

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Jana JURHAR GRABNAR

**SESTAVA IZBRANIH PRIMARNIH IN
SEKUNDARNIH METABOLITOV PRI RAZLIČNIH
SORTAH KAKIJA (*Diospyros kaki* Thunb.) TER
SPREMEMBE MED ZORENJEM IN SUŠENJEM**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Jana JURHAR GRABNAR

**SESTAVA IZBRANIH PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH
METABOLITOV PRI RAZLIČNIH SORTAH KAKIJA (*Diospyros kaki*
Thunb.) TER SPREMEMBE MED ZORENJEM IN SUŠENJEM**

MAGISTRSKO DELO

**COMPOSITION OF SELECTED PRIMARY AND SECONDARY
METABOLITES IN DIFFERENT CULTIVARS OF PERSIMMON
(*Diospyros kaki* Thunb.) AND CHANGES DURING MATURATION AND
DRYING PROCESS**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2016

Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, na Oddelku za agronomijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Laboratorijske raziskave so bile opravljene v obdobju 2007 do 2008 in 2014 do 2015 v laboratoriju Katedre za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani, ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne, 1. 6. 2015 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za magistrski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje magisterija znanosti s področja agronomije. Za mentorico je bila imenovana doc. dr. Jerneja JAKOPIČ.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Članica: doc. dr. Andreja URBANEK KRANJC
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede,
Katedra za botaniko in fiziologijo rastlin

Član: prof. dr. Rajko VIDRIH
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu prek Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Jana JURHAR GRABNAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Md
- DK UDK 634.45:631.526.32:547.1(043.3)
- KG sadjarstvo / kaki / primarni metaboliti / sekundarni metaboliti / zorenje / sušenje
- AV JURHAR GRABNAR, Jana, univ. dipl. inž. agronomije
- SA JAKOPIČ Jerneja (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje agronomija
- LI 2016
- IN SESTAVA IZBRANIH PRIMARNIH IN SEKUNDARNIH METABOLITOV PRI RAZLIČNIH SORTAH KAKIJA (*Diospyros kaki* Thunb.) TER SPREMEMBE MED ZORENJE IN SUŠENJE
- TD Magistrsko delo
- OP VIII, 76 str., 13 pregl., 20 sl., 151 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Kaki ima zaradi svoje bogate vsebnosti vitaminov, mineralov, prehranskih vlaknin, primarnih in sekundarnih metabolitov mnoge pozitivne učinke na naše zdravje. Zaradi njegove kratke dobe skladiščenja, je posušen kaki najpreprostejši in najokusnejši nadomestek svežega. Namen naše raziskave je bil ugotoviti kakšne so vsebnosti primarnih (sladkorjev in organskih kislin) in sekundarnih metabolitov (fenolov in karotenoidov) pri različnih sortah kakija ter kako se te vsebnosti spreminjajo zaradi zorenja in sušenja. Naša raziskava je potekala v dveh poskusih. V prvem poskusu smo primerjali barvo in kemično sestavo 11 sort kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'), drugi poskus je potekal na sorti 'Tipo', kjer smo spremljali spremembe vsebnosti izbranih metabolitov med zorenjem in sušenjem. Glede na pridobljene rezultate lahko sklepamo, da so bile največje vsebnosti sladkorjev pri sorti 'Tone Wase' in največje vsebnosti organskih kislin pri sorti 'Tipo' in 'Triumph'. Najmanjše vsebnosti sladkorjev so bile pri sortah 'O'Gosho', 'Cal Fuyu' in 'Hana Fuyu' najmanjše vsebnosti organskih kislin pa je vsebovala sorta 'Jiro'. Kot glavna fenola sta bila prisotna katehin in galna kislina. Glavni karotenoid v kožici in mesu je bil β -karoten, ki ga je bilo v kožici največ pri sorti 'Hana Fuyu', ki je vsebovala tudi največje vsebnosti skupnih karotenoidov. Proces zorenja in sušenja sta pri sorti 'Tipo' povzročila spremembe v vsebnosti karotenoidov, fenolnih snovi iz skupine fenolnih kislin, flavanolorov in flavonolorov, organskih kislin, sladkorjev in barve. Na eni strani so se zmanjšale vsebnosti fenolov in organskih kislin na drugi strani pa so se povečale vsebnosti sladkorjev in karotenoidov ter intenzivnost barve.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Md
- DC UDC 634.45:631.526.32:547.1(043.3)
- CX fruit growing / persimmon / primary metabolites / secondary metabolites / maturation / drying
- AU JURHAR GRABNAR, Jana
- AA JAKOPIČ Jerneja (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Agronomy
- PY 2016
- TI COMPOSITION OF SELECTED PRIMARY AND SECONDARY METABOLITES IN DIFFERENT CULTIVARS OF PERSIMMON (*Diospyros kaki* Thunb.) AND CHANGES DURING MATURATION AND DRYING PROCESS
- DT M. Sc. Thesis
- NO VIII, 76 p., 13 tab., 20 fig., 151 ref.
- LA sl
- AI sl/en
- AB Persimmon has due to its rich content of vitamins, minerals, dietary fiber, primary and secondary metabolites, many positive effects on our health. Because of its short storage period, the dried persimmon is more simple and a tastier substitute for fresh persimmon. The aim of our study was to determine what levels of primary (sugars and organic acids) and secondary metabolites (phenols and carotenoids) contain different varieties of persimmon and how these levels change through a process of maturation and drying. Our study was conducted in two experiments. In the first experiment, we compared the color and the chemical composition of 11 varieties of persimmon ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho' 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tijo', 'Tone Wase' and 'Triumph'), the second attempt took place at the variety 'Tijo', where we witnessed changes in the levels of selected metabolites in the process. According to the obtained results it can be concluded that the maximum content of sugars were in the variety 'Tone Wase' and maximum content of organic acids were in varieties 'Tijo' and 'Triumph'. Minimum sugar content were in varieties 'O'Gosho', 'Cal Fuyu' and 'Hana Fuyu' and minimum content of organic acids was contained in variety 'Jiro'. Catechin and gallic acid were present as the main phenols. The main carotenoid in the skin and the flesh was β -carotene that the variety 'Hana Fuyu' had the most in its skin and it also contained the highest content of total carotenoids. The process of maturing and drying of the variety 'Tijo' led to changes in the content of carotenoids, phenolic compounds from the group of phenolic acids, flavanols and flavonols, organic acids, sugars and colors. On one hand, there were decreased levels of phenols and organic acids and on the other hand there were increased levels of sugars, carotenoids and the color intensity.

KAZALO VSEBINE

| | Str. |
|--|-----------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION | IV |
| KAZALO VSEBINE | V |
| KAZALO PREGLEDNIC | VII |
| KAZALO SLIK | VIII |
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 VZROK ZA RAZISKAVO | 1 |
| 1.2 RAZISKOVALNI PRISTOP | 2 |
| 1.3 DELOVNA HIPOTEZA | 2 |
| 2 PREGLED OBJAV | 4 |
| 2.1 METABOLITI V RASTLINAH IN NJIHOV POMEN | 4 |
| 2.1.1 Delitev in pomen primarnih metabolitov za rastline | 5 |
| 2.1.2 Vloga sekundarnih metabolitov | 7 |
| 2.1.2.1 Fenoli | 7 |
| 2.1.2.2 Terpenoidi | 10 |
| 2.2 VPLIV TANINOV NA TRPKOST | 11 |
| 2.3 POMEN KAROTENOIDOV ZA BARVO | 12 |
| 2.4 VPLIV SUŠENJA NA SPREMEMBO BARVE IN VSEBNOSTI POSAMEZNIH SNOVI | 13 |
| 2.5 VPLIV ZORENJA NA SPREMEMBO BARVE IN VSEBNOSTI POSAMEZNIH SNOVI | 13 |
| 3 MATERIAL IN METODE | 15 |
| 3.1 RASTLINSKI MATERIAL IN PRIPRAVA VZORCEV | 15 |
| 3.1.1 Opis lokacij | 16 |
| 3.1.2 Klimatske razmere v letih 2007 in 2014 | 16 |
| 3.3 OPIS OBRAVNAVANIH SORT | 17 |
| 3.4 METODE DELA | 18 |
| 3.4.1 Določanje barve | 18 |
| 3.4.2 Meritve sušine | 19 |
| 3.4.3 Ekstrakcija ter določanje sladkorjev in organskih kislin | 19 |
| 3.4.4 Ekstrakcija in določanje fenolnih snovi | 20 |
| 3.4.4.1 Določanje skupnih fenolov (TPC) | 21 |
| 3.4.5 Ekstrakcija in določanje taninov | 21 |
| 3.4.5.1 Določanje skupnih taninov | 21 |
| 3.4.6 Ekstrakcija in določanje karotenoidov | 22 |
| 3.4.7 Statistična analiza | 24 |
| 4 REZULTATI | 25 |
| 4.1 BARVA PLODOV | 25 |
| 4.1.1 Barva kože plodov različnih sort kakija | 25 |
| 4.1.2 Sprememba barve med zorenjem in sušenjem pri sorti 'Tipo' | 26 |
| 4.2 SLADKORJI | 27 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 4.2.1 | Vsebnost sladkorjev pri različnih sortah kakija | 27 |
| 4.2.2 | Vsebnost sladkorjev pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju | 29 |
| 4.3 | ORGANSKE KISLINE | 31 |
| 4.3.1 | Vsebnost organskih kislin pri različnih sortah kakija | 31 |
| 4.3.2 | Vsebnost organskih kislin pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju | 33 |
| 4.4 | RAZMERJE SLADKORJI/KISLINE | 35 |
| 4.4.1 | Razmerje sladkorji/kisline pri različnih sortah kakija | 35 |
| 4.4.2 | Razmerje sladkorji/kisline pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju | 36 |
| 4.5 | FENOLI | 36 |
| 4.5.1 | Vsebnost fenolov pri različnih sortah kakija | 36 |
| 4.5.2 | Vsebnost fenolov pri sorti 'Tipo' med zorenjem in sušenjem v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju | 38 |
| 4.5.3 | Vsebnost skupnih taninov pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju | 42 |
| 4.6 | KAROTENOIDI | 43 |
| 4.6.1 | Vsebnost karotenoidov pri različnih sortah kakija | 43 |
| 4.6.2 | Vsebnost karotenoidov pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju | 47 |
| 4.7 | KORELACIJA MED SLADKORJI IN TANINI PRI SORTI 'TIPO' V UMEDENIH IN NEUMEDENIH PLODOVIH PRED IN PO SUŠENJU | 50 |
| 5 | RAZPRAVA | 51 |
| 5.1 | OBARVANOST PLODOV IN VPLIV KAROTENOIDOV | 51 |
| 5.2 | SPREMEMBE VSEBNOSTI PRIMARNIH METABOLITOV | 53 |
| 5.2.1 | Sladkorji | 53 |
| 5.2.2 | Organske kisline | 54 |
| 5.2.3 | Razmerje sladkorji/kisline | 55 |
| 5.3 | SPREMEMBE VSEBNOSTI FENOLNIH SNOVI | 55 |
| 6 | SKLEPI | 58 |
| 7 | POVZETEK (SUMMARY) | 60 |
| 7.1 | POVZETEK | 60 |
| 7.2 | SUMMARY | 62 |
| 8 | VIRI | 65 |
| | ZAHVALA | |

KAZALO PREGLEDNIC

| | Str. |
|---|------|
| Preglednica 1: Povprečje mesečnih in letnih temperatur (°C), povprečje mesečnih in letnih padavin (mm), povprečno število ur sončnega obsevanja za leti 2007 in 2014 za meteorološko postajo Bilje (Mesečni bilten ..., 2007, 2014) | 17 |
| Preglednica 2: Opis sort glede na skupino trpkosti, povprečno maso, obliko in barvo ploda (Fajt in sod., 2011; Sancin, 1998; Črnologar, 2007; Vrhovnik, 2005) | 18 |
| Preglednica 3: Vrednosti parametra L^* in h° za barvo kožice pri 11 sortah kakija | 25 |
| Preglednica 4: Vrednosti parametra L^* in h° za neumedene in umedene kakije sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 26 |
| Preglednica 5: Vsebnost glukoze, fruktoze in saharoze v mg/g sveže snovi pri 11 sortah kakija | 28 |
| Preglednica 6: Vsebnost glukoze in fruktoze v mg/g sušine v neumedelih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 30 |
| Preglednica 7: Vsebnosti organskih kislin v mg/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija | 32 |
| Preglednica 8: Vsebnosti organskih kislin v mg/g sušine v neumedelih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 34 |
| Preglednica 9: Vsebnosti galne kisline in katehina v mg/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija | 37 |
| Preglednica 10: Vsebnost posameznih fenolnih snovi v $\mu\text{g/g}$ sušine v neumedelih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 40 |
| Preglednica 11: Vsebnosti posameznih karotenoidov v $\mu\text{g/kg}$ sveže snovi v kožici pri 11 sortah kakija | 44 |
| Preglednica 12: Vsebnosti posameznih karotenoidov v $\mu\text{g/kg}$ sveže snovi v mesu pri 11 sortah kakija | 46 |
| Preglednica 13: Vsebnost karotenoidov v $\mu\text{g/kg}$ sušine v neumedelih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 48 |

KAZALO SLIK

| | Str. | |
|-----------|--|----|
| Slika 1: | Glavna sintezna pot sekundarnih metabolitov, prikaz biosintetske povezave med primarnimi in sekundarnimi metaboliti (Hopkins in Huner, 2009) | 4 |
| Slika 2: | Molekulska formula fenola (International programme ..., 2016) | 8 |
| Slika 3: | Osnovna strukturna formula flavonoidov (Abram, 2000) | 9 |
| Slika 4: | 'Tipo' zrel posušen in nezrel posušen ter zrel svež in nezrel svež plod (foto: J. Jakopič) | 15 |
| Slika 5: | CIE model (Color ..., 2015) | 19 |
| Slika 6: | Ločena zgornja heksanova faza (foto: J. Jakopič) | 23 |
| Slika 7: | Spiranje heksanovih faze z vodo (foto: J. Jakopič) | 23 |
| Slika 8: | Vsebnost skupnih sladkorjev v mg/g sveže snovi pri 11 sortah kakija | 29 |
| Slika 9: | Vsebnost skupnih sladkorjev v mg/g sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 31 |
| Slika 10: | Vsebnost skupnih organskih kislin v mg/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija | 33 |
| Slika 11: | Vsebnost skupnih organskih kislin v mg/g sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 34 |
| Slika 12: | Razmerje sladkorji/kislina pri 11 sortah kakija | 35 |
| Slika 13: | Razmerje sladkorji/kislina pri neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 36 |
| Slika 14: | Vsebnost skupnih fenolov v mg GAE/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija | 38 |
| Slika 15: | Kromatogram posameznih analiziranih fenolnih snovi za svež umeden plod kakija pri valovni dolžini 280 nm | 39 |
| Slika 16: | Vsebnost skupnih fenolov v mg GAE/kg sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 41 |
| Slika 17: | Vsebnost skupnih taninov v mg GAE/kg sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 43 |
| Slika 18: | Vsebnost skupnih analiziranih karotenoidov v µg/kg sveže snovi v kožici pri 11 sortah kakija | 45 |
| Slika 19: | Vsebnost skupnih analiziranih karotenoidov v µg/kg sveže snovi v mesu pri 11 sortah kakija | 47 |
| Slika 20: | Vsebnost skupnih karotenoidov v µg/kg sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju | 50 |

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Sadje je vir prehranskih vlaknin, mineralov, vitaminov in različnih bioaktivnih snovi. Le-te so glavni vir antioksidantov, kot npr. vitamin A, C, E, karotenoidi in fenolne snovi (Judprasong in sod., 2013; Brewer, 2011). Zaradi zdravju koristnih snovi ter njihove antioksidativne aktivnosti (Gil in sod., 2002) potrošniki kažejo vedno večje zanimanje za sadje. Redno uživanje sadja, bogatega z bioaktivnimi spojinami je povezano z zmanjšanjem tveganjem za raka, kardiovaskularne bolezni, kapi in diabetesa (Andres in sod., 2015, Dauchet in sod., 2006).

Različne sorte sadja ponujajo široko paleto hranljivih snovi in različnih bioaktivnih spojin. Vsaka sorta je specifična in se razlikuje od ostalih, tako po vsebnosti snovi, kot tudi po videzu, okusu, tehnološki pridelovanja in ekoloških zahtevah.

Kaki (*Diospyros kaki* Thunb.) kot kraljevi sadež, predstavlja izjemen vir biološko aktivnih spojin z vidika prehranske vrednosti (Giordani in sod., 2011). Je bogat z ogljikovimi hidrati, organskimi kislinami, vitamini (posebno z A in C), minerali, fenolnimi snovmi, vlakninami in karotenoidi (Homnava in sod., 1990; Senter in sod., 1991; Gorinstein in sod., 2001; Del Bubba in sod., 2009).

Na vsebnost snovi v kakiju močno vpliva več dejavnikov, kot so genetske lastnosti sort (Plaza in sod., 2012), okoljski dejavniki (svetloba, temperatura, vlaga, suša, tip tal) in tehnološki postopki (Siddhuraju in Becker, 2003).

Obstaja več kot 1000 sort kakija (George in Redpath, 2008), ki se med seboj razlikujejo tako po obliki in barvi, kot tudi po okusu in vsebnosti snovi. Poznavanje sortnih značilnosti je pomembno tudi z vidika trpkosti (George in Redpath, 2008), saj je vsaka sorta ob obiranju, glede na organoleptične lastnosti mesa, razvrščena v štiri skupine trpkosti (Sugiura, 1983). Ker kaki obiramo v tehnološki zrelosti, ko so plodovi še trdi in pri številnih sortah tudi trpki, jih je pred uživanjem potrebno urediti, pri čemer prihaja do številnih sprememb v kemični sestavi.

Kaki je sezonsko sadje in je svež na voljo le kratek čas, od novembra do januarja. Eden od načinov podaljšanja dostopnosti in uporabe kakije preko celega leta je sušenje, s čimer ga zagotovimo tudi takrat, ko svežega ni mogoče kupiti (Bölek in Obuz, 2014; Jung in sod., 2005). S sušenjem sadežem podaljšamo trajnost in ohranimo okus. Se pa s sušenjem spremenijo fizikalne lastnosti, spremeni se oblika in barva, zmanjša se volumen in poveča koncentracija nekaterih snovi. Pri figah so po sušenju izmerili tudi povečano raven antioksidantov (Veberic in sod., 2008).

Do sedaj je bilo narejenih le nekaj raziskav na področju analize snovi pri različnih sortah kakija in nobene, glede na nam dostopne vire, ki bi proučevala spremembe fenolov in drugih snovi med zorenjem in sušenjem.

Iz teh razlogov je bil cilj našega poskusa, pri sortah 'Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph', z analizami posameznih snovi, ugotoviti razlike v vsebnostih primarnih in sekundarnih metabolitov. Pri sorti 'Tipo', ki je v Sloveniji najbolj poznana in razširjena, smo ugotovljali tudi, kako učinek sušenja in zorenja vplivata na vsebnosti različnih bioaktivnih snovi, sladkorjev in barvnih parametrov. Analizirali smo karotenoide, organske kisline, fenole in tanine. Primerjava snovi pri omenjeni sorti med neumedenimi in umedenimi plodovi pred in po sušenju bo podala odgovor na to, ali je posušen kaki lahko primerljiv nadomestek svežemu.

Rezultati naše raziskave bodo dali uporabne informacije potrošnikom, saj se bo pokazala večja možnost izbire sort z večjo/manjšo oziroma določeno vsebnostjo posameznih snovi, tako z vidika sladkorjev in organskih kislin, kot tudi fenolnih snovi in karotenoidov. Zaradi njihove antioskdativne sposobnosti tem snovem pogosto pripisujejo pozitiven vpliv tako na zdravje ljudi, kot tudi proti marsikateri bolezni (George in Redpath, 2008; Del Caro in Piga, 2008). Ker je razmerje sladkorjev in organskih kislin ključnega pomena za okus sadja, bo mogoče z izborom sorte predvideti okus sadeža. Glede na to, da kaki velja za enega izmed izjemno bogatih virov antioksidantov in da ima zelo omejeno dobo skladiščenja, bomo podali informacijo, kako sušenje, kot najpreprostejši postopek podaljšanja dostopnosti kakija skozi vse leto, vpliva na kakovost plodov. Poleg tega bodo rezultati primerjave sort v pomoč pri izboru za nadaljnje žlahtnjenje.

1.2 RAZISKOVALNI PRISTOP

Naša raziskava je potekala v dveh poskusih, v letih 2007 in 2014. V prvem poskusu smo analizirali vsebnosti primarnih (sladkorjev in organskih kislin) in sekundarnih metabolitov (fenolov in karotenoidov), ter ugotavljali razlike med zunanjo barvo plodov pri 11 sortah kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'). V drugem poskusu smo spremljali kako vpliva zorenje in sušenje na zunanjo in notranjo barvo plodov ter vsebnosti izbranih snovi, kot so karotenoidi, organske kisline, fenoli, tanini ter sladkorji pri sorti 'Tipo'. Vključena so bila štiri obravnavanja, ki so se razlikovala med seboj glede na zrelost in sušenje : 1-neumedeni sveži, 2-neumedeni suhi, 3-umedeni sveži in 4-umedeni suhi.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Namen raziskave je bil ugotoviti sestavo izbranih primarnih in sekundarnih metabolitov pri različnih sortah kakija. Pričakovali smo, da se bodo pokazale razlike v barvi in vsebnosti snovi, zaradi različnih morfoloških in pomoloških lastnosti plodov.

Cilj raziskave je bil ugotoviti kako zorenje in sušenje vplivata na vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov. Pričakovali smo, da se bo zaradi sprememb vsebnosti snovi, predvsem karotenoidov, spremenila tudi zunanja in notranja barva plodov.

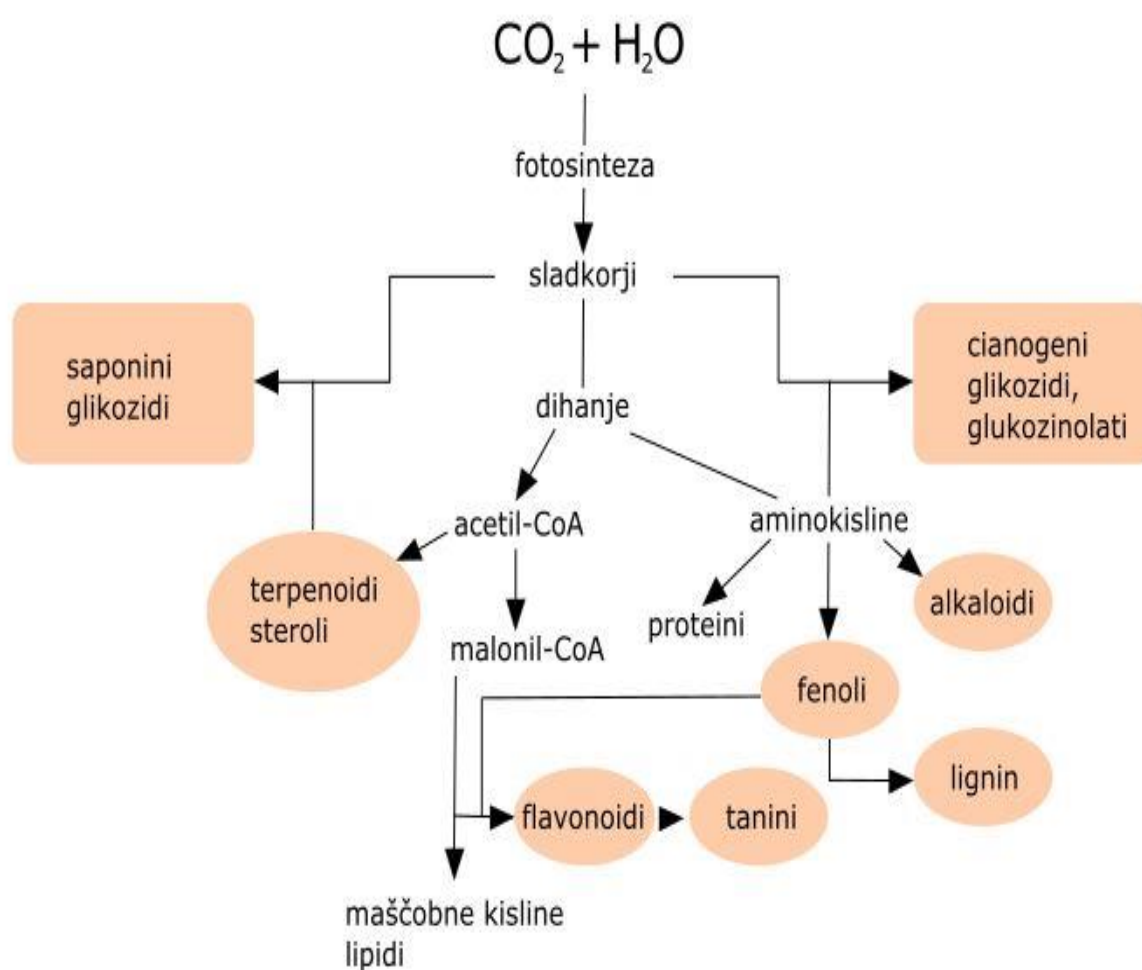
V naši raziskovalni nalogi smo postavili naslednje hipoteze:

- med sortami kakija obstajajo vizualne razlike, zato lahko pričakujemo, da obstajajo tudi razlike v barvi,
- med sortami obstajajo razlike v vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov,
- med zorenjem se spremeni barva iz rumene v oranžno oz. rdečo zaradi povečanja vsebnosti karotenoidov,
- med zorenjem oziroma medenjem kakija se vsebnost sladkorjev poveča in zmanjša vsebnost organskih kislin,
- med zorenjem oz. medenjem kakija se spremeni vsebnost sekundarnih metabolitov, predvsem taninov, drugih fenolnih snovi in karotenoidov,
- pri sušenju pride do razgradnje taninov,
- sestava sušenih kakijev je različna glede na to, ali uporabimo neumedene ali umedene plodove.

2 PREGLED OBJAV

2.1 METABOLITI V RASTLINAH IN NJIHOV POMEN

Metaboliti so snovi, ki so pomembne za presnovo posameznega organizma in za določene metabolne procese (Anurag in sod., 2014). Ogljikovi hidrati, organske in aminokisljine, vitamini, hormoni in fenoli, so kot metaboliti bistvenega pomena za rast in razvoj rastlin, prilagajanje na stres in obrambo. Poleg pomena za rastline, metaboliti določajo hranilno vrednost živil, barvo, okus in vonj. Določeni imajo antioksidativne učinke ter delujejo proti raku, protivnetno, protimikrobno in zvišujejo odpornost organizma (Anurag in sod., 2014).



Slika 1: Glavna sintezna pot sekundarnih metabolitov, prikaz biosintetske povezave med primarnimi in sekundarnimi metaboliti (Hopkins in Huner, 2009)

Figure 1: The main route of synthesis of secondary metabolites biosynthetic show links between primary and secondary metabolites (Hopkins and Huner, 2009)

Rastline sintetizirajo širok spekter organskih snovi, ki jih razvrščamo med primarne in sekundarne metabolite. Primarni metaboliti imajo kot spojine bistveno vlogo pri procesu fotosinteze, dihanja ter rasti in razvoju. Sekundarni metaboliti nimajo neposrednega vpliva na rast in vzdrževanje celic, imajo pa pomembne ekološke in zaščitne funkcije pred različnimi oblikami stresa ter so veliko bolj kompleksni od primarnih. Njihova biosinteza se začne iz primarnih metabolitov ali njihovih intermediatov (Veberič, 2010) (slika 1).

Vsebnosti organskih kislin, sladkorjev in fenolnih snovi se v rastlinah spreminjajo med zorenjem, skladiščenjem, sušenjem in so pod vplivom številnih dejavnikov, povezanih z raznolikostjo vrste, sorte in tehnologijami predelave (Boylston in sod., 1994).

Plodovi kakija so s prehranskega stališča zelo zanimivi saj vsebujejo različne bioaktivne spojine, kot so organske in fenolne kisline, kondenzirani tanini in karotenoidi (Del Bubba in sod., 2009; Nazir in sod., 2013). Posebno bogati so s sladkorjem, saj ga vsebujejo 12-18 % (George in Redpath, 2008). Zaradi vitaminov, mineralov in antioksidantov (fenolov, karotenoidov) kaki priporočajo celo za zdravljenje različnih bolezni, ko so kašelj, visok krvni tlak, paraliza, opekline in krvavitve (Rao in Rao, 2007). Poročajo tudi o učinku proti srčno-žilnim obolenjem in nekaterim vrstam raka (Nazir in sod., 2013).

2.1.1 Delitev in pomen primarnih metabolitov za rastline

Med primarne metabolite vključujemo veliko različnih vrst organskih spojin. Prisotni so v vsaki rastlini, med njih pa uvrščamo ogljikove hidrate, nukleinske kisline, maščobe, proteine, aminokisline (Hussain in sod., 2012). Glavna naloga teh snovi je osnovna fiziološka funkcija, vir energije in služijo kot gradbene in rezervne snovi (Waksmundzka-Hajnos in sod., 2008).

Ogljikovi hidrati sodijo med najbolj razširjene organske molekule, ki nastajajo v rastlinah v procesu fotosinteze ter predstavljajo najpomembnejši vir energije za rastline in živali (Belitz in sod., 2009). So naravne snovi, ki vključujejo sladkorje in njihove polimere. Sestavljeni so iz ogljika, vodika in molekul kisika in so predstavljeni s kemijsko formulo $C_n(H_2O)_m$ (Waksmundzka-Hajnos in sod., 2008). V povezavi s proteini in lipidi delujejo kot signalne molekule na površini celice pri prepoznavanju drugih molekul (Boyer, 2002). Najenostavnejši ogljikovi hidrati so monosaharidi ali enostavni sladkorji, ki se lahko združijo skupaj v disaharide, oligosaharide in polisaharide (Belitz in sod., 2009). Glavni delež ogljikovih hidratov v zrelem sadju predstavljajo sladkorji (Petauer, 1993).

Monosaharide ali preproste sladkorje delimo glede na število ogljikovih atomov, ki jih vsebujejo na trioze (3 ogljikove atome), tetraoze (4 ogljikove atome), pentoze (5 ogljikovih atomov), heksoze (6 ogljikovih atomov) in heptoze (7 ogljikovih atomov) kot tudi po karbonilni skupini na aldoze (-CHO aldehidi) ali ketoze (C=O ketoni) (Waksmundzka-Hajnos in sod., 2008). Sintetizirajo se iz preprostejših komponent v procesu glukoneogeneze ali pa so produkti fotosinteze (Voet in Voet, 1995). So kristalinične spojine, brez barve, sladkega okusa, topni v vodi in slabo topni v alkoholih (Klofutar in sod., 1998). Velik pomen v energijskem metabolizmu imata monosaharida glukoza in fruktoza (Boyer, 2002), ki sta

tudi glavna sladkorja pri kakiju (Petauer, 1993). Monosaharidi se med seboj povezujejo z O-glikozidnimi vezmi, v disaharide, oligosaharide in polisaharide (Boyer, 2002).

Oligosaharidi so sestavljeni iz dva do deset monosaharidnih enot in se nahajajo v naravi kot končni produkt razgradnje polisaharidov. Ločimo disaharide (dve monosaharidni enoti), trisaharide (tri monosaharidne enote), tetrasaharide (štiri monosaharidne enote) itd. Glede na to ali so sestavljeni iz istih ali različnih monomernih enot pa jih delimo na homooligosaharide (primer maltoza) in heterooligosaharide (primer saharoza) (Boyer, 2002). Saharoza je disaharid, sestavljen iz monosaharidnih enot glukoze in fruktoze (Boyer, 2002) in jo je v kakiju zaznati v najmanjših koncentracijah (Candir in sod., 2009).

Polisaharidi povezujejo med seboj številne monosaharide, zaradi njihove stabilnosti in raznovrstnosti glikozidnih vezi. Delimo jih na homopolisaharide (škrob), ki so sestavljeni iz enakih enot monosaharidov in heteropolisaharide, ki so sestavljeni iz različnih enot monosaharidov, ter na rezervne (škrob, glikogen) in strukturne (celuloza, hitin) polisaharide, glede na vlogo, ki jo imajo v organizmih (Boyer, 2002). Pektinski polisaharidi so prevladujoča topna vlakna v sadju, ki se nahajajo v osrednjih lamelah in primarni celični steni različnih rastlinskih tkiv. V vodi netopna prehranska vlakna, kot so hemiceluloza, lignin, se pojavljajo v velikih količinah pri jabolkih, hruškah, figah in tudi kakiju (Skinner in Hunter, 2013). Fishmann (1986) je proučeval celične stene polisaharidov pri 18 sortah kakija in našel največjo vsebnost pektina v sorti 'Costata' (11,69 %). Med zorenjem sta protopektin in pektin hidrolizirala. Spremembe v sestavi celične stene polisaharidov med zorenjem so povezane z razgradnjo hemiceluloze. Tako škrob kot celuloza sta povezana s tanini. Taira (1996) je proučeval zmanjševanje trpkosti pri kakiju s tvorbo kompleksa med pektinom in tanini in ugotovil, da se je trpkost v plodovih kakija zmanjšala z dodajanjem topnega pektina, kar je verjetno posledica prav tega kompleksa.

Organske kisline močno vplivajo na organoleptične lastnosti sadja, še posebno na okus, barvo in aromo. Odgovorne so za kislost sadja (Kader, 2008) ter posredno vplivajo na fenolno presnovo s spreminjanjem pH in delujejo kot prekurzorji fenolnih spojin (Galdon in sod., 2008; Kader, 2008).

V sadju kot glavni organski kislini najdemo jabolčno in citronsko, v manjših količinah pa kininsko, izocitronsko, jantarno, fumarno, oksalno in šikimsko (Štampar in sod., 2009) kislino. Imajo pomembno vlogo v presnovi plodov, tako pri fotosintezi kot pri celičnem dihanju. Stopnja zrelosti plodov je pogosto povezana s količino organskih kislin, njihova vsebnost pa se z zrelostjo ploda zmanjšuje (Gliha, 1997). V kakiju prevladuje jabolčna, sledita ji citronska in fumarna kislina (Daoud in sod., 1992). Jabolčna kislina je pogosta v sadju in je manj kislina kot citronska. Citronska kislina ima odločilno vlogo pri aromi in je zelo razširjena. Fumarna kislina je od obeh najmočnejša v stopnji kislosti (Petauer, 1993).

Lipidi so široka skupina naravno prisotnih molekul, med katere spadajo maščobe, voski, steroli, monogliceroli, digliceroli, fosfolipidi in ostali. Pomembni so zaradi dostopnosti A, D, E in K vitaminov, ki so topni v maščobah. Njihova biološka funkcija je predvsem shranjevanje energije kot strukturne komponente celičnih membran in kot pomembne signalne molekule. Lipidi so derivati glicerola in višjih maščobnih kislin. Maščobne kisline se delijo na nasičene in nenasičene (Waxmundzka-Hajnos in sod., 2008). V sadju so prisotni

v razmeroma nizkih koncentracijah. Določajo organoleptične lastnosti, prehrambno vrednost izdelkov, njihovo obstojnost skladiščenja in tudi pogoje tehnološke obdelave. Kolesnik in sod. (1988) so analizirali lipide v plodovih kakija in ugotovili, da so prevladujoča skupina lipidov monogalaktosidigliceroli in da jih je v kakiju, v primerjavi z jabolki, grozdem in citrusi, veliko več.

Aminokislina so molekule, ki vsebujejo amino in karboksilno skupino. So osnovni proizvodi asimilacije dušika v rastlinah in so bistvenega pomena za življenje. V metabolizmu imajo različne vloge, kjer služijo kot gradniki beljakovin, oblikujejo dele koencimov ali sodelujejo kot predhodniki biosinteze molekul. Tvorijo kratke polimerne verige imenovane peptidi ali dolge verige imenovanje polipeptidi ali proteini (Waksmundzka-Hajnos in sod., 2008). Zaradi teh lastnosti so zelo pomembne v prehrani ljudi.

2.1.2 Vloga sekundarnih metabolitov

V preteklosti je bil pomen sekundarnih metabolitov neznan. Mislili so, da so to preproste spojine brez funkcij, končni produkti presnove ali presnovni odpadki. V današnjem času vemo, da imajo sekundarni metaboliti številne ekološke funkcije v rastlinah in da imajo tudi v prehrani ljudi pomembno zaščitno vlogo (Bennett in Wallsgrove, 1994). Glede na njihov biosintezo jih lahko razdelimo v tri glavne skupine: fenoli, terpenoidi in spojine, ki vsebujejo dušik (Veberič, 2010).

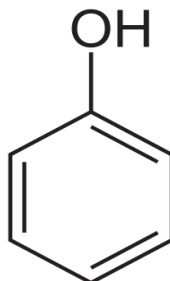
Zanimivi za ljudi so tudi zaradi uporabnosti kot so barve, vlakna, lepila, olja, voski, arome, droge, parfumi in so kot potencialni vir novih naravnih zdravil, antibiotikov, insekticidov in herbicidov. V zadnjem času pa na področju raziskav za prehrano ljudi vloga nekaterih sekundarnih metabolitov postaja vse bolj pomembna (Veberič, 2010).

Njihove naloge so, da ščitijo rastline pred rastlinojedimi živalmi in pred okužbami s patogenimi mikroorganizmi, privabljajo z vonjem, barvo, okusom oprasovalce in živali, ki raztrosijo semena rastline, ter sodelujejo pri rastlinski mikrobnii simbiozi (Bennett in Wallsgrove, 1994).

2.1.2.1 Fenoli

Fenoli so sekundarni metaboliti, ki nastanejo v glavnem po sintezni poti šikimske kisline (Veberič, 2010). Te spojine, ki so ene najpogostejše prisotnih skupin sekundarnih metabolitov, imajo velik fiziološki in morfološki pomen pri rastlinah. Pomembno vlogo imajo pri rasti in razmnoževanju, sodelujejo pri zaščiti pred patogenimi organizmi, rastlinojedci oziroma škodljivci (Bravo, 1998) ter prispevajo k barvi in senzoričnim lastnostim sadja (Alasalvar in sod., 2001). V visokih koncentracijah so prisotni v povrhnjici listov in kožici sadja. Niso samo pokazatelji stresa pri odzivih rastlin na spremembo svetlobe, ampak so tudi ključni za toleranco rastlin proti škodljivcem. Fenolne polimere, kot so lignin in suberin prispevajo k stabilnosti višjih rastlin (Veberič, 2010).

Strukturno fenolne spojine vsebujejo aromatski obroč, ki ima enega ali več hidroksilnih skupin in sega od preprostih molekul do visoko polimeriziranih snovi (Bravo, 1998) (slika 2). Predstavljajo eno najbolj številnih in razširjenih skupin naravnih snovi v rastlinah.



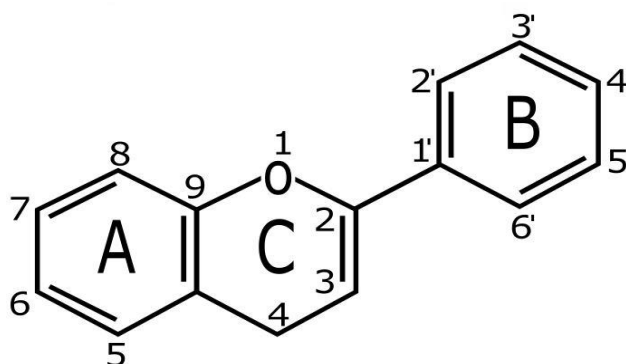
Slika 2: Molekulska formula fenola (International programme ..., 2016)
Figure 2: Molecular formula of phenolic (International programme ..., 2016)

Večina fenolov v rastlinah obstaja kot glikozidi z različnimi enotami sladkorjev in aciliranimi sladkorji na različnih položajih fenolnega ogrodja. Glede na njihov prvotni izvor, biološko funkcijo in kemično strukturo se fenolne spojine razdelijo v več skupin (Tsao, 2010). Te skupine so razvrščeni na podlagi njihovega osnovnega skeleta. Fenolne kisline, flavonoidi in tanini se uvrščajo med glavne fenolne snovi v prehrani (King in Young, 1999).

Fenolne kisline so glavne fenolne snovi, ki jih proizvajajo rastline. Imajo različne funkcije in so izjemno pomembne pri rastlinski mikrobnii interakciji/simbiozi. V rastlinah nastanejo preko šikimske kisline, kot stranski produkti monolignolne poti in kot razgradni produkti lignina in celične stene polimerov v žilnem sistemu rastlin (Croteau in sod., 2000).

Delimo jih v dve podskupini, hidroksibenzojske in hidroksicimetne kisline. Primeri hidroksibenzojskih kislin so: galna kislina, *p*-hidroksibenzojska kislina, vanilna in siringinska kislina in imajo strukturo C₆ – C₁. Galna kislina je prekursor elagitaninov in galotaninov, salicilna kislina pa je pomembna obrambna spojina, ki predstavlja v rastlinah zaščitno funkcijo pred patogenimi organizmi (Veberič, 2010). Hidroksicimetne kisline so aromatske spojine s tremi ogljiki na stranski verigi (C₆ – C₃). Med njih uvrščamo kavno, ferulno, *p*-kumarno in sinapinsko kislino (Bravo, 1998). Pogosto jih najdemo v rastlinah kot estre s kininsko, šikimsko in vinsko kislino (npr. klorogenska kislina je ester kavne in kininske kisline) (Veberič, 2010). Običajno so prisotne v vezani obliki kot komponente kompleksnih struktur - lignin, hidrolizirajoči tanini, ali pa so vezane na celične stene in proteine. Lahko jih najdemo tudi kot derivate sladkorjev in organskih kislin v sadju, zelenjavi in žitu (Liu, 2013). V plodovih kakija je predvsem galna, *p*-kumarna in v nižjih koncentracijah vanilna kislina (Jung in sod., 2005).

Flavonoidi predstavljajo največjo skupino rastlinskih fenolov (Harborne, 1999). So spojine z nizko molekularno maso in so sestavljene iz petnajstih ogljikovih atomov. Njihova struktura je sestavljena iz dveh aromatskih obročev A in B, ki ju združuje most s tremi ogljiki, običajno v heterocikličnem obroču – C (slika 3). Aromatski obroč A izhaja iz acetat/malonatne poti, B pa izvira iz fenilalanina preko šikiminske poti (Merken in Beecher, 2000). Biosintetično so izpeljani iz malonil CoA in *p*-kumaril CoA ter so največja skupina fenolnih spojin s petnajstimi ogljiki (C₁₅).



Slika 3: Osnovna strukturna formula flavonoidov (Abram, 2000)
Figure 3: The basic structural formula of flavonoids (Abram, 2000)

Razdelijo se na flavone, flavonole, flavanole, izoflavone in antocianidine (Hollman in Katan, 1999) od katerih so flavoni in flavonoli najbolj pogosti in najbolj strukturno raznoliki (Harborne, 1999). Prehranske flavonoide najpogosteje najdemo v naravi kot konjugate v glikozilirani obliki, lahko pa so prisotni kot aglikoni, še posebno v kuhani in predelani rastlinski hrani.

Tretjo pomembno skupino fenolnih snovi predstavljajo tanini. To so spojine z razmeroma visoko molekularno maso, ki močno vplivajo na okus in barvo. Na njihovo vsebnost v rastlini vplivajo okoljski dejavniki, npr. lokacija rastišča, temperatura, tla. V rastlini imajo tanini predvsem obrambno funkcijo pred napadi patogenov in herbivorov, ter pred neugodnimi okoljskimi razmerami (Veberič, 2010).

Razdelijo se na hidrolizirajoče, kondenzirane in kompleksne tanine. Prvi so estri galne kisline, drugi, ki so znani tudi kot proantocianidini, pa so polimeri monomerov flavanolov. V središču molekule hidrolizirajočega tanina je sladkor (običajno D-glukoza). Hidrolizirajoči tanini se hidrolizirajo s šibkimi kislinami ali šibkimi bazami za tvorbo ogljikovih hidratov in fenolnih kislin, od katerih sta najbolj zastopani galna in elagna kislina. Od tega, katera fenolna kislina je zastopana, jih poimenujemo kot galotanini ali elagitanini. Elagitanini so v rastlinah precej bolj razširjeni kot galotanini (Porter, 1989). Hidrolizirajoči tanini so v primerjavi s kondenziranimi tanini v naravi manj zastopani.

Tanini se tesno vežejo na proteine s tvorbo vodikovih vezi z –NH skupino peptidov, ki jih prebavni encimi ne morejo odcepiti (Veberič, 2010). Kondenzirani (polimerizirani) tanini pripadajo skupini flavanolov, pri segrevanju z dodatki kisline se pretvorijo v rdeče obarvane antocianidine, zato jih imenujemo proantocianidini. Sodelujejo med zorenjem sadja (Pambianchi, 2012).

Topni tanini so odgovorni za trpek okus sadja (Ito, 1986) zaradi protoantocianidinov B skupine, z ogljik-ogljik interflavonoidno vezjo med C₄ in C₆ enoto. Trpek kaki vsebuje ob obiranju 2 % topnih taninov (Ito, 1986). Njihova vezava z beljakovinami v sluznici in slini povzroča oster in neprijeten okus v ustih (Veberič, 2010).

2.1.2.2 Terpenoidi

Terpeni so najbolj številni in strukturno raznoliki rastlinski naravni produkti. Zgrajeni iz razvejanih petih ogljikovih enot, ki temeljijo na izopentanskem ogrodju. Ta enota se na splošno označuje kot izoprenska enota. Pogosto se imenujejo izoprenoidi (Veberič, 2010).

Enojna petogljikova struktura (izoprenska enota) predstavlja osnovni razred terpenov. Izoprenska enota, ki je vezana z drugo izoprensko enoto, tvori monoterpene, ki jih večinoma najdemo v eteričnih oljih in hlapnih esencah cvetov in plodov. Izoliramo jih z destilacijo in uporabimo kot sestavino arom in dišav (Veberič, 2010).

Kaki vsebuje velike količine polifenolov in karotenoidov. Slednji predstavljajo biološko značilnost in so pomembni tudi s področja marketinga, saj prispevajo k močno oranžni barvi svežih plodov (George in Redpath, 2008).

Karotenoidi so naravna barvila odgovorna za rumeno-rdečo barvo mnogih sadnih vrst. So pomembni za človeško telo zaradi provitamina A in antioksidativnih aktivnosti (Sun in Temelli, 2006). Odkar je znano, da molekule preprečujejo oksidativne poškodbe biološke membrane, so pomembna prehranska dopolnila za zmanjšanje degenerativnih bolezni pri ljudeh (Rao in Rao, 2007).

Glede na kemično zgradbo karotenoide razdelimo v dva razreda: ksantofile (β -kriptoksantin, lutein, zeaksantin), ki vsebujejo kisik in karotene (β -karoten, α -karoten, likopen), ki so ogljikovodiki in ne vsebujejo kisika. Med njima je razlika tudi v absorpciji različnih valovnih dolžin svetlobe. Vsi karotenoidi pa so tetraterpenoidi, kar pomeni, da so iz 8 izoprenskih enot oz. 40 atomov ogljika. Karoteni so enostavna vrsta karotenoidov in se pojavljajo v številnih izomernih oblikah, kot so α , β , μ , ..., med katerimi sta α in β primarna karotena. Nahajata se v temno zeleni in rumeni listnati zelenjavi, kot v maščobi topna pigmenta. β -karoten najdemo v rumenih, oranžnih in rdeče obarvanih vrstah sadja in zelenjave (Holden in sod., 1999). Ksantofili so oksidirani derivati karotenov. Vsebujejo hidroksilne skupine in so bolj polarni kot karoteni (Matsuno in sod., 1986). Nahajajo se v listih večine rastlin in se sintetizirajo v plastidih, kjer se pojavljajo kot rumeni pigmenti.

S prehranskega vidika jih lahko delimo v dve skupni. Tisti, ki sodijo med provitamine A (β -karoten, α -karoten, β -kriptoksantin) in tisti, ki ne sodijo med provitamine A (lutein, zeaksantin, likopen). Provitamin A je pomembna komponenta za zdravje ljudi (Khoo in sod., 2011). Oranžo in rumeno sadje ima visoke koncentracije provitamina A, zaradi aktivnosti karotenoidov, ki jih vsebuje. Na splošno velja, da bolj intenzivna barva sadja kaže na višjo koncentracijo karotenoidov, kar pomaga ohranjati zdravje oči, sluznico in odpornost (Szalay, 2015).

Zaradi velikega števila konjugiranih dvojnih vezi so karotenoidi občutljivi na oksidativno razgradnjo, zato je potrebno pri pripravi vzorcev ekstrakcijo izvesti v temnem prostoru ali pod rumeno svetlobo, s čimer preprečimo fotoizomerizacijski pojav (Von Elbe in Schwartz, 1996).

Sintetizirajo se v rastlinah, v naravi je bilo določenih več kot 600 vrst. So lokalizirani v subceličnih organelih (plastidih), kloroplastih in kromoplastih. V kloroplastih so povezani s proteini in sodelujejo pri procesu fotosinteze, medtem ko se v kromoplastih odlagajo v kristalnih oblikah ali kot oljne kapljice (Khoo in sod., 2011; Bartley in Scolnik, 1995).

Kaki je bogat vir karotenoidov, kar mu daje poleg pozitivnega učinka na zdravje, tudi privlačno barvo, ki se spreminja pri različnih sortah, od rumene, oranžne do rdeče. Sprememba barve pa je predvsem posledica spremembe razgradnje β -kriptoksantina, ki je odgovoren za rumeno barvo in je najpogostejši med vsemi karotenoidi v kožici plodov (Yuan in sod., 2006) ter β -karotena, ki je odgovoren za oranžno rdeče odtenke (Khoo in sod., 2011), njegova vsebnost pa se med zorenjem povečuje (Karhan in sod. 2003).

2.2 VPLIV TANINOV NA TRPKOST

Trpkost sadja je povezana z vsebnostjo nakopičenih taninov v sadju, lastnosti taninov (Yonemori in Matsushima, 1985) in sposobnosti semen za proizvodnjo hlapnih spojin. Glede na vsebnost taninov v mesu in sposobnosti semen za sproščanje hlapnih spojin skozi razvoj ploda, pa se plodovi kakija delijo na (Bellini in Giordani, 2002):

- **Volatile Independent Group (VIG)** – skupina plodov, v kateri naravni procesi izgube trpkosti niso odvisni od tvorbe in vsebnosti hlapnih spojin v mesu, ta skupina obsega PCNA skupino.
- **Volatile Dependent Group (VDG)** – skupina plodov, v kateri so naravni procesi izgube trpkosti odvisni od tvorbe in vsebnosti hlapnih spojin v mesu. Ta skupina obsega:
 - PVNA skupino, ki tvori semena z veliko sposobnostjo hlapnih spojin,
 - PVA skupino, ki tvori semena z majhno sposobnostjo sproščanja hlapnih spojin,
 - PCA skupino, ki tvori semena z zelo majhno sposobnostjo sproščanja hlapnih spojin ali pa te sposobnosti sploh nima.

Glede na organoleptične lastnosti mesa ob tehnološki zrelosti (ob obiranju) se sorte kakija razvrščajo v štiri skupine (Sugiura, 1983):

- **PCA – Pollination Constant Astringent:** plodovi sort te skupine so v tehnološki zrelosti vedno trpki, ne glede na oplodnjo, užitni so le umedeni,
- **PCNA – Pollination Constant Non Astringent:** plodovi sort te skupine so v tehnološki zrelosti vedno užitni, ne glede na oplodnjo,
- **PVNA – Pollination Variant Non Astringent:** plodovi te skupine so v tehnološki zrelosti užitni, če so oplojeni; neoplojeni (partenokarpni) plodovi so trpki in jih je potrebno umediti,

- **PVA – Pollination Variant Astringent:** plodovi sort te skupine kljub oplodnji ne izgubijo popolnoma trpkosti.

Tanini so vključeni v številne reakcije, ki so prisotne pri procesu spreminjanja okusa, strukture, barve. Te reakcije so: polimerizacija, kondenzacija z antociani, kondenzacija s polisaharidi in peptidi ter oksidacija (Pambianchi, 2012). Trpkost plodov se zmanjšuje, ko topni tanini postanejo netopni, predvsem zaradi polimerizacije ali kondenzacije z acetaldehidom, ki se tvori v mesu sadja (Ramin in Tabatabaie, 2003).

2.3 POMEN KAROTENOIDOV ZA BARVO

Naravna barvila so obsežno in aktivno področje raziskav, zaradi naraščajočega pomena nadomestitve sintetičnih barvil, ki imajo toksične učinke na ljudi (Chou in sod., 2007). Mednje spadajo karotenoidi in antociani, ki sodijo med najbolj uporabljena rastlinska barvila v živilski industriji. Karotenoidi so v maščobi topna, stabilna barvila, ter sposobna obarvati živilske proizvode od rumene do rdeče barve (Potter in Hotchkiss, 1995), medtem ko so antociani vodotopni in manj stabilni od karotenoidov, odgovorni so za temno rdeče, vijolične in modre barvne odtenke (Castañeda-Ovando in sod., 2009).

Barva sadja je odvisna od konjugiranih dvojnih vezi in različnih funkcionalnih skupin, ki jih vsebujejo molekule karotenoidov (Rodríguez-Amaya in Kimura, 2004). Od števila konjugiranih dvojnih vezi, je odvisno pri katerih valovnih dolžinah bo absorpcijski maksimum (Rodríguez-Amaya, 2001) in kot rezultat je variiranje barve od rumene, oranžne do rdeče (Bartley in Scolnik, 1995; Hornero-Méndez in Mínguez-Mosquera, 2000). Večje ko je število dvojnih vezi, večja je absorpcija pri daljših valovnih dolžinah, kar določa rdečo barvo. Ko sadje dozori, se vsebnost klorofila zmanjša in izrazijo se drugi barvni pigmenti (Markus in sod., 1999).

Med zorenjem plodov se lahko pojavi esterifikacija karotenoidov z maščobnimi kislinami, kar vpliva na intenziteto barve (Mínguez-Mosquera in Hornero-Méndez, 1994). Lahko jih izoliramo iz grane kloroplastov v obliki karoteno-proteinskih kompleksov, ki dajejo različne barve rastlin (Takyi, 2001).

Karotenoidi se pojavljajo kot trans- in cis-izomere in prispevajo k barvi sadja. Imajo tudi pomembno vlogo pri zaščiti celic pred oksidacijo in pred njihovimi poškodbami (Khoo in sod., 2011). Obstaja veliko dejavnikov, ki vplivajo na nastanek in izomerizacijo karotenoidov. Najbolj pomembni dejavniki so toplota, svetloba in strukturne razlike (Parker, 1996; De Rigal in sod., 2000; Bohm in sod., 2002) ter segrevanje in sušenje (Goula in sod., 2006). Obarvanost sadja pa je odvisna tudi od razvojne faze, zorenja, koncentracije karotenoidnih izomerov in metode predelave hrane (Khoo in sod., 2011) kamor spada tudi sušenje.

2.4 VPLIV SUŠENJA NA SPREMEMBO BARVE IN VSEBNOSTI POSAMEZNIH SNOVI

Poleg zamrzovanja je sušenje najpreprostejši postopek ohranjanja sadja, ki ne podaljšuje le trajnosti, ampak tudi ohranja lastnosti naravnega proizvoda, zmanjšuje stroške pakiranja, skladiščenja in transporta, zaradi zmanjšane teže in volumna proizvoda (Chauhan in Srivastava, 2009) in preprečuje rast plesni (Bölek in Obuz, 2014).

Obstaja več načinov sušenja, ki se uporabljajo v živilski industriji, kot so sončno, z vročim zrakom, z mikrovalovno pečico, osmotska dehidracija, sublimacijsko sušenje (Marques in sod., 2006). Izbira sušenja je pomembna, da dobimo posušen izdelek visoke kakovosti, ohranjenimi hranili, zeleno barvo in teksturo.

Najpogosteje uporabljena metoda za sadje je sušenje s konvekcijsko sušilnico, saj ni tehnološko zahtevno in je predvsem cenovno ugodno. Glavna pomanjkljivost takšnega sušenja je sprememba v kakovosti izdelkov (Markowski, 2006). Med zračnim sušenjem je material izpostavljen kontinuiranemu dotoku toplega zraka (Ratti, 2001). Čeprav je proces s sušenjem zraka dober za podaljšanje roka trajanja, povzroča zmanjšanje vsebnosti določenih snovi, kot so vitamini in fenoli (Santos in Silva, 2008). Nekatere tehnike sušenja pa lahko povzročijo tudi rjavo obarvanje plodov in okus po karameli (Cornwell in Wrolstad, 1981).

Med sušenjem je barva kože kakija bolj dovzetna za spremembe kot barva mesa (Candir in sod., 2009). Kim in Jung (2011) navajata, da se koncentracija sladkorjev med sušenjem povečuje, Karaman in sod. (2014) pa so ugotovili, da so sladkorji nagnjeni h kemični transformaciji pri povišani temperaturi.

Chaudry in sod. (1998) so ugotovili, da so vsebnosti prehranskih vlaknin in mineralov tako pri svežem kot posušenem kakiju visoke. Med sušenjem so ostale nespremenjene, medtem ko je vsebnost polifenolnih snovi malenkost večja v svežih kot posušenih plodovih (Park in sod., 2006). To potrjujejo tudi Vinson in sod. (2005), ki poročajo, da se lahko med sušenjem zmanjša vsebnost polifenolnih snovi.

2.5 VPLIV ZORENJA NA SPREMEMBO BARVE IN VSEBNOSTI POSAMEZNIH SNOVI

Zrelost sadja je dejavnik, ki določa organoleptične in funkcionalne lastnosti plodov kakija (Del Bubba in sod., 2009) in je pomemben faktor, ko gre za odpravo trpkosti (Salvador in sod., 2007). Homnava in sod. (1991) poročajo, da ima zorenje velik vpliv na barvo plodov, kar je predvsem povezano s povečano koncentracijo likopena v kožici kakija. Prav tako Salvador in sod. (2007) navajajo, da se barva plodov spreminja v šestih fazah razvoja ploda, ki segajo od zeleno rumenega do oranžno-rdečega tona.

V plodovih se med zorenjem povečuje vsebnost sladkorjev (Kim in Jung, 2011), prav tako se povečuje raven karotenoidov (Zhou in sod., 2011). Topna suha snov se znatno poveča (Plaza in sod., 2012), kar pripomore k povečanju skupnih sladkorjev in preoblikovanju topnih taninov v netopne oblike (Del Bubba in sod., 2009), s čimer pojenja trpkost plodov.

Gorinsten in sod. (1998) navajajo, da stopnja zrelosti zelo pomembno vpliva na vsebnost fenolov in da se vsebnost le-teh zmanjša, ko sadež dozori. Med zorenjem se trpkost zmanjšuje, zaradi zmanjšanja vsebnosti taninov (Suzuki in sod., 2005).

3 MATERIAL IN METODE

Naša raziskava je bila narejena v dveh poskusih. Pri prvem poskusu smo enajstim sortam kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph') izmerili zunanjo barvo ter analizirali vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov. V drugem poskusu smo zrelim in nezrelim ter svežim in posušenim plodovom sorte 'Tipo', izmerili zunanjo in notranjo barvo ter analizirali vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov.

3.1 RASTLINSKI MATERIAL IN PRIPRAVA VZORCEV

V prvem poskusu smo primerjali 11 sort kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'), ki so bile obrane v novembru leta 2007, v Sadjarskem centru Bilje pri Novi Gorici. Za vsako sorto smo s petih dreves obrali po 3 plodove in dobili 15 vzorcev za vsako sorto. Plodovom smo kolorimetrično izmerili zunanjo barvo ter analizirali vsebnosti primarnih (sladkorjev ter organskih kislin) in sekundarnih metabolitov (fenolov in karotenoidov).

Drugi poskus raziskave smo izvedli na sorti 'Tipo', ki je v Sloveniji najbolj razširjena sorta. Plodovi so bili obrani novembra 2014 v Hortikulturnem centru Biotehniške fakultete v Orehovljah pri Novi Gorici. Za analizo smo nabrali 32 naključno izbranih plodov v tehnološki zrelosti. Od tega smo polovico plodov (16) umedili (dozoreli do užitne zrelosti), 16 pa jih je ostalo trpkih oz. so bili tehnološko zreli. Od obojih (zrelih in trpkih), smo jih polovico posušili (8), tako da smo jih narezali na tanke kolute debeline 7 mm in jih dali v kondenzacijsko sušilnico na 45 °C za 42 h, polovica pa jih je ostala sveža (8). Tako smo določili štiri obravnavanja: neumedeni sveži, neumedeni suhi, umedeni sveži in umedeni suhi. Vsem smo izmerili tako zunanjo kot notranjo barvo, vsebnosti primarnih (sladkorjev ter organskih kislin) in sekundarnih metabolitov (fenolov, taninov, karotenoidov) ter določili vsebnost sušine.



Slika 4: 'Tipo': zrel posušen in nezrel posušen ter zrel svež in nezrel svež (foto: J. Jakopič)
Figure 4: 'Tipo': mellow dry and firm dry, mellow fresh and firm fresh (photo: J. Jakopič)

3.1.1 Opis lokacij

Nasad Sadjarski center Bilje pri Novi Gorici je bil ustanovljen za proučevanje koščičastih sadnih vrst v letu 1993. Lastne nasade imajo na treh lokacijah. Prva lokacija je v Biljah, kjer imajo za namene poskusov v uporabi 6 ha zemljišč. Zasajenih je 5 ha zemljišč, ostala površina je prosta in namenjena novim poskusom. Druga lokacija je v Stari Gori, kjer je v uporabi 1 ha površine, ki je zasajen s češnjami in marelicami. Tretja lokacija je Vogrsko z 0,9 ha matičnih nasadov koščičarjev, predvsem breskve, nektarine, češnje in višnje, ter mandlja. Glavne naloge centra so izvajanje poskusov, sodelovanje z različnimi domačimi in tujimi ustanovami, proučevanje sort in podlag ter skrb za izobraževanje pridelovalