

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Franček POLIČNIK

**VPLIV DELNE ODSTRANITVE LISTOV NA
NARAVNO TREBLJENJE PLODIČEV IN
KAKOVOST PLODOV PRI JABLANI (*Malus
domestica* Borkh.) SORTE 'ZLATI DELIŠES'**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Franček POLIČNIK

**VPLIV DELNE ODSTRANITVE LISTOV NA NARAVNO
TREBLJENJE PLODIČEV IN KAKOVOST PLODOV PRI JABLANI
(*Malus domestica* Borkh.) SORTE 'ZLATI DELIŠES'**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**EFFECT OF PARTIAL LEAF REMOVAL ON NATURAL FRUITLET
SHEDDING AND QUALITY OF APPLE FRUITS (*Malus domestica*
Borkh.) VARIETY 'GOLDEN DELICIOUS'**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2017

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Agronomija/Hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico magistrskega dela imenovala doc. dr. Jernejo JAKOPIČ.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Dominik VODNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Franček POLIČNIK

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	UDK 634.11:631.542.27:631.559(043.2)
KG	'Zlati delišes'/junijsko trebljenje/odstranjevanje listov/kakovost plodov/prirast lesa
AV	POLIČNIK, Franček
SA	JAKOPIČ, Jerneja (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Magistrski študijski program druge stopnje Agronomija/Hortikultura
LI	2017
IN	VPLIV DELNE ODSTRANITVE LISTOV NA NARAVNO TREBLJENJE PLODIČEV IN KAKOVOST PLODOV PRI JABLANI (<i>Malus domestica</i> Borkh.) SORTE 'ZLATI DELIŠES'
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	X, 36 str., 4 pregl., 21 sl., 37 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Leta 2016 smo ugotavljali, kako delna odstranitev rozetnih listov vpliva na naravno trebljenje plodičev. V poskus smo vključili tri obravnavanja in med cvetenjem ob cvetnem šopu odstranili 2/3, 1/3 in nič listov. Nato smo spremljali odpadanje plodičev med junijskim trebljenjem in prešteli ostale plodove ob obiranju. Analizirali smo kakovost plodov (maso, premer, trdoto (kg/cm ²), topno suho snov (°Brix) in test z jodovico) in s HPLC metodo izmerili vsebnost sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze, sorbitola) in organskih kislin (fumarne, šikimske, jabolčne in citronske kisline). Naravno trebljenje plodičev je bilo pri 1/3 in 2/3 odstranjenih listov večje kot pri polnoolistani kontroli. Po posameznih pozicijah je v največ primerih ostal centralni oz. kraljevi plod (K), pri polnoolistanih drevesih pa je stranski plod (L1), ki je bil najbližje (K) plodu, odpadel v večjem številu kot pri drevesih z zmanjšano listno površino. Pri obravnavanjih z večjim deležem odstranjenih listov so plodiči na pozicijah (L1–L4) pogosteje odpadli. Kakovost plodov se je razlikovala po obravnavanjih. Največ skupnih sladkorjev so vsebovala jabolka pri 2/3 odstranjenih listov, skupne organske kisline pa so bile v največjih deležih pri 2/3 in 0 odstranjenih listov. Prirast enoletnega lesa je bil statistično značilno največji pri obravnavanju z neodstranjenimi listi.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du2

DC UDC 634.11:631.542.27:631.559(043.2)

CX 'Golden delicious'/June drop/spur leaves removal/fruit quality/wood growth

AU POLIČNIK, Franček

AA JAKOPIČ, Jerneja (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Master Study Programme in Agronomy/Horticulture

PY 2017

TI EFFECT OF PARTIAL LEAF REMOVAL ON NATURAL FRUITLET SHEDDING AND QUALITY OF APPLE FRUITS (*Malus domestica* Borkh.) VARIETY 'GOLDEN DELICIOUS'

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO X, 36 p., 4 tab., 21 fig., 37 ref.

LA sl

AL sl/en

AB We studied the effect of partial spur leaf removal on fruitlets shedding in 2016. Three treatments were included in the experiment with 2/3, 1/3 and 0 spur leaf area removal. We monitored the fruitlets shedding during the June drop and at the harvest of the remaining fruit, we counted the rest of it. At harvest, the quality parameters of fruits were measured (fruit weight, fruit diameter, firmness (kg/cm²), total soluble solids (°Brix) and maturity index) and the content of the sugars (fructose, glucose, sucrose and sorbitol) and the organic acids (fumaric, shikimic, malic and citric acid) were determined and analysed using HPLC system. In the treatments where 1/3 and 2/3 spur leaf area were removed, the natural fruit drop was greater than in the treatment with no spur leaf area removal. The king flower (K) remained in most cases. While the lateral fruitlets (L1) which were closest to the king fruitlets dropped in the most cases in the treatment where no spur leaves were removed. With a higher proportion of leaf area removal, the fruitlets abscission was more intensive at lower positions (L1-L4). The quality of fruits varied among the treatments. The highest levels of total sugars were measured in apples where we removed 2/3 of the leaf area, while total organic acid were in high levels at 2/3 and 0 leaf area removal. The one-year shoots growth was statistically significant highest in the treatment with no removed leaves.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.1 CILJI RAZISKAVE	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 NARAVNO TREBLJENJE PLODIČEV	3
2.2 OGLJIKO-HIDRATNA IN HORMONALNA TEORIJA	4
2.2.1 Ogljiko-hidratna teorija	4
2.2.2 Hormonalna teorija	5
2.3 VLOGA LISTOV PRI RASTI IN RAZVOJU PLODIČEV	7
2.4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA TREBLJENJE PLODIČEV	9
2.4.1 Abiotiski dejavniki, ki vplivajo na odpadanje plodičev	8
2.4.2 Biotski dejavniki, ki vplivajo na trebljenje plodičev	9
2.5 METODE REDČENJA PLODIČEV	9
3 MATERIAL IN METODE	11
3.1 POSTAVITEV POSKUSA IN POTEK SPREMLJANJA NARAVNEGA TREBLJENJA	11
3.2 VREMENSKE RAZMERE LETA 2016	11
3.3 LABORATORIJSKE ANALIZE PLODOV	12
3.4 STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV	14
4 REZULTATI	15
4.1 ODPADANJE PLODIČEV	15
4.1.1 Odpadanje plodičev po obravnavanjih	15
4.1.2 Odpadanje plodičev pri dveh tretjinah odstranjenih listih	15
4.1.3 Odpadanje plodičev pri eni tretjini odstranjenih listih	16
4.1.4 Odpadanje plodičev pri nič odstranjenih listih	17
4.2 ŠTEVILO PLODOV OB OBIRANJU	17

4.3	MASA IN PREMIER PLODOV	18
4.3.1	Masa ploda v odvisnosti od deleža odstranjenih listov	18
4.3.2	Masa ploda v odvisnosti od njegove pozicije	19
4.3.3	Premier ploda v odvisnosti od njegove pozicije	19
4.4	TRDOTA	20
4.5	VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI V PLODOVIH	21
4.6	ŠKROBNI TEST Z JODOVICO	21
4.7	VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH	22
4.7.1	Vsebnost posameznih sladkorjev	22
4.7.2	Vsebnost skupnih sladkorjev	23
4.7.3	Vsebnost posameznih organskih kislin	23
4.7.4	Vsebnost skupnih organskih kislin	25
4.8	PRIRAST ENOLETNEGA LESA	25
5	RAZPRAVA	27
5.1	ODPADANJE PLODIČEV	27
5.2	KAKOVOST PLODOV OB OBIRANJU	28
5.2.1	Masa in premier plodov	28
5.2.2	Trdota in vsebnost topne suhe snovi v plodovih	28
5.2.3	Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih	28
5.3	PRIRAST ENOLETNIH POGANJKOV	29
6	SKLEPI	30
7	POVZETEK	31
8	VIRI	33
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Povprečna sveža masa ploda, število semen in masa semen pri kontroli (neodpadli plodiči) 38 dni po cvetenju in odpadlih plodičih, ki so bili ob meritvah enake starosti (38 dni po cvetenju) in enake mase (51 dni po cvetenju) (prirejeno po Abruzzese in sod., 1995).	6
Preglednica 2: Tabelaričen prikaz vsebnosti topne suhe snovi v plodovih jabolk merjenih v °Brix. Prikazana so povprečja ± standardne napake, N = 103. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.	21
Preglednica 3: Tabelaričen prikaz vrednosti škrobnega testa z jodovico 1–5. Prikazana so povprečja ± standardne napake, N = 103. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.	22
Preglednica 4: Vsebnost skupnih sladkorjev po posameznih obravnavanjih v mg/g sveže snovi. Prikazana so povprečja ± standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.	23

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Pozicije cvetov/plodičev v cvetnem šopu pri jablani (<i>Malus domestica</i> Borkh.) sorte 'Carjevič'. K je centralni oz. kraljevi cvet, L1–L5 so lateralni oz. stranski cvetovi.	2
Slika 2: Vsebnost topnih ogljikovih hidratov v ksilemski tekočini, ki je bila ekstrahirana iz toletnih poganjkov češnje (<i>Prunus avium</i> L.) (Loescher in sod., 1990).	5
Slika 3: Sezonski trend razdelitve ogljikovih hidratov z listov okoli cvetne rozete, listov stranskih poganjkov in listov na rodni šibi. Na y-osi je prikazan delež, v katerem naj bi listi posameznih tipov prispevali k oskrbi plodiča oz. ploda (prirejeno po Lakso in Goffinet, 2013).	8
Slika 4: Stroj za mehansko redčenje cvetov postaja alternativa kemičnemu redčenju (Mechanical ..., 2010).	10
Slika 5: Najnižja dnevna (modra), povprečna dnevna (črna) in najvišja dnevna (rdeča) temperatura v letu 2016 (tanka črta) in povprečja obdobja 1981-2010 (debela črta) (Cegnar, 2016).	12
Slika 6: Primer merjenja trdote plodov s pomočjo penetrometra.	13
Slika 7: Analiza vsebnosti škroba – obarvanje kolobarjev jabolk po tem, ko smo jih namočili v jodovico.	13
Slika 8: Delež plodičev na vejo po junijskem trebljenju po obravnavanjih. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, $N = 129$. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.	15
Slika 9: Delež ostalih plodičev po posameznih pozicijah po junijskem trebljenju pri obravnavanju z 2/3 odstranjenimi listi. Prikazani so odstotki glede na stanje po trebljenju. $N = 29$.	16
Slika 10: Delež ostalih plodičev po posameznih pozicijah po junijskem trebljenju pri obravnavanju z 1/3 odstranjenimi listi. Prikazani so odstotki glede na stanje po trebljenju. $N = 44$.	16
Slika 11: Delež ostalih plodičev po posameznih pozicijah po junijskem trebljenju pri obravnavanju z 0 odstranjenimi listi. Prikazani so odstotki glede na stanje po trebljenju. $N = 56$.	17
Slika 12: Število plodov ob obiranju na vejo po obravnavanjih. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. $N = 103$.	18
Slika 13: Prikaz povprečne mase plodov v odvisnosti od deleža odstranjenih rozetnih listov. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. $N = 103$.	18

Slika 14: Grafičen prikaz mase plodov v odvisnosti od pozicije plodiča. Pri tem nismo upoštevali zmanjšanja listne površine. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, N = 103. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 19

Slika 15: Grafičen prikaz povprečnih premerov plodov v odvisnosti od njihove pozicije na cvetni osi. Pri tem nismo upoštevali zmanjšanja listne površine. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, N = 103. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 20

Slika 16: Grafičen prikaz trdote plodov za posamezno obravnavanje. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, N = 103. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 21

Slika 17: Vsebnost posameznih sladkorjev v plodovih po posameznih obravnavanjih, kjer je bilo odstranjenih 2/3, 1/3 in nič listov ob cvetnem šopu. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 23

Slika 18: Grafičen prikaz vsebnosti citronske in jabolčne kisline v $\mu\text{g/}$ sveže mase jabolka. Prikazane so povprečne vrednosti citronske in jabolčne kisline $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 24

Slika 19: Grafičen prikaz vsebnosti fumarne in šikimske kisline v $\mu\text{g/g}$ sveže mase jabolka. Prikazane so povprečne vrednosti fumarne in šikimske kisline $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 24

Slika 20: Grafičen prikaz skupnih kislin v mg/g sveže mase jabolka. Prikazane so povprečne vrednosti skupnih kislin $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 25

Slika 21: Prikaz prirasta enoletnega lesa v cm glede na delež (0, 1/3 in 2/3) odstranjenih rozetnih listov. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. 26

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BA	benziladenin
ATP	adenozin trifosfat
ACC	1-aminociklopropan-1-karboksilna kislina
ABA	abscizinska kislina
K	centralni (kraljevi) plodič
L	stranski (lateralni) plodič
IAA	indol-3-očetna kislina
HPLC	tekočinska kromatografija visokih ločljivosti
ANOVA	enosmerna analiza variance
3,5,6-TPA	3,5,6-trikloro-2-piridiloksi očetna kislina

1 UVOD

Jablana je sadna vrsta, ki prav tako kot veliko ostalih sadnih vrst, v normalnih razmerah razvije preveliko število cvetov, ki jih kasneje v obdobju razvoja plodičev ne zmore preskrbovati z asimilati (Bangerth, 2000). Razvije namreč do 15-krat preveč cvetov, kot jih sadjarji potrebujejo za kakovosten pridelek (Kolarič, 2010).

V ta namen ima jablana razvit samoregulatorni sistem, s katerim odvrže nekaj plodičev. Imenujemo ga tudi naravno trebljenje, ki se pri jablani zgodi običajno trikrat v rastni dobi. Prvo trebljenje plodičev je 1–2 tedna po cvetenju, ko odpadejo slabo oz. neoplojeni plodiči, nato sledi drugo, tako imenovano junijsko trebljenje, ki nastopi 4–6 tednov po cvetenju. Tik pred obiranjem pa sledi še tretje trebljenje, ki je s strani sadjarjev nezaželeno, saj pride še do dodatne izgube hranil in pridelka (Jakopič in sod., 2015).

