Malus orientalis* Uglitzk.). S spontanim križanjem in mutacijami so se znotraj žlahtne jabolane pojavili sejanci, ki so jih ljudje že v kameni dobi nabirali in presadili v bližino svojih prebivališč. Razvoj cepljenja, ki so ga poznali že nekaj sto let pred našim štetjem, pomeni tudi razmnoževanje sort. Žlahtno jabolano so v Evropo zanesli Rimljani in druga seleča se ljudstva. Jabolana je samoneoplodna sadna vrsta, zato sadimo vsaj dve ali tri sorte, ki se med seboj dobro oprasujejo in cvetijo ob istem času. Za slabe oprasovalne sorte veljajo triploidne sorte, ki imajo slabo kaljiv cvetni prah, ter sorte, ki so si med seboj v sorodu (Štampar in sod., 2005).

Najbolje uspeva na zmerno kislih (pH 5,5-6,5) in zmerno vlažnih tleh s hranili in humusom bogatih tleh. Na lahkih tleh uspevajo le z namakanjem. Preveč apnena tla jabolani ne ustrezajo.

Botaniki uvrščajo jabolane v družino rožnic (Rosaceae), poddružino Pomoidae in rod *Malus* (Sancin, 1988, cit. po Klein, 2000).

3 KAKOVOST PLODA JABLANE

Kakovost sadja v Sloveniji je določena s Pravilnikom o kakovosti sadja, vrtnin in gob (Ur. List RS, št. 22/2004). Z njim so predpisani minimalni kakovostni pogoji, ki jih mora izpolnjevati sadje, namenjeno za svežo porabo. Ti so: biti mora zrelo, sveže, ne sme biti umazano, vlažno ali nagnito, ne sme vsebovati ostankov sredstev za varstvo rastlin v količinah, ki so večje od dovoljenih, ne sme imeti tujega ali neprijetnega okusa in vonja ter ne sme vsebovati tujih primesi, ne sme biti razpokano, obtolčeno ali poškodovano zaradi bolezni in škodljivcev, če ni v pravilniku za sadje posameznih vrst in razredov določeno drugače (Gvozdenović, 1989, cit. po Klein, 2000).

Pojem kakovosti pomeni stopnjo odličnosti nekega pridelka in njegovo primernost za določen namen. Kakovost pridelka obsega senzorične lastnosti (videz, aroma, tekstura, okus), hranilno vrednost, kemijske sestavine, mehanske lastnosti in funkcionalne lastnosti (Abbott, 1999).

Ocenjevalni standardi temeljijo predvsem na velikosti plodov in čim večjem deležu pokrovne barve. Dobro obarvan plod ni prijeten le na pogled, temveč je tudi pokazatelj dobre jedilne kakovosti in hranilne vrednosti (Hohn, 1990). Kakovost ploda je odvisna od notranjih in zunanjih lastnosti ploda.

3.1 ZUNANJE LASTNOSTI PLODOV

Pri ocenjevanju zunanjih lastnosti ploda se v glavnem določa velikost, oblika in barva kože.

Velikost plodov je sortna značilnost. Vendar pa lahko s primernimi agrotehničnimi ukrepi in pod vplivom ugodnih zunanjih dejavnikov pridelamo precej debelejšje plodove od njihove optimalne in sortno značilne velikosti.

Velikost plodov izražamo z maso plodov ali njihovim premerom. Plod je lahko droben (pod 40 mm premera), srednje droben (40-60 mm), srednje debel (60-80 mm), debel (80-100 mm) ali zelo debel (nad 100 mm). Plodovi jablan so zelo različnih oblik, posamezne sorte so bolj ali manj izenačene. Podnebne razmere in vreme močno vplivajo na obliko jabolka, ta je odvisna od števila semen, ki jih vsebujejo (Viršček Marn in Stopar, 1998).

3.1.1 Barva plodov

Razvoj barve je odvisen od mnogih dejavnikov. Najpomembnejši so sorta, tehnologija pridelave (prehrana z minerali, ovesek, podlaga, rez, rastni regulatorji), dejavniki v času obiranja (zrelost, položaj na drevesu), skladiščenje (temperatura, atmosfera, vlaga, trajanje skladiščenja) in klimatske razmere. Med slednje spadajo svetloba, temperatura in vlažnost. Ti dejavniki imajo močan vpliv na vsebnost barvil v plodovih (Awad in sod., 2001).

Barvo ploda delimo na osnovno in pokrovno ali krovno barvo kože. Nekatere sorte nimajo pokrovne barve.

Barva plodov, predvsem delež pokrovne barve, je močno odvisen od podnebja, vremena, temperaturnih razlik med dnevom in nočjo, podlage, starosti drevesa, načina gnojenja, gojitvene oblike, oskrbe, pridelka in osončenosti plodu v krošnji (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Barva jabolka je zelo pomembna v fazi pridelave in še posebno pri prodaji. Barva plodov je zanesljiv pokazatelj kakovosti plodov, saj je v tesni povezavi z notranjo kakovostjo plodov. Na vidno dojetje barve ne vplivajo samo absolutne koncentracije posameznih pigmentov v lupini plodov, ampak dimenzije vakuol ter razporeditev in velikost celic v lupini jabolka. Končna zaznava barve je posledica vizualnega mešanja vseh naštetih dejavnikov (Lancaster in sod., 1994).

Osnovna zelena barva lupine jabolka izhaja iz pigmentov klorofila, od katerih je največ klorofila a in b, ki sta v razmerju 3:1. Med zorenjem zelena barva prehaja v rumeno, kar je posledica nastanka karotenoidov (Hribar, 1989). Asimilacijski pigmenti (klorofili in karotenoidi) so vsi pigmenti, ki sodelujejo pri absorpciji, prenosu in pretvorbi energije fotosintezno aktivnega sevanja za potrebe asimilacije CO₂, to je njegove fotosintezne

redukcije. Nameščeni so na tilakoidnih membranah kloroplasta. Sestavna dela vsakega fotosistema sta antenski kompleks, ki služi lovljenju svetlobe, in reakcijski center, v katerem poteka fotokemično delo. Klorofil absorbira modro (430 nm) in rdečo (660 nm) svetlobo, večina zelene se reflektira in da rastlinam značilno zeleno barvo (Taiz in Zeiger, 2002). Posledica različne kemijske strukture pri različnih asimilacijskih pigmentih so tudi razlike v absorpciji svetlobe. Vrhovi v absorpcijskem spektru predstavljajo absorpcijske maksimume posameznih barvil in so za njih karakteristični (Vodnik, 2001).

Z dozorevanjem rdečega sadja se tvori rdeča barva kože. Zmanjševanje zelene barve je povezano z razgradnjo klorofila, rdeča obarvanost plodov pa se pojavi s kopičenjem antocianov (Macheix in sod., 1990).

Fenolne snovi so sekundarni metaboliti, ki določajo zunanje in notranje parametre kakovosti, kot so barva, okus in aroma, ter sodelujejo pri obrambi pred ultravijoličnimi žarki in pred boleznimi. Vsebnost fenolnih snovi je v nezrelem sadju bistveno večja kot v zrelem (Veberič in sod., 2005). Fenolne spojine imenujemo vse tiste spojine, ki imajo najmanj en aromatski obroč ali najmanj eno ali več hidroksilnih funkcionalnih spojin (-OH). V naravi so običajne spojine z več -OH skupinami, zato se je zanje uveljavilo ime polifenoli (Abram in Simčič, 1997). V plodovih sadja so najpomembnejši naslednji fenoli: katehini, proantocianidini, antocianidi, flavonoidi in dihidrohalkoni. Flavonoidi so najbolj zastopana, široka in raznovrstna skupina polifenolov v sadju. Količinsko so v sadju najbolj zastopani antociani, flavonoli in flavan-3-oli (Macheix in sod., 1990).

Barvila nastajajo med dozorevanjem plodov, največ pa med polno zrelostjo. Biosinteza antocianov se pojavi v dveh vrhovih. Antociani se najprej kopičijo med zgodnjo vegetacijo, v fazi razvoja plodičev, ko se celice intenzivno delijo. V tem času se pri rdeče in tudi pri nekaterih nerdeče obarvanih sortah pojavljajo antociani. Prvi fazi intenzivnega nastajanja antocianov sledi obdobje, v katerem se koncentracija antocianov zniža, včasih celo popolnoma izginejo. Dolžino tega obdobja določa prisotnost rastnih regulatorjev, giberelinov. Sledi faza zorenja. Akumulacija antocianov se pojavi samo pri rdeče obarvanih sortah. Na akumulacijo antocianov v tej fazi imajo velik vpliv okoljski dejavniki, kot so svetloba, temperatura, vročinski in mrzli stres, napadi različnih patogenov in mehanske poškodbe, dušik, kalij, bor, fosfor, kalcij in druga hranila, pH tal, količina vode v tleh in poškodbe rastlin (Ubi in sod., 2006; Veberič in sod., 2007).

Svetloba je zelo pomembna za povečanje vsebnosti antocianov, preko fotosinteze, ki je vir ogljikovih atomov (Macheix in sod., 1990). Manj ko je svetlobe, ki prispe do drevesnih krošenj, manjša je fotosinteza in s tem manj ogljikovih hidratov, potrebnih za sintezo antocianov, ter posledično slabša obarvanost plodov (Ubi in sod., 2006).

Nizke temperature med dozorevanjem imajo pozitivni učinek na kopičenje antocianov v jablanah. Pomembna je tudi razlika med dnevno in nočno temperaturo. Optimalna dnevna

temperatura za kopičenje antocianov je med 15 in 25 °C, nočna pa med 10 in 20 °C. Razlika med dnevno in nočno temperaturo naj ne bi bila večja od 10 °C (Macheix in sod., 1990).

3.2 NOTRANJE LASTNOSTI PLODOV

Notranje lastnosti kakovosti plodov so odvisne od kemičnih in fizikalnih lastnosti mesa ploda (Gliha, 1978, cit. po Klein, 2000).

Glavna sestavina plodov jabolane je voda, ki predstavlja 85 % mase ploda pri jabolani. Suho snov sestavljajo ogljikovi hidrati, od teh so večinoma sladkorji, ki predstavljajo 13 % vse suhe snovi. Prevladujoči sladkorji so fruktoza, saharoza, glukoza in sorbitol. V primerjavi s sladkorji je vsebnost beljakovin in mineralov zanemarljiva. V plodovih jabolani je količina skupnih kislin 940 mg/100 g, od tega je vsebnost jabolčne kisline največja (890 mg/100 g), nekaj je tudi citronske kisline (50 mg/100 g) (Štampar in sod., 2009).

Fenolne snovi so sekundarni metaboliti, ki določajo zunanje in notranje parametre kakovosti, kot so barva, okus in aroma, ter sodelujejo pri obrambi pred ultravijoličnimi žarki in pred boleznimi. Vsebnost fenolov je lahko precej različna med tkivi ali med organi. Ugotovljeno je bilo, da zunanja tkiva plodov ali semen vsebujejo bistveno večje vsebnosti fenolov v primerjavi z notranjostjo plodov. Kot primer navajajo, da lahko lupina jabolka vsebuje tudi do 100 krat večje vsebnosti nekaterih fenolov v primerjavi s pulpo (Veberič in sod., 2005). Fenolne snovi so vključene v fiziološke procese rasti in razvoja sadnih rastlin, določajo pa tudi različne lastnosti plodov med zorenjem in skladiščenjem. Vsebnost fenolnih snovi se med rastjo rastlin in zorenjem značilno spreminja (Usenik in sod., 2004).

4 PROTITOČNE MREŽE

4.1 TOČA

Toča je oblika padavin, ki si jo sadjarji najmanj želijo. Nastane ob nenadnih vdorih hladnega zraka, ki so v naših okoljskih razmerah pogosti konec pomladi, poleti in celo v začetku jeseni (Štampar in sod., 2009). V primeru toče je pridelek lahko popolnoma uničen, škoda pa lahko vpliva tudi na letino v naslednjih letih. Za red in kakovosten pridelek mora biti pridelava čim manj odvisna od vremenskih razmer. Sadje z najmanjšimi poškodbami uvrščamo v nižji kakovostni razred, če so poškodbe večje, pa je tako sadje primerno samo še za predelavo, kar je sadjarju v veliko škodo.

Preglednica 1: Pregled ocenjene škode na sadju za obdobje 2004-2007 v Sloveniji (Verglez, 2009)

		2004	2005	2006	2007
Sadje	poškodovana površina v ha	1.524	2.435	1.516	956
	ocenjena škoda v eur	14.044.984	26.065.233	10.787.463	4.718.154

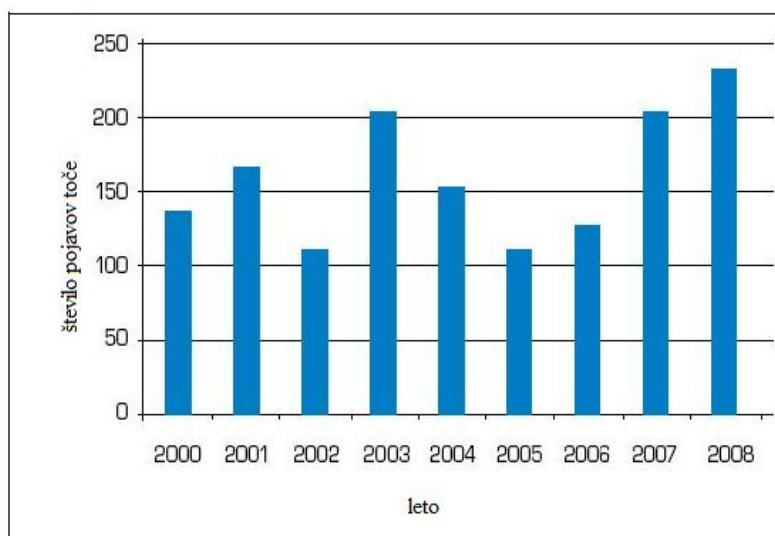
Iz preglednice 1 je razvidno, da je ocenjena škoda na sadju zelo velika in se v letih od 2004 do 2007 giblje med 4.718.154 in 26.065.233. Najvišje ocenjena škoda na sadju je bila v letu 2005, ko je bila poškodovana tudi največja površina, najnižja pa v letu 2007.

4.2 ZAŠČITA PRED TOČO

V nasadih je potrebno zagotoviti takšno tehnologijo, ki čim bolj izniči negativne vplive na količino in kakovost pridelanega sadja.

Mreže za zaščito pred točo so pomemben in nujen sestavni del sodobne pridelave sadja. Slabost sistemov protitočne zaščite je stroškovna intenzivnost. Začetna investicija znaša okrog 10 tisoč EUR/ha, potrebnih je več delovnih ur. Dodatna delovna obremenitev znaša 20 do 30 delovnih ur na leto (Pfeiffer in Jankovič, 2004). Začetna investicija se v krajih, kjer povprečno vsaj enkrat letno pade toča, povrne v nekaj letih.

Po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) vidimo, da je bilo poleti leta 2008 veliko dni s točo. Na sliki 1 vidimo primerjavo s preteklimi leti. Po številu zabeleženih pojavov toče jih je bilo v letu 2008 največ, sledita pa leto 2007 in 2003, ko je bilo pojavov s točo nekoliko manj (cit. po Sušnik in Pogačar, 2008).



Slika 1: Skupno letno število na meteoroloških postajah (ARSO) zabeleženih pojavov toče v obdobju 2000-2008 (cit. po Sušnik in Pogačar, 2008)

4.3 BARVA IN STRUKTURA PROTITOČNIH MREŽ

Poznamo različne tipe protitočnih mrež, vendar je vsem skupno, da v določenem deležu blokirajo prepustnost za svetlobo. Vsem tipom protitočnih mrež so skupne naslednje točke: zaščita investicije, varovanje pridelka, zmanjšanje trajnih škod na gojenih rastlinah, zmanjšanje nevarnosti izmenične rodnosti zaradi poškodb toče, zmanjšanje sončnih ožigov v vročih letih, zaščita pred ptiči in insekti, zmanjšan vpliv vetra, povečana stabilnost opore drevesom s prečno povezavo stebrov, neodvisnost od zavarovalnic, neprekinjena oskrba trga z najboljšo kakovostjo, ohranjanje deleža prodaje na trgu, izboljšanje tržnega deleža v letih s točo (Protitočni ..., 2011).

Na tržišču je na voljo več tipov protitočnih mrež, ki se med seboj razlikujejo predvsem po barvi. Obstajajo naslednji tipi mrež: bele-kristalne, črne, sive, rdeče in še druge barve protitočnih mrež. Različni tipi protitočnih mrež različno močno ovirajo prehod svetlobe skozi mrežo in imajo različno dolgo življenjsko dobo. Za vse mreže velja, da UV-žarki pospešijo njihovo staranje. Ta pojav lahko preprečimo tako, da nitim iz umetnih snovi dodajamo dodatke. Dodatki, ki so na razpolago (npr. saje), pobarvajo umetno maso črno, kar pa v primerjavi z belimi mrežami povzroči dvakrat močnejšo osenčenje. Vsepovsod drugod, razen v ekstremnih severnih legah, se priporoča črne mreže, ki imajo življenjsko dobo 25 let in prepustnost svetlobe 80 %. Bele mreže prepuščajo nekaj več svetlobe 86 %, vendar je ob enaki nabavni ceni življenjska doba več kot pol manjša (Dobaja, 2005).

Struktura protitočnih mrež vpliva na različno prepustnost svetlobe. Kristalna protitočna mreža ima največjo velikost zanke (3 x 9 mm), sledi siva (2,8 x 6,9 mm), najmanjšo velikost zanke ima črna protitočna mreža (2,5-3 x 6,5 mm) (Blanke, 2007).

4.4 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI PROTITOČNEGA SISTEMA

Protitočni sistem je sestavljen iz betonskih ali lesenih stebrov. Navadno so dolžine 4 m in premerov znotraj nasada 7 x 7 cm do 7 x 8 cm, po obodu nasada pa najmanj 9 x 9 cm. Zelo pomembno je število žic v stebrih. Pri notranjih stebrih je število vsaj 4 x 3 žice (pletence), pri zunanjih pa vsaj 6 x 3 žice. Betonski stebri imajo v zadnjem času veliko prednost. Stebri se postavljajo na 8 do 10 m, tako da stroškovno ni bistvene razlike med standardno oporo z nižjimi stebri, ki morajo sicer biti postavljeni bolj na gosto. Sidra so poleg stebrov glavni nosilni element celega sistema, zato morajo biti primerne nosilnosti. Običajno so kovinska. Vsak steber ima posebno kapo za enostavno pričvrščevanje nosilnih žic, ki fiksirajo stebre tako v vzdolžni kot prečni smeri. Ta način povezave daje celemu sistemu posebno veliko stabilnost in omogoča izvedbo prosto visečih mrež, ki bolje ščitijo nasad pred točo, hkrati pa so sile obremenitve sistema v primeru toče enakomerno porazdeljene po celotni konstrukciji. Mrežo je potrebno vsako leto po koncu sezone zložiti, spomladi pa ponovno razpeti. V zimskem času mora biti zložena mreža povezana, da se zaradi vetra in snega ne poškoduje (Lastnosti ..., 2011).



Slika 2: Nasad pokrit z mrežo proti toči (Lastnosti ..., 2011)

4.4.1 Prednosti protitočne mreže

Protitočne mreže imajo še nekaj dodatnih dobrih lastnosti. Zmanjšajo namreč moč vetra in s tem zmanjšajo odpadanje nezrelih sadežev, zaščitijo deloma pred škodo, ki jo povzročajo ptiči, manjše so temperaturne spremembe med dnevom in nočjo, enotna in močnejša je rast, zaščitijo pred poznimi pozebami in zmanjšajo udarjanje dežnih kapelj pri poletnem dežju. Nekaj teh ugotovitev temelji samo na opazovanju in niso rezultat eksperimentov (Klein, 2000).

4.5 OBARVANOST PLODOV POD MREŽO

Barva jabolk je zelo pomembna v pridelovalni fazi in še posebno pri prodaji. Lancaster in sod. (1994) trdijo, da je barva plodov zanesljiv pokazatelj kakovosti plodov, saj je v tesni povezavi z notranjo kakovostjo plodov.

Obarvanost plodov je večinoma genetsko pogojena in odvisna od vremenski razmer. Štampar in sod. (2002) so ugotovili, da so topli septembrski dnevi in hladne noči v letu 1998 bili ugodni za razvoj barve plodov. Obarvanost plodov je bila izven mreže in pod belo mrežo malo boljša v primerjavi s črno mrežo v letu 1998 kot v 2000, vendar je vse to bolj posledica neugodnih vremenskih razmer kot same mreže. Ogroženost od sončnih ožigov je bila manjša, še posebej pod črno mrežo, v povezavi s tem pa se je povečala tudi kvaliteta kože plodov. Zaključili so, da tudi masa in trdota mesa plodov nista pogojeni s pokritostjo nasada.

Leto 2000 je bilo nadpovprečno toplo, od dolgoletnega povprečja je odstopalo za 1 do 3 °C. Padavine so bile časovno in krajevno zelo neenakomerno porazdeljene, na severovzhodu Slovenije je bilo padavin za petino manj od dolgoletnega povprečja. Leto 2000 je bilo značilno po dveh izrednih vremenskih dogodkih: poletni suši in obilnih jesenskih padavinah; suša je povzročila škodo predvsem v kmetijstvu, obilne padavine pa so povzročile materialno škodo. Manj kot 10 % krovne barve je v letu 2000 doseglo 28 % plodov, ki so bili izven mreže ter 46,6 % plodov pod črno mrežo. Delež obarvanosti je bil tako pri drevesih brez mreže kot pri tistih pod belo mrežo večji (Germšek, 2008).

V drugi skupini sort, tj. pri slabše obarvanih sortah s krovno barvo do 50 %, so pri obarvanju plodov dokazali statistično značilno razliko med variantama bele in črne mreže trojnega pletenja. Rezultate so vrednotili na pridelku dreves obranih v enem obiranju. Razlika je bila tudi pri vsebnosti sladkorja, plodovi pod belo mrežo so imeli višjo vsebnost sladkorjev, kot tisti pod črno. Pri trdoti plodov in količini skupnega pridelka med posameznimi obravnavanji ni bilo razlik, pri vsebnostih kislin so ugotovili, da je pod belo mrežo v plodovih nekoliko manj kislin, medtem ko v tretji skupini sort, tj. pri močno obarvanih sortah in klonih, med obarvanostjo plodov ni bilo razlike. Pri vsebnosti sladkorjev je bila v primerjavi bele in črne mreže s tremi nitkami statistično značilna razlika v prid bele mreže. V količini pridelka ni bilo razlik (Germšek, 2008).

Ob upoštevanju vseh opazovanih parametrov lahko za vse tri skupine sort povzamemo, da barva in gostota mreže na trdoto plodov ne vplivata. Najboljši vpliv na vsebnost sladkorja v plodovih je imela bela mreža (statistično značilna razlika v primerjavi s črno mrežo, pleteno s tremi nitkami), tudi vsebnost kislin je pod belo mrežo nekoliko manjša, pri trdoti plodov ob skladiščenju pa ni razlik (Germšek, 2008).

Jakopič in sod. (2009) so proučevali vpliv osvetljenosti jabolk na vsebnost posameznih in skupnih fenolov pri sorti 'Fuji', kot tudi na razvoj barve plodov. Namen študije je bil primerjati vsebnost teh snovi v koži jabolk, ki rastejo v različnih delih krošnje drevesa, pod

protitočno mrežo in izven nje. Osvetlitev jabolok je bila izmerjena v zadnjem mesecu pred obiranjem. Najnižje vrednosti so bile izmerjene pri plodovih, ki so bili v notranjem delu krošnje, višje vrednosti pa so imeli plodovi na zunanjih delih krošnje, medtem ko so bile najvišje vrednosti izmerjena pri plodovih, ki so bili na vrhu drevesa. Plodovi v notranjosti krošnje so bili tudi slabše obarvani kot plodovi, ki so rasli na robu ali vrhu krošnje. Protitočna mreža ni vplivala na osvetljenost v primerjavi s kontrolo.

4.6 OSVETLITEV POD MREŽO

V sadjarstvu srednje Evrope je svetloba eden od glavnih dejavnikov za fotosintezo listov in rast. Svetloba igra odločilno vlogo pri razvoju in zorenju plodov, s tem pa posledično vpliva na kvaliteto plodov in diferenciacijo cvetnih brstov ter druge razvojne fiziološke procese sadnih dreves. Znano je, da osvetljenost na severu Evrope tendenčno narašča, tako danes ni več toliko pomembno vprašanje povečevanja osvetljenosti v nasadu pod mrežo, temveč je pomembna tudi pozornost glede vpliva na mikroklimo ter preprečevanje sončnih ožigov na plodovih (Holzwarth, 2008).

V Sadjarskem centru Maribor-Poskusna postaja Gačnik in v Švici so izmerili 16 % povprečno zmanjšanje netofotosinteze pod črno mrežo. Nadaljnji poskusi z belo in sivo mrežo so pokazali, da je zasenčevanje pod belo mrežo majhno in v povprečju doseže le 7 do 8 %. Pod sivo mrežo je zasenčevanje nekoliko večje in doseže v povprečju 12 % (Zadravec, 1998).

Glede na prepustnost za svetlobo uporaba kristalnih mrež dovoljuje maksimalno osvetljenost. Ta tip mreže zmanjša osvetljenost pod mrežo za 14 %. Uporaba sivih in črnih mrež osvetljenost pod mrežo zmanjšata za 16 % oz. 20 %. Zaradi umazanije, ki se nabira na mrežah tekom let, se razlika v prepustnosti svetlobe med različnimi tipi mrež z leti zmanjšuje (Dobaja, 2005). Poleg možnih pomanjkljivosti pri učinkovitosti UV-stabilizacije so kot vzrok za izbiro tipa mreže tudi montažno-tehnične podrobnosti. V standardni proizvodnji največji delež predstavljajo sive mreže, ki so mešanica kristalnih in črnih vlaken, črna vlakna so kristalnim dodana zaradi boljše obstojnosti. Mreže se poškodujejo takrat, kadar so preobremenjene. Dokazano je, da do poškodbe pride najprej tam, kjer so mreže fiksirane, npr. na prvi žici. Ravno ta točka je prednost sive mreže pred kristalno. S sivimi tipi mrež je možno doseči večjo življenjsko dobo kot s kristalnimi (Holzwarth, 2008).

Widmer (1997) je v svojih raziskavah ugotavljal, da se osvetlitev drevesne krošnje sredi dneva skozi protitočno mrežo zmanjša za dobrih 20 %. Ugotovil je, da je asimilacija listov malenkostno zmanjšana samo tiste dni, ko je nebo oblačno, v sončnih dneh se to ni zgodilo. Na kakovost sadja to ni imelo odločilnega vpliva. Ugotovil je tudi, da nihanja temperatur v dnevnem poteku kažejo, da vreme (oblačnost, megla) veliko močnejše vpliva na osvetlitev kot protitočna mreža. Listje očitno ne potrebuje polne sončne svetlobe za maksimalno fotosintezo. Različne meritve prepričljivo kažejo, da ob jasnem dnevu 20 % povprečno dnevno senčenje ne vpliva na asimilacijsko zmogljivost listov. Meritve asimilacije so

pokazale, da osenčenje ne vpliva na temperaturo zraka in vlago v nasadu prek dneva. Če se temperatura zraka ob vročih poletnih dnevih dvigne preko 30 °C, je temperatura listov (merjeno na spodnji strani lista) pod mrežo za 5 °C nižja zaradi zmanjšane jakosti sevanja. Iz tega lahko sklepamo, da je nevarnost opeklin pod mrežo zmanjšana. V letih z daljšimi obdobji slabega vremena, kot je to bilo v letu 1996, lahko dodatno senčenje zaradi mreže zmanjša asimilacijo listja, jeseni pa podaljša zorenje sadežev in obarvanje. Pri tem seveda ne smemo zanemariti vrste, sorte, vzgoje, rastišča in drugega (Widmer, 1997).

Jakopič in sod. (2007) poročajo, da se fotosintezno aktivno sevanje zmanjša pod protitočno mrežo za 37,5 %. Proučevali so tudi vpliv odsevne folije, s katero so prekrili tla v sadovnjaku, na fotosintezno aktivno sevanje pod protitočno mrežo in izven nje, ter ali lahko odsevna folija pod mrežo kompenzira zmanjšanje svetlobe v zadnjem mesecu pred pobiranjem plodov. Pokrivanje tal v sadovnjaku z odsevno folijo je imelo pozitiven učinek na osvetlitev plodov.

Zaradi zmanjšanja osvetlitve pod črno protitočno mrežo se zmanjša neto fotosinteza. Osončeni listi imajo v primerjavi z osenčenimi višje vrednosti neto fotosinteze, kar je posledica večjega vlaganja v proces fotosinteze (Larcher, 2003). Listi na drevesih, ki rastejo pod protitočno mrežo, bi se zaradi nekoliko zmanjšane osvetlitve lahko obnašali podobno kot osenčeni listi.

5 VPLIV PROTITOČNIH MREŽ NA KAKOVOST PLODOV

Raziskave iz Sadjarskega centra Maribor-Gačnik in tujine kažejo, da se zaradi zmanjšane osvetlitve pod črno mrežo posledično zmanjša neto fotosinteza. Neto fotosinteza je proces, pri katerem je poraba CO₂ večja kot pa oddajanje CO₂ zaradi dihanja. Glede na to, da je sončna svetloba glavni produkcijski dejavnik, so ta dejavnik natančno proučevali v Sadjarskem centru Maribor-Gačnik. Rezultati glede vpliva mreže na fotosintezo so skladni z rezultati iz Švice, kjer so izmerili 15 % povprečno zmanjšanje neto fotosinteze v nasadu pod črno mrežo. Možni so še nekateri posredni vplivi protitočne mreže na drevesa pod njo, predvsem mikroklima. Stabiliziranje mikroklima v nasadu pod mrežo in s tem nekoliko manjše razlike med maksimalno in minimalno dnevno temperaturo zraka so lahko delni razlog za zakasnelo ali nekoliko zmanjšano obarvanost plodov (Zadravec, 1998).

V vzhodni Švici so v letih 1994 in 1999 ocenjevali vplive različnih vrst mrež v nasadih. Ugotovili so, da črna mreža nima značilnega vpliva na zrelost in zunanjo kakovost jabolk pri ugodnih pogojih, kot so vreme, lega, itd. in so te lastnosti veliko bolj odvisne od sorte, sistema sajenja, starosti dreves ter klimatskih razmer. Manjša obarvanost plodov je bila opažena le pri sorti 'Jonagold', kjer je za obarvanje odločilna intenziteta svetlobe. Prav tako so pri sorti 'Jonagold' plodovi pod mrežo v primerjavi izven mreže z zrelostjo zamujali od osem do devet dni. Po podatkih Widmerja (2001) na velikost plodov, trdoto mesa, kemično sestavo pri različnih sortah mreža ni imela vpliva.

V Sadjarskem centru Maribor-Gačnik so bili opravljeni podobni poskusi v letih 1998 in 2000 na sorti 'Jonagold'. Ocenjevanja so potekala pod črno, belo mrežo in v nasadu brez mreže. Merili so vsebnost škroba, trdoto mesa plodov, topne suhe snovi in vsebnost kislin. V letu 1998 ni bilo opaženih značilnih razlik v vsebnosti fruktoze in sorbitola (alkoholni sladkor), razlike so bile v vsebnosti glukoze, ki je bila malo višja pod črno mrežo, medtem ko je bilo več saharoze izmerjene pod belo mrežo. Leta 2000 v primerjavi z 1998 je bila količina vseh sladkorjev višja, prav tako vsebnost topne suhe snovi (TSS). Stopnja TSS je bila v obeh letih višja v nepokritem poskusnem nasadu (Štampar in sod., 2002).

V obeh letih pri poskusu v Sadjarskem centru Gačnik ni bilo značilnih razlik v vsebnosti jabolčne in fumarne kisline. Plodovi pod črno mrežo so vsebovali malo več citronske kisline v primerjavi z nepokritim nasadom samo v letu 1998 (Štampar in sod., 2002).

6 VPLIVI PROTITOČNIH MREŽ NA MIKROKLIMO NASAD

Jablana potrebuje veliko svetlobe, saj so od nje odvisne: intenzivnost fotosinteze, količina in kakovost pridelka. Svetloba je odločilna tudi pri barvi, okusu in trpežnosti plodov (Jazbec in sod., 1982).

Blanke (2007) navaja, da se pri kristalnih mrežah fotosintetska aktivna radiacija (fotosintetski aktivni del svetlobnega spektra) zmanjša v povprečju za 7 %, pri rdeče-belih za 11 %, pri zeleno-belih za 12 %, pri svetlo-zelenih za 13 %, pri zeleno-črnih za 15 %, pri rdeče-črnih za 16 % in črnih za 18 %, izmerjeno 50 cm izpod mreže. Količina UV-svetlobe se pri prosojni mreži zmanjša za 20 %, pri črni za 29 %.

V Španiji so v letih 2000-2003 izvajali poskus in primerjali prepustnost svetlobe pod črno in belo mrežo ter v nepokritem delu poskusnega nasada. Rezultati so pokazali, da je bila prepustnost svetlobe v sončnem vremenu pri obeh mrežah manjša v primerjavi z nepokritim delom, pri črni je bila manjša za 25 % in 12 % pri beli mreži. V oblačnem vremenu so bile razlike med mrežama manjše. Uporaba mrež je v poskusu v Španiji pokazala razlike v temperaturi zraka pod in izven mreže. Maksimalne temperature so bile pod mrežo za 3 °C nižje, vendar le v sončnih dneh. V oblačnih dneh so bile razlike zanemarljive (Iglesias in Alegre, 2006).

Preglednica 2: Primerjava meteoroloških podatkov v mesečnem poročilu za avgust 2008 za meteorološki postaji pod protitočno mrežo in izven nje (Zadravec in sod., 2009)

Povprečna temperatura		Najvišja dnevna temp.		Pov. najnižja dnevna temp.		Povprečno glob. obsevanje		Povprečna zrač. vlaga	
izven	pod	izven	pod	izven	pod	izven	pod	izven	pod
20,34	20,17	26,5	27,4	13,1	13,8	251,7	131,3	76,7	77,9

Iz preglednice 2 je razvidno, da je bila srednja dnevna mesečna temperatura v letih 2007 in 2008 pod mrežo le za 0,17 °C nižja kot izven mreže, kar je manj od pričakovanj. Preseneča, da je povprečna mesečna maksimalna temperatura pod mrežo s 27,4 °C višja od temperature izven nje, ki znaša 26,5 °C. Pričakovano višja je povprečna minimalna temperatura pod mrežo s 13,8 °C v primerjavi s 13,1 °C izven nje. Pričakovano višja je povprečna relativna vlažnost zraka s 77,9 % pod mrežo od povprečne relativne vlažnosti 76,7 % izven mreže. Na sploh pa lahko trdimo, da so razlike med izmerjenimi vrednostmi pod mrežo in izven nje manjše od pričakovanih (Zadravec in sod., 2009).

Mreže so pokazale tudi pozitiven vpliv na temperaturo plodov. Zmanjšana temperatura plodov in temperatura listov imata za posledico manj sončnih ožigov. Črna mreža je zmanjšala temperaturo plodov za 4 °C, bela za 2,5 °C. V oblačnih dneh z zmanjšanim sončnim sevanjem so bile razlike med obravnavanji manjše. Prav tako so bile razlike med temperaturo zraka in plodov manjše kot v sončnih dneh (Iglesias in Alegre, 2006).

Relativna zračna vlaga v nasadu z mrežami je bila malenkost povišana, kar je v skladu z rezultati, ki jih navaja Crete in sod. (2001, cit. po Iglesias in Alegre, 2006). Pod mrežo so zabeležili 2-6 % povišanje relativne zračne vlage in hkrati ugotovili zmanjšanje evapotranspiracije za 11 %, kar je povezano tudi z zmanjšanjem hitrosti vetra.

7 SKLEPI

Protitočne mreže so se v slovenskem sadjarstvu pričele intenzivneje uporabljati konec 90. let prejšnjega stoletja. Ob sedaj zelo pogostih neurjih s točo sadjarje obvarujejo pred izpadom pridelka in s tem omogočajo njihovo konstantno prisotnost na trgu.

Poznamo različne tipe protitočnih mrež (črna, bela, siva, zelena), vendar je vsem skupno, da v določenem deležu blokirajo prepustnost za svetlobo, kar vpliva na intenziteto fotosinteze, s tem pa na kakovost plodov (obarvanost). Različni tipi protitočnih mrež različno močno ovirajo prehod svetlobe skozi mrežo in imajo različno dolgo življenjsko dobo. Kljub najmanjši prepustnosti za svetlobo črne protitočne mreže, ki je okrog 80 %, se priporoča uporaba le te, ker ima najdaljšo življenjsko dobo in sicer 25 let. Bele mreže prepuščajo nekaj več svetlobe 86 %, vendar je ob enaki nabavni ceni življenjska doba več kot pol manjša.

Kljub številnim raziskavam, ki so bile opravljene na temo vpliva protitočnih mrež na kakovost plodov jabolane, lahko povemo, da mreže proti toči pri optimalnih vremenskih razmerah nimajo pomembnega negativnega vpliva na kakovost sadja. Spremeni se osvetlitev dreves in tako vpliva na intenziteto fotosinteze. Vendar so v različnih raziskavah ugotovili, da vreme veliko močnejše vpliva na osvetlitev kot protitočna mreža. Na osvetljenost plodov poleg zunanjih dejavnikov vpliva tudi položaj plodov v krošnji. Zmanjšanje osvetlitve pod protitočno mrežo vpliva na manjšo fotosintezo in s tem manj ogljikovih hidratov, potrebnih za

sintezo antocianov, ter posledično slabša obarvanost plodov. S pravilno izbiro sort in klonov ter barve mreže se lahko izognemo slabši kakovosti plodov pod mrežo.

8 VIRI

- Abbott J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 207-225
- Abram V., Simčič M. 1997. Fenolne spojine kot antioksidanti. *Farmaceutski vestnik*, 48: 573-589
- Awad M. A., Wagenmakers P.S., Jager A. 2001. Effect of light on flavonoid and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apples. *Scientia Horticulturae*, 88: 289-298
- Blanke M. M. 2007. Farbige Hagelnetze: Ihre Netzstruktur sowie Licht- und UV-durchlässigkeit bestimmen die Ausfärbung der Apfel-früchte. *Erwerbs-Obstbau*, 49: 127-139
- Dobaja K. 2005. Vpliv talne reflektivne folije, protitočne kristalne in črne mreže. Diplomsko delo. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 48 str.
- Germšek B. 2008. Vpliv protitočne mreže na rast, rodnost in kakovost pridelka jabolk (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Gala'. Diplomsko delo. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 35 str.
- Hohn E. 1990. Quality Criteria of Apples. *Acta Horticulturae*, 285: 111-118
- Holzwarth R. 2008. Hagelschutznetze: Moderne Technik schützt das Obst. *Besseres Obst*, 6: 25
- Hribar J. 1989. Spremembe kemičnih in mehaničnih lastnosti jabolk sorte Jonagold pri različnih pogojih skladiščenja. Doktorska disertacija. Ljubljana, BF, VTOZD za živilsko tehnologijo: 93 str.
- 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: 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., Veberič R., Štampar F. 2009. The influence of exposure to light on the phenolic content of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae*, 123: 234-239
- Klein K. 2000. Vpliv protitočne mreže na kakovost plodov jablan. Diplomaska naloga. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 46 str.

Lancaster J.E., Grant J.E., Lister C.E., Taylor M.C., 1994. Skin colour in apples-influence of copigmentation and plastid pigments in shade and darkness of red colour in five genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119: 63-69

Larcher W. 2003. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 4th edition. Berlin, Springer: 513 str.

Lastnosti sistemov. 2011

<http://www.sad.si/content/view/20/56/> (20. 8. 2011)

Macheix J.-J., Fleuriet A., Billot J. 1990. *Fruit phenolics*. Boca Raton, CRC Press: 392 str.

Pfeiffer M., Jankovič P. 2004. Obvladovanje tveganja pri pridelavi sadja s pomočjo protitočnih mrež sisteme Wiesel. Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Krško, 24.-26. marec 2004. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 249-253

Protitočni sistemi Wiesel. 2011

<http://www.sad.si/content/view/19/28/> (20. 8. 2011)

Sušnik A., Pogačar T. 2008. Spremembe pri preprečevanju toče in ravnanju ob neurjih s točo v kmetijstvu. Ljubljana, Uprava RS za zaščito in reševanje: 1-8
<http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2009/064.pdf> (16. 8. 2011)

Štampar F. 2008. Slovensko sadjarstvo. V: Zbornik referatov 2. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Krško, 31. januar-2. februar 2008. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 17-22

Štampar F., Veberič 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

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. *Sadjarstvo*. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Taiz L., Zeiger E. 2002. *Plant physiology*. 3. izdaja. USA, Sinauer Associates: 690 str.

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: 571-578

- Usenik V., Osterc G., Mikulič-Petkovšek M., Trobec M., Veberič R., Colarič M., Solar A., Štampar F. 2004. The involment of phenolic compounds in the metabolism of fruit trees. V: Razprave IV. Razreda SAZU. Ljubljana, SAZU: 187-204
- Veberič R., Trobec M., Herbinger K., Hofer M., Grill D., Štampar F. 2005. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars of organic and integrated production. Journal of Science of Food and Agriculture, 85: 1687-1694
- Veberič R., Zadavec P., Štampar F. 2007. Fruit quality of 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.) strains. Journal of Science of Food and Agriculture, 87: 593-599
- Verglez T. 2009. Analiza škod v Slovenskem kmetijstvu zaradi izrednih vremenskih dogodkov. Diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 47 str.
- Viršček Marn M., Stopar M. 1998. Sorte jabolk. Ljubljana, Kmečki glas: 211 str.
- Vodnik D. 2001. Fiziologija rastlin: praktične vaje: univerzitetni študij. Ljubljana, biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 56 str.
- Widmer A. 1997. Lichtverhältnisse, Assimilation und Fruchtqualität unter Hagelnetzen. Obst-Weinbau: 133, 197-199
- Widmer A. 2001. Light intensity and fuit quality unter hail protection nets. Acta Horticulturae, 557: 421-426
- Zadavec P., Donik B., Beber M., Germšek B., Unuk T., Tojnko S., Lešnik M., Ferjan B. 2009. Odziv jabolane in škodljivih organizmov na spremenjene razmere pod črno protitočno mrežo. V: Zbornik 5. Lombergarjevega sadjarskega posveta »z mednarodno udeležbo«. Maribor, 11. december 2009: 30-36
- Zadavec P. 1998. Z mrežami proti toči. Kmečki glas, Tehnika in narava: 21-24

ZAHVALA

Za strokovno vodstvo in pomoč pri izdelavi diplomskega dela se iskreno zahvaljujem mentorjuizr. prof. dr. Robertu VEBERIČU ter asistentki dr. Maji MIKULIČ PETKOVŠEK za vse koristne pripombe.

Zahvaljujem se tudi recenzentki doc. dr. Ireni MAČEK.