

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tanja SMUKOVIČ

**PRIMERJAVA VSEBNOSTI FENOLNIH SNOVI V
LISTIH IN PLODOVIH SORT JABLANE (*Malus
domestica* Borkh.) IZ INTEGRIRANE IN EKOLOŠKE
PRIDELAVE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tanja SMUKOVIČ

**PRIMERJAVA VSEBNOSTI FENOLNIH SNOVI V LISTIH IN
PLODOVIH SORT JABLANE (*Malus domestica* Borkh.) IZ
INTEGRIRANE IN EKOLOŠKE PRIDELAVE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**COMPARISON OF PHENOLIC CONTENT IN LEAVES AND FRUITS
OF APPLE (*Malus domestica* Borkh.) CULTIVARS IN INTEGRATED
AND ORGANIC PRODUCTION**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Nabiranje rastlinskega materiala je potekalo v sadovnjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Analize sekundarnih metabolitov so bile opravljene v laboratoriju Katedre za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo na Biotehniški fakulteti.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete je dne 28. 5. 2008 za mentorja diplomskega dela potrdila doc. dr. Roberta VEBERIČA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL, Univerza v Ljubljani

Član: doc. dr. Robert VEBERIČ, Univerza v Ljubljani

Član: izr. prof. dr. Franci CELAR, Univerza v Ljubljani

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Spodaj podpisana Tanja Smukovič se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Tanja Smukovič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 634.11: 631.526.32: 631.58: 547.562 (043.2)
KG Sadjarstvo/ jabolana/ fenolne spojine/ sorte/ sekundarni metaboliti/ integrirana pridelava/ ekološka pridelava
KK AGRIS F62/F01
AV SMUKOVIČ, Tanja
SA VEBERIČ, Robert (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2010
IN PRIMERJAVA VSEBNOSTI FENOLNIH SNOVI V LISTIH IN PLODOVIH SORT JABLANE (*Malus domestica* Borkh.) IZ INTEGRIRANE IN EKOLOŠKE PRIDELAVE
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XII, 38, [5] str., 6 pregl., 12 sl., 4 pril., 40 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen diplomskega dela je bil s kemično analizo ugotoviti vsebnost sekundarnih metabolitov (fenolnih spojin) v listih in plodovih različnih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave. Liste smo vzorčili trikrat v rastni dobi 2007 (5. 7., 31. 7. in 24. 8. 2007), plodovi pa so bili obrani v tehnološki zrelosti. Obravnavali smo 5 različnih sort jabolane: 'Topaz', 'Carjevič', 'Delbard jubilé', 'Rdeči boskop' in 'Florina'. Vse sorte so bile vključene v ekološko oziroma integrirano pridelavo. Pri listih smo izmerili vsebnost naslednjih fenolnih spojin: epikatehin, katehin, kavno in klorogensko kislino, kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid, kvercetin ramnozid in rutin. Ugotovili smo, da se vsebnosti med sortami razlikujejo, prav tako pa se razlikuje tudi vsebnost med obravnavanji, saj je bila skoraj pri vseh fenolnih spojinah višja vsebnost v drugem terminu vzorčenja. Listi so vsebovali največ kvercetin glikozidov, nato epikatehina in klorogenske kisline ter katehina, najmanj pa smo izmerili kavne kisline. Pri plodovih smo ločili kožico in pulpo in vsako posebej analizirali. Pri kožici plodov smo merili vsebnost enakih fenolnih spojin kot pri listih in ugotovili, da se vsebnosti med obravnavnimi sortami razlikujejo. V kožici plodov smo najvišje vsebnosti določili pri epikatehinu, sledijo pa kvercetin galaktozid, kvercetin ramnozid, kvercetin glukozid, katehin, klorogenska in kavna kislina ter rutin. V pulpi plodov smo ugotovili največ epikatehina, nato klorogenske in kavne kisline ter najmanj katehina.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 634.11: 631.526.32: 631.58: 547.562 (043.2)
CX Fruit growing/ apples/, *malus domestica*/ cultivars/ secondary metabolites/ phenolic compounds/ integrated production/ organic production
CC AGRIS F62/F01
AU SMUKOVIČ, Tanja
AA VEBERIČ, Robert (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2010
TI COMPARISON OF PHENOLIC CONTENT IN LEAVES AND FRUITS OF APPLE (*Malus domestica* Borkh.) CULTIVARS IN INTEGRATED AND ORGANIC PRODUCTION
DT Graduation thesis (university studies)
NO XII, 38, [5] p., 6 tab., 12 fig., 4 ann., 40 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The purpose of our graduation thesis was to determinate the amount of secondary metabolites (phenolic compounds) through chemical analysis among different apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) in leaves and fruits from organic and integrated produvtn. Leaves were sampled three times in the growing season 2007 (5th july, 31th july and 24th august), fruits were picked in the technological maturity. We analysed five different cultivars: 'Topaz', 'Carjevič', 'Delbard jubilé', 'Red boskoop' and 'Florina'. All cultivars were included in organic and integrated production. In leaves we have determined the following phenolic compounds: epicatechin, catechin, caffeic and chlorogenic acid, quercetin galactoside, quercetin glucoside, quercetin rhamnoside and rutin. We found out that the content of phenolic compouds differs between cultivars and during the growing season. Allmost all of determinated phenolic compounds were higher in the second therm sampling. Leaves contained the highest amount of quercetin glycosids, followed by epicatechin and chlorogenic acid and catechin, and the lowest amount of caffeic acid. At fruits we separated tke skin and pulp and determinate them individually. In the fruit skin of we determined the same phenolic compounds that were determinated in leaves and we find out that there were differences between cultivars. Skin of the fruits contained the highest amount of epicatechin, followed by quercetin galactoside, quercetin rhamnoside, quercetin glucoside, catechin, chlorogenic and caffeic acid and rutin. In fruit pulp we determine the highest amount of epicatechin, then chlorogenic and caffeic acid and the lowest amount of catechin.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
Okrajšave in simboli	X
1 UVOD	1
1.1 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 JABLANA	2
2.2 EKOLOŠKA IN INTEGRIRANA PRIDELAVA	2
2.3 JABLANOV ŠKRLUP	3
2.4 FENOLNE SNOVI	4
2.5 PODNEBNE RAZMERE	5
3 MATERIAL IN METODE	7
3.1 LOKACIJA POSKUSA	7
3.2 RASTLINSKI MATERIAL	7
3.2.1 Sorta 'Topaz'	8
3.2.2 Sorta 'Carjevič'	8
3.2.3 Sorta 'Delbard jubilé'	8
3.2.4 Sorta 'Rdeči boskop'	8
3.2.5 Sorta 'Florina'	8
3.3 METODE DELA	9
3.3.1 Varstvo rastlin	9
3.3.2 Vzorčenje rastlinskega materiala	9
3.3.3 Meritve vsebnosti fenolnih snovi v listih in plodovih jabolane	9
3.3.3.1 Ekstrakcija fenolov iz listov	9
3.3.3.2 Ekstrakcija fenolov iz kože	10
3.3.3.3 Ekstrakcija fenolov iz pulpe	10
3.3.3.4 HPLC analiza	10
3.3.3.5 Meritve vsebnosti fenolnih spojin s HPLC	10
3.3.4 Statistična obdelava podatkov	11
4 REZULTATI	12
4.1 LISTI	12
4.1.1 Sorta 'Delbard jubilé'	12
4.1.2 Sorta 'Carjevič'	13
4.1.3 Sorta 'Florina'	14
4.1.4 Sorta 'Rdeči boskop'	15
4.1.5 Sorta 'Topaz'	16
4.2 PLODOVI	17

4.2.1	Kožica	17
4.2.1.1	Epikatehin	17
4.2.1.2	Katehin	18
4.2.1.3	Kavna kislina	19
4.2.1.4	Klorogenska kislina	20
4.2.1.5	Kvercetin galaktozid	21
4.2.1.6	Kvercetin glukozid	22
4.2.1.7	Kvercetin ramnozid	23
4.2.1.8	Rutin	24
4.2.2	Pulpa	25
4.2.2.1	Epikatehin	25
4.2.2.2	Katehin	26
4.2.2.3	Kavna kislina	27
4.2.2.4	Klorogenska kislina	28
5	RAZPRAVA	29
5.1	LISTI	29
5.2	PLODOVI	31
6	SKLEPI	33
7	POVZETEK	34
8	VIRI	35

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

str.

- | | | |
|---------------|--|----|
| Preglednica 1 | Mesečna povprečja temperatur (°C) ter odklon od povprečja (°C), 7 višina padavin (mm) in višina padavin v % od povprečja v rastni dobi 2007 za Ljubljano (Mesečni bilten, 2007). | 7 |
| Preglednica 2 | Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje ± SN v mg/100 g) v listih jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) sorte 'Delbard jubilé' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja. | 12 |
| Preglednica 3 | Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje ± SN v mg/100 g) v listih jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) sorte 'Carjevič' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja. | 13 |
| Preglednica 4 | Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje ± SN v mg/100 g) v listih jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) sorte 'Florina' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja. | 14 |
| Preglednica 5 | Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje ± SN v mg/100 g) v listih jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) sorte 'Rdeči boskop' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja. | 15 |
| Preglednica 6 | Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje ± SN v mg/100 g) v listih jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) sorte 'Topaz' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja. | 16 |

KAZALO SLIK

str.

Slika 1	Vsebnost epikatehina (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	17
Slika 2	Vsebnost katehina (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	18
Slika 3	Vsebnost kavne kisline (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	19
Slika 4	Vsebnost klorogenske kisline (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	20
Slika 5	Vsebnost kvercetin galaktozida (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	21
Slika 6	Vsebnost kvercetin glukozida (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	22
Slika 7	Vsebnost kvercetin ramnozida (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	23
Slika 8	Vsebnost rutina (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	24
Slika 9	Vsebnost epikatehina (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	25
Slika 10	Vsebnost katehina (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	26
Slika 11	Vsebnost kavne kisline (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	27
Slika 12	Vsebnost klorogenske kisline (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (<i>Malus domestica</i> Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.	28

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Dekadna povprečna temperatura (°C), količina padavin (mm) in število padavinskih dni (Mesečni bilten, 2007).
- Priloga B: Termini škropljenja in gnojenja v nasadu v rastni sezoni 2007, ter količina (kg/ha) oz. koncentracija porabljenih sredstev.
- Priloga C1: Vsebnosti določenih fenolnih spojin (povprečje \pm SN v mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke (eko.) in integrirane (int.) pridelave.
- Priloga C2: Vsebnosti določenih fenolnih spojin (povprečje \pm SN v mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke (eko.) in integrirane (int.) pridelave.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

in sod.	in sodelavci
kvercetin galaktozid	kvercetin-3- <i>O</i> -galaktozid
kvercetin glukozid	kvercetin-3- <i>O</i> -glukozid
kvercetin ramnozid	kvercetin-3-ramnozid
rutin	kvercetin-3-rutinozid
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
oz.	oziroma

1 UVOD

V Sloveniji je jabolana glavna sadna vrsta. V pridelavi so različne sorte, ki so različno občutljive na bolezni in škodljivce. Največ težav povzroča predvsem jablanov škrlup, ki ga povzroča gliva *Venturia inaequalis* ((Cooke) G. Wint. /Aderh.), zato se žlahtnitelji trudijo vzgojiti nove sorte, ki bi bile vsaj delno ali pa v celoti odporne na to bolezen. Takšne sorte se uporabljajo v ekološki pridelavi, občutljivejše sorte pa so primerne za integrirano pridelavo.

V Sloveniji je bolj razširjena integrirana pridelava, vendar pa v zadnjih letih vedno bolj pridobiva na pomenu tudi ekološka pridelava, saj se smernice prehranjevanja spreminjajo. Kupec si vedno bolj želi zdravo in na naraven način pridelano sadje, zato se pridelovalci vedno bolj usmerjajo v ekološki način pridelave. Ta je za pridelovalca veliko bolj zahteven od integrirane pridelave, saj je prepovedana uporaba vseh sintetičnih kemičnih pripravkov in lahkopnih mineralnih gnojil. Te omejitve povzročajo veliko preglavic ekološkim kmetovalcem, saj jim težave povzročajo različne bolezni in škodljivci. Rastlina začne zaradi različnih stresnih dejavnikov tvoriti več sekundarnih metabolitov, med katere spadajo tudi fenolne spojine. Stresni dejavniki so lahko okužba rastlin (glive, virusi, bakterije), vremenske razmere, mehanske poškodbe in druge. Nekateri rastlinski metaboliti pomagajo rastlini pri obrambnih reakcija. Tvorba fenolnih spojin je odvisna tudi od načina pridelave, saj v integrirani pridelavi rastline varujemo pred okužbami patogenov, v ekološki pridelavi pa se mora rastlina sama obraniti, s tvorbo snovi, ki so za patogena škodljive.

Velik pomen fenolnih snovi je tudi v prehrani ljudi, saj prispevajo velik delež k skupnemu antioksidativnemu potencialu živila. Jabolka so zelo bogata s temi snovmi, največ jih je ravno v kožici plodov, zato strokovnjaki priporočajo uživanje neolupljenega sadja.

1.1 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da se vsebnosti fenolov v listih in plodovih pri različnih sortah jabolane razlikujejo glede na način pridelave (ekološka in integrirana).

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Z vključitvijo odpornih in delno odpornih sort iz integrirane v ekološko pridelavo smo hoteli preučiti odpornostne mehanizme pri jabolani.

Naš namen je preveriti, koliko fenolnih snovi se tvori pri isti sorti jabolane, ki je vključena v ekološko oziroma integrirano pridelavo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 JABLANA

Jablana (*Malus domestica* Borkh.) je pri nas vodilna sadna vrsta, saj je njen delež med pomembnejšimi sadnimi vrstami okrog 71 % (Štampar in sod., 2005). Z njo je bilo v Sloveniji leta 2004 zasajenih nekaj čez 3000 ha (Štampar, 2008). Najbolje uspeva na globokih, zračnih, peščeno-ilovnatih tleh, ki so dobro propustna za presežke vode, na zmerno kislih (pH 5,5 – 6,5) in zmerno vlažnih ter s hranili in humusom bogatih tleh. Na lahkih tleh uspeva le z namakanjem. Ne ustrezajo ji preveč apnena tla.

Slovenski sadjarji v normalnih letih pridelajo 60-80 tisoč ton kakovostnih jabolk, poleg tega pa še 10-20 tisoč ton predelajo v koncentrat. Izvozi se vsako leto 20 tisoč ton jabolk.

Jabolka v Sloveniji pridelujemo na dva načina: ekološki način pridelave in integrirani način pridelave.

2.2 EKOLOŠKA IN INTEGRIRANA PRIDELAVA

V Sloveniji je bolj razširjena integrirana pridelava, ki zajema kar 80-90 % vse pridelave, ekološka pridelava pa predstavlja 5-10 % (Štampar in sod., 2005) in postaja vedno bolj zanimiva za pridelovalce.

Integrirana pridelava se je pričela leta 1991, ko se je združilo prvih 29 sadjarjev. Istega leta je bila ustanovljena tudi Pridelovalno tržna skupnost SIPS – Slovenska integrirana pridelava sadja, kot zaščitna znamka pridelovalcev integrirane pridelave sadja (Tojnko in Unuk, 2004). Do leta 2003 se je integrirano sadjarstvo razširilo na skupno 3942 ha in doseglo 889 članov (Tojnko in Unuk, 2004).

Integrirana pridelava sadja je naravi prijaznejši način pridelave, kjer z zmanjšano uporabo fitofarmaceutskih sredstev in mineralnih gnojil zmanjšujemo negativne vplive kmetovanja na okolje in zdravje ljudi ter z uporabo naravnih virov in mehanizmov pridelamo kakovostno in zdravo sadje. Integrirana pridelava se izvaja v skladu s pravilnikom o integrirani pridelavi sadja in tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo sadja (Džuban, 2004). Zaradi teh posebnih zahtev in strogega nadzora pa tudi od pridelovalca zahteva več znanja, učenja in razmišljanja, saj predstavlja večje tveganje in povzroča višje stroške pridelave (Tojnko in Unuk, 2004).

Začetki ekološkega kmetovanja segajo že v leto 1988, ko je bilo ustanovljeno podjetje Mikrokozmos, ki je organiziralo pridelavo in prodajo ekoloških izdelkov. V Sloveniji pa začetek ekološke pridelave sadja sega v leto 1997, ko je sadjarska zadruga Posavja iz Artič pričela z razmnoževanjem odporne sorte 'Topaz' (Štampar in sod., 2005). Po letu 1997 se je razvoj ekološkega kmetovanja še razširil s pomočjo kmetijske svetovalne službe pri Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Slovenije (MKGP), ki je izdala priporočila za ekološko kmetovanje v Sloveniji (Lind in sod., 2001). Ustanovilo se je združenje ekoloških kmetov Slovenije, organizirana so bila prva predavanja (Akcijski

načrt..., 2006). Leta 1999 so ekološki kmetovalci pričeli prodajati izdelke pod kolektivno znamko BIODAR, znamko za živila, pridelana oziroma predelana po standardih za ekološko kmetovanje. Že leta 1998 so strokovnjaki Kmetijskega zavoda Maribor organizirali kontrolo ekološkega kmetovanja. Danes nadzor nad ekološko in tudi integrirano pridelavo izvaja neprofitna organizacija Inštitut za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu (IKC), ki deluje v okviru Fakultete za kmetijstvo, Univerze v Mariboru. Njegova naloga je kontrola in certifikacija ekoloških pridelkov oz. živil, oskrba prebivalcev z zdravo in varno hrano in objektivne in dosledne kontrole v skladu z zakonodajo (Repič in sod., 2005)

Ekološko sadjarstvo je zahtevnejše od integrirane pridelave. Na uspeh ekološke pridelave vplivajo različni dejavniki. Prvi med njimi je rastišče, saj z ustrezno izbiro le-tega vplivamo na pojav bolezni in škodljivcev, pa tudi na rast in rodnost drevesa. Da pa bo uspeh viden tudi na gospodarskem področju, je potrebno izbrati ustrezno sorto, ki se optimalno prilagaja rastišču, saj posamezne sorte potrebujejo različna rastišča. Sorte izbiramo glede na možnosti rastišča, pri čemer upoštevamo tudi podnebne značilnosti in lastnosti tal (Lind in sod., 2001). Izbira sorte je zelo pomembna, saj v ekološki pridelavi ni dovoljena uporaba lahkotopnih mineralnih gnojil, niti večine fitofarmaceutskih sredstev (Lind in sod., 2001).

Izbiramo med sortami, ki so vsaj deloma ali pa v celoti odporne na jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*), ki pri nas še vedno povzroča največ težav pridelovalcem. Odpornih sort je na trgu vedno več, saj se žlahtnitelji intenzivno ukvarjajo z vzgojo novih sort, da bi čim bolj zmanjšali škodljive posledice uporabe kemičnih pripravkov na ljudi in okolje. Aktivno varstvo proti jablanovemu škrlupu zahteva v bolj mokrih letih od povprečja tudi do 18 škropljenj v rastni sezoni, kar poleg visokega finančnega vložka predstavlja tudi veliko tveganje za okolje.

2.3 JABLANOV ŠKRLUP

Jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*) je v Sloveniji najnevarnejša bolezen jabolane, ki lahko povzroči veliko gospodarsko škodo (Viršček Marn in Štampar, 1999). Gliva okužuje liste, plodove in zelene poganjke.

Spomladi se na zgornji in spodnji strani listov pojavijo zeleno črne žametaste nazobčano okrogle pege, ki so bolj izrazite na spodnji strani, v začetku so ločene, kasneje pa se začnejo širiti in združevati. Ob močnem napadu začne listje hirati in odpadati.

Plodove lahko škrlup okuži v vsakem razvojnem stadiju. Na mladih plodičih se pojavijo milimetrske motno črne pege s srebrnkastim robom, ki kasneje oplutenijo in postanejo sivo rjave. Zaradi tega se plodiči ne morejo enakomerno debeliti in pogosto predčasno odpadejo. Kasneje se na plodičih lahko pojavijo sivo črne pege v okolici peclja ali muhe, ki pa so zgolj površinske, vendar kvarijo videz plodov in trajnost skladiščenja (Maček, 1990).

Najpogosteje se pojavlja v deževnih letih z veliko vlage in visokimi temperaturami. Za zatiranje sta ustrezna dva načina: uporaba fungicidov in vzgoja odpornih sort. Uporaba fungicidov zahteva tretiranje rastlin 12-18 krat letno, odvisno od vremenskih razmer. Z odpornimi sortami pa bistveno zmanjšamo možnosti okužbe, še posebej, če sadimo različne sorte, izberemo lokacijo, kjer poleti ni dolgo rose, in izvajamo sanitarne ukrepe (Celar, 1997).

Na odpornost rastlin pa vplivajo v največji meri geni. Za odpornost na jablanov škrlup je odgovoren gen *Vf*, ki so ga odkrili pri *Malus floribunda* 821 in ga s križanjem prenesli na današnje odporne sorte. Zaradi *Vf* gena so rastline popolnoma odporne na okužbo z glivo *Venturia inaequalis*, saj začne po okužbi rastlina takoj sintetizirati metabolite, ki glivo uničijo.

Med metabolite, ki povečujejo odpornost na glivo po okužbi, spadajo tudi različne fenolne spojine. Znano je, da se po okužbi poviša predvsem količina klorogenske kisline (Hamazu, 2006).

2.4 FENOLNE SNOVI

Sekundarni metaboliti rastlin predstavljajo enega od obrambnih odgovorov na okužbo s patogenom ali poškodbo. Med njimi so tudi fenolne snovi, ki imajo v rastlinah obrambno funkcijo, saj kot reakcijo na okužbo z glivo ali drugim patogenom, rastline pričnejo s tvorbo snovi, ki so za glive strupene. Te snovi imenujemo fitoaleksini in se tvorijo v rastlini po poškodbi ali okužbi s patogenom (Harborne, 1994). Med fitoaleksini so tudi različne fenolne spojine, ki se sintetizirajo v velikih količinah izključno po poškodbah ali okužbah s patogenom (največkrat glivami, lahko pa tudi bakterijami in virusi) ali po kemičnih ali mehanskih poškodbah.

Sadje z večjo vsebnostjo fenolnih snovi ima pogosto bolj trpek okus in je za potrošnika manj zanimivo, vendar pa lahko te snovi vplivajo na večjo odpornost sorte na bolezni in škodljivce. Rastlina po okužbi prične s povečano tvorbo fenolnih snovi v okolici okužbe ter se tako zavaruje pred širjenjem patogena.

Med fenolne snovi spadajo tudi fenolne kisline, katerih koncentracija se poveča po stresni situaciji. Fenolne kisline vplivajo na lignifikacijo območja okoli patogena, kar prepreči njegovo širjenje (Hamazu, 2006). Poveča se predvsem akumulacija derivatov kavne kisline, ki predstavljajo prekurzorje za sintezo flavonolov. Ena izmed fenolnih snovi, ki je prisotna v večjih količinah po okužbi je klorogenska kislina.

Pomembna skupina fenolnih snovi so tudi flavonoidi. Flavonoidi so nizkomolekularne spojine, ki jih je veliko v sadju in zelenjavi. V jabolku je eden glavnih flavonoidov kvercetin (Kim in sod. 2002), najdemo pa še kampferol, katehin in druge, ki imajo antialergijsko, antivirusno, antitumorno, protivnetno in antioksidativno delovanje (Harborne in Williams, 2000).

Flavonoli so podrazred flavonoidov. Od njih se razlikujejo po različnem položaju –OH skupine na aromatskem obroču. Med flavonole uvrščamo kvercetin, ki je prekursor za nastanek kvercetin-3-ramnozida, kvercetin-3-*O*-rutinozida (rutina), kvercetin-3-*O*-galaktozida (hiperina) in kvercetin-3-*O*-glukozida (izokvercitina).

Prav tako pa fenolne spojine prispevajo k antioksidacijskemu potencialu jabolka, ki pomaga nevtralizirati prekomerne koncentracije prostih radikalov v človeškem telesu. Ti povzročajo različna kronična obolenja. Antioksidacijski potencial jabolka ima velik pomen, saj so po količini zaužitega sadja še vedno na prvem mestu v Sloveniji in so pomemben naraven vir flavonoidov. Kožica jabolka je bogatejša s fenolnimi snovmi kot pulpa, saj vsebuje dva do šestkrat več fenolnih spojin kot pulpa in dva do trikrat več flavonoidov (Chinnici in sod., 2004). K skupni antioksidativni aktivnosti jabolka največ prispevajo flavonoidi, t.j. kvercetin in njegovi glikozidi, (-)-epikatehin, (+)-katehin (Van der Sluis in sod., 2000). Epikatehin ima v primerjavi s katehinom večjo antioksidativno aktivnost in rutin ima nižjo antioksidativno kapaciteto kot njegov aglikon kvercetin (Kim in sod., 2002).

Na vsebnost fenolnih spojin in antioksidativno kapaciteto sadja vpliva različen tip sadja (vrsta in sorta znotraj vrste), pridelovalne razmere (okolje in tehnika pridelave), klimatske razmere in rastna sezona (Kim in sod., 2003)

2.5 PODNEBNE RAZMERE

Podnebne razmere so pomemben dejavnik pri pridelavi sadja, saj vplivajo na rast in razvoj sadnega drevesa. Hkrati pa imajo tudi velik vpliv na razvoj bolezni, med katerimi je najpomembnejša ravno jablanov škrlup (*Venturia inaequalis*).

Upoštevanje podnebnih razmer je zelo pomembno že pri načrtovanju sadovnjaka, saj moramo izbrati ustrezno zemljišče, ki bo dobro za določeno vrsto sadja. Pri izbiri sorte pa moramo upoštevati njene zahteve, da se čim bolj približamo okoljskim dejavnikom, ki prevladujejo na izbranem območju (Štampar in sod., 2005). Vpliv na sadjarstvo imajo različni dejavniki klime: temperatura, voda oz. količina padavin in svetloba. Temperatura vpliva na količino toplote, spomladanske in zimske pozebe, voda ima velik pomen za vlažnost tal in zraka, svetloba pa pomembno vpliva na vse razvojne procese.

Najpomembnejši izmed dejavnikov za rast in razvoj rastlin je ravno svetloba. Da jo čim bolj izkoristimo, moramo že pri sajenju upoštevati ustrezne sadilne razdalje, smer vrst sever – jug, da si s tem zagotovimo dovolj močno fotosintezo. Fotosinteza ima odločilen vpliv na proces tvorbe cvetnih brstov in začetek cvetenja, kar pa je odločilno za količino pridelka (Štampar in sod., 2005).

Temperatura je drugi najpomembnejši dejavnik v različnih fazah razvoja sadnih rastlin. Najnevarnejše so spomladanske pozebe, ki lahko uničijo večji del pridelka še pred cvetenjem, saj poškodujejo brste. Kasnejše pozebe lahko poškodujejo cvetove in mlade plodičev.

Padavine so za rastline nujno potrebne, saj potrebujejo veliko vode za rast in razvoj listov in plodičev. Visoka vlaga v zraku in v odpadlem listju pa ugodno vpliva na razvoj glive *Venturia inaequalis*, ki se hitro razvija in širi.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 LOKACIJA POSKUSA

Poskus smo izvajali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani v rastni sezoni 2007.

Temperature v juniju leta 2007 so bile višje od dolgoletnega povprečja, prav tako so bile tudi julija in avgusta temperature nad dolgoletnim povprečjem, kar je razvidno iz preglednice 1.

Padavine v poletnih mesecih so razporejene neenakomerno, večinoma v obliki ploh in neviht. Julija smo imeli v Ljubljani preseženo dolgoletno povprečje padavin, junija in avgusta pa je bilo padavin manj od dolgoletnega povprečja.

Preglednica 1: Mesečna povprečna dnevna temperatura (°C) ter odklon od dolgoletnega povprečja (°C), količina padavin (mm) in količina padavin v % od dolgoletnega povprečja v rastni dobi 2007 za Ljubljano (Mesečni bilten ..., 2007).

Mesec	TS	TOD	RR	RP
Junij	20,9	3,1	80	51
Julij	22,0	2,1	148	121
Avgust	20,4	1,4	80	56

TS povprečna dnevna temperatura zraka (° C)
TOD temperaturni odklon od dolgoletnega povprečja (° C)
RR količina padavin (mm)
RP količina padavin v % od dolgoletnega povprečja

Največ padavin je padlo v prvi in tretji dekadi julija (Priloga A).

3.2 RASTLINSKI MATERIAL

V raziskavo smo vključili pet sort jabolane, ki so posajene v sadovnjaku na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Uporabili smo sorte: 'Delbard jubilé', 'Carjevič', 'Florina', 'Topaz' in 'Rdeči boskop'.

Rastlinski material smo za vsako sorto nabirali s petih dreves v ekološki in prav tako v integrirani pridelavi.

Sadovnjak je razdeljen na dva dela, en del predstavlja biološki nasad, kjer se varstvo rastlin izvaja z bioinsekticidi in pripravki na podlagi žvepla, v drugem delu sadovnjaka pa je varstvo prilagojeno normativom za integrirano pridelavo, kjer se izvaja kemično varstvo pred boleznimi in škodljivci s fungicidi, insekticidi in akaricidi, pleveli pa so zatirani s herbicidi.

Za potrebe raziskave smo del ekološkega nasada v rastni sezoni 2007 prvič vključili v integrirano varstvo. Drevesa, ki so bila vključena v integrirano pridelavo, niso dosegala

enake kondicije kot drevesa ostalih sort, ki so posajena na Laboratorijskem polju in so že od vsega začetka vključena v tak način pridelave. Prav tako pa je kondicija dreves iz ekološkega dela nasada slabša, saj ne uporabljamo sintetičnih kemičnih pripravkov in lahkotopnih mineralnih gnojil.

3.2.1 Sorta 'Topaz'

Sorta 'Topaz' je križanec 'Rubin' x 'Vanda' češkega porekla. Plod je prižast in rdeče oranžen ter po okusu kisel, čvrst in aromatičen. Sorta je odporna proti jablanovemu škrlupu saj so v njenem genetskem zapisu našli gene *Vf* za odpornost (Lind in sod., 2001). V letu 2002 je bilo v Sloveniji z njo zasajenih več kot 22 ha (Godec in sod., 2003).

3.2.2 Sorta 'Carjevič'

Je priljubljena stara sorta, ki izvira iz Štajerske, odkrita pa je bila med leti 1870 in 1875. Raste srednje bujno in je občutljiv na jablanov škrlup. Plodovi so srednje debeli, ploščato okrogli s srednje dolgimi peclji, pokrovna rdeča barva je lisasto razporejena in sortno značilna. Koža je gladka, pulpa pa rumenkasto bela, sočna in sladko kiselkastega okusa (Godec in sod., 2003; Vaukan in sod., 1998).

3.2.3 Sorta 'Delbard jubilé'

Sorta izhaja iz Francije in je križanec sorte 'Zlati delišes' z dansko sorto 'Lundbytrop'. Plod je sladko kislega do sladkega okusa in preko polovice površine pokrit z intenzivno rdečo barvo. Pulpa je aromatična, kožica pa tanka in ponekod rjasta. Je delno odporna proti jablanovemu škrlupu (Godec in sod., 2003).

3.2.4 Sorta 'Rdeči boskop'

Sorta 'Rdeči boskop' je nemški tip sorte 'Boskopski kosmač'. Plod je temno rdeče barve, koža plodu je hrapava in debela, rjasta prevleka pa lahko prekriva tudi cel plod. Meso oz. pulpa je rumenkasta, sočna in aromatična (Viršček Marn, 1998). Je zelo bujne rasti z debelimi plodovi, saj je triploidna sorta. Po okusu je precej kisel in zelo občutljiv na jablanov škrlup (Barbo, 2009).

3.2.5 Sorta 'Florina'

Sorta je bila vzgojena na poskusni postaji v Angersu v Franciji in je križanec nosilca odpornosti proti škrlupu s sorto 'Jonatan'. Plod je škrlatno rdeče barve s sortno značilnimi kolobarji in sladkega okusa. Kožica je gladka z malo rjaste prevleke, vendar s poprhom. Pulpa je rumenkasta, sočna in rahlo sladkasta z značilno aromo. Z dozorevanjem postane koža trda in žilava, pulpa pa izgublja čvrstost in okus (Viršček Marn, 1998). Sorta 'Florina'

ima gene *Vf*, ki določajo odpornost proti jablanovem škrlupu in je zato popolnoma odporna.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Varstvo rastlin

V Prilogi B vidimo, da smo v delu nasada, ki smo ga vključili v integrirano pridelavo tekom sezone izvajali program škropljenja in gnojenja po standardih za integrirano pridelavo. Škropili smo 8-krat v rastni dobi od aprila do avgusta. Marca in maja smo gnojili s mineralnimi gnojili, med rastno dobo pa smo še petkrat uporabili foliarna gnojila.

V ekološkem delu nasada smo v rastni dobi 2007 škropili samo trikrat. Gnojenje z mineralnimi gnojili v ekološki pridelavi ni dovoljeno, zato gnojenja nismo izvajali. Drevesa so hranila črpala iz založnih gnojil, ki smo jih dodali ob napravi nasada. Dvakrat smo uporabili le biostimulatorje rasti.

Integrirani in ekološki nasad smo tekom rastne dobe večkrat mulčili.

3.3.2 Vzorčenje rastlinskega materiala

Liste smo vzorčili trikrat v rastni dobi, in sicer 5. julija, 31. julija in 24. avgusta 2007. Nabirali smo mlade, fotosintetsko aktivne, polno razvite liste, in sicer 3. ali 4. list od vrha poganjka. Za vsako sorto smo nabrali 5 krat po 10 listov, jih takoj zamrznili s tekočim dušikom, jih liofilizirali ter shranili pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do analize.

Plodove smo vzorčili v tehnološki zrelosti, od vsake sorte 5 plodov. Ločili smo kožico in pulpo plodu in ju takoj zamrznili v tekočem dušiku ter shranili do analize.

3.3.3 Meritve vsebnosti fenolnih snovi v listih in plodovih jabolane

3.3.3.1 Ekstrakcija fenolov iz listov

Suhe liste smo v terilnicah strli s tekočim dušikom. Zatehtali smo 10 mg vzorca in ga prelili z 10 ml metanola, ki je vseboval 1 % 2,6-di-*tert*-butil-4-metil-fenol (BHT). Nato smo vzorce ekstrahirali 60 minut v ultrazvočni kopeli. Vodo v kopeli smo hladili z dodajanjem ledu. Ekstrakt smo nato prelili v centrifugirke in ga centrifugirali (Eppendorf Centrifuge 5810 R, Nemčija) 7 minut pri 10.000 obratih/minuto in $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Supernatant smo prefiltrirali skozi poliamidni filter Chromafil® (Macherey-Nagel) s premerom por $0,45\text{ }\mu\text{m}$ v vijale in vzorce shranili pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do HPLC analize. Metoda je povzeta po Escarpa in Gonzales (2000). Za vsako sorto smo izvedli 5 ponovitev v vsakem terminu vzorčenja.

3.3.3.2 Ekstrakcija fenolov iz kože

Kožico smo v terilnicah strli s tekočim dušikom. Nato smo v plastične posodice zatehtali 3 g kože in jo prelili z 10 ml metanola, ki je vseboval 1 % BHT. Posodice smo prenesli v ultrazvočno kopel, kjer smo izvajali ekstrakcijo pri okrog 0 °C. Ekstrakt smo centrifugirali 7 minut pri 10.000 obratih/minuto. Supernatant smo prefiltrirali skozi poliamidni filter Chromafil® s premerom por 0,45 µm v vijale in vzorce shranili pri -20 °C do HPLC analize.

3.3.3.3 Ekstrakcija fenolov iz pulpe

Pulpo smo narezali na drobne koščke in zatehtali 5 g ter jih prelili z 10 ml metanola, ki je vseboval 1 % BHT. Nato smo ponovili postopek, opisan v poglavju ekstrakcija fenolov iz kože (3.2.2.2)

3.3.3.4 HPLC analiza

Analize vsebnosti fenolnih snovi so bile narejena na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Namen tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) je ločiti posamezne komponente vzorca, jih identificirati in izmerili njihovo koncentracijo v vzorcu. Kakovost ločevanja je odvisna od več dejavnikov: stacionarne faze, mobilne faze, temperature in dimenzije kolone itd. Za vse kromatografske metode velja, da je ločevanje spojin posledica različnega zadrževanja le-teh na/v stacionarni fazi (HPLC nekaj osnov, 2009).

3.3.3.5 Meritve vsebnosti fenolnih spojin s HPLC

Vzorce smo analizirali s HPLC sistemom Thermo Finnigan Surveyor s kvartetno črpalko (San Jose, USA). Uporabljena je bila kolona Phenomenex Gemini C18 (150 x 4,60 mm 3 µm) pri temperaturi 25 °C.

Analiza je potekala pod kromatografskimi pogoji Escarpa in Gonzales (2000):
mobilna faza: A – 1 % mravljična kislina v bidestilirani vodi, B – 100 % acetonitril,
hitrost pretoka mobilne faze: 1 ml/min,
volumen injeciranja vzorca: 20 µl,
valovna dolžina: 280 in 350 nm,
čas analize: 45 min,
gradient povzet po Marks in sod. (2007).

Fenolne spojine smo kvalitativno ugotovili s pomočjo standardnih raztopin (retencijskem času, absorpcijskem maksimumu v UV spektru in dodatku standardne raztopine vzorcu) in kvantitativno na osnovi primerjave višine vrhov na kromatografu glede na standardne raztopine.

Fenolne spojine v listih smo izrazili v mg/100 g suhe mase, fenole v pulpi in kožici pa smo izrazili v mg/100 g sveže mase.

3.3.4 Statistična obdelava podatkov

Zbrane podatke smo uredili v programu MS Excel 2003 in jih nato statistično obdelali z enosmerno analizo variance (ANOVA) s pomočjo programa Statgraphics plus 4.0. Razlike med obravnavanji smo ugotavljali s pomočjo testa mnogoterih primerjav (LSD test) pri tveganju $p \leq 0,05$. Statistične razlike smo označili s črkami. Vrednosti, označene z isto črko se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ($p \leq 0,05$). V preglednicah so podane povprečne vrednosti \pm standardna napaka za opazovani parameter.

4 REZULTATI

4.1 LISTI

V listih smo ugotovili vsebnost epikatehina, katehina, kavne in klorogenske kisline, kvercetin galaktozida, kvercetin glukozid, kvercetin ramnozida in rutina.

Listi dreves, ki so bila vključena v integrirano pridelavo, niso kazali znakov okužbe z jablanovim škrlupom, medtem ko so se na listih delno občutljivih in občutljivih sort v ekološki pridelavi proti koncu rastne dobe začeli pojavljati simptomi okužbe z jablanovim škrlupom, kar nam je delalo tudi preglavice pri nabiranju materiala.

4.1.1 Sorta 'Delbard jubilé'

Preglednica 2: Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje \pm SN v mg/100 g) v listih jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Delbard jubilé' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja.

Fenolna spojina	Način pridelave	Datum vzorčenja		
		5.7.2007	31.7.2007	24.8.2007
Epikatehin	Ekološka	26,3 \pm 5,4 a	37,2 \pm 6,3 a	51,1 \pm 11,5 b
	Integrirana	58,4 \pm 5,7 b	64,7 \pm 7,2 b	22,9 \pm 3,9 a
Katehin	Ekološka	13,0 \pm 0,9 a	24,1 \pm 0,7 b	12,3 \pm 1,2 a
	Integrirana	21,3 \pm 1,4 b	11,6 \pm 0,9 a	27,8 \pm 1,6 b
Kavna kislina	Ekološka	3,4 \pm 0,5 a	4,7 \pm 2,5 a	2,6 \pm 0,2 a
	Integrirana	3,5 \pm 0,3 a	2,9 \pm 0,4 a	3,2 \pm 0,4 a
Klorogenska kislina	Ekološka	22,5 \pm 2,4 a	66,6 \pm 8,8 b	67,1 \pm 10,4 a
	Integrirana	36,4 \pm 8,3 a	35,7 \pm 2,4 a	49,9 \pm 8,2 a
Kvercetin galaktozid	Ekološka	102,7 \pm 7,0 a	255,3 \pm 20,6 b	215,6 \pm 21,1 a
	Integrirana	156,7 \pm 16,7 b	178,5 \pm 10,7 a	370,5 \pm 45,5 b
Kvercetin glukozid	Ekološka	135,1 \pm 8,0 a	142,0 \pm 12,5 b	104,2 \pm 5,2 a
	Integrirana	227,3 \pm 23,5 b	80,2 \pm 5,4 a	120,1 \pm 15,4 a
Kvercetin ramnozid	Ekološka	235,6 \pm 21,2 a	488,3 \pm 44,4 b	357,3 \pm 21,8 a
	Integrirana	268,2 \pm 21,9 b	191,1 \pm 15,0 a	576,3 \pm 51,1 b
Rutin	Ekološka	4,0 \pm 0,5 a	11,8 \pm 1,5 b	6,5 \pm 0,7 a
	Integrirana	7,2 \pm 1,2 b	7,7 \pm 1,0 a	14,5 \pm 2,2 b

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Pri sorti 'Delbard jubilé' so se statistično značilne razlike pojavljale pri vseh fenolih razen pri kavni kislini. Epikatehina je bilo statistično značilno več v integrirani pridelavi v prvih dveh terminih, medtem ko je bila v zadnjem terminu statistično značilno višja vrednost pri ekološki pridelavi. Katehina je bilo statistično značilno več v prvem in tretjem terminu pri listih iz integrirane pridelave, medtem ko ga je bilo v drugem terminu statistično značilno več pri ekološki pridelavi. Statistično značilno povečanje klorogenske kisline smo zaznali le v drugem terminu vzorčenja pri ekološki pridelavi, medtem ko je bilo statistično

značilno več kvercetin galaktozida, kvercetin ramnozida in rutina v prvem in tretjem terminu pri integrirani pridelavi, v drugem terminu pa je bila statistično značilno višja vsebnost pri ekološki pridelavi. Kvercetin glukozida pa je bilo statistično značilno več v prvem terminu pri integrirani, v drugem pa pri ekološki pridelavi.

4.1.2 Sorta 'Carjevič'

Preglednica 3: Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje \pm SN v mg/100 g) v listih jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Carjevič' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja.

Fenolna spojina	Način pridelave	Datum vzorčenja		
		5.7.2007	31.7.2007	24.8.2007
Epikatehin	Ekološka	36,3 \pm 4,1 a	50,8 \pm 4,1 a	25,9 \pm 4,5 a
	Integrirana	61,2 \pm 3,2 b	57,9 \pm 9,9 a	25,5 \pm 2,4 a
Katehin	Ekološka	17,7 \pm 1,6 a	22,7 \pm 5,5 a	22,8 \pm 4,5 a
	Integrirana	24,6 \pm 2,2 b	21,1 \pm 1,8 a	33,0 \pm 1,0 b
Kavna kislina	Ekološka	2,3 \pm 0,2 a	2,3 \pm 0,8 a	4,9 \pm 0,6 a
	Integrirana	3,6 \pm 0,5 a	3,0 \pm 1,1 a	3,4 \pm 0,4 a
Klorogenska kislina	Ekološka	50,6 \pm 5,5 a	51,7 \pm 8,0 a	54,9 \pm 7,6 a
	Integrirana	86,0 \pm 13,0 b	70,0 \pm 12,7 a	65,4 \pm 4,8 a
Kvercetin galaktozid	Ekološka	70,7 \pm 4,7 a	107,1 \pm 10,0 a	161,3 \pm 26,1 a
	Integrirana	84,7 \pm 5,7 a	160,2 \pm 18,5 a	181,2 \pm 24,2 a
Kvercetin glukozid	Ekološka	160,5 \pm 8,5 a	65,2 \pm 7,3 a	173,1 \pm 23,8 a
	Integrirana	213,4 \pm 15,0 b	102,7 \pm 8,8 b	273,5 \pm 24,4 b
Kvercetin ramnozid	Ekološka	158,6 \pm 7,5 a	102,8 \pm 7,9 a	310,3 \pm 50,9 a
	Integrirana	188,7 \pm 13,6 a	182,9 \pm 13,2 b	470,4 \pm 46,6 a
Rutin	Ekološka	20,9 \pm 1,3 a	14,3 \pm 1,5 a	27,5 \pm 6,2 a
	Integrirana	30,6 \pm 1,9 b	32,0 \pm 3,9 b	40,5 \pm 4,2 a

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Pri sorti 'Carjevič' smo zaznali manj statistično značilnih razlik. Značilnih razlik ni bilo pri kavni kislini in kvercetin galaktozidu. Epikatehina in klorogenske kisline je bilo statistično značilno več le v prvem terminu pri integrirani pridelavi, kasneje pa statistično značilnih razlik ni bilo, so pa bile rahlo višje vrednosti pri listih iz integrirane pridelave. Katehina smo zaznali statistično značilno več samo v prvem in tretjem terminu pri integrirani pridelavi, medtem ko je bilo kvercetin ramnozida statistično značilno več le v drugem terminu prav tako v integrirani pridelavi. Statistično značilno povečanje kvercetin glukozida je bilo v vseh treh terminih pri integrirani pridelavi, medtem ko je bilo rutina statistično značilno več samo v prvih dveh terminih prav tako pri integrirani pridelavi. Iz rezultatov vidimo, da statistično značilne razlike niso bile pri nobeni spojini in v nobenem terminu vzorčenja višje pri ekološki pridelavi.

4.1.3 Sorta 'Florina'

Preglednica 4: Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje \pm SN v mg/100 g) v listih jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Florina' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja

Fenolna spojina	Način pridelave	Datum vzorčenja		
		5.7.2007	31.7.2007	24.8.2007
Epikatehin	Ekološka	26,4 \pm 4,4 a	52,3 \pm 6,1 a	25,0 \pm 5,3 b
	Integrirana	73,2 \pm 6,9 b	44,8 \pm 8,2 a	8,4 \pm 3,8 a
Katehin	Ekološka	9,1 \pm 1,7 a	9,4 \pm 1,4 a	13,6 \pm 1,0 a
	Integrirana	9,0 \pm 0,5 a	9,6 \pm 3,0 a	12,1 \pm 0,8 a
Kavna kislina	Ekološka	3,1 \pm 0,4 a	10,9 \pm 3,3 b	6,6 \pm 0,6 b
	Integrirana	4,8 \pm 0,4 b	2,2 \pm 0,5 a	3,1 \pm 0,4 a
Klorogenska kislina	Ekološka	42,8 \pm 3,7 a	62,3 \pm 20,0 a	77,1 \pm 8,8 b
	Integrirana	68,5 \pm 4,0 b	23,4 \pm 4,9 a	38,8 \pm 3,6 a
Kvercetin galaktozid	Ekološka	133,2 \pm 20,4 a	197,4 \pm 12,3 b	218,3 \pm 16,0 b
	Integrirana	95,7 \pm 5,6 a	90,7 \pm 19,6 a	121,3 \pm 35,6 a
Kvercetin glukozid	Ekološka	118,7 \pm 11,6 a	197,2 \pm 11,9 b	202,2 \pm 13,3 a
	Integrirana	168,7 \pm 6,1 b	60,8 \pm 12,4 a	189,7 \pm 43,2 a
Kvercetin ramnozid	Ekološka	248,1 \pm 117,3 a	605,1 \pm 16,8 b	584,4 \pm 47,7 a
	Integrirana	231,7 \pm 11,2 a	201,1 \pm 22,9 a	514,0 \pm 120,4 a
Rutin	Ekološka	17,1 \pm 3,4 a	34,1 \pm 2,8 b	32,4 \pm 3,0 a
	Integrirana	22,3 \pm 1,5 a	16,9 \pm 4,0 a	25,8 \pm 2,7 a

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Pri sorti 'Florina' smo največ statistično značilnih razlik zabeležili v drugem terminu vzorčenja pri kavni kislini, kvercetin galaktozidu, kvercetin glukozidu, kvercetin ramnozidu in rutinu. Vsebnosti so bile povečane tudi do trikrat, pri vseh spojinah v ekološki pridelavi. V prvem terminu so bile statistično značilne razlike pri epikatehinu, kavni in klorogenski kislini. Večja vsebnost pri vseh je bila v integrirani pridelavi. Pri ostalih razlik ni bilo. V tretjem terminu vzorčenja pa so bile zabeležene statistično značilne razlike pri epikatehinu, kavni in klorogenski kislini, ter pri kvercetin galaktozidu. Povišanja so bila od dva do trikrat večja in sicer pri ekološki pridelavi. So pa bile v drugem in tretjem terminu pri vseh snoveh zabeležene višje vsebnosti v listih iz ekološke pridelave, pri nekaterih so bile statistično značilne.

4.1.4 Sorta 'Rdeči boskop'

Preglednica 5: Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje \pm SN v mg/100 g) v listih jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Rdeči boskop' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja

Fenolna spojina	Način pridelave	Datum vzorčenja		
		5.7.2007	31.7.2007	24.8.2007
Epikatehin	Ekološka	45,3 \pm 7,7 a	47,5 \pm 8,3 a	36,5 \pm 4,1 a
	Integrirana	56,8 \pm 9,0 a	44,5 \pm 6,9 a	26,1 \pm 2,8 a
Katehin	Ekološka	15,5 \pm 0,7 a	29,2 \pm 1,8 b	21,8 \pm 2,6 a
	Integrirana	25,1 \pm 2,0 b	22,3 \pm 1,5 a	28,9 \pm 2,6 a
Kavna kislina	Ekološka	2,8 \pm 0,5 a	3,9 \pm 0,5 a	2,1 \pm 0,2 a
	Integrirana	3,2 \pm 0,4 a	3,4 \pm 0,5 a	3,9 \pm 0,7 b
Klorogenska kislina	Ekološka	20,0 \pm 2,3 a	44,7 \pm 3,7 b	37,7 \pm 7,2 a
	Integrirana	19,7 \pm 2,6 a	27,2 \pm 2,9 a	25,3 \pm 3,3 a
Kvercetin galaktozid	Ekološka	45,2 \pm 6,7 a	92,4 \pm 6,1 a	141,3 \pm 8,6 a
	Integrirana	65,4 \pm 5,9 a	81,2 \pm 8,5 a	155,7 \pm 12,2 a
Kvercetin glukozid	Ekološka	47,6 \pm 6,8 a	48,0 \pm 2,2 b	62,4 \pm 3,4 a
	Integrirana	82,8 \pm 7,1 b	28,9 \pm 2,2 a	59,2 \pm 6,8 a
Kvercetin ramnozid	Ekološka	131,4 \pm 13,9 a	325,3 \pm 24,0 b	415,9 \pm 14,6 a
	Integrirana	170,4 \pm 44,1 a	165,8 \pm 18,5 a	431,3 \pm 36,0 a
Rutin	Ekološka	5,1 \pm 1,0 a	16,9 \pm 3,2 a	11,4 \pm 0,8 a
	Integrirana	10,1 \pm 0,9 b	10,4 \pm 1,1 a	13,5 \pm 3,3 a

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Pri sorti 'Rdeči boskop' so bila v prvem terminu zabeležena statistično značilna povečanja pri integrirani pridelavi in sicer pri katehinu, kvercetin glukozidu in pri rutinu. Pri ostalih statistično značilnih razlik ni bilo, vendar so bile višje vsebnosti v listih iz integrirane pridelave. V drugem terminu so se statistično značilne razlike pojavile še pri klorogenski kislini in kvercetin ramnozidu, vendar v prid ekološke pridelave, medtem ko statistično značilnih razlik pri rutinu v drugem terminu ni bilo več, čeprav ga je bilo več v listih iz ekološke pridelave kakor tudi drugih spojin. V tretjem terminu pa je bila statistično značilna razlika med obravnavanji samo pri kavni kislini, ki smo je izmerili več v listih iz integrirane pridelave, pri ostalih spojinah pa statistično značilnih razlik nismo izmerili, so pa bila povišanja pri večini v prid integrirane pridelave.

4.1.5 Sorta 'Topaz'

Preglednica 6: Vsebnosti fenolnih snovi (povprečje \pm SN v mg/100 g) v listih jabolane (*Malus domestica* Borkh.) sorte 'Topaz' iz ekološke in integrirane pridelave v treh terminih vzorčenja

Fenolna spojina	Način pridelave	Datum vzorčenja		
		5.7.2007	31.7.2007	24.8.2007
Epikatehin	Ekološka	42,5 \pm 8,4 a	49,5 \pm 8,1 a	20,1 \pm 3,2 a
	Integrirana	86,0 \pm 6,5 a	61,8 \pm 11,1 a	34,1 \pm 6,7 b
Katehin	Ekološka	25,3 \pm 1,6 a	10,0 \pm 2,2 a	28,0 \pm 2,4 a
	Integrirana	23,4 \pm 1,7 a	20,1 \pm 2,7 b	33,3 \pm 2,5 a
Kavna kislina	Ekološka	3,8 \pm 0,3 a	2,6 \pm 1,2 a	5,1 \pm 0,7 b
	Integrirana	1,8 \pm 0,2 a	4,6 \pm 1,0 a	4,3 \pm 0,5 a
Klorogenska kislina	Ekološka	46,9 \pm 1,3 a	28,7 \pm 14,1 a	60,8 \pm 8,9 a
	Integrirana	35,6 \pm 8,2 a	45,8 \pm 3,6 a	55,6 \pm 3,4 a
Kvercetin galaktozid	Ekološka	143,2 \pm 35,4 a	97,8 \pm 26,5 a	188,0 \pm 20,1 a
	Integrirana	88,5 \pm 5,3 a	111,4 \pm 13,9 a	182,5 \pm 17,5 a
Kvercetin glukozid	Ekološka	118,4 \pm 19,2 a	87,8 \pm 27,2 a	181,5 \pm 20,5 a
	Integrirana	149,3 \pm 8,7 a	65,1 \pm 9,5 a	168,9 \pm 15,0 a
Kvercetin ramnozid	Ekološka	348,1 \pm 27,4 a	449,1 \pm 97,1 a	834,3 \pm 64,0 a
	Integrirana	397,1 \pm 26,1 a	294,0 \pm 33,0 a	829,8 \pm 35,3 a
Rutin	Ekološka	13,3 \pm 1,0 a	17,6 \pm 6,3 a	16,3 \pm 2,0 a
	Integrirana	12,8 \pm 0,7 a	12,8 \pm 4,0 a	17,3 \pm 1,4 a

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Pri sorti 'Topaz' smo v tretjem terminu zaznali statistično značilno razliko pri epikatehinu iz integrirane pridelave, prav tako pa je bila v prvem in drugem terminu višja vsebnost v listih iz integrirane pridelave vendar ne statistično značilno. Katehina smo v prvem in tretjem terminu izmerili več v ekološki pridelavi, vendar ne značilno več, medtem, ko ga je bilo v drugem terminu statistično značilno več v integrirani pridelavi. Povišanje kavne kisline smo v prvem terminu izmerili pri ekološki, v drugem pa pri integrirani pridelavi, v tretjem terminu pa je bilo statistično značilno povišanje v ekološki pridelavi. Pri klorogenski kislini ni bilo statistično značilnih razlik, so pa bile višje vrednosti v prvem in tretjem terminu pri ekološki, v drugem pa pri integrirani pridelavi. Enako kot za klorogensko kislino velja tudi za kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid in kvercetin-3-ramnozid imata v prvem terminu višje vsebnosti v listih iz integrirane pridelave, v drugem in tretjem terminu pa v listih iz ekološke pridelave, vendar razlike niso statistično značilne. Vsebnosti rutina so bile v prvih dveh terminih vzorčenja višja pri listih iz ekološke pridelave, v tretjem terminu pa se je povišala vsebnost pri integrirani pridelavi, vendar brez statistično značilnih razlik.

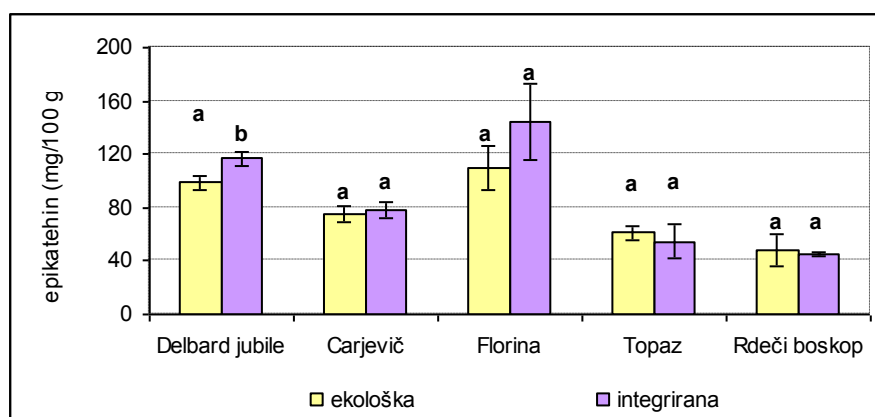
4.2 PLODOVI

4.2.1 Kožica

V kožici plodov iz ekološke in integrirane pridelave smo določili naslednje fenolne spojine: epikatehin, katehin, kavna in klorogenska kislina, kvercetin galaktozid (Q galaktozid), kvercetin glukozid (Q glukozid), kvercetin ramnozid (Q ramnozid) in rutin.

Statistično značilno povečanje epikatehina je imela sorta 'Delbard jubilé' iz integrirane pridelave. Pri sorti 'Carjevič' smo izmerili statistično značilno več katehina in klorogenske kisline v integrirani pridelavi. Sorta 'Florina' pa je imela statistično značilno več kvercetin galaktozida in kvercetin ramnozida v kožici plodov iz ekološke pridelave. Tudi sorta 'Topaz' je imela statistično značilno višjo vsebnost kavne kisline v plodovih iz ekološke pridelave, medtem ko pri sorti 'Rdeči boskop' nismo zaznali statistično značilnih razlik med ekološko in integrirano pridelavo (Priloga C1).

4.2.1.1 Epikatehin



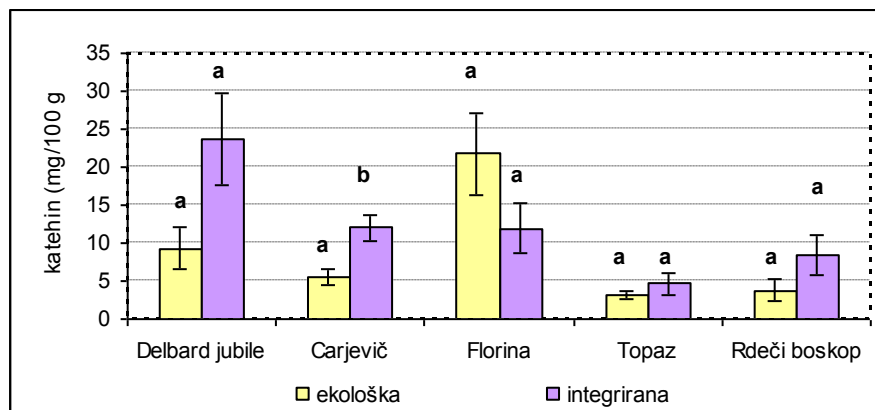
Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 1: Vsebnost epikatehina (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Največ epikatehina vsebujejo plodovi sorte 'Florina' iz integrirane pridelave (144,1 mg/100 g), nekaj manj ga je v plodovih iz ekološke pridelave (109,6 mg/100 g), vendar vsebnosti nista statistično značilni. Sledi ji sorta 'Delbard jubilé', ki ima statistično značilno več epikatehina v integrirani pridelavi (116,8 mg/100 g), v ekološki ga je 98,6 mg/100 g. Tudi pri sorti 'Carjevič' je več epikatehina pri plodovih iz integrirane pridelave (78,0 mg/100 g), nekaj manj ga je v ekološki pridelavi (74,6 mg/100 g). Pri sortah 'Topaz' in 'Rdeči boskop' se vsebnosti med ekološko in integrirano pridelavo ne razlikujejo veliko. Sorta 'Topaz' ima več epikatehina v ekološki pridelavi (61,2 mg/100 g), v integrirani pa ga je 54,3 mg/100 g.

Sorta 'Rdeči boskop' pa v integrirani pridelavi vsebuje 45,0 mg/100 g), kar je manj kot v ekološki pridelavi (47,9 mg/100 g).

4.2.1.2 Katehin

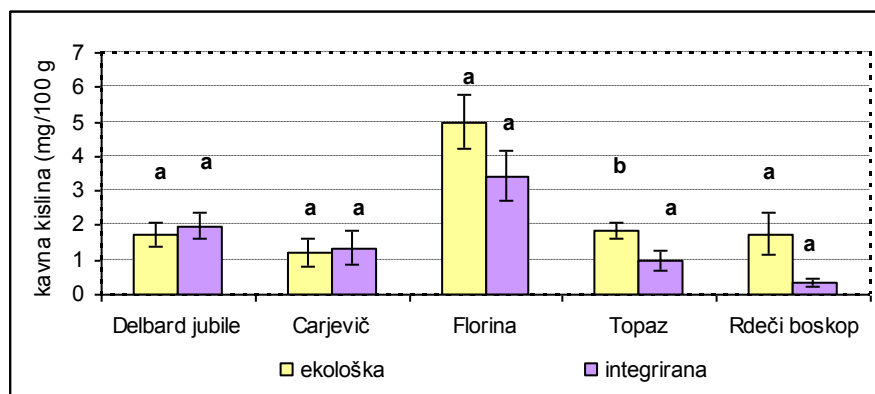


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 2: Vsebnost katehina (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Vsebnost katehina se pri nekaterih obravnavanih sortah močno razlikuje med načinoma pridelave, pri drugih pa so razlike manjše. Sorta 'Delbard jubilé' ima v plodovih iz integrirane pridelave 23,7 mg/100 g, kar je 2,5 krat več katehina kot pri plodovih iz ekološke pridelave (9,3 mg/100 g), čeprav razlika ni bila statistično značilna. Sorta 'Florina' ima večjo vsebnost katehina v kožici plodov iz ekološke pridelave (21,7 mg/100 g), kar je skoraj 2 krat več kot pri integrirani pridelavi (12,0 mg/100 g). Sorta 'Carjevič' ima statistično značilno več katehina v plodovih iz integrirane pridelave (12,0 mg/100 g) kot iz ekološke pridelave (5,5 mg/100 g). Prav tako vsebuje sorta 'Rdeči boskop' 2,2 krat več katehina v integrirani v primerjavi z ekološko pridelavo (3,8 mg/100 g). Tudi sorta 'Topaz' ima več katehina v kožici plodov iz integrirane pridelave (4,7 mg/100 g) kot v plodovih iz ekološke pridelave (3,1 mg/100 g).

4.2.1.3 Kavna kislina

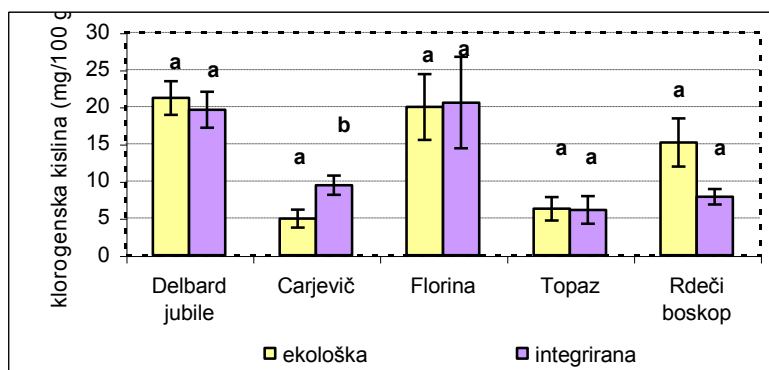


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 3: Vsebnost kavne kisline (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jablane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Vsebnost kavne kisline je največja pri sorti 'Florina' iz ekološke pridelave (5,0 mg/100 g), nekoliko manjša vsebnost je v plodovih iz integrirane pridelave (3,4 mg/100 g). Sorta 'Delbard jubilé' ima več kavne kisline v kožici plodov iz integrirane pridelave (2,0 mg/100 g), nekoliko manj je ima v ekološki (1,7 mg/100 g). V plodovih sorte 'Topaz' iz ekološke pridelave (1,8 mg/100 g) je kavne kisline statistično značilno več kot v plodovih iz integrirane pridelave (1,0 mg/100 g). Tudi sorta 'Rdeči boskop' ima višjo vsebnost pri ekološki pridelavi (1,8 mg/100 g), kar 4,8 krat več kot pri integrirani pridelavi (0,4 mg/100 g). Sorta 'Carjevič' iz integrirane pridelave (1,4 mg/100 g) vsebuje več kavne kisline kot v ekološki pridelavi (1,2 mg/100 g).

4.2.1.4 Klorogenska kislina

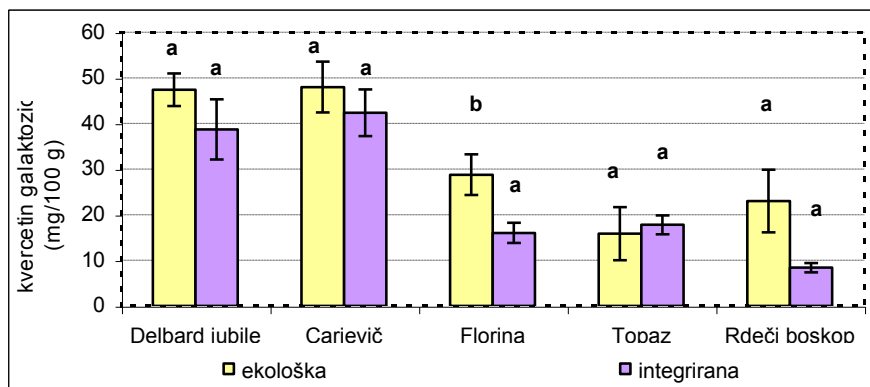


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 4: Vsebnost klorogenske kisline (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Najvišjo vsebnost klorogenske kisline smo izmerili pri sorti 'Delbard jubilé' iz ekološke pridelave (21,2 mg/100 g), nekaj manj je imajo plodovi iz integrirane pridelave (19,6 mg/100 g). Sorta 'Florina' ima višjo vsebnost klorogenske kisline v kožici iz integrirane pridelave (20,5 mg/100 g), kot v kožici iz ekološke pridelave (20,0 mg/100 g). Prav tako smo pri sorti 'Rdeči boskop' izmerili višjo vsebnost v plodovih iz ekološke pridelave (15,2 mg/100 g), kot v plodovih iz integrirane (7,9 mg/100 g). Tudi sorta 'Topaz' je imela v ekološki pridelavi (6,3 mg/100 g) višjo vsebnost klorogenske kisline kot v kožici iz integrirane pridelave (6,1 mg/100 g), vendar brez statistično značilnih razlik. Pri sorti 'Carjevič' pa je bilo statistično značilno več klorogenske kisline v kožici plodov iz integrirane pridelave (9,4 mg/100 g), v ekološki pa je bila vsebnost skoraj dvakrat manjša (5,0 mg/100 g).

4.2.1.5 Kvercetin galaktozid

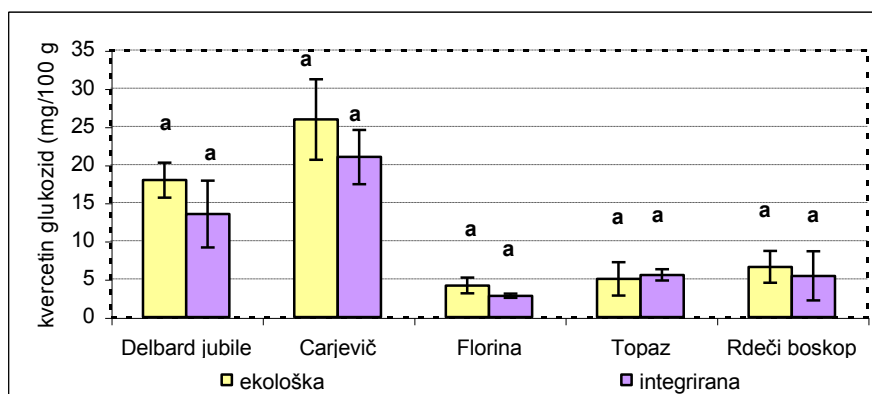


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 5: Vsebnost kvercetin galaktozida (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Vsebnost kvercetin galaktozida je najvišja pri sorti 'Carjevič' iz ekološke pridelave (48,0 mg/100 g), v integrirani ga je nekaj manj (42,3 mg/100 g). Sorta 'Delbard jubilé' iz ekološke pridelave (47,4 mg/100 g) vsebuje več Q-galaktozida kot kožica iz integrirane pridelave (38,7 mg/100 g). Pri sorti 'Florina' smo statistično značilno več Q-galaktozida izmerili v plodovih iz ekološke pridelave (28,8 mg/100 g), skoraj pol manj pa ga je v kožici iz integrirane pridelave (16,0 mg/100 g). Tudi sorta 'Rdeči boskop' ima višje vsebnosti v plodovih iz ekološke pridelave (23,0 mg/100 g), v plodovih iz integrirane pridelave ga je 2,7 krat manj (8,4 mg/100 g), vendar razlika ni statistično značilna. Sorta 'Topaz' vsebuje več Q-galaktozida v plodovih iz integrirane pridelave (17,8 mg/100 g), le nekaj manj pa ga je v kožici plodov iz ekološke pridelave (15,8 mg/100 g).

4.2.1.6 Kvercetin glukozid

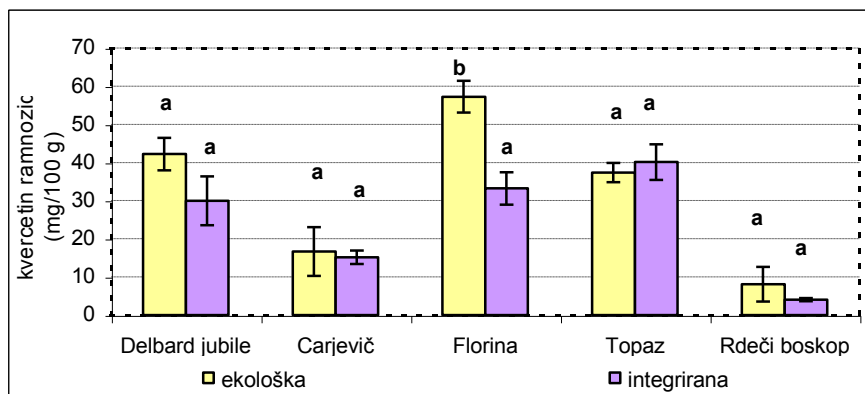


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 6: Vsebnost kvercetin glukozida (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Kvercetin glukozida je največ v kožici plodov sorte 'Carjevič' iz ekološke pridelave (25,9 mg/100 g), nekaj manj ga je v plodovih iz integrirane pridelave (21,0 mg/100 g). Sorta 'Delbard jubilé' iz ekološke pridelave (18,0 mg/100 g) ima višjo vsebnost kot kožica iz integrirane pridelave (13,5 mg/100 g). pri sorti 'Florina' iz ekološke pridelave (4,13 mg/100 g) smo izmerili 1,5 krat več Q-glukozida kot v integrirani (2,8 mg/100 g). Sorta 'Topaz' je imela višjo vsebnost v plodovih iz integrirane pridelave (5,5 mg/100 g), nekaj manj smo ga določili v ekološki pridelavi (5,0 mg/100 g). Pri sorti 'Rdeči boskop' pa je bilo Q-glukozida več v kožici plodov iz ekološke pridelave (6,6 mg/100 g), v integrirani pa smo ga določili nekoliko manj (5,4 mg/100 g). Pri nobeni sorti nismo zaznali statistično značilnih razlik.

4.2.1.7 Kvercetin ramnozid

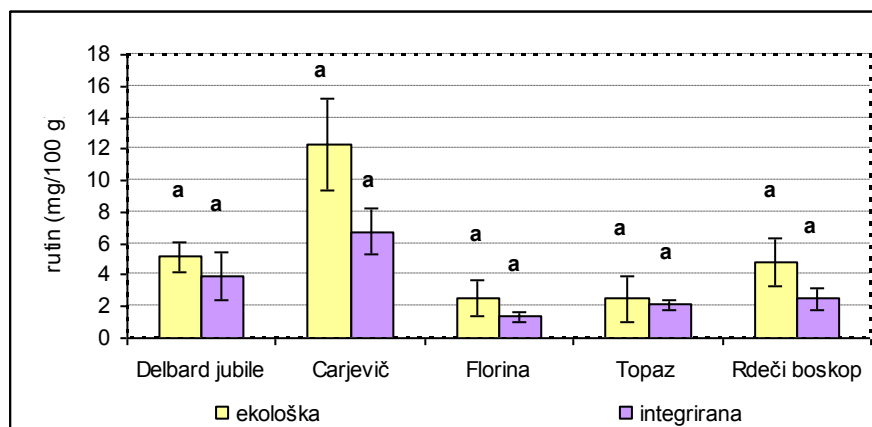


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 7: Vsebnost kvercetin ramnozida (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Kvercetin ramnozida je bilo statistično značilno več pri sorti 'Florina' iz ekološke pridelave (57,2 mg/100 g) v plodovih iz integrirane pridelave pa je bila vsebnost 1,7 krat nižja (33,2 mg/100 g). Pri ostalih sortah pa statistično značilnih razlik ni bilo, čeprav so se vsebnosti nekaterih fenolnih snovi močno razlikovale med ekološko in integrirano pridelavo. Sorta 'Delbard jubilé' je imela višjo vsebnost v kožici iz ekološke pridelave (42,2 mg/100 g), manjšo vsebnost pa v plodovih iz integrirane pridelave (29,9 mg/100 g). Sorta 'Carjevič' je imela višjo vsebnost pri plodovih iz ekološke pridelave (16,6 mg/100 g), vendar razlika z integrirano ni bila velika (15,1 mg/100 g). Sorta 'Rdeči boskop' je imela v ekološki (8,1 mg/100 g) dvakrat več Q-ramnozida kot v integrirani pridelavi (4,0 mg/100 g). Pri sorti 'Topaz' pa smo višjo vsebnost določili pri kožici plodov iz integrirane pridelave (40,1 mg/100 g), pri ekološki pa je bila vsebnost malo nižja (37,3 mg/100 g).

4.2.1.8 Rutin



Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 8: Vsebnost rutina (mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

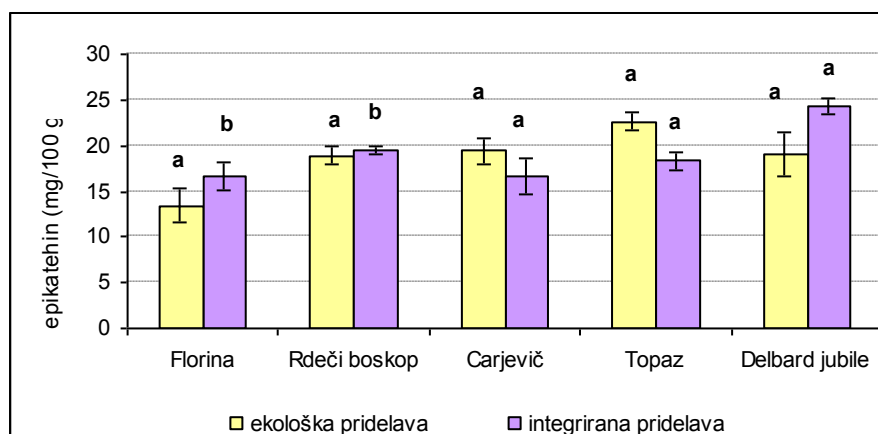
Največ rutina ima kožica plodov sorte 'Carjevič' iz ekološke pridelave (12,4 mg/100 g), skoraj pol manj pa plodovi iz integrirane pridelave (6,8 mg/100 g). Tudi sorta 'Rdeči boskop' ima v plodovih iz ekološke pridelave (4,8 mg/100 g) 1,7 krat več rutina kot v plodovih iz integrirane (2,5 mg/100 g). Pri sorti 'Topaz' so razlike med načinoma pridelave zelo majhne. Več rutina je v plodovih iz ekološke pridelave (2,5 mg/100 g), malo manj pa v integrirani pridelavi (2,1 mg/100 g). Sorta 'Florina' ima v ekološki pridelavi (2,5 mg/100 g) 1,8 krat več rutina kot v integrirani (1,4 mg/100 g). pri sorti 'Delbard jubilé' smo prav tako višjo vsebnost izmerili v kožici plodov iz ekološke pridelave (5,2 mg/100 g), medtem ko je bilo rutina v integrirani pridelavi nekoliko manj (3,9 mg/100 g). Pri nobeni sorti razlike med ekološko in integrirano pridelavo niso bile statistično značilne.

4.2.2 Pulpa

V pulpi plodov smo določali štiri fenolne spojine: epikatehin in katehin ter kavno in klorogensko kislino. Kvercetin glukozidov v pulpi nismo zaznali, kljub temu, da so bile njihove vrednosti v kožici visoke.

Pri sorti 'Florina' smo statistično značilne razlike zaznali pri epikatehinu in katehinu, obeh pa je bilo več v integrirani pridelavi. Pri sorti 'Rdeči boskop' smo statistično značilno več določili le klorogenske kisline v ekološki pridelavi, medtem ko je bilo pri sorti 'Carjevič' statistično značilno več kavne kisline v ekološki pridelavi. Sorta 'Topaz' je imela statistično značilno več katehina v pulpi plodov iz ekološke pridelave, medtem ko pri sorti 'Delbard jubilé' nismo zaznali statistično značilnih razlik, višje vsebnosti pa so bile izmerjene pri integrirani pridelavi (Priloga C2)

4.2.2.1 Epikatehin

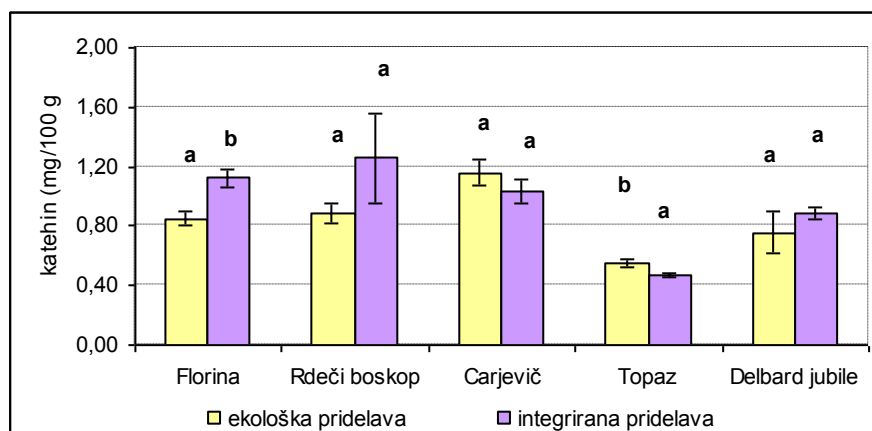


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 9: Vsebnost epikatehina (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Vsebnost epikatehina se med načinoma pridelave ne razlikujejo veliko. Višje vsebnosti v pulpi plodov iz ekološke pridelave imata sorti 'Topaz' (22,6 mg/100 g) in 'Carjevič' (19,4 mg/100 g), nekoliko nižje vsebnosti so določene pri integrirani pridelavi. Sorta 'Delbard jubilé' ima več epikatehina v plodovih iz integrirane pridelave (24,3 mg/100 g), kar je za 27 % več kot v ekološki pridelavi (19,1 mg/100 g). Tudi sorta 'Florina' ima višjo vsebnost v integrirani pridelavi (16,6 mg/100 g), ki pa se statistično značilno razlikuje od ekološke (13,4 mg/100 g). Tudi sorta 'Rdeči boskop' ima med obravnavanjema majhno razliko, vendar pa je vsebnost v integrirani pridelavi za 0,50 mg/100 g višja kot v ekološki pridelavi (18,9 mg/100 g) in je statistično značilna.

4.2.2.2 Katehin

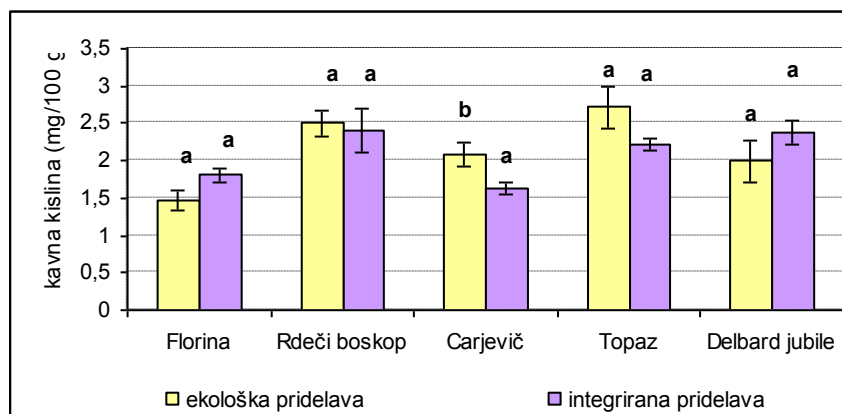


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 10: Vsebnost katehina (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Pri sorti 'Florina' smo izmerili statistično značilno več katehina v pulpi plodov iz integrirane pridelave (1,1 mg/100 g), kot v plodovih iz ekološke (0,9 mg/100 g). Tudi sorta 'Rdeči boskop' ima več katehina v plodovih iz integrirane pridelave (1,3 mg/100 g), kar je za 41 % več kot v ekološki pridelavi (0,9 mg/100 g). Pri sorti 'Carjevič' je bila višja vsebnost določena v pulpi iz ekološke pridelave (1,2 mg/100 g), nekaj manj ga je bilo v integrirani pridelavi (1,0 mg/100 g). Pri sorti 'Topaz' smo statistično značilno več katehina izmerili v pulpi plodov iz ekološke pridelave (0,6 mg/100 g), vendar le za 17 % več kot v integrirani (0,5 mg/100 g). Plodovi sorte 'Delbard jubilé' pa so več katehina vsebovali v integrirani pridelavi (0,9 mg/100 g), le nekoliko manj pa v ekološki (0,8 mg/100 g).

4.2.2.3 Kavna kislina

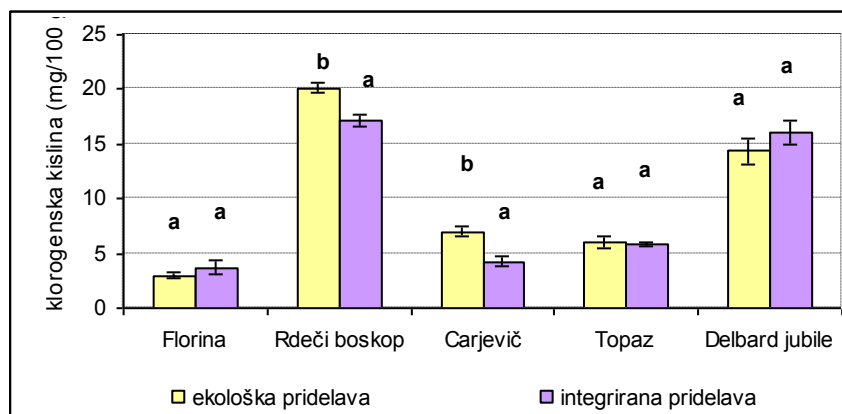


Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 11: Vsebnost kavne kisline (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave.

Vsebnost kavne kisline se razlikuje med načinoma pridelave. Najvišjo vsebnost smo izmerili pri sorti 'Topaz' iz ekološke pridelave (2,7 mg/100 g), nekoliko manj ga je v pulpi iz integrirane pridelave (2,2 mg/100 g). Sledi ji sorta 'Rdeči boskop', ki ima višjo vsebnost v pulpi plodov iz ekološke pridelave (2,5 mg/100 g), malo manjša vsebnost pa je pri integrirani pridelavi (2,4 mg/100 g). Sorta 'Delbard jubilé' ima višjo vsebnost v plodovih iz integrirane pridelave (2,4 mg/100 g), manj kavne kisline je v pulpi iz ekološke pridelave (2,0 mg/100 g). Pri sorti 'Carjevič' najdemo statistično značilno več kavne kisline v plodovih iz ekološke pridelave (2,1 mg/100 g), nekoliko nižja vsebnost je v plodovih iz integrirane pridelave (1,6 mg/100 g). Pri sorti 'Florina' pa imajo višjo vsebnost plodovi iz integrirane pridelave (1,8 mg/100 g) od plodov iz ekološke pridelave (1,5 mg/100 g).

4.2.2.4 Klorogenska kislina



Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

Slika 12: Vsebnost klorogenske kisline (mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke in integrirane pridelave

Največ klorogenske kisline je pri sorti 'Rdeči boskop' iz ekološke pridelave (20,2 mg/100 g), ki se statistično značilno razlikuje od integrirane pridelave (17,1 mg/100 g). Pri sorti 'Delbard jubile' je več klorogenske kisline v pulpi plodov iz integrirane pridelave (16,1 mg/100 g), v plodovih iz ekološke pridelave je vsebnost nekoliko nižja (14,3 mg/100 g). Sorta 'Carjevič' ima v pulpi iz ekološke pridelave (7,0 mg/100 g) statistično značilno več klorogenske kisline kot v integrirani pridelavi (4,2 mg/100 g). Tudi pri sorti 'Topaz' smo večjo količino določili pri ekološki pridelavi (6,0 mg/100 g), vendar le malo več kot pri integrirani (5,8 mg/100 g). Sorta 'Florina' pa je imela več klorogenske kisline v pulpi plodov iz integrirane (3,7 mg/100 g), manj pa v pulpi iz ekološke pridelave (3,0 mg/100 g).

5 RAZPRAVA

V naš poskus smo vključili različne sorte jabolane (*Malus domestica* Borkh.), ki so bile vključene v dva različna načina pridelave: ekološki in integrirani način.

Uporabili smo pet sort jabolane: 'Florina', 'Carjevič', 'Rdeči boskop', 'Topaz' in 'Delbard jubilé'. Nekatere so popolnoma odporne, druge le delno na jablanov škrlup, ena sorta pa je občutljiva za okužbo z jablanovim škrlupom. Popolnoma odporni sta sorti 'Topaz' in 'Florina', ostale sorte pa so delno odporne oz. občutljive za jablanov škrlup.

Zanimalo nas je spreminjanje vsebnosti fenolnih snovi v listih skozi rastno dobo od junija do septembra in pa vsebnost fenolnih snovi v kožici in pulpi plodov, ki so bili obrani v tehnološki zrelosti.

Drevesa, vključena v integrirano pridelavo, so bila do našega poskusa vključena v ekološko pridelavo, zato v rastni dobi 2007 še niso dosegla enake kondicije, kot jo imajo ostala drevesa v integriranem delu nasada. Pri drevesih, vključenih v integrirano pridelavo, nismo opazili okužb z jablanovim škrlupom, medtem ko so drevesa delno občutljivih in občutljivih sort iz ekološke pridelave proti koncu rastne dobe že kazala simptome okužbe in pomanjkanja hranil.

5.1 LISTI

Pri poskusu smo ugotovili, da se vsebnost fenolnih snovi skozi rastno dobo spreminja. Pri večini opazovanih fenolnih spojin je bila najvišja vrednost v drugem terminu vzorčenja, pri drugih pa so vrednosti nihale.

Ker je tvorba fenolnih spojin odvisna od stresnih dejavnikov (npr. stres, okužba s patogenom), je lahko vzrok za povišanje nekaterih fenolnih spojin v prvem terminu pri integrirani pridelavi, saj smo pričeli z integriranim varstvom in rastlini s tem povzročili stres. Prav tako je povišanje v prvem in drugem terminu lahko posledica kemičnega varstva rastlin, saj smo vzorce nabirali par dni po škropljenju. Za povišanje so lahko odgovorni tudi različni patogeni, ki okužujejo rastline in s tem povzročijo povišano tvorbo fenolnih spojin v rastlini.

Prav vremenske razmere pa so verjeten vzrok za povišano vsebnost fenolnih spojin, saj smo po podatkih iz Agencije RS za okolje ugotovili, da je bilo začetek in konec julija 2007 veliko padavin. To pa je idealno okolje za razvoj glive in s tem povišano tvorbo fenolnih snovi kot obrambne reakcije rastline.

Vsebnosti epikatehina so močno nihale med načinoma pridelave, kakor tudi med termini vzorčenja. Sorte iz ekološke pridelave so imele vsebnosti od 20,1 mg/100 g do 52,3 mg/100 g. Pri sortah, ki so bile vključene v integrirano pridelavo, pa so bile vrednosti epikatehina od 8,4 mg/100 g pa do 86,0 mg/100 g. Iz rezultatov je razvidno, da so višje

vsebnosti dosegale sorte iz integrirane pridelave. Najvišje vsebnosti pa so bile ugotovljene v prvem terminu vzorčenja.

Kot navaja tudi Mikulič Petkovšek (2008) se vrednost epikatehina skozi rastno dobo povečuje, kar smo opazili tudi v našem poskusu pri sortah, vključenih v ekološko pridelavo, kjer se povišanja pojavljajo predvsem konec julija in avgusta. Pri sortah iz integrirane pridelave smo tekom rastne dobe zaznali zmanjševanje tvorbe epikatehina, kar je lahko posledica integriranega varstva, saj rastlina ne tvori toliko fenolnih snovi, ker jo varujemo s kemičnimi pripravki.

Ugotovljene vsebnosti katehina so prav tako nihale med obravnavanji. Vsebnosti v listih iz ekološke pridelave so se gibale med 9,1 pa do 29,2 mg/100 g. Pri integrirani pridelavi so bile ugotovljene vsebnosti od 9,0 do 33,3 mg/100 g. Vsebnosti so tekom rastne dobe močno nihale tako pri ekološki kot tudi pri integrirani pridelavi. Najvišje vsebnosti pri sortah iz ekološke pridelave so bile ugotovljene v drugem oziroma tretjem terminu, pri sortah, vključenih v integrirano pridelavo, pa v tretjem terminu vzorčenja.

Že Mayr in sod. (1995) so poročali o sezonskem spreminjanju vsebnosti epikatehina in katehina v jablanovih listih. Mikulič Petkovšek in sod. (2009) poročajo, da je vsebnost epikatehina in katehina višja pri odpornih kot pri občutljivih sortah in se tekom rastne dobe spreminja. V našem poskusu se pri odpornih sortah pojavljajo povišanja v prid ekološki pridelavi, pri delno odpornih in občutljivi sorti pa povišanja niso vedno v prid integrirani pridelavi.

Vsebnost kavne kisline je bila pri listih iz ekološke pridelave od 2,10 do 10,89 mg/100 g. Listi iz integrirane pridelave pa so imeli vsebnost kavne kisline med 1,76 in 4,79 mg/100 g. Iz rezultatov je razvidno da so bile višje količine izmerjene v ekološki pridelavi, največkrat v drugem in tretjem terminu vzorčenja, vendar niso bile statistično značilne, razen pri sorti 'Topaz' v tretjem terminu vzorčenja. Pri integrirani pridelavi pa so bile najvišje vrednosti izmerjene v prvem ali drugem terminu, vendar brez statistično značilnih razlik. Smo pa statistično značilno razliko zaznali pri sorti 'Rdeči boskop' v tretjem terminu vzorčenja pri ekološki pridelavi.

Picinelli in sod. (1994) so ugotovili, da vsebujejo odporne sorte več kavne kisline kot občutljive. Najvišja vsebnost je bila v večini primerov določena konec julija, pri nekaterih šele konec avgusta. Tudi Mikulič Petkovšek in sod. (2009) poročajo o višjih vsebnostih kavne kisline v odpornih sorta kot v občutljivih.

Klorogenske kisline smo pri sortah iz integrirane pridelave ugotovili med 19,7 in 86,0 mg/100 g, pri listih iz ekološke pridelave pa od 20,0 do 77,1 mg/100 g. Rezultati kažejo višje vsebnosti klorogenske kisline v listih sort iz integrirane pridelave; najvišje vrednosti so bile večinoma v prvem terminu vzorčenja. Pri listih sort iz ekološke pridelave pa so bile najvišje vrednosti ugotovljene v tretjem terminu vzorčenja.

Klorogenska kislina ima velik pomen pri obrambnih mehanizmih jablane, kar poročajo tudi Picinelli in sod. (1994), Mikulič Petkovšek in sod. (2009), saj so ugotovili, da imajo listi odpornih sort višje vsebnosti klorogenske kisline kot listi občutljivih sort. Prav ta dognanja

pa lahko potrdijo povišane vsebnosti klorogenske kisline v našem poskusu konec julija in avgusta pri listih iz ekološke pridelave.

Kvercetin galaktozida so imele sorte iz integrirane pridelave od 65,4 do 370,5 mg/100 g. Vsebnosti, ki smo jih izmerili pri listih sort, vključenih v ekološko pridelavo, pa so bile med 45,2 in 255,3 mg/100 g. Višje vsebnosti Q-galaktozida so bile pri listih iz integrirane pridelave v tretjem terminu. Pri listih iz ekološke pridelave pa so najvišje vrednosti dosegale sorte v drugem in tretjem terminu. Pri sorti 'Florina', ki je popolnoma odporna na jablanov škrlup, smo v vseh treh terminih določili višje vrednosti v listih iz ekološke pridelave; podobno je tudi pri sorti 'Topaz'.

Vsebnosti kvercetin glukozida so bile v listih iz integrirane pridelave med 28,9 in 273,5 mg/100 g. Listi iz ekološke pridelave pa so vsebovali od 47,6 do 202,2 mg/100 g. Iz rezultatov vidimo, da so višje vrednosti izmerjene pri integrirani pridelavi pri največ sortah v prvem in tretjem terminu. Tudi Q-glukozida smo v listih iz ekološke pridelave izmerili največ pri odpornih sortah v drugem oziroma tretjem terminu.

Določene vsebnosti kvercetin ramnozida so bile pri listih iz ekološke pridelave med 165,8 in 834,4 mg/100 g. Pri listih iz integrirane pridelave pa so bile vsebnosti od 102,8 do 829,8 mg/100 g. Vsebnosti so bile višje v listih odpornih sort iz ekološke pridelave, kar poročajo tudi Mikulič Petkovšek in sod. (2009).

Vsebnost rutina pri sortah vključenih v integrirano pridelavo je bila od 7,2 do 40,5 mg/100 g. Sorte vključene v ekološko pridelavo pa so imele med 4,0 in 34,1 mg/100 g rutina.

Mayr in sod. (1995) so dognali, da se v procesu staranja listov zmanjšuje koncentracija kvercetin galaktozida, koncentracija kvercetin rutinozida (rutina) pa ostaja na istem nivoju. V našem poskusu se vsebnosti Q-galaktozida tekom rastne dobe povečujejo tako v ekološki kot tudi v integrirani pridelavi, vsebnost rutina pa pri večini sort ostaja na istem nivoju, z rahlim nihanjem v obeh načinih pridelave.

5.2 PLODOVI

V kožici plodov smo ugotavljali naslednje fenolne spojine: epikatehin, katehin, kavna in klorogenska kislina, kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid, kvercetin ramnozid in rutin. V pulpi pa smo merili samo epikatehin in katehin, ter kavno in klorogensko kislino.

Valavanidis in sod. (2009) so analizirali pet različnih sort jabolk v ekološki in integrirani pridelave in ugotovili, da se vsebnost določenih fenolnih spojin statistično značilno ne razlikuje med ekološko in integrirano pridelavo, kar lahko potrdimo tudi pri naših rezultatih.

Kot navajajo Veberič in sod. (2005), Mikulič Petkovšek in sod. (2007) in Łata in sod. (2009) pa je tudi pri naših rezultatih opaziti večje vsebnosti fenolnih spojin v kožici plodov kot v pulpi.

Vsebnosti epikatehina se v kožici in pulpi plodov ne razlikujejo veliko, so pa rezultati pokazali, da so vsebnosti v kožici od 2 do 9 krat višje kot v pulpi.

Vsebnosti katehina so nekoliko nižje kot pri epikatehinu, pri odporni sorti 'Florina' ga je več v ekološki, pri drugih sortah pa v integrirani pridelavi. Podobno velja tudi pri pulpi. Vsebnosti v kožici so tudi do 24 krat višje kot v pulpi.

Do podobnih rezultatov so prišli tudi Łata in sod. (2009). Podobne vsebnosti epikatehina in katehina pa so določili tudi Escarpa in Gonzalez (1998) ter Tsao, Yang (2003).

Vsebnosti kavne kisline se med ekološko in integrirano pridelavo ne razlikujejo veliko. Pri nekaterih sortah smo zaznali višje koncentracije v pulpi kot v kožici plodov, pri ostalih sortah pa je vsebnost v kožici in pulpi na približno enakem nivoju.

Escarpa in Gonzalez (1998) ter Veberič in sod. (2005) so izmerili podobne vsebnosti kavne kisline v pulpi plodov kot v našem poskusu. V kožici plodov pa smo izmerili nižje vsebnosti kot Mikulič Petkovšek (2008) v rastnih sezonah 2005 in 2006.

Vsebnosti klorogenske kisline so bile pri nekaterih sortah višje v ekološki pridelavi, pri drugih pa v integrirani. Razlike med kožico in pulpo so podobne, kot jih navajajo že Veberič in sod. (2005), Mikulič Petkovšek in sod. (2007). V kožici smo izmerili do 6 krat več klorogenske kisline kot v pulpi. Vsebnosti klorogenske kisline so v našem poskusu precej nižje od maksimalnih izmerjenih vrednosti, ki jih navajajo Tsao, Yang (2003) (do 233,6 mg/kg), Escarpa in Gonzales (1998) (do 440 mg/kg) ter Veberič in sod. (2005) (do 795 mg/kg). Vsebnosti pa so odvisne predvsem od sorte jabolane ter rastnih razmer, v katerih so se razvijali plodovi, saj se ob stresu klorogenska kislina izrazi v višjih koncentracijah.

Vsebnosti kvercetin glikozidov smo določili samo v kožici, saj so bile v pulpi vrednosti prenizke, da bi jih zaznali. Vsebnosti med ekološko in integrirano pridelavo so se značilno razlikovale le pri odporni sorti 'Florina', višje vsebnosti so imeli plodovi iz ekološke pridelave. Pri ostalih sortah pa so bile višje vsebnosti prav tako pri ekološki pridelavi, vendar razlike niso statistično značilne.

Dobljeni rezultati so v okviru tistih, ki jih navaja Treutter (2001) v obsežnem članku o fenolih v jabolani. Vsebnosti rutina je izmeril od 5-190 mg/kg, kvercetin galaktozida 70-950 mg/kg in kvercetin glukozida do 200 mg/kg kožice. Vsebnost rutina v našem poskusu je bila izmerjena od 1,4 do 6,8 mg/100 g v plodovih iz integrirane pridelave in od 2,5 do 12,4 mg/100 g v ekološki pridelavi. Statistično značilne razlike so bile samo pri sorti 'Florina', ki je imela več Q-galaktozida in Q-ramnozida v plodovih iz ekološke pridelave.

Mikulič Petkovšek in sod. (2007) navajajo, da so vsebnosti kvercetin ramnozida višje v plodovih odpornih sort od tistih v občutljivih. V našem poskusu ima sorta 'Florina' najvišje vsebnosti v ekološki pridelavi.

6 SKLEPI

Leta 2007 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete izvedli poskus na petih različnih sortah jabolane (*Malus domestica* Borkh.), ki so bile vključene v ekološko in integrirano pridelavo. V poskus smo vključili pet različnih sort, od tega sta dve odporni na jablanov škrlup ('Topaz' in 'Florina'), dve sta delno odporni na jablanov škrlup ('Delbard jubilé' in 'Rdeči boskop'), ena pa občutljiva ('Carjevič'). S poskusom smo hoteli dokazati različno tvorbo fenolnih spojin pri istih sortah, ki so vključene v različen način pridelave: ekološko in integrirano.

V poskusu smo ugotovili, da so se vsebnosti fenolnih spojin razlikovale med načinom pridelave tekom rastne sezone.

Pri vseh sortah smo v listih in kožici plodov ugotovili naslednje fenolne spojine: epikatehin, katehin, kavna in klorogenska kislina, kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid, kvercetin ramnozid in rutin. V pulpi plodov pa smo ugotovili samo epikatehin, katehin ter kavno in klorogensko kislino.

Listi so tekom rastne dobe močno spreminjali vsebnosti fenolnih spojin. Vrednosti so se razlikovale tudi med ekološko in integrirano pridelavo. V začetku julija smo pri vseh delno odpornih sortah zaznali povišanje fenolnih snovi v integrirani pridelavi, pri odpornih sortah pa so bile višje vsebnosti v ekološki pridelavi. Povišanje je lahko rezultat šoka, ki so ga doživela drevesa ob vključitvi v integrirano pridelavo, saj so bila do tega poskusa vključena v ekološki način pridelave. Konec julija smo višje vsebnosti pri skoraj vseh ugotovljenih fenolih zabeležili v ekološki pridelavi, vendar razlike niso bile statistično značilne. Konec avgusta pa so bile pri nekaterih fenolih izmerjene najvišje vsebnosti v rastni dobi, pri drugih pa nižje kot konec julija.

Vsebnosti fenolnih snovi v kožici plodov so bile v povprečju 4,6 krat višje od vsebnosti v pulpi, saj je kožica prva linija obrambe plodu pred vplivi iz okolja.

Vsebnosti fenolnih snovi so se pri vseh določenih parametrih, tako pri listih kot tudi pri kožici in pulpi plodov, razlikovale med načinoma pridelave. Odporna sorta 'Topaz' je imela v kožici plodov iz ekološke pridelave statistično značilno več kavne kisline, v pulpi pa katehina. Sorta 'Florina' pa je imela v kožici plodov iz ekološke pridelave statistično značilno več Q-galaktozida in Q ramnozida, ki ju v pulpi nismo ugotovili. So pa bile v pulpi statistično značilno višje vsebnosti epikatehina in katehina v plodovih iz integrirane pridelave. Pri delno odpornih in občutljivi sorti pa so rezultati boljši v plodovih iz integrirane pridelave, saj s pomočjo varstva rastline stimuliramo k povečani tvorbi fenolnih spojin.

Ker smo poskus izvajali prvo leto, ne moremo dajati konkretnih zaključkov, saj drevesa iz integrirane pridelave še niso prišla v pravo kondicijo. Poskus bi bilo potrebno spremljati še naprej v drugih letih in tako bolj trdno podkrepiti naše rezultate.

7 POVZETEK

V rastni sezoni 2007 smo na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani spremljali rast petih različnih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.). Liste smo vzorčili trikrat: začetek in konec julija ter konec avgusta, ter jih nato shranili do analize HPLC, s katero smo določili vsebnost fenolnih snovi. Plodove smo vzorčili v tehnološki zrelosti in ločili kožico in pulpo. V laboratoriju smo nato s pomočjo HPLC metode določili vsebnost fenolnih spojin.

Obravnavali smo pet različnih sort jabolane: odporni sorti 'Topaz' in 'Florina', ter tri delno odporne sorte 'Carjevič', 'Delbard jubilé' in 'Rdeči boskop'.

Rezultati so pokazali različne vsebnosti fenolnih spojin v listih različnih sort tekom rastne dobe ter različne vsebnosti v kožici in pulpi plodov.

Vsebnost fenolov v jablanovih listih je bila najnižja junija in je nato tekom rastne dobe naraščala in zopet padala. Največ smo izmerili kvercetin ramnozida, nato kvercetin galaktozida in glukozida. Sledijo še klorogenska kislina, epikatehin, katehin, kavna kislina in rutin. Pri ekološki pridelavi smo izmerili največ kvercetin ramnozida, v integrirani pa ga je bilo le nekaj manj. Kvercetin galaktozida je bilo več v listih iz integrirane pridelave, prav tako kvercetin glukozida. Vendar pa vsebnosti teh dveh kvercetin glukozidov niso bile dosti nižje v ekološki pridelavi. Vsebnosti klorogenske kisline so bile višje v listih iz ekološke pridelave, prav tako vsebnosti kavne kisline. Katehina, epikatehina in rutina pa smo največ izmerili v listih iz integrirane pridelave.

V kožici plodov iz integrirane pridelave smo najvišje vsebnosti izmerili pri epikatehinu, sledijo pa kvercetin galaktozid, kvercetin ramnozid, kvercetin glukozid, katehin, klorogenska in kavna kislina ter rutin. Pri listih iz ekološke pridelave pa smo največ izmerili epikatehina, nato kvercetin galaktozida, kvercetin ramnozida, klorogenske kisline in kvercetin glukozida. Najnižje vrednosti so imeli katehin, rutin in kavna kislina.

V pulpi plodov smo v ekološki in v integrirani pridelavi določili največ epikatehina, nato klorogenske in kavne kisline ter najmanj katehina. Kvercetin glikozidov v pulpi nismo izmerili, ker jih nismo zaznali.

Vsebnosti fenolnih snovi v kožici plodov so dosti večje kot v pulpi, saj je kožica prva linija med okoljem in notranjostjo plodu in zato tvori višje vsebnosti obrambnih snovi. Višje vsebnosti kvercetin glikozidov so bile izmerjene v plodovih iz ekološke pridelave, medtem ko je bilo v plodovih iz integrirane pridelave večja količina epikatehina, katehina ter kavne in klorogenske kisline.

Vsebnosti fenolnih spojin v plodovih se bistveno ne razlikujejo med ekološko in integrirano pridelavo. Smo pa pri skoraj vseh sortah zaznali višje vsebnosti nekaterih fenolnih spojin v ekološki pridelavi, predvsem pri odpornih sortah.

8 VIRI

- Akcijski načrt razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji do leta 2015. 2006. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP): 72 str.
- Barbo, J. Uporabne stare in privzgojene sorte jablan. Drevesnica Barbo. http://www.sadjarstvo.com/_Sorte_jablan.php (30.11.2009)
- Celar F. 1997. Jablanov škrlup *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. Fito-info: Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs\OpisiSkod\vsi/ven_inae.htm (19.11.2009)
- Chinnici F., Bendini A. Gaiani A., Ripon C. 2004. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. Golden Delicious apples as related to their phenolic composition. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 85: 2611-2616
- Džuban T. 2004. Temeljni okvir za delovanje sistema integrirane pridelave sadja. V: Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Krško 24-26 marec 2004. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 37-39
- Escarpa A., Gonzalez M.C. 1998. High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the determination of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. *Jurnal of Chromatography A*, 823: 331-337
- Escarpa A., Gonzales M.C. 2000. Optimization strategy and validation of one chromatographic method as approach to determine the phenolic compounds from different sources. *Jurnal of Chromatography A*, 897: 161-170
- Godec B., Hudina M., Ileršič J., Koron D., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Sadni izbor za Slovenijo, 2002. izdaja. Krško, Alex založništvo: 143 str.
- Hamazu Y. 2006. Role and evolution of fruit phenolic compounds during ripening and storage. *Stewart Postharver Review*, 2 (2): 1-7
- Harborne J. B. 1994. Plant polyphenols and their role in plant defence mechanisms. V: Polyphenols 94. Internacional conference on polyphenols, Palma de Malorca, 1994. Brouillard R., Jay M., Scalbert A. (ur.). Paris, INRA: 20-26
- Harborne J. B., Williams C. A. 2000. Advances in flavonoid reserches since 1992. *Phytochemistry*, 55, 6: 481-504
- HPLC nekaj osnov. 2009 <http://www.scribd.com/doc/15501111/HPLC-Nekaj-Osnov-> (10.1.2010)

- Kim D.-O., Lee K.W., Lee H.J., Lee C.Y. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3713-3717
- Kim D.-O., Chun O.K., Kim Y.J., Moon H.-Y., Lee C.Y. 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6509-6515
- Łata B., Trampczynska A., Paczesna J. 2009. Cultivar variation in apple peel and whole fruit phenolic composition. *Scientia Horticulturae*, 121: 176-181
- Łata B., Kazimierz T. 2007. Apple peel as contributor to whole fruit quantity of potentially healthful bioactive compounds. Cultivar and year implication. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10795-10802
- Lind K., Lafer G., Schloffer K., Innerhofer G., Meister H. 2001. *Ekološko sadjarstvo*. Ljubljana, Kmečki glas: 314 str.
- Maček, Jože. 1990. Posebna patologija. Patologija sadnega drevja in vinske trte. Ljubljana, VTOZD za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani: 276 str.
- Marks S. C., Mullen W., Crozier A. 2007. Flavonoid and Hydroxycinnamate Profiles of English Apple Ciders. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 8723-8730
- Mayr U.,m Treutter D., Santos-Beluga C., Bauer H., Feucht W. 1995. Developmental changes in the phenol concentrations of 'Golden delicious' apple fruits and leaves. *Phytochemistry*, 38, 5: 1151-1155
- Mesečni bilten ARSO – letnik 2007
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knjiznica/mesečni%20bilten/bilten2007.htm>
(november, 2009)
- Mikulič Petkovšek M. 2008. Povezava izbranih metabolitov v listih in plodovih jabolane (*Malus domestica* Borkh.) z odpornostjo na jablanov škrlup (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wind. Aderh). Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 87 str.
- Mikulič Petkovšek M., Štampar F., Veberič R. 2007. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 114: 37-44
- Mikulič Petkovšek M., Štampar F., Veberič R. 2009. Seasonal changes in phenolic compounds in the leaves of scab-resistant and susceptible apple cultivars. *Canadian Jurnal of Plant Science*, 89: 745-753
- Picinelli A., Suarez B., Moreno J., Dapena E., Mangas J. 1994. HPLC analysis of polyphenols in apple tree leaves. V: Polyphenols 94. International conference on

- polyphenols, Palma de Malorca, 1994. Brouillard R., Jay M., Scalbert A. (ur.). Paris, INRA: 315-316
- Picinelli A., Dapena E., Mangas J.J. 1995. Polyphenolic pattern in apple tree leaves in relation to scab resistance. A preliminary study. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 2273-2278
- Repič P., Bavec M., Štabuc Starčević D., Vučko I. 2005. Dovoljena sredstva za ekološko kmetijstvo 2005. Maribor. Fakulteta za kmetijstvo, Inštitut za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu: 124 str.
- 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., Usenik V., Hudina M., Solar A., Osterc G., koron M., Lešnik M. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana. Kmečki glas: 416 str.
- Tojnkó S., Unuk T. 2004. Razvoj integrirane pridelave sadja v Sloveniji. V: Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Krško 24-26 marec 2004. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 31-35
- Treutter D. 2001. Biosynthesis of phenolic compounds and its regulation in apple. *Plant Growth Regulation*, 34: 71-89
- Tsao R, Yang R. 2003. Optimization of a new mobile phase to know the complex and real polyphenolic composition: towards a total phenolic index using high-performance liquid chromatography. *Jurnal of Chromatography A*, 1018: 29-40
- Valavanidis A., Vlachogianni T., Psomas A., Zovoili A., Siatis V. 2009. Polyphenolic profile and antioxidant activity of five apple cultivars grown under organic and conventional agricultural practices. *International journal of Food Science and Technology* 44, 6: 1167-1175
- Van der Sluis A.A., Dekker M., Verkerk R., Jongen W.M.F. 2000. An improved, rapid in vitro method to measure antioxidant activity. Application on selected flavonoids and apple juice. *Jurnal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4116-4122
- Vaukan M., Skrivarnik M., Paradiž M., Pušnik D., Perše C. 1998. Stare sorte sadja. Slovenj Gradec. Kmetijska založba: 56 str.
- 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. *Jurnal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1687-1694
- Viršček Marn M., Štampar F. 1999. Varstvo jablan pred boleznimi in škodljivci v biološki pridelavi. *SAD*, 10, 6: 2-13

Viršček Marn M. 1998. Sorte jabolk. Ljubljana. Kmečki glas: 212 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Robertu VEBERIČU za vse napotke, strokovne nasvete in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se svojim staršem ker so mi omogočili študij ter me podpirali in spodbujali.

Hvala tudi sestrama, fantu Marku in ostalim prijateljem in sošolcem za vsestransko pomoč in spodbudo.

PRILOGA A

Dekadna povprečna temperatura ($^{\circ}$ C), količina padavin (mm) in število padavinskih dni (Mesečni bilten, 2007).

Mesec	T _{povp}	RR	p.d.
III. dekada junij	21,9	9,1	3
I. dekada julij	19,7	90,1	4
II. dekada julij	24,1	8,3	2
III. dekada julij	22,2	49,2	3
I. dekada avgust	19,9	19,5	3
II. dekada avgust	21,1	12,7	5
III. dekada avgust	20,3	48,0	7

Legenda

T_{povp} ... povprečna temperatura zraka na višini 2 m ($^{\circ}$ C)

RR ... višina padavin (mm)

p.d. ... število dni s padavinami vsaj 0,1 mm

PRILOGA B

Termini škropljenja in gnojenja v nasadu v rastni sezoni 2007, ter količina (ha) oz koncentracija porabljenih sredstev.

Datum	Opravilo v sadovnjaku	Sredstva in koncentracija oz. porabljena količina
7. 3. 2007	Gnojenje integriranega dela nasada	N:P:K 5:7:16 (200 kg)
2. 4. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Cuprblau Z (0,25 %), Oleodiazinon (1,5 %)
17. 4. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Ziram (0,3 %), Cosan (0,2 %)
1. 5. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Merpan (0,2 %), Clarinet (0,15 %), Calypso (0,03 %)
7. 5. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Indar (0,09 %), Merpan (0,2 %), Karathane (0,06 %),
15. 5. 2007	Gnojenje integriranega dela sadovnjaka	KAN (27 N + Mg) (135 kg)
18. 5. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Score (0,03 %), Delan (0,08 %), Actara (0,25 %),
	Škropljenje ekološkega dela nasada	Cosan (1 kg), Neem (0,2 %)
22. 5. 2007	Škropljenje trave s herbicidi v integriranem delu nasada	Boom efekt (2 %)
30. 5. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Zato 50 WG (0,015 %), Merpan (0,2 %), Baycor (0,7 %),
	Foliarno gnojenje integriranega nasada	Drin
8. 6. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Calypso (0,03 %), Score (0,03 %), Delan (0,08 %), Topas (0,025 %)
18. 6. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Clarinet (0,15 %), Ziram (0,15 %), Diazol (0,1 %)
	Škropljenje ekološkega dela nasada	Kosan (0,3 %), Drin (0,25 %), Neem (0,2 %)
2. 7. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Delan (0,08 %), Topas (0,04 %), Calypso (0,05 %), Cosan (0,2 %),
	Foliarno gnojenje integriranega dela nasada	Calciogreen (1,6 kg)
9. 7. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Dithane M45 (0,25 %), Karathane (0,6 %), Diazinon 20 (0,25 %),
	Foliarno gnojenje integriranega dela nasada	Calciogreen (1,6 kg)
	Škropljenje trave s herbicidi	Boom efekt (2 %)
23. 7. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Merpan (0,25 %), Cosan (0,4 %), Diazinon 20 (0,25 %),
	Foliarno gnojenje integriranega dela nasada	Calciogreen (1,6 kg)
	Škropljenje ekološki nasad	Cosan (0,3 %), Drin (0,25 %)
2. 8. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Euparen multi (0,2 %), Diazol (0,15 %),

	Foliarno gnojenje integriranega dela nasada	Calciogreen (1,6 kg)
14. 8. 2007	Škropljenje integriranega dela nasada	Euparen multi (0,2 %), Diazinon (0,25 %),
	Foliarno gnojenje integriranega dela nasada	Calciogreen (1,6 kg)

PRILOGA C

PRILOGA C1: Vsebnosti določenih fenolnih spojin (povprečje \pm SN v mg/100 g) v kožici plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke (eko.) in integrirane (int.) pridelave.

Fenolna spojina	Način pridelave	Sorta				
		'Delbard jubilé'	'Carjevič'	'Florina'	'Topaz'	'Rdeči boskop'
epikatehin	Eko.	98,6 \pm 5,7 a	74,6 \pm 6,1 a	109,6 \pm 16,2 a	61,2 \pm 5,4 a	47,9 \pm 11,8 a
	Int.	116,8 \pm 5,0 b	78,0 \pm 6,2 a	144,1 \pm 28,2 a	54,3 \pm 12,8 a	45,0 \pm 1,4 a
katehin	Eko.	9,3 \pm 2,7 a	5,5 \pm 1,1 a	21,7 \pm 5,3 a	3,1 \pm 0,6 a	3,8 \pm 1,4 a
	Int.	23,7 \pm 6,1 a	12,0 \pm 1,6 b	12,0 \pm 3,3 a	4,7 \pm 1,4 a	8,5 \pm 2,7 a
kavna kislina	Eko.	1,7 \pm 0,3 a	1,2 \pm 0,4 a	5,0 \pm 0,8 a	1,8 \pm 0,2 b	1,8 \pm 0,6 a
	Int.	2,0 \pm 0,4 a	1,4 \pm 0,5 a	3,4 \pm 0,7 a	1,0 \pm 0,3 a	0,4 \pm 0,1 a
Klorog. Kislina	Eko.	21,2 \pm 2,3 a	5,0 \pm 1,2 a	20,0 \pm 4,4 a	6,3 \pm 1,6 a	15,2 \pm 3,3 a
	Int.	19,6 \pm 2,4 a	9,4 \pm 1,3 b	20,6 \pm 6,2 a	6,1 \pm 1,9 a	7,9 \pm 1,0 a
Q glukoizid	Eko.	18,0 \pm 2,3 a	25,9 \pm 5,3 a	4,1 \pm 1,0 a	5,0 \pm 2,2 a	6,6 \pm 2,1 a
	Int.	13,5 \pm 4,4 a	21,0 \pm 3,5 a	2,8 \pm 0,3 a	5,5 \pm 0,8 a	5,4 \pm 3,2 a
Q galaktoizid	Eko.	47,4 \pm 3,6 a	48,0 \pm 5,5 a	28,8 \pm 4,5 b	15,8 \pm 5,8 a	23,0 \pm 6,9 a
	Int.	38,7 \pm 6,6 a	42,3 \pm 5,1 a	16,0 \pm 2,2 a	17,8 \pm 2,1 a	8,4 \pm 1,0 a
Q ramnoizid	Eko.	42,2 \pm 4,3 a	16,6 \pm 2,5 a	57,2 \pm 4,6 b	37,3 \pm 7,0 a	8,1 \pm 2,4 a
	Int.	29,9 \pm 6,4 a	15,1 \pm 1,8 a	33,2 \pm 4,3 a	40,1 \pm 4,7 a	4,0 \pm 0,5 a
rutin	Eko.	5,2 \pm 1,0 a	12,4 \pm 2,9 a	2,5 \pm 1,2 a	2,5 \pm 1,5 a	4,8 \pm 1,5 a
	Int.	3,9 \pm 1,5 a	6,8 \pm 1,5 a	1,4 \pm 0,3 a	2,1 \pm 0,3 a	2,5 \pm 0,7 a

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

PRILOGA C2: Vsebnosti določenih fenolnih spojin (povprečje \pm SN v mg/100 g) v pulpi plodov nekaterih sort jabolane (*Malus domestica* Borkh.) iz ekološke (eko.) in integrirane (int.) pridelave.

Fenolna spojina	Način pridelave	Sorta				
		'Florina'	'Rdeči boskop'	'Carjevič'	'Topaz'	'Delbard jubilé'
epikatehin	Eko.	13,4 \pm 0,1 a	18,9 \pm 0,5 a	19,4 \pm 1,0 a	22,6 \pm 2,4 a	19,1 \pm 1,9 a
	Int.	16,6 \pm 0,5 b	19,4 \pm 0,9 a	16,7 \pm 1,0 a	18,3 \pm 0,9 a	24,3 \pm 1,6 a
katehin	Eko.	0,9 \pm 0,1 a	0,9 \pm 0,1 a	1,2 \pm 0,1 a	0,6 \pm 0,1 b	0,8 \pm 0,1 a
	Int.	1,1 \pm 0,1 b	1,3 \pm 0,3 a	1,0 \pm 0,1 a	0,5 \pm 0,1 a	0,9 \pm 0,1 a
kavna kislina	Eko.	1,5 \pm 0,1 a	2,5 \pm 0,2 a	2,1 \pm 0,2 b	2,7 \pm 0,3 a	2,0 \pm 0,3 a
	Int.	1,8 \pm 0,1 a	2,4 \pm 0,3 a	1,6 \pm 0,1 a	2,2 \pm 0,1 a	2,4 \pm 0,2 a
Klorog. Kislina	Eko.	3,0 \pm 0,2 a	20,2 \pm 0,5 b	7,0 \pm 0,5 b	6,0 \pm 0,6 a	14,3 \pm 1,1 a
	Int.	3,7 \pm 0,6 a	17,1 \pm 0,5 a	4,2 \pm 0,5 a	5,8 \pm 0,2 a	16,1 \pm 1,0 a

Opomba: različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji (LSD test; $p \leq 0,05$).