Raziskovalci se že dalj časa trudijo, da bi ugotovili, kaj je vzrok naravnega trebljenja plodičev. V zvezi s tem so razvili dve teoriji, to sta ogljiko-hidratna in hormonska teorija (Bangerth, 2000). Na trebljenje plodičev pa vplivajo tako abiotski kot biotski dejavniki (Sawicki in sod., 2015).

V magistrskem delu smo se osredotočili na to, kako delna odstranitev listov ob cvetnem šopu vpliva na trebljenje plodičev, kakovost plodov in rast poganjkov. Ob tem smo domnevali, da bo zaradi zmanjšanja listne površine prišlo do pomanjkanja asimilatov in spremenjene hormonalne bilance, ki bo vplivala na povečano odpadanje plodičev.

1.1 CILJI RAZISKAVE

Cilji raziskave so ugotoviti, kako z zmanjšanjem listne površine vplivamo na naravno trebljenje plodičev, kakovost plodov in prirast enoletnega lesa.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Za doseganje zastavljenih ciljev smo si postavili tri delovne hipoteze:

- Z zmanjšanjem listne površine bomo vplivali na naravno trebljenje plodičev. Predpostavili smo, da bo z različnim deležem odstranjenih listov različna tudi intenzivnost naravnega trebljenja plodičev.
- Ker bo po končanem junijskem trebljenju na drevesu ostalo različno število plodičev, bo zmanjšanje listne površine vplivalo tudi na kakovost plodov.
- S tretjo delovno hipotezo pa smo hoteli dokazati, da bomo z zmanjšanjem listne površine vplivali tudi na letni prirast rodnega lesa.

2 PREGLED OBJAV

Jablana ima ob optimalnih razmerah in ustrezni oskrbi zelo velik rodni potencial (Lakso in sod., 1999). Tako kot veliko drugih sadnih vrst, tvori veliko število plodičev, ki jih v kasnejšem času, ko se le-ti razvijajo, ni sposobna zadostno preskrbeti z asimilati. Za kakovosten pridelek je pri jablani dovolj, da se oplodi le 7 % cvetov (Hehnen, 2012). V primeru, da je ovesek plodov na drevesu prevelik, so plodovi drobni, manj kakovostni in posledično tržno nezanimivi. Poleg tega pa se lahko pojavi izmenična rodnost, kar pomeni, da drevo zaradi prevelikega oz. nereguliranega oveska ne zmore tvoriti rodnih brstov za naslednje leto. Zato je pomemben ukrep redčenja plodičev, da se omenjenim problemom izognemo (Kolarič, 2010; Bangerth, 2000).

Cvetovi pri jablani so urejeni v obliki socvetja, v katerem je običajno 5–6 cvetov (slika 1). Cvetovi so nameščeni po cvetni osi navzdol in ne izraščajo iz istega mesta. Najvišje je nameščen centralni oz. kraljevi cvet (K), stranski oz. lateralni pa po cvetni osi navzdol (L1–L5). Centralni cvet (K) po navadi cveti 1–3 dni pred stranskimi. Po velikosti je tudi večji in ima običajno prevlado nad stranskimi cvetovi (Ferrero in sod., 2015).



Slika 1: Pozicije cvetov/plodičev v cvetnem šopu pri jablani (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Carjevič'. K je centralni oz. kraljevi cvet, L1–L5 so lateralni oz. stranski cvetovi.

2.1 NARAVNO TREBLJENJE PLODIČEV

Odpadanje oz. abscizija plodov je samoregulatorni proces. V določenih razmerah lahko plodovi odpadajo od obdobja cvetenja do zorenja (Kolarič, 2010). Pri jablani imamo tri obdobja odpadanja plodičev. Prvo odpadanje plodičev nastopi 1–2 tedna po cvetenju jablane, ko odpadejo slabo oz. neoplojeni plodiči. Nato nastopi 4–6 tednov po cvetenju drugo trebljenje, tako imenovano junijsko trebljenje plodičev, ki je najintenzivnejše. Po tem trebljenju sledi še tretje obdobje odpadanja plodov, ki pa je med pridelovalci zelo nezaželeno, saj se s tem izgublja pridelek, zato se pridelovalci v tem času trudijo, da bi bilo to trebljenje čim manjše (Jakopič in sod., 2015).

Odpadanje vključuje tako vegetativne (brste in liste) kot tudi reproduktivne (dele cvetov, celotne cvetove, zrela semena, razvijajoče in zrele plodove) organe, kot odgovor na razvojne, hormonalne in okoljske vplive. Poleg tega pa odpadanje vključuje tudi organe, ki niso več potrebni, so okuženi, poškodovani oz. so v fazi staranja (Estornell in sod., 2013).

Območje, kjer bo prišlo do kasnejšega ločevanja organa od matične rastline, nastopi v skupini specializiranih celic, imenovanih abscizinska cona. To območje se razvije zgodaj v razvoju organa. Imenujemo ga lahko tudi primarna abscizinska cona. Ta cona se razvije na točno določenem predelu rastline, na meji med bodočim odpadlim organom in matično rastlino. Znano je, da je odpadanje pri trajnicah določeno za vegetativne in reproduktivne organe, medtem ko je pri enoletnicah le-to vezano predvsem na cvetove in semena (Estornell in sod., 2013).

Odpadanje organov je razdeljeno na štiri glavne abscizinske poti (Estornell in sod., 2013):

- razvoj abscizinske cone, od katere se bo organ kasneje odcepil,
- diferenciacija celic abscizinske cone, ki bodo zmožne prejemati signale za začetek odpadanja,
- aktivacija abscizinskega sistema okoli abscizinske cone in odcepitev organa od matične rastline,
- diferenciacija zaščitnega sloja, kjer se je organ ločil od matične rastline.

Proces odpadanja regulira več razvojnih in okoljskih vplivov. Rastlinski hormoni imajo pri tem eno od pomembnejših vlog. Sinteza etilena, abscizinske kisline (ABA), jasmonske kisline in citokininov v rastlini vzpodbudi signal za začetek odpadanja, medtem ko avksini, giberelini, poliamini in brasinosteroidi dajejo signale za zaviranje odpadanja organov (Estornell in sod., 2013).

Kljub intenzivnemu junijskemu trebljenju je le-to še zmeraj premajhno, da bi lahko s tem dosegali kakovostne in tržno zanimive plodove. Poleg tega pa je na drevesu tudi slaba diferenciacija rodnihih brstov, kar v naslednjem letu vodi do slabšega cvetenja, v skrajnem primeru lahko drevo preide tudi v izmenično rodnost (Bangerth, 2000).

2.2 OGLJIKO-HIDRATNA IN HORMONALNA TEORIJA

Bangerth (2000) v svojem delu povzema dve glavni teoriji, ki pojasnjujeta odpadanje plodičev, ogljiko-hidratno in hormonsko teorijo.

2.2.1 Ogljiko-hidratna teorija

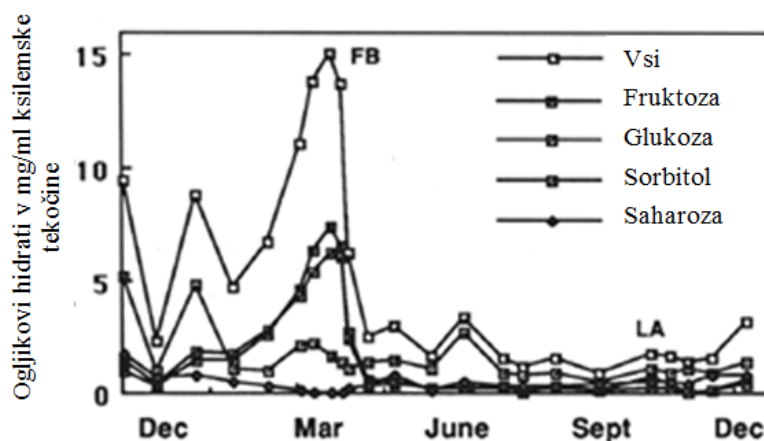
Drevesa v obdobju vegetativnega razvoja v založnih organih kopičijo asimilate. Ta zaloga je zelo pomembna, saj lahko vpliva na rast rastline in na regulacijo razvoja reproduktivnih organov. Znanstveniki navajajo, da lahko celo pri vednozelenih citrusih pride do motenj pri razvoju plodov, če ta zaloga ni zadostna, da bi kasneje oskrbovala razvoj plodičev (Bangerth, 2000).

Grappadelli in sod. (1994) navajajo, da si sinteza, razporeditev in poraba ogljikovih hidratov pri jablani sledijo za vsako obdobje posebej. Shranjena zaloga ogljikovih hidratov, ki se skladišči v koreninah in skorji, se najbolj zmanjša v času cvetenja drevesa, nato pa se spet začne povečevati v obdobju vegetativne rasti in traja vse tja do jesenskega časa. Ogljikovi hidrati se v obdobju začetka rasti porabljajo predvsem za proizvodnjo energije z dihanjem. Ker pa kasnejši razvoj plodičev temelji na jakosti fotosinteze, so znanstveniki to obdobje razdelili v dva pomembna dela, in sicer:

- razporeditev fotosintetskih produktov med vegetativno rastjo (rast poganjkov in razvoj rodni in nerodni brstov) in razvojem reproduktivnih organov (rast plodičev);
- vpliv svetlobe na jakost fotosinteze in razporeditev njenih produktov po rastlini.

Vegetativni razvoj je primarnega pomena v začetku rasti rastline, zato negativno vpliva na razvoj in rast plodičev, ki temelji na delitvi celic. Pet tednov po cvetenju, ko so listi že dovolj razviti, da lahko vršijo fotosintezo in z ogljikovimi hidrati oskrbujejo vegetativne ter reproduktivne organe, se poveča dotok hranil do plodičev. Pred tem pa razvoj cvetov in plodičev temelji izključno na zalogi ogljikovih hidratov, ki se v spomladanskem času začnejo transportirati iz založnih organov (korenin, skorje) po ksilemu do porabnikov (slika 2). Sprejem ogljikovih hidratov in razporeditev le-teh po rastlini lahko kasneje vpliva na rast in delitev celic, kar posledično vpliva tudi na končno velikost ploda (Grappadelli in sod., 1994; Loescher in sod., 1990).

Eccher in sod. (2015) opisujejo model, kako sta med seboj povezana pomanjkanje hranil in aktivacija odpadanja plodičev. To fiziološko stanje so zaznali v skorji plodiča. Pri pomanjkanju hranil se je povečano začela sinteza etilena in ABA. Etilen in ABA nato delujeta kot signalne molekule, ki pošljejo signal v seme, tam pa se zaradi tega ustavi embriogeneza in plodič odpade (Eccher in sod., 2015).



Slika 2: Vsebnost topnih ogljikovih hidratov v ksilemski tekočini, ki je bila ekstrahirana iz toletnih poganjkov češnje (*Prunus avium* L.) (Loescher in sod., 1990).

2.2.2 Hormonalna teorija

Hormonalna teorija opisuje, da sta za razumevanje abscizije plodičev pomembna dva procesa, in sicer hormonalna aktivacija abscizinske cone na peclju ploda, ki je pomemben dogodek pri redčenju in odpadanju, ter hormonalno nadzorovana dominanca med plodiči ter med plodiči in poganjki (Bangerth, 2000).

Med pomembnejšimi hormoni se pri hormonalni teoriji omenjata dva rastlinska hormona, in sicer avksin ter etilen. Avksin, posebej indol-3-ocetna kislina (IAA), ki se tvori v listu ob plodiču, se transportira po peclju lista, kjer ustavi aktivacijo abscizinske cone. Fiziološki efekt avksina pri tem procesu je, da zavira občutljivost abscizinske cone na etilen. Pri nizkih koncentracijah indol-3-ocetne kisline hormon etilen aktivira abscizinsko cono, kar se posledično pokaže v odpadanju plodičev. Hormon etilen je torej pri hormonalni teoriji primarni hormon, ki je odgovoren za začetek odpadanja plodičev (Bangerth, 2000).

Da je etilen primarni hormon pri začetku odpadanja plodičev, navajajo tudi Zhu in sod. (2011) v članku. Navajajo, da se je raven etilena povečano sintetizirala v plodičih in listih, ki so jih tretirali s sintetičnim avksinom, naftalenocetno kislino (NAA). Hkrati pa so opazili tudi povečano izražanje genov, ki so odgovorni za etilensko sintezo. Preprečevanje odpadanja plodov potrebuje stalen avksinski transport do abscizinske cone. Dotok avksina v to območje regulirajo PIN proteini in ATP aktivni fosfoglikoproteini. Ob aplikaciji NAA so opazili, da se gena, ki kodirata sintezo PIN proteinov in fosfoglikoproteinov, nista izražala, zato se je transport avksina do abscizinske cone ustavil, povečano pa se je začel tvoriti etilen (Zhu in sod., 2011).

Kot možnost odpadanja plodičev pri jablani Abruzzese in sod. (1995) navajajo tudi vpliv hormonov, ki se sintetizirajo v semenih razvijajočih se plodičev v povezavi z maso semen v plodičih (preglednica 1). Dokazali so, da je bila masa semen v odpadlih plodičih za polovico manjša kot v plodičih, ki niso odpadli. Kljub temu, da so bili odpadli plodiči v primerjavi s kontrolo (plodiči, ki niso odpadli) ob meritvah enake starosti in enake velikosti, je bila masa semen v plodičih manjša kot v plodičih, ki niso odpadli. V plodičih s težjimi semeni naj bi se torej tvorila posledično tudi večja količina hormonov, kar naj bi vplivalo na obstoj plodiča na drevesu (Abruzzese in sod., 1995).

Preglednica 1: Povprečna sveža masa ploda, število semen in masa semen pri kontroli (neodpadli plodiči) 38 dni po cvetenju in odpadlih plodičih, ki so bili ob meritvah enake starosti (38 dni po cvetenju) in enake mase (51 dni po cvetenju) (prirejeno po Abruzzese in sod., 1995).

Plod	Sveža masa ploda (g)	Seme	
		Število	Sveža masa (mg)
Kontrola	9,1 ±0,13	6,5 ±0,15	13,4 ±0,43
Odpadli plodovi enake starosti	4,0 ±0,08	6,3 ±0,21	6,3 ±0,18
Odpadli plodovi enake velikosti	8,7 ±0,20	6,1 ±0,18	7,6 ±0,21

V eni od pomembnejših teorij, ki jo je razvil Bangerth (2000) v svoji študiji, navaja tudi teorijo soodvisne abscizije plodičev. V njej navaja, da plod, ki se v šopu prvi razvije (to je po navadi centralni oz. kraljevi cvet), dominira nad ostalimi v cvetnem šopu, ki se razvijejo kasneje. Zaradi te dominanc centralnega cveta nad ostalimi plodiči v šopu slednji odpadejo. Obstaja tudi dominanca znotraj stranskih plodičev, vendar ta ni tako izrazita. Za ta pojav, da prvi plodič dominira nad ostalimi v cvetnem šopu, je odgovoren bazipolarni transport avksina. Ob stiku, kjer se srečata šibkejši IAA transport in močan polarni IAA transport, močan polarni transport šibkejšega zavre (Bangerth, 2000).

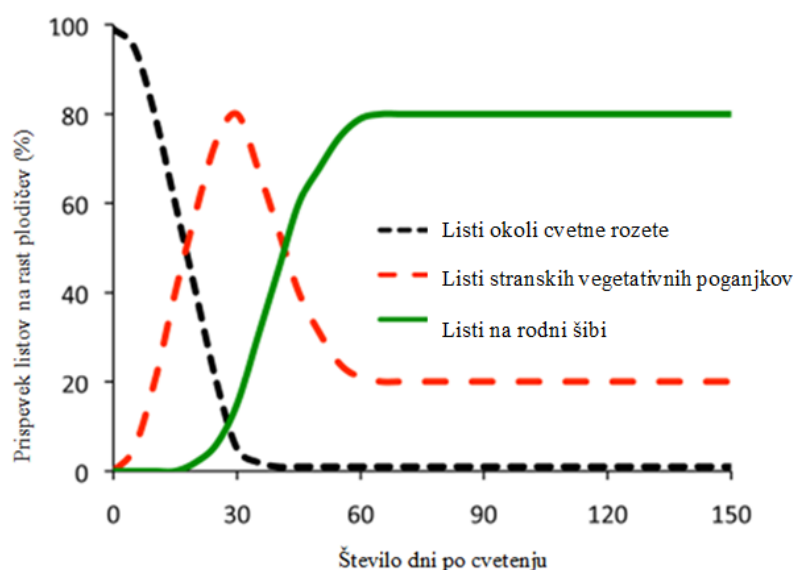
Novejše raziskave nakazujejo močno prepletenost hormonalne in ogljikohidratne regulacije. Raziskava Mesejo in sod. (2012), ki so jo naredili na mandarinah (*Citrus clementina*), je pokazala, da se ob aplikaciji sintetičnega avksina 3,5,6-TPA spremeni ravnovesje hormonov in ogljikovih hidratov, kar pa posledično vpliva na rast in razvoj plodičev. Plodiči mandarin so pri kontroli, kjer drevesa niso bila tretirana s sintetičnim avksinom, odpadli v 60 %, medtem ko so plodiči na tretiranih drevesih mandarin odpadli v 90 %. Razlog za razliko pri odpadanju plodičev med tretiranimi in netretiranimi drevesi je v tem, da se pri tretiranih drevesih povečano sintetizira hormon etilen, ki zavira bazipetalni transport IAA do peclja. Povečana sinteza etilena je posledica slabše rasti plodiča. Ob aplikaciji sintetičnega avksina na drevesa se v listih sproži fitotoksičen efekt, ki zaustavi fotosintetski transport hranil od vira k ponoru. Ob tem se začne povečano sintetizirati hormon etilen, plodiči pa zaradi tega odpadejo.

2.3 VLOGA LISTOV PRI RASTI IN RAZVOJU PLODIČEV

Listi med rastno dobo vršijo fotosintezo. Asimilati, ki se pri tem procesu tvorijo, se s floemskim tokom transportirajo do založnih organov. Premeščanje snovi pri jablani poteka v glavnem preko sorbitola kot glavne presnovne oblike ogljikovih hidratov, nekaj malega pa poteka transport tudi preko saharoze. Pomembno je vedeti, da se presnova ogljikovih hidratov spreminja z razvojem lista. Tudi list vse do takrat, dokler ne doseže od 30 do 60 odstotkov svoje velikosti, deluje kot neto porabnik asimilatov. List asimilate do končnega razvoja pridobiva tudi iz starejših listov (Štampar in sod., 2014). V spomladanskem času, ko se začne rast drevesa, se asimilati začnejo porabljati za rast poganjkov, listov in plodičev (Grappadelli in sod., 1994). Ker listi v začetni fazi razvoja še ne vršijo fotosinteze, se začne abscizija plodičev. Študije navajajo, da je za optimalen razvoj plodičev potrebno, da se razvijeta najmanj dva lista na šop plodičev. V poskusih, ki so potekali na jablani sorte 'More-Spur McIntosh', so dokazali, da so listi izrednega pomena pri rasti in razvoju plodičev. Če so odstranili vse rozetne liste okoli cvetnega šopa, so vsi plodiči odpadli (Yuan in Greene, 2000; Volz, 1991).

Da listi dosežejo maksimalno fotosintezno kapaciteto, potrebujejo od brstenja do popolnega razvoja tudi do en mesec. Ti listi kasneje v rastni dobi skrbijo za razvoj plodičev, zalogo asimilatov in diferenciacijo cvetnih brstov (Koutinas in sod., 2010). Dokazali so, da število listov, ki so prisotni ob cvetnem brstu, vpliva na njegovo diferenciacijo in posledično cvetenje v naslednjem letu (Koutinas in sod., 2010; Rom in Barritt, 1990).

Poleg listov okoli cvetnega šopa so izrednega pomena tudi listi poganjkov. Listi poganjkov v začetku rasti preskrbujejo sam razvijajoči se poganjek. Ko ima poganjek 10–12 dobro razvitih listov, začnejo tudi ti listi preskrbovati plodiče z ogljikovimi hidrati (slika 4) (Lakso in Goffinet, 2013). Da se te razlike zmanjšajo, ima tu veliko vlogo tudi pravilna rez sadnega drevja v smislu odpiranja krošenj in s tem omogočanja prodiranja direktne svetlobe v notranjost krošnje. Če je krošnja drevesa preveč zaprta, so plodovi zaradi nizke intenzitete svetlobe in posledično manj hranil dostikrat slabše kakovosti (Wünsche in Lakso, 2000). Lakso in Goffinet (2013) sta dokazala, da v primeru slabše intenzitete svetlobe listi rastočih enoletnih poganjkov prenehajo preskrbovati plodove in hranila pošiljajo le v poganjke. Ko se rast enoletnih poganjkov ustavi, začnejo vsi listi na poganjku preskrbovati razvijajoče se plodove.



Slika 3: Sezonski trend razdelitve ogljikovih hidratov z listov okoli cvetne rozete, listov stranskih poganjkov in listov na rodni šibi. Na y-osi je prikazan delež, v katerem naj bi listi posameznih tipov prispevali k oskrbi plodiča oz. ploda (prirejeno po Lakso in Goffinet, 2013).

2.4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA TREBLJENJE PLODIČEV

Regulacija abscizije s hormoni in ogljikovimi hidrati je odvisna od genoma rastline in je odzivna na abiotske ter biotske dejavnike okolja ter agrotehnične ukrepe.

2.4.1 Abiotski dejavniki, ki vplivajo na odpadanje plodičev

Abiotski oz. zunanji dejavniki lahko močno vplivajo na pridelek v smislu, da mu zmanjšajo kakovost in količino. Med cvetenjem so temperatura, svetloba in preskrba z vodo pomembni dejavniki, ki lahko vplivajo na odpadanje plodičev (Wang in sod., 2003).

Temperaturni stres močno vpliva na nadaljnji razvoj plodičev. Raziskovalci so odkrili povezavo med temperaturnim stresom in ekspresijo genov pri marelici. Razvoj moških in ženskih spolnih organov je odvisen predvsem od temperature. Visoke temperature povzročijo asinhronost med moškimi in ženskimi reproduktivnimi organi pri marelici. Cvetenje se zaradi temperature pospeši, razvoj ženskega dela cveta pa se upočasni, kar se kasneje, ob obiranju, kaže v manjših in manj kakovostnih plodovih (Sawicki in sod., 2015).

Podobna situacija se kaže tudi pri vodnem in svetlobnem stresu. Pomanjkanje vode in svetlobe v spomladanskem času pospeši odpadanje plodičev, kar močno zmanjša pridelek v jesenskem času (Sawicki in sod., 2015). Kot primer, kako se rastlina odzove na pomanjkanje vode, avtor Estornell in sod. (2013) navajajo, da se v času vodnega stresa v rastlini, natančneje v koreninah, začnejo izražati geni za sintezo hormona ABA. Povečanje sinteze ABA v koreninah vodi v sintezo in kopičenje 1-aminociklopropan-1-karboksilne kisline (ACC). Sintaza ACC povzroči ustavitev ksilemskega toka. Ob ponovni rehidraciji

se zopet vzpostavi ksilemski tok, skupaj z njim pa se transportira iz korenin v liste tudi ACC, kjer se v procesu metabolizma v listih spremeni v hormon etilen, ta pa inducira odpadanje organa.

2.4.2 Biotski dejavniki, ki vplivajo na trebljenje plodičev

Pomemben dejavnik pri odpadanju plodičev je tudi biotski stres. Biotski stres v rastlini izzove njen imunski oz. obrambni sistem. Poleg tega, da rastlina s produkti metabolizma, predvsem ogljikovimi hidrati in hormoni, uravnava rast in razvoj plodov, se z njimi brani tudi pred morebitnimi poškodbami in napadi boleznimi ter škodljivci. Če se pojavi primer napada škodljivca, se v rastlini poruši razmerje hranil za plodove, ker jih le-ta nameni za prizadete dele rastline, posledično pa se zaradi tega sproži odpadanje plodičev (Sawicki in sod., 2015).

Primer, ki so ga preučevali na citrusu, okuženem z glivo iz rodu *Colletotrichum* sp., ki povzroča antraknozo na sadnem drevju, je pokazal, da se je zaradi tega spremenilo razmerje avksinov in njim sorodnih hormonskih komponent (Sawicki in sod., 2015; Munda in Gerič-Stare., 2011; Chung in sod., 2003).

2.5 METODE REDČENJA PLODIČEV

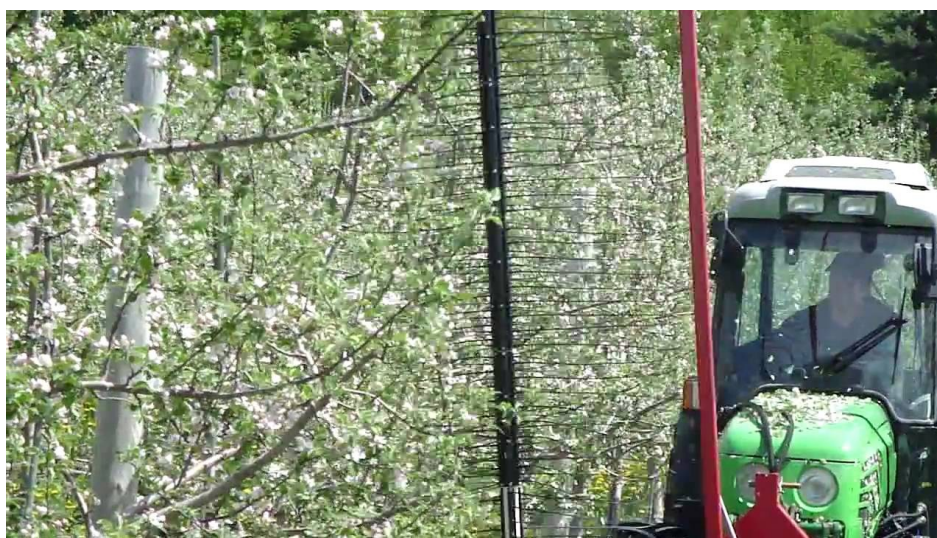
Po naravnem trebljenju plodičev na drevesu po navadi še vedno ostane preveč plodov. Zato se pridelovalci pri jablani pogosto poslužujejo različnih tehnik redčenja plodičev. Pri redčenju je pomembno, da pridelovalec upošteva dejavnike, ki lahko vplivajo na kasnejše odpadanje plodičev. Ti dejavniki so podlaga, sorta, trenutne vremenske razmere, vigor drevesa in navsezadnje tudi zahteve trga oz. kupca (Apple Best ..., 2017).

Najpogosteje se pridelovalci pri integrirani pridelavi jabolk poslužujejo kemičnega redčenja cvetov in plodičev. Kemično redčimo jablane v treh terminih, in sicer ob koncu polnega cvetenja, ko so plodiči debeline do 5 mm, naslednje redčenje sledi, ko so plodiči debeline od 5 do 12 mm, in tretje, ko so plodiči premera več kot 20 mm. Pripravki, ki jih pridelovalci uporabljajo za redčenje, temeljijo na osnovi avkinskih (amidavksin-NAAm) in neavksinskih snovi (benziladenin). Benziladenin (BA) je hormon, ki spada v skupino citokininov. Vpliva na velikost in težo plodov v smislu, da poveča število celic v posameznem plodu skozi povečano delitev le-teh (Ambrožič Turk, 2010; Wismer in sod., 1995). Pri tem redčenju moramo upoštevati dva omejujoča dejavnika, temperaturo in zračno vlago. Upoštevati ju moramo predvsem pri kemičnih sredstvih, na katere imata neposreden vpliv (Štampar in sod., 2014).

Vse bolj se pridelovalci lotevajo tudi mehanskega redčenja cvetov (slika 4). Cvetove jablan mehansko uničimo s posebnim strojem, na katerem je vrteči valj, na valju pa so gumijaste nitke. Te nitke tolčejo po cvetovih in jih določeno število odtrgajo z drevesa (Štampar in

sod., 2014). Na učinek mehanskega redčenja plodičev ima vpliv tudi hitrost nitk, ki udarjajo po plodičih. V poskusu, ki so ga opravili Kon in sod., 2013, so dokazali, da povečanje hitrosti vrtenja nitk povzroči tudi večje število udarcev po drevesu, kar pa posledično poškoduje tudi večje število vegetativnih in reproduktivnih organov. Poleg zmanjšanja števila plodičev se zmanjša tudi število listov okoli cvetnega šopa. Ob povečanem vrtenju nitk, 90–270 obratov na minuto, so zmanjšali listno površino od 41 % do 62 %, v primerjavi s kontrolo na cvetni šop, kjer redčenja niso opravili (Kon in sod., 2013).

Ta tehnika postaja alternativa kemičnemu redčenju, ker so stroji vse bolj mehansko dodelani in lahko z njimi dosežemo dober učinek redčenja, s tem pa ob obiranju dobimo tudi kakovosten in predvsem tržno zanimiv pridelek. Poleg tega pa je ta tehnika redčenja tudi ekološko neoporečna (Hennen in sod., 2012).



Slika 4: Stroj za mehansko redčenje cvetov postaja alternativa kemičnemu redčenju (Mechanical ..., 2010).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 POSTAVITEV POSKUSA IN POTEK SPREMLJANJA NARAVNEGA TREBLJENJA

Poskus je potekal v letu 2016 na jablani sorte 'Zlati delišes', cepljeni na podlago M9, gojitvena oblika drevesa je ozko vreteno. Poskus smo izvedli v sadovnjaku Biotehniške fakultete, v Hortikulturnem centru v Biljah pri Novi Gorici. Drevesa so posajena leta 2012 v smeri sever-jug.

Pri jablanah, vključenih v poskus, smo spremljali, kako odstranitev listne površine vpliva na naravno trebljenje plodičev. Izbrali smo 24 čim bolj izenačenih triletnih vej na 24 drevesih, ki smo jih razdelili v tri obravnavanja z osmimi ponovitvami za posamezno obravnavanje. Izbrane veje smo nato obročkali in s tem omejili odtok asimilatov iz veje. Posamezni veji smo določili tudi premer (mm) in vejam določili enotno obremenitev (7 cvetnih šopov na cm² preseka veje). Ob cvetenju, 21. 4. 2016, smo na teh vejah odstranili del rozetnih listov, in sicer pri prvem obravnavanju 2/3, pri drugem 1/3 in pri tretjem nič listov. Pri odstranjevanju listov smo upoštevali njihovo velikost. Za obravnavanje z 2/3 odstranjenih listov smo izbirali tri približno enako velike liste in dva odstranili. Podobno smo postopek ponovili pri obravnavanju z 1/3 odstranjenih listov. 21. 4. 2016 smo prešteli cvetove v posameznem šopu na vejah, kjer smo redčili listno površino, in štetje ponovili še po junijskem trebljenju plodičev, 27. 5. 2016. Pri štetju plodičev po junijskem trebljenju smo vsakemu določili še pozicijo (K, L1–L4) in izmerili njegov premer (mm).

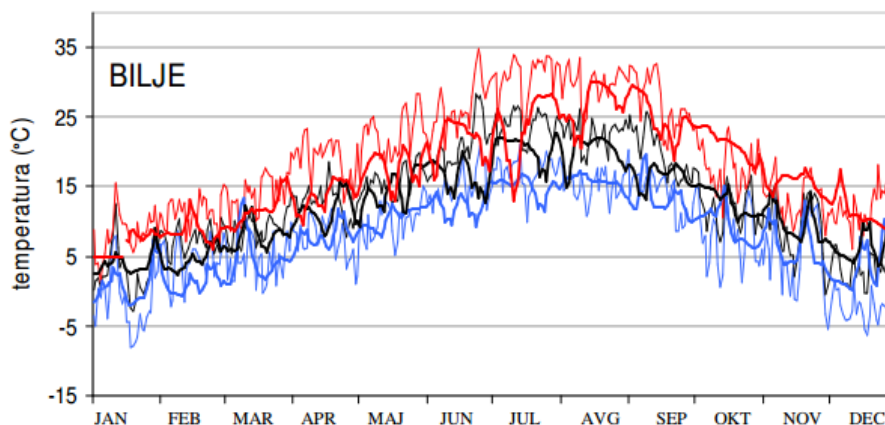
Jeseni, ko so bila jabolka na vejah, kjer smo opravili delno odstranitev listne površine, tehnološko zrela, smo naredili še laboratorijske analize primarnih metabolitov za plodove iz posameznega obravnavanja. Plodove smo obirali 12. 9. 2016. Količino sladkorjev in organskih kislin smo določili s pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC).

Ob obiranju smo na vejah, kjer smo opravljali poskus, izmerili tudi letni prirast rodnega lesa. Merjenje prirasta smo opravili z merilnim trakom tako, da smo izmerili ves toletni prirast in sešteli dolžine toletnih poganjkov na posamezni veji.

3.2 VREMENSKE RAZMERE LETA 2016

Leta 2016 je povprečna letna temperatura po večini Slovenije odstopala od 0,7 do 1,5 °C od dolgoletnega povprečja merjenega za obdobje 1981–2010. Za razliko od ostalega dela Slovenije, je bilo na območju Krasa in obale največje število sončnih dni. To leto so zaznamovali tudi vročinski valovi, vendar ti niso bili tako močni, saj je poletno vročino velikokrat prekinjala kratkotrajna osvežitev (slika 5) (Cegnar, 2016).

Količina padavin je z redkimi pozitivnimi odstopanji za $\pm 10\%$ odstopala od povprečnih mesečnih vrednosti za obdobje 1981–2010, ki znaša 1400 mm (SI-STAT, 2017). Konec aprila je Slovenijo dosegla izrazita hladna fronta, ki je povzročila izrazit padec temperatur. Sledilo je tudi sneženje, pozeba pa je povzročila precej škode v sadovnjakih in vinogradih. Le-ta ni prizadela nasadov v Biljah, kjer smo izvajali poskus (Cegnar, 2016).



Slika 5: Najnižja dnevna (modra), povprečna dnevna (črna) in najvišja dnevna (rdeča) temperatura v letu 2016 (tanka črta) in povprečja obdobja 1981–2010 (debela črta) (Cegnar, 2016).

3.3 LABORATORIJSKE ANALIZE PLODOV

Tehnološko zrele plodove smo z vej, kjer smo opravili delno odstranitev listne površine, ob obiranju razdelili na centralne in lateralne iz vsakega obravnavanja posebej. Pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 listov, je na vejah ostalo 24 plodov, pri obravnavanju z 1/3 odstranjenimi listi, 36 plodov, in pri obravnavanju z nič odstranjenimi listi, 43 plodov. Nato smo vsem obranim plodovom določili maso, premer, trdoto, topno suho snov in vsebnost škroba. Trdoto smo plodovom določevali s pomočjo penetrometra (slika 6), topno suho snov z refraktometrom, škrobni test pa smo izvedli s pomočjo testa z jodovico (slika 7). Hkrati pa smo pripravljali vzorce za laboratorijsko analizo sladkorjev in kislin. Za to analizo smo uporabili centralne plodove (K).



Slika 6: Primer merjenja trdote plodov s pomočjo penetrometra.



Slika 7: Analiza vsebnosti škroba — obarvanje kolobarjev jabolk po tem, ko smo jih namočili v jodovico.

Za laboratorijsko analizo smo uporabili samo centralne plodove (K). Vsakemu obravnavanju smo priredili šest ponovitev tako, da smo skupaj pripravili 18 vzorcev. Vzorce smo nato na drobno nasekljali in v čašo natehtali 5 g sesekljanega vzorca jabolka. Nato smo pripravljene vzorce prelili s 25 ml bidestilirane vode in jih homogenizirali z Ultra-Turraxom (Ika Labortechnik, Nemčija). Te vzorce smo nato za 30 minut dali na stresalnik. S stresalnika smo vzorce prelili v centrifugirke. Centrifugiranje je potekalo s centrifugo (Eppendorf Centrifuge 5810, Nemčija) 7 minut pri 7.000 obratih na minuto. Supernatant smo nato z injekcijsko brizgalko filtrirali skozi 0,2 μm celulozni filter (filter Macherey Nagel, Düren, Germany) v 2 ml viala in vzorce shranili v zamrzovalniku pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do analiz na HPLC.

Analizo posameznih sladkorjev in organskih kislin na HPLC smo izvedli po metodi, kot jo opisujejo Jakopič in sod. (2016).

3.4 STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV

Vse podatke smo vnesli v tabele, jih uredili s pomočjo programa Excel in jih kasneje statistično obdelali s statističnim programom R-commander z enosmerno analizo variance (ANOVA) in določili odpadanja plodičev in razlike v vsebnosti sladkorjev in kislin pri $p \leq 0,05$.

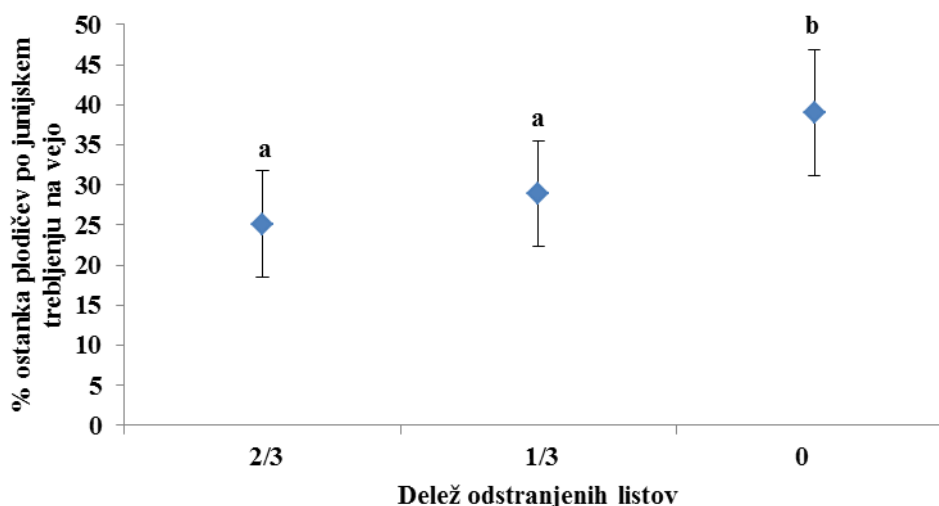
4 REZULTATI

4.1 ODPADANJE PLODIČEV

Pri jablani smo spremljali dinamiko naravnega trebljenja plodičev. Štetje plodičev je potekalo 27. 5. 2016. Zanimalo nas je, kako delna odstranitev listne površine ob cvetovih vpliva na odpadanje plodičev/plodov pri jablani. In sicer, s katere pozicije plodič najpogosteje odpade, koliko jih ostane v posameznem šopu ter koliko jih ostane pri posameznem obravnavanju.

4.1.1 Odpadanje plodičev po obravnavanjih

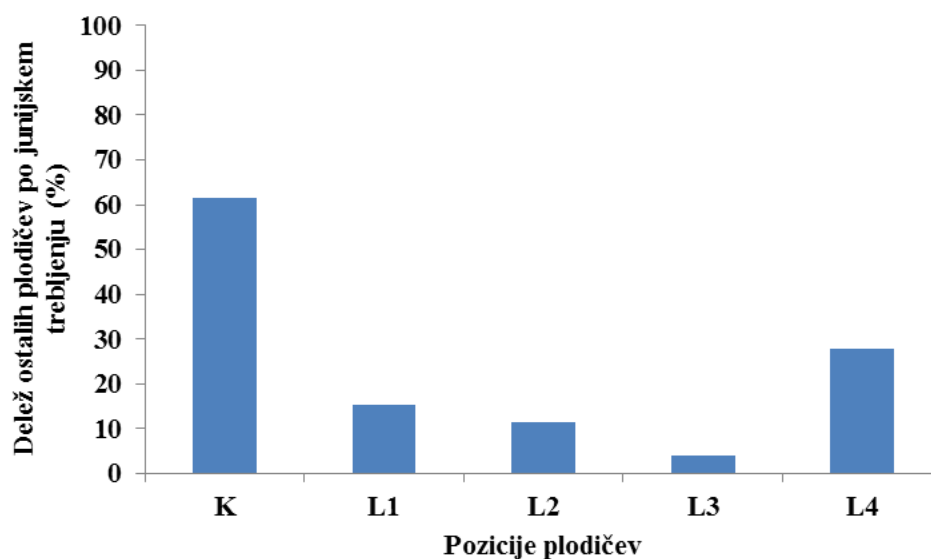
S slike 8 je razvidno, da je bilo najintenzivnejše naravno trebljenje plodičev pri obravnavanju, kjer smo ob plodičih odstranili 2/3 in 1/3 rozetnih listov. Podatki za ti dve obravnavanji so statistično značilno različni v primerjavi z obravnavanjem, kjer listov nismo odstranili.



Slika 8: Delež plodičev na vejo po junijskem trebljenju po obravnavanjih. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, N = 129. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.1.2 Odpadanje plodičev pri dveh tretjinah odstranjenih listih

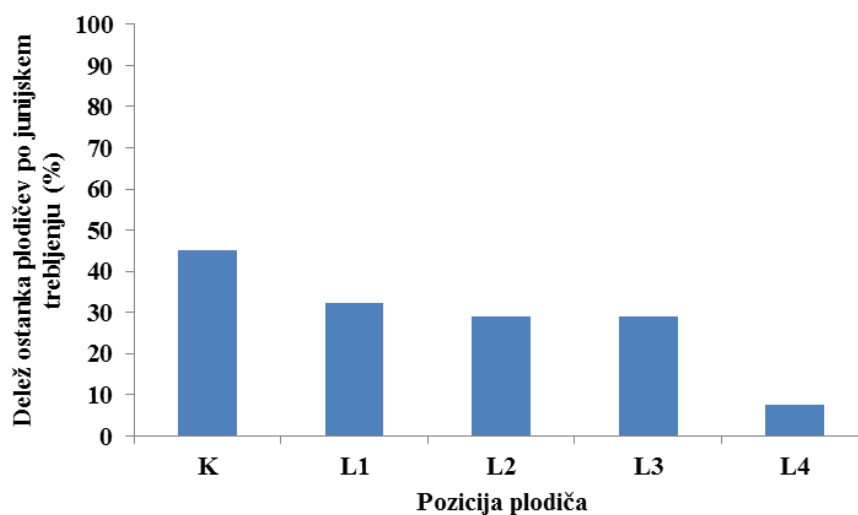
S slike 9 je razvidno, da je največ plodičev ostalo na prvi poziciji, in sicer 62 % plodičev, ki so bili na veji prisotni pred trebljenjem. Nato se vidno zmanjša delež ostalih plodičev v šopu po cvetni osi navzdol. Na L1 poziciji je ostalo 15 % plodov, na L2 poziciji 12 % plodov, na L3 4 %. Nekoliko odstopa L4 pozicija plodiča, na kateri je ostalo več plodičev, in sicer kar 28 %.



Slika 9: Delež ostalih plodičev po posameznih pozicijah po junijskem trebljenju pri obravnavanju z 2/3 odstranjenimi listi. Prikazani so odstotki glede na stanje po trebljenju. N = 29.

4.1.3 Odpadanje plodičev pri eni tretjini odstranjenih listih

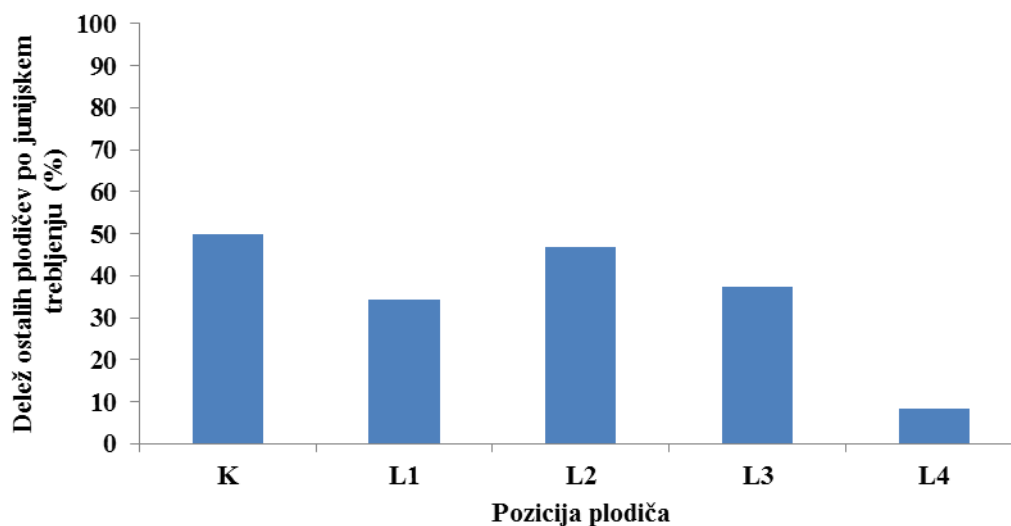
Za razliko od obravnavanja, kjer smo odstranili 2/3 listov, se je pri tem obravnavanju pojavil nekoliko večji povprečni odstotek ostalih plodičev, in sicer 28 %. K plodičev je ostalo 45 %, L1 32 %, L2 in L3 sta ostala v enakem deležu, in sicer v 29 %, L4 plodičev pa je v šopih ostalo le 7 % (slika 10).



Slika 10: Delež ostalih plodičev po posameznih pozicijah po junijskem trebljenju pri obravnavanju z 1/3 odstranjenimi listi. Prikazani so odstotki glede na stanje po trebljenju. N = 44.

4.1.4 Odpadanje plodičev pri nič odstranjenih listih

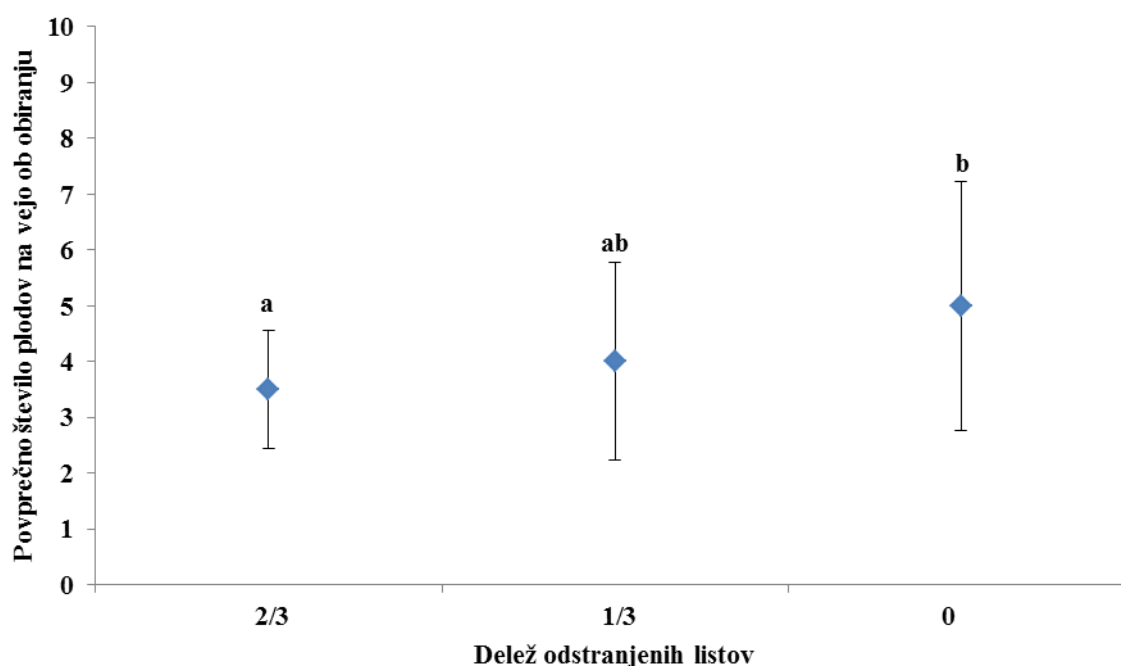
Pri tem obravnavanju sta odstotka za K in L2 pozicijo plodiča skoraj enaka. K plodič je ostal pri 50 %, L2 pa pri 47 %. Nekoliko manj je v šopu ostalo L1 plodičev, in sicer 34 %. L3 plodičev je bilo za 9 % manj od L2, L4 pa je ostal le v 8 % (slika 11).



Slika 11: Delež ostalih plodičev po posameznih pozicijah po junijskem trebljenju pri obravnavanju z 0 odstranjenimi listi. Prikazani so odstotki glede na stanje po trebljenju. N = 56.

4.2 ŠTEVILO PLODOV OB OBIRANJU

Ob obiranju je v povprečju najmanj plodov ostalo pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 listov okoli cvetnega šopa, in sicer 3 plodovi na vejo. V povprečju je največ plodov na vejo ostalo pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov. Teh je bilo tudi statistično značilno največ. Pri 1/3 odstranitvi listov ni bilo statistično značilnih razlik (slika 12).

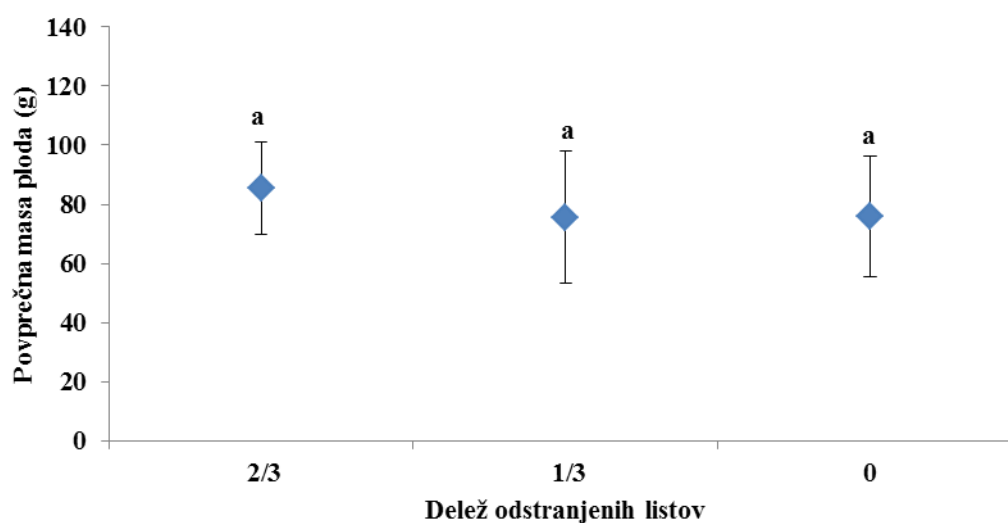


Slika 12: Število plodov ob obiranju na vejo po obravnavanjih. Prikazana so povprečja ± standardne napake. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. $N = 103$.

4.3 MASA IN PREMIER PLODOV

4.3.1 Masa ploda v odvisnosti od deleža odstranjenih listov

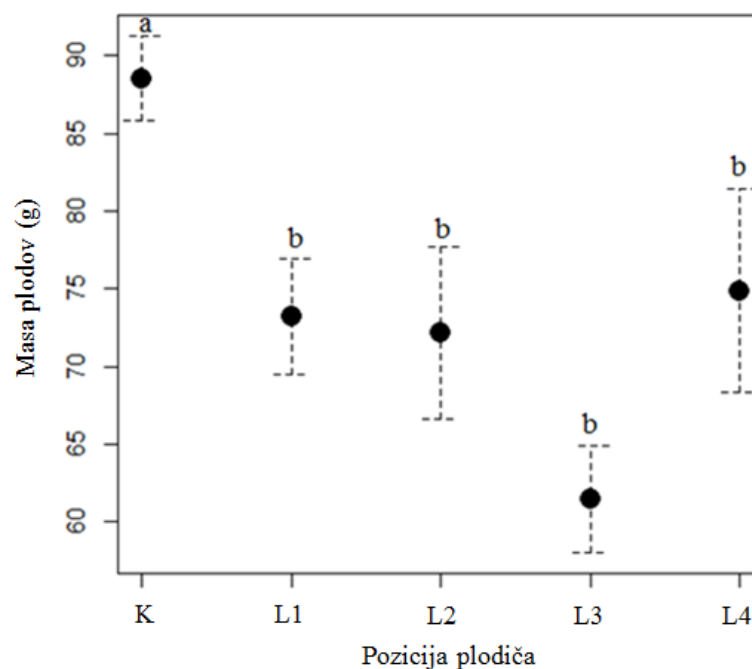
Slika 13 prikazuje maso plodov v odvisnosti od tega, kakšen je bil delež odstranjenih rozetnih listov okoli cvetnega šopa. Med obravnavanji ni bilo statističnih razlik, čeprav so imeli plodovi, kjer smo odstranili 2/3 listov, nekoliko večjo maso.



Slika 13: Prikaz povprečne mase plodov v odvisnosti od deleža odstranjenih rozetnih listov. Prikazana so povprečja ± standardne napake. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$. $N = 103$.

4.3.2 Masa ploda v odvisnosti od njegove pozicije

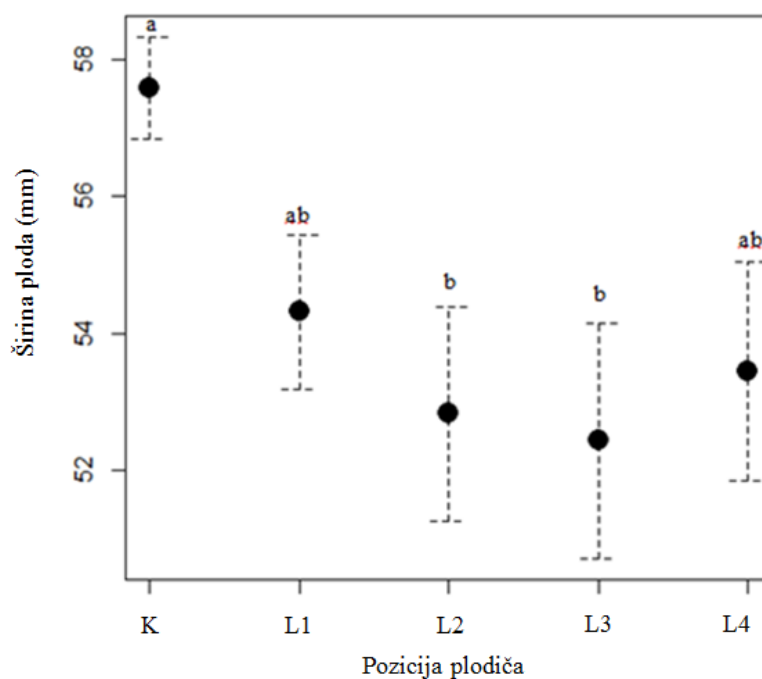
Slika 14 prikazuje, kako je pozicija plodiča vplivala na maso ploda. Masa centralnega ploda (K) je bila statistično značilno večja od ostalih, ki so se nahajali nižje po cvetni osi. Tudi med ostalimi plodovi so bile manjše razlike pri masi, vendar pa med njimi ni bilo statistično značilnih razlik.



Slika 14: Grafičen prikaz mase plodov v odvisnosti od pozicije plodiča. Pri tem nismo upoštevali zmanjšanja listne površine. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, $N = 103$. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.3.3 Premer ploda v odvisnosti od njegove pozicije

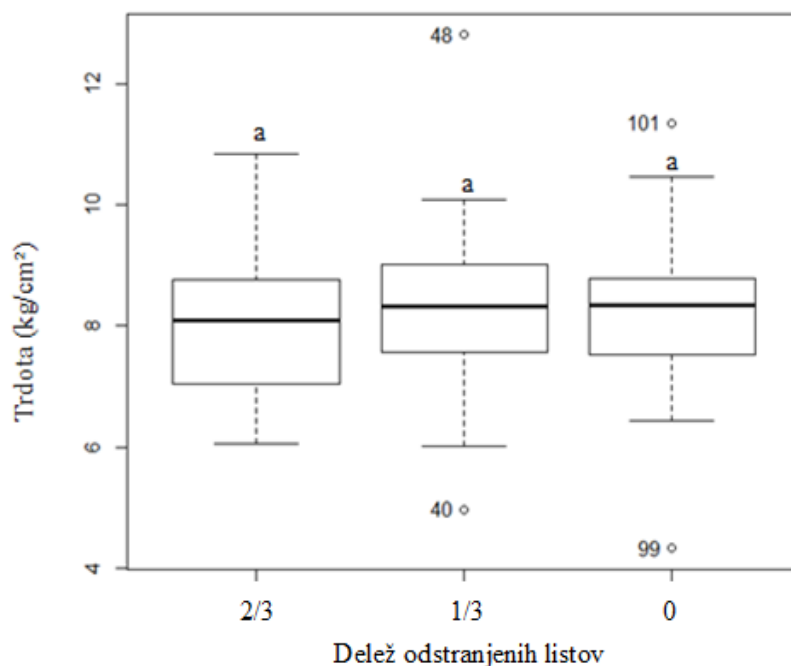
Premer plodov (slika 15) se je statistično značilno razlikoval ($p \leq 0,05$) med centralnimi plodovi in plodovi na pozicijah L3 in L4. Med plodovi na L2 in L5 poziciji ni bilo statistično značilnih razlik, čeprav je bil K plod po premeru nekoliko večji. Centralni plodovi so imeli v povprečju premer 58 mm. Od plodov na L3 in L4 poziciji so bili debelejši v povprečju za 5 mm.



Slika 15: Grafičen prikaz povprečnih premerov plodov v odvisnosti od njihove pozicije na cvetni osi. Pri tem nismo upoštevali zmanjšanja listne površine. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, $N = 103$. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.4 TRDOTA

Trdota plodov se med posameznimi obravnavanji ni statistično značilno razlikovala ($p \geq 0,05$) (slika 16).



Slika 16: Grafičen prikaz trdote plodov za posamezno obravnavanje. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, $N = 103$. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.5 VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI V PLODOVIH

Iz preglednice 2 je razvidno, da so bile vrednosti topne suhe snovi statistično značilno večje pri plodovih, ki smo jim v času cvetenja odstranili 2/3 rozetnih listov. Ta vrednost je znašala 12,63 °Brix. Pri ostalih dveh obravnavanjih so bile vrednosti med seboj podobne.

Preglednica 2: Tabelaričen prikaz vsebnosti topne suhe snovi v plodovih jabolk merjenih v °Brix. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, $N = 103$. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

Delež odstranjenih listov	0	1/3	2/3
Vsebnost topne suhe snovi (°Brix)	11,98 $\pm$ 0,74b	11,75 $\pm$ 0,79b	12,63 $\pm$ 1,08a

4.6 ŠKROBNI TEST Z JODOVICO

Škrobni test z jodovico je pokazal statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med plodovi iz posameznih obravnavanj (preglednica 3). Pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 rozetnih listov, so plodovi vsebovali statistično značilno več škroba kot plodovi z vej, kjer smo odstranili 1/3 in 0 rozetnih listov. To pomeni, da so bili plodovi iz tega obravnavanja manj zreli kot pri ostalih dveh obravnavanjih. Škrobni test za te plodove je bil v povprečju 2,3, medtem ko je bil za plodove z vej, kjer smo odstranili 1/3 in 0 rozetnih listov, v povprečju 2,9.

Preglednica 3: Tabela prikazuje vrednosti škrobnega testa z jodovico 1–5. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, N = 103. Različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

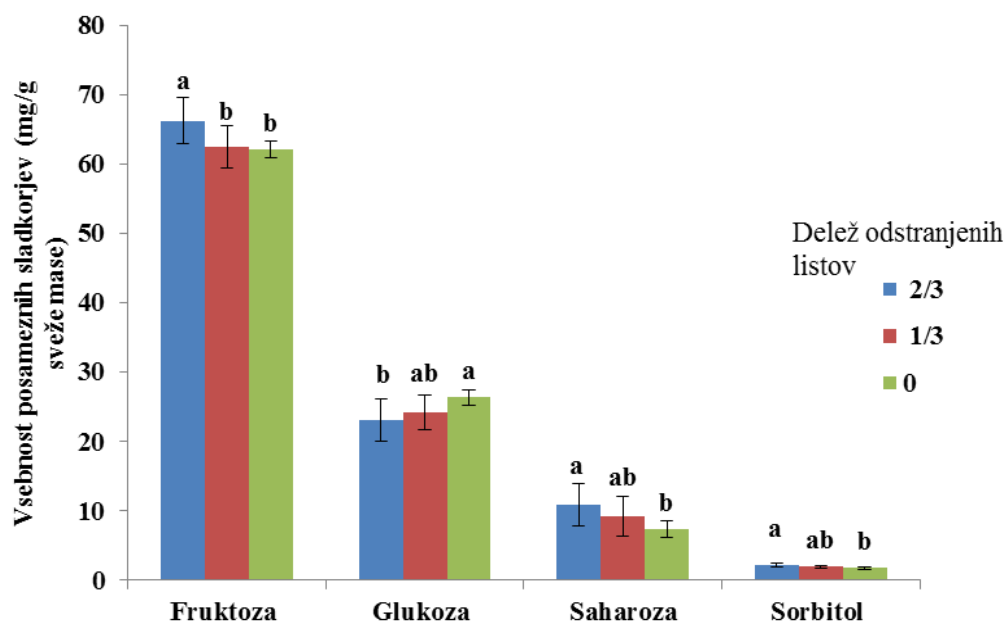
Delež odstranjenih listov	2/3	1/3	0
Povprečne vrednosti škrobnega testa (1–5)	2,29 $\pm$ 1,20a	2,90 $\pm$ 1,14b	2,90 $\pm$ 1,21b

4.7 VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH

V tehnološko zrelih plodovih smo določevali vsebnost posameznih in skupnih sladkorjev in organskih kislin.

4.7.1 Vsebnost posameznih sladkorjev

Laboratorijska analiza je pokazala, da jabolka vsebujejo med posameznimi sladkorji največ fruktoze (slika 17). Statistično značilno največjo vsebnost fruktoze ($p \leq 0,05$) so vsebovala jabolka, kjer smo odstranili 2/3 rozetnih listov, in sicer 66,23 mg/g sveže mase. Med drugim in tretjim obravnavanjem ni bilo statistično značilnih razlik ($p \geq 0,05$). Pri glukozi je bila situacija ravno obratna. Statistično značilno najvišjo vsebnost glukoze so vsebovala jabolka iz obravnavanja, kjer nismo odstranili rozetnih listov, in sicer 26,34 mg/g sveže mase, statistično značilno najmanj glukoze pa so vsebovala jabolka iz obravnavanja, kjer smo odstranili 2/3 rozetnih listov. Pri saharozi in sladkornemu alkoholu sorbitolu so bili podatki statistično značilno podobni. Statistično značilne razlike v vrednostih so bile med obravnavanjema, kjer smo odstranili 2/3 in nič listov. Saharoze so jabolka pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 listov okoli cvetnega šopa, vsebovala 10,92 mg/g sveže mase, sorbitola pa 2,17 mg/g sveže mase. Obravnavanje, kjer smo odstranili 1/3 listov okoli cvetnega šopa, pa se je statistično značilno razlikovalo le pri fruktozi, ki jo je bilo statistično značilno manj kot pri obravnavanju z 2/3 odstranjenimi listi.



Slika 17: Vsebnost posameznih sladkorjev v plodovih po posameznih obravnavanjih, kjer je bilo odstranjenih 2/3, 1/3 in nič listov ob cvetnem šopu. Prikazana so povprečja ± standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.7.2 Vsebnost skupnih sladkorjev

Vsebnost skupnih sladkorjev (preglednica 4) je bila statistično značilno največja ($p \leq 0,05$) pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 rozetnih listov. Jabolka so vsebovala 102,40 mg/g sveže mase skupnih sladkorjev. Jabolka pri ostalih dveh obravnavanjih so v primerjavi s prvim obravnavanjem vsebovala statistično značilno najmanj skupnih sladkorjev, in sicer 97,45 mg/g sveže mase ($p \geq 0,05$).

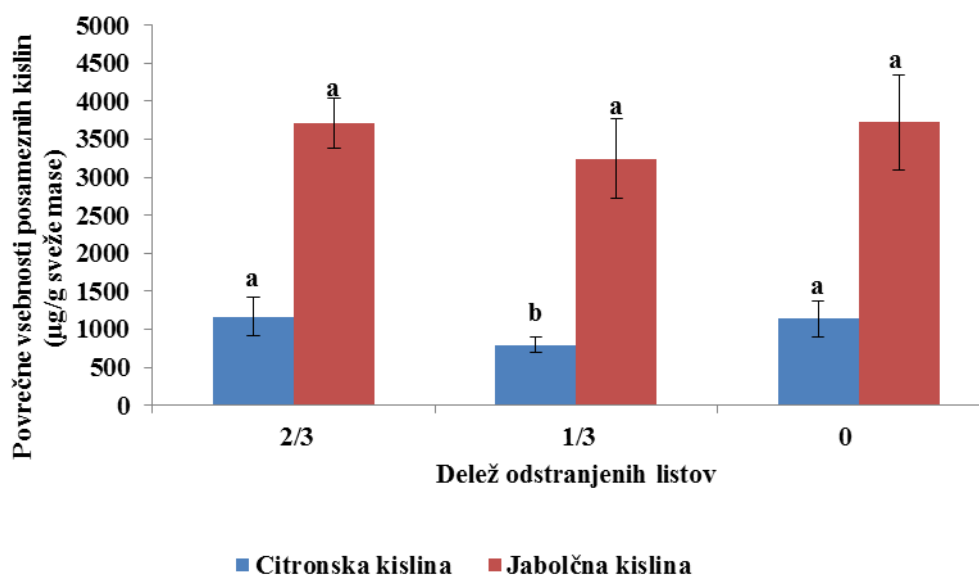
Preglednica 4: Vsebnost skupnih sladkorjev po posameznih obravnavanjih v mg/g sveže snovi. Prikazana so povprečja ± standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

Delež odstranjenih rozetnih listov	2/3	1/3	0
Vsebnost skupnih sladkorjev (mg/g sveže snovi)	102,40 ±3,74a	97,87 ±4,48b	97,45 ±1,75b

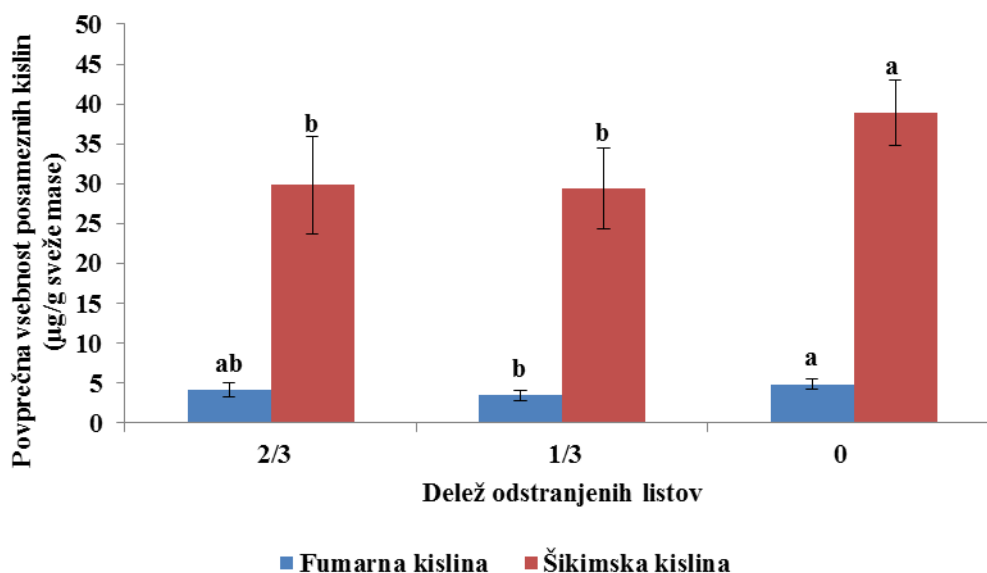
4.7.3 Vsebnost posameznih organskih kislin

Med organskimi kislinami smo v jabolkih določili 4 kisline, in sicer vsebnost citronske, jabolčne, fumarne in šikimske kisline. S slik 18 in 19 je razvidno, da so bile statistično značilne razlike med obravnavanji v vsebnosti citronske, fumarne in šikimske kisline. Pri vsebnosti jabolčne kisline ni bilo statistično značilnih vrednosti med obravnavanji. Vsebnost citronske kisline se je statistično značilno razlikovala pri obravnavanju, kjer smo odstranili 1/3 listov okoli cvetov, in sicer je bila manjša od ostalih dveh obravnavanj. Fumarna kislina je bila v povprečju v večjih količinah pri obravnavanju, kjer nismo

odstranjevali listov okoli cvetov. Pri 1/3 odstranjenih listov okoli cvetov je bila količina fumarne kisline za 1,34 $\mu\text{g/g}$ sveže mase manjša kot pri obravnavanju, kjer nismo odstranjevali listov okoli cvetov. Statistično značilne razlike so bile tudi pri šikimski kislini. Najvišjo vsebnost omenjene kisline so imela jabolka iz obravnavanja, kjer nismo odstranjevali rozetnih listov, in sicer 38,86 $\mu\text{g/g}$ sveže mase. Med ostalima dvema obravnavanjema ni bilo statistično značilnih razlik ($p \geq 0,05$).



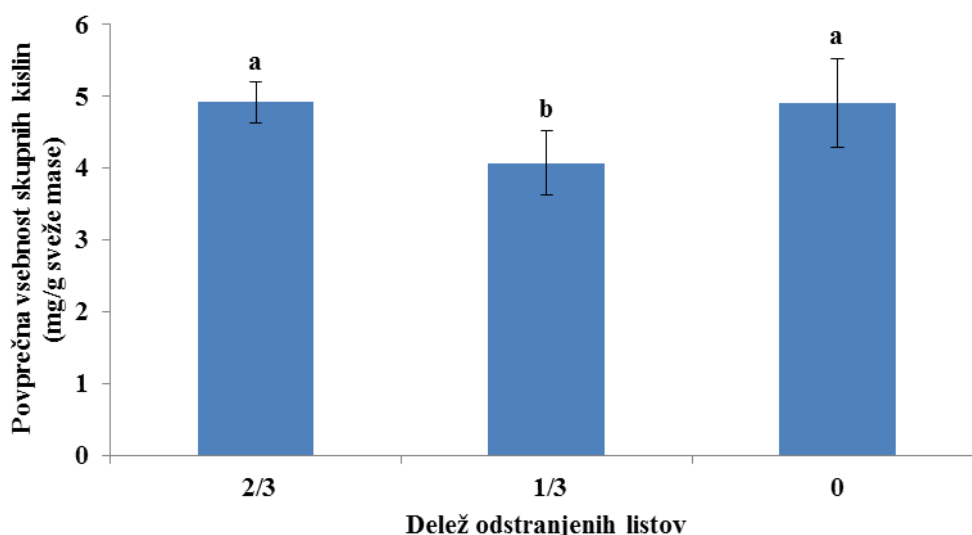
Slika 18: Grafičen prikaz vsebnosti citronske in jabolčne kisline v $\mu\text{g/g}$ sveže mase jabolk. Prikazane so povprečne vrednosti citronske in jabolčne kisline $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.



Slika 19: Grafičen prikaz vsebnosti fumarne in šikimske kisline v $\mu\text{g/g}$ sveže mase jabolk. Prikazane so povprečne vrednosti fumarne in šikimske kisline $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.7.4 Vsebnost skupnih organskih kislin

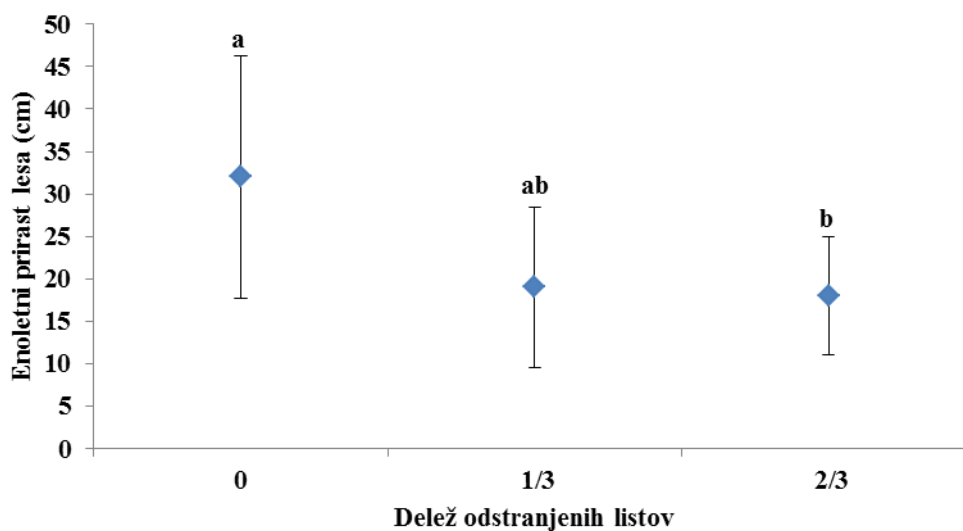
Statistično značilne razlike med obravnavanji so razvidne tudi s slike 20. Pri obravnavanju, kjer smo odstranili 1/3 listov okoli cvetov, je bilo statistično značilno najmanj skupnih kislin ($p \leq 0,05$), in sicer 4,07 mg/g sveže mase.



Slika 20: Grafičen prikaz skupnih kislin v mg/g sveže mase jabolka. Prikazane so povprečne vrednosti skupnih kislin $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

4.8 PRIRAST ENOLETNEGA LESA

Prirast enoletnega lesa smo izmerili ob obiranju jabolka, ko je bila rast poganjkov popolnoma zaključena. Pri statistični obdelavi podatkov smo ugotovili, da je bil pri obravnavanju, kjer nismo odstranili rozetnih listov okoli cvetnega šopa, statistično značilen ($p \leq 0,05$) največji prirast enoletnega lesa (slika 21). Prirast pri obravnavanju, kjer smo okoli cvetnega šopa odstranili 2/3 listov, je bil za 13 cm manjši kot pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov okoli cvetnega šopa. Pri obravnavanju, kjer smo odstranili 1/3 listov okoli cvetnega šopa, ni bilo statistično značilnih razlik ($p \geq 0,05$).



Slika 21: Prikaz prirasta enoletnega lesa v cm glede na delež (0, 1/3 in 2/3) odstranjenih rozetnih listov. Prikazana so povprečja $\pm$ standardne napake, različne črke prikazujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$.

5 RAZPRAVA

5.1 ODPADANJE PLODIČEV

Pri spremljanju junijskega trebljenja pri jablani sorte 'Zlati delišes' smo v poskus vključili tri obravnavanja in z odstranjevanjem različnega deleža rozetnih listov ugotavljali, kako to vpliva na odpadanje plodičev. Pri prvem obravnavanju smo odstranili 2/3 listov okoli cvetnih šopov, pri drugem 1/3 listov in pri tretjem obravnavanju 0 listov.

Z odstranjevanjem listov ob cvetnem šopu smo vplivali na intenzivnost trebljenja plodičev. Na vejah, kjer nismo odstranjevali rozetnih listov, je ostal večji delež plodičev kot pa pri ostalih dveh obravnavanjih, kjer smo odstranili 1/3 in 2/3 rozetnih listov (slika 8). Podoben primer navajata tudi študiji avtorjev Iglesias in sod. (2007) in Mehouchi in sod. (1995), kjer poročajo, da so z odstranjevanjem listne površine vplivali na povečano trebljenje citrusov. Na drevesih, kjer so odstranili 100 % listne površine, so vsi plodiči deset dni po razlistanju odpadli, medtem ko so pri 50 % odstranitvi listne površine plodiči nadaljevali z rastjo, odpadanje pa je bilo med 30 in 33 %.

Poleg tega pa je odstranjevanje listov okoli cvetnih šopov vplivalo tudi na različno intenzivno trebljenje plodičev po posameznih pozicijah. Pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 rozetnih listov (slika 9), je centralni plod (K) ostal v 62 %, medtem ko so ostali plodiči po cvetni osi navzdol od L1 do L3 ostali v manj kot 15 %, z izjemo L4 ploda, ki je ostal v 28 %. Iz rezultatov je razviden močan vpliv dominance centralnega ploda nad lateralnimi plodiči. Ker smo odstranili 2/3 rozetnih listov, je za ostale plodiče zmanjkalo asimilatov. Domnevamo, da so plodiči zaradi pomanjkanja asimilatov odpadli. Raziskava, ki so jo naredili na jablanah sorte 'More spur McIntosh', je pokazala, da so ogljikovi hidrati glavnega pomena pri odpadanju plodičev pri junijskem trebljenju. Da se plod normalno razvije, morata biti ob njem prisotna dva lista, da zadostno oskrbujeta plodič z ogljikovimi hidrati (Yuan in Greene, 2000). Podobno hipotezo pa je v svojih študijah omenjal tudi Bangerth (2000), v kateri prav tako navaja, da so lahko ogljikovi hidrati omejujoč dejavnik pri rasti in razvoju plodičev pri jablani.

Po posameznih pozicijah pri ostalih dveh obravnavanjih je v največ odstotkih ostal K plodič, in sicer na vejah, kjer smo odstranili 1/3 listov (slika 10), je K plodič ostal v 45 %, na vejah z 0 odstranjenimi listi pa je ostal v 50 % (slika 11).

5.2 KAKOVOST PLODOV OB OBIRANJU

5.2.1 Masa in premer plodov

Z odstranjevanjem različnega deleža listne površine smo vplivali tudi na maso plodov ob obiranju. Čeprav med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik, so bili plodovi na vejah, kjer smo odstranili 2/3 listov, nekoliko debelejši (slika 13). Kaže se mogoče vpliv deleža odstranjenih listov, vendar ne smemo spregledati dejstva, da so na vejah ostali plodovi z večjo maso, številčno pa jih je bilo manj. S tem so bili plodiči, ki jih je bilo številčno manj, s strani listov bolj preskrbljeni z asimilati kot plodiči pri ostalih dveh obravnavanjih, kjer jih je bilo številčno več.

Masa in premer plodov sta se statistično značilno razlikovala med posameznimi pozicijami. Statistično značilno ($p < 0,05$) je bil najtežji plod na K poziciji (slika 14). To dejstvo, da je centralni plod po navadi težji in večji od lateralnih, podpira tudi mnogo do sedaj izvedenih študij. Jakopič in sod. (2016) navajajo, da premer in masa centralnega plodu statistično značilno hitreje narašča od mase lateralnih plodičev. Pri našem poskusu se premer plodičev ni statistično značilno razlikoval med K plodom ter L1 in L4 pozicijo ploda (slika 15).

5.2.2 Trdota in vsebnost topne suhe snovi v plodovih

Merjenje trdote plodov pri našem poskusu ni pokazalo statistično značilnih razlik med posameznimi obravnavanji z različnim deležem odstranjenih rozetnih listov (slika 16).

So pa bile statistično značilne razlike pri vsebnosti topne suhe snovi v plodovih (preglednica 2), ob katerih smo v spomladanskem času okoli cvetnega šopa odstranili 2/3 listov. Ta je znašala 12,6 °Brix. Razlog za večjo vsebnost topne suhe snovi v teh plodovih je morda v tem, da je bilo teh plodov po številu za tretjino manj kot pri obravnavanju, kjer smo odstranili 1/3 in 0 listov okoli cvetnega šopa. Ker so se hranila lahko zaradi večjega trebljenja plodičev bolje razporedila po plodovih, so bili le-ti bolj preskrbljeni in so iz tega razloga imeli tudi večjo vsebnost topne suhe snovi. Pri citrusih, pri katerih so delno odstranili listno površino, so ugotovili, da se je pri teh plodovih povišala vsebnost topne suhe snovi v plodovih (Lenz, 1965). Pokazalo pa se je tudi to, da so imeli plodovi iz tega obravnavanja tudi nekoliko večjo maso in premer, kar pa je spet pokazatelj kakovosti plodov za dobro trženje le-teh.

5.2.3 Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih

Laboratorijska analiza sladkorjev in organskih kislin je pokazala zanimive rezultate. Vsebnost skupnih sladkorjev je bila največja pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 rozetnih listov (preglednica 4). Med obravnavanji, kjer smo odstranili 1/3 in 0 listov okoli

cvetnega šopa, pa statistično ni bilo razlik. Meritve posameznih sladkorjev so v plodovih pokazale visoke vsebnosti fruktoze, sledila sta glukoza in saharoza, sorbitola pa je bilo v plodovih najmanj. Statistično značilno je bilo največ fruktoze, saharoze in sorbitola pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 listov, medtem ko je bila vsebnost glukoze statistično značilno največja pri obravnavanju z 0 odstranjenimi listi (slika 17). Berüter (1990) v svoji raziskavi navaja, da je v plodovih, ki se razvijajo posamično, osmotsko aktivnih komponent za 14 % več kot v plodovih, ki se razvijajo v šopu.

Vsebnosti skupnih organskih kislin je bilo statistično značilno največ pri obravnavanjih, kjer smo odstranili 2/3 in nič listov (slika 20). Od posameznih organskih kislin sta bili najbolj zastopani citronska in jabolčna kislina (slika 18). Citronske kisline je bila statistično značilno več pri obravnavanjih, kjer smo odstranili 2/3 in nič listov okoli cvetnega šopa. Vsebnosti furmane kisline je bilo statistično značilno največ pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov, najmanj pa jo je bilo pri obravnavanju z 1/3 odstranjenimi listi. Prav tako je pri tem obravnavanju statistično značilno odstopala vsebnost šikimske kisline, in sicer je je bilo v povprečju več kot pri obravnavanjih z 2/3 in 1/3 odstranjenih listov (slika 19).

5.3 PRIRAST ENOLETNIH POGANJKOV

Pri rezultatih meritev prirasta enoletnega lesa je bil zaznan vpliv odstranitve listne površine na rast novih poganjkov (slika 21). Prirast enoletnih poganjkov je bil za tretjino večji pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov okoli cvetnega šopa. Pri raziskavi na češnjah so ugotovili, da je odstranitev vegetativnih organov (razlistanje) vplivala na zmanjšanje rasti poganjkov na drevesu in posledično tudi na diferenciacijo cvetnih brstov za naslednje leto (Cannell, 1985). Podoben rezultat se je pokazal tudi pri našem poskusu, in sicer pri obravnavanju, kjer smo odstranili liste v različnih deležih, smo s tem zmanjšali prirast poganjkov.

6 SKLEPI

V naši raziskavi smo ugotavljali, kako delna odstranitev listne površine vpliva na naravno trebljenje plodičev, kakovost plodov ob obiranju in prirast poganjkov. Po končani raziskavi smo prišli do naslednjih sklepov:

- Odstranitev listov ob cvetnem šopu je med cvetenjem vplivala na intenzivnost naravnega trebljenja plodičev jablane. Na vejah, kjer nismo odstranjevali listov, je po junijskem trebljenju ostalo več plodičev kot na vejah, kjer smo odstranili 2/3 oz. 1/3 listov ob cvetnem šopu.
- Odstranitev listov je vplivala na odpadanje plodičev po posameznih pozicijah. Največkrat je v šopu ostal centralni plodič, kar zelo dobro dokazuje dejstvo, da ima centralni plodič dominanco nad lateralnimi plodiči.
- Kraljevi plod je bil statistično značilno debelejši in težji od stranskih plodov.
- Analiza skupnih sladkorjev in skupnih organskih kislin je pokazala, da so imeli plodovi, kjer smo odstranili 2/3 listov, statistično značilno višje vsebnosti sladkorjev. Vsebnost organskih kislin je bila statistično največja pri 2/3 in 0 odstranjenih listov, najmanjša pa je bila pri obravnavanju z 1/3 odstranjenimi listi.
- Vsebnost topne suhe snovi ($^{\circ}\text{Brix}$) je bila statistično značilno največja pri obravnavanju z 2/3 odstranjenimi listi. Takšen rezultat je posledica tega, da je bilo na vejah, kjer smo odstranili 2/3 listov, zaradi večjega trebljenja manjše število plodičev, ti pa so bili s strani listov in zelenih poganjkov bolj preskrbljeni.
- Odstranitev listne površine je vplivala tudi na prirast enoletnih poganjkov. Ta je bil statistično značilno največji na vejah, kjer nismo odstranjevali listov, najmanjši prirast pa smo zabeležili na vejah, kjer smo odstranili 2/3 listov.

7 POVZETEK

Jablana je sadna vrsta, ki razvije preveliko število cvetov, ki jih kasneje v rasti in razvoju ne zmore preskrbovati s hranili. Za pridelovalce je dovolj, da se oplodi le 7 % cvetov. V primeru, da na drevesu ostane preveč plodičev, se ti kasneje razvijejo v plodove slabše kakovosti, ker pa drevesu primanjkuje hranil, lahko preide v alternativno rodnost zaradi slabe diferenciacije cvetnih brstov.

Drevo ima v ta namen razvit samoregulatorni sistem, ki povzroči odpadanje plodičev. Raziskovalci so pri raziskovanju mehanizmov odpadanja plodičev razvili dve teoriji, in sicer ogljiko-hidratno in hormonalno teorijo. Prva govori o tem, da je glavni dejavnik abscizije plodičev zaloga hranil, predvsem ogljikovih hidratov v drevesu, druga teorija pa daje poudarek avksinom (IAA). Plodič, ki se v šopu prvi razvije, dominira nad drugimi plodiči v šopu, slednji pa posledično odpadejo.

V naši raziskavi nas je zanimalo, kako odstranitev različnega deleža listne površine vpliva na trebljenje plodičev, na katerih pozicijah najpogosteje ostanejo, kakšna bo kakovost plodov ob obiranju in kakšen bo enoletni prirast lesa. Do sedaj je znano, da v največjem številu po junijskem trebljenju v cvetnem šopu ostane centralni plod, ki je po velikosti večji in po masi težji od stranskih plodov. Poskus smo opravili na jablanah sorte 'Zlati delišes' v Biljah pri Novi Gorici. Ob cvetenju smo odstranili 2/3, 1/3 in 0 listov ob cvetnih šopih.

Pri tem smo ugotovili, da je po junijskem trebljenju pri vseh obravnavanjih v največjem številu v šopu ostal centralni plod (K), s čimer smo tudi potrdili do sedaj znano teorijo. V splošnem pa je bilo naravno trebljenje slabše pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov. Masa zrelih plodov se med obravnavanji ni statistično značilno razlikovala, so pa bili plodovi pri 2/3 odstranjenih listov nekoliko težji. Statistično značilna razlika je bila pri masi kraljevega ploda, ki je bil težji od stranskih plodov. Trdota plodov se po obravnavanjih ni razlikovala, so pa plodovi iz obravnavanja, kjer smo odstranili 2/3 listov, vsebovali statistično značilno več topne suhe snovi.

Razlike so bile tudi v vsebnostih sladkorjev in organskih kislin. V splošnem sta bila od sladkorjev v plodu v največjih količinah fruktoza in glukoza, kar je tudi skladno z dosedanjimi študijami. Po obravnavanjih so bili fruktoza, saharoza in sorbitol v največjih količinah pri 2/3 odstranjenih listov, fruktoze pa je bilo največ pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov. Količine organskih kislin so bile statistično značilno največje pri obravnavanjih, kjer smo odstranili 2/3 in 0 listov. Med posameznimi organskimi kislinami je bilo po vrednostih največ citronske in jabolčne kisline, fumarna in šikimska kislina pa sta bili zastopani v manjših količinah. Citronska kislina je bila statistično značilno v višjih vrednostih pri obravnavanju, kjer smo odstranili 2/3 in 0 listov, fumarna kislina je bila statistično značilno v višjih vrednostih zastopana pri obravnavanju, kjer nismo odstranili

listov, pri 1/3 razlistanju pa je bila v statistično značilno najnižjih vrednostih. Šikimske kisline je bilo statistično značilno več pri obravnavanju z 0 odstranjenimi listi, medtem ko se jabolčna kislina po obravnavanjih ni statistično značilno razlikovala.

Statistična značilna razlika med obravnavanji se je pokazala tudi v prirastu enoletnega lesa. Najdaljši enoletni poganjki so bili pri obravnavanju, kjer nismo odstranili listov, najkrajši pa pri obravnavanju z 2/3 odstranjenimi listi.

Odstranjevanje listov ob cvetni rozeti je vplivalo na potek trebljenja, pri tem pa se ni zmanjšala kakovost plodov, rast novih poganjkov je bila manj intenzivna. Podoben rezultat bi bilo možno doseči tudi s pomočjo mehanskega redčenja plodičev, kjer bi lahko z nitkami, ki udarjajo po plodičih, ob tem odstranili še nekaj listov okoli cvetnega šopa in s tem poskušali doseči podoben rezultat, kakršen je bil v poskusu.

8 VIRI

- Abruzzese A., Mignani I., Cocucci S. M. 1995. Nutritional status in apples and june drop. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120, 1: 71–74
- Ambrožič-Turk B., Stopar M. 2010. Effect of 6-benzyladenine application time on apple thinning of cv. 'Golden Delicious' and cv. 'Idared'. *Acta agriculturae Slovenica*, 95: 69–73
- Apple best practice guide. Department for environment, food & rural affairs
<http://apples.ahdb.org.uk/flower-fruitlets-ardent.asp> (12. 6. 2017)
- Bangerth F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regulation*, 31: 43–59
- Berüter J. 1990. Carbohydrate partitioning and changes in water relations of growing apple fruit. *Journal of Plant Physiology*, 135, 5: 583–587
- Cannell M. G. R. 1985. Dry matter partitioning in tree crops. *Center for Ecology and Hydrology*, 11: 160–193
- Cegnar T. 2016. Padavinske značilnosti leta 2016. Naše okolje/Bilten Agencije RS za okolje, 23, 12: 32-51
- Chung K. R., Shilts T., Ertürk Ü., Timmer L.W., Ueng P. P. 2003. Indole derivatives produced by the fungus *Colletotrichum acutatum* causing lime anthracnose and postbloom fruit drop of citrus. *FEMS Microbiology Letters*, 226: 23–30
- Eccher G., Begheldo M., Boschetti A., Ruperti B., Botton A. 2015. Roles of ethylene production and ethylene receptor expression in regulating apple fruitlet abscission, 169: 125–137
- Estornell L. H., Agustí J., Merelo P., Talón M., Tadeo F. R. 2013. Elucidating mechanisms underlying organ abscission. *Plant Science*, 199–200: 48–60
- Ferrero S., Carretero-Paulet L., Mandes M. A., Botton A., Eccher G., Masiero S., Colombo L. 2015. Transcriptomic signatures in seeds of apple (*Malus domestica* Borkh) during fruitlet abscission. *Plos One*, 10,3,doi.org/10.1371/journal.pone.0120503: 15 str.
- Grappadelli L., Corelli., Lakso A. N., Flore J. A. 1994. Early season patterns of carbohydrate partitioning in exposed and shaded apple branches. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 3: 596–603

- Hennen D., Hanrahan I., Lewis K., McFerson J., Blanke M. 2012. Mechanical flower thinning improves fruit quality of apples and promote consistant bearing. *Scientia Horticulturae*, 134: 241–244
- Iglesias D. J., Cercós M., Colmenero-Flores J. M., Naranjo M. A., Rios G., Carrera E., Ruiz-Rivero O., Lliso I., Morillon R., Tadeo F. R., Talon M. 2007. Physiology of citrus fruiting. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19, 4: 333–362
- Jakopič J., Zupan A., Eler K., Schmitzer V., Stampar F., Veberič R. 2015. It's great to be the King: Apple fruit development affected by the position in the cluster. *Scientia Horticulturae*, 194: 18–25
- Jakopič J., Zupan A., Schmitzer V., Stampar F., Veberič R. 2016. Sugar and phenolics level dependent on the position of apple fruitlet in the cluster. *Scientia Horticulturae*, 201: 362–369
- Kolarič J. 2010. Abscission of young apple fruits (*Malus domestica* Borkh.): a review. *Agricultura*, 7: 31–36
- Kon M. T., Schupp J. R., Winzeler H. E., Marini R. P. 2013. Influence of mechanical string thinning treatments on vegetative and reproductive tissues, fruit set, yield, and fruit quality of 'Gala' apple. *HortScience*, 48, 1: 40–46
- Koutinas N., Pepelyankov G., Lichev V. 2010. Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24: 1549–1558
- Lakso A. N., Wunsche J. N., Palmer W. J., Grappadelli C. L. 1999. Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. *HortScience*, 34, 6: 1040–1047
- Lakso A. N., Goffinet M. C. 2013. Apple fruit growth. *New York Fruit Quarterly*, 21,1: 11–14
- Lenz F. 1965. Relationships between the vegetative and reproductive growth of washington navel orange cuttings (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of Horticultural Science*, 42: 31–39
- Loescher W. H., McCamant T., Keller J. D. 1990. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. *HortScience*, 25, 3: 274–281
- Mechanical blossom thinning apples with the Darwin. 2010.
<https://www.youtube.com/watch?v=R4PR0BjxqA0> (12.7.2017)

- Mehouachi J., Serna D., Zaragoza S., Agusti M., Talon M., Primo-Millo E. 1995. Defoliation increase fruit abscission and reduce carbohydrate level in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. *Plant Science*, 107: 189–197
- Mesejo C., Rosito S., Reig C., Martínez-Fuentes A., Agistí. 2012. Syntetic auxin 3,5,6-TPA provokes *Citrus clementina* (Hort. ex Tan) fruitlets abscission by reducing photosynthate availability. *Journal of Plant Growth Regulation*, 31: 186–194
- Munda A., Gerič-Stare B. 2011. Glive iz rodu *Colletotrichum*, povzročiteljice antraknoze na sadnem drevju in jagodičevju v Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo Podčetrtek, 1.–2. marec 2011, Ljubljana, DVRS: 57–61
- Rom C. R., Barritt B. 1990. Spur development of 'Delicious' apple as influenced by position, wood, age, strain, and pruning. *HortScience*, 25: 1578–1581
- Sawicki M., Aït B. E., Clément C., Vaillant-Gaveau N., Jacquard C. 2015. Cross-talk between environmental stresses and plant metabolism during reproductive organ abscission. *Journal of Experimental Botany*, 66, 7: 1707–1719
- SI-STAT. Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana.
<http://www.stat.si/statweb> (9. 5. 2017)
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2014. Sadjarstvo. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 415 str.
- Volz K. R. 1991. Fruit quality and productivity on apple replacement branches. Palmeston North: 307 str.
https://mro.massey.ac.nz/xmlui/bitstream/handle/10179/4235/02_whole.pdf (15. 6. 2017)
- Wang W., Vinocur B., Altman A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218: 1–14
- Wismer P. T., Proctor J. T. A., Elfving D. C. 1995. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120, 5: 802–807
- Wünsche J. N., Lakso A. N. 2000. The relationship between leaf area and light interception by spur and extensive shoot leaves and apple orchard productivity. *HortScience*, 35, 7: 1202–1206

- Yuan R., Greene D. W. 2000. Benzyladenine as a chemical thinner for 'McIntosh' apples. II. Effects of benzyladenine, bourse shoot tip removal, and leaf number on fruit retention. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 125, 2:177–182
- Zhu H., Dardick C. D., Beers E. P., Callanhan A. M., Xia R., Yuan R. 2011. Transcriptomic of shading-induced and NAA-induced abscission in apple (*Malus domestica*) reveals a shared pathways involving reduced photosynthesis, alterations and carbohydrate transport and signaling and hormone crosstalk. *BMC Plant Biology*, 11, doi: 10.1186/1471-2229-11-138: 20 str.

ZAHVALA

Za vse nasvete, usmerjanje in pomoč pri pisanju magistrskega dela se najprej zahvaljujem mentorici doc. dr. Jerneji JAKOPIČ.

Za pregled in predlagane popravke se zahvaljujem recenzentu prof. dr. Dominiku VODNIKU in predsedniku komisije prof. dr. Gregorju OSTERCU.

Zahvala gre tudi prof. dr. Robertu VEBERIČU in prof. dr. Metki HUDINA za pomoč pri postavitvi poskusa.

Zahvaljujem se tudi prof. dr. Franciju ŠTAMPARJU, ki mi je odstopil sejno sobo, da sem lahko opravil meritve kakovosti plodov, saj so ravno v tem času prenavljali laboratorij.

Zahvala tudi Hortikulturnemu centru Biotehniške fakultete v Orehovlju, da sem lahko pri njih opravil poskus.

Zahvala gre tudi prijatelju Mihi CURKU, ki si je vzel čas in mi pomagal pri meritvah parametrov kakovosti plodov.

Nazadnje pa naj gre posebna zahvala puncu Meti ROBIDA, ki mi je pomagala v laboratoriju in pri oblikovanju magistrskega dela, ter staršem in prijateljem, ki so me vzpodbujali in mi stali ob strani v času študija.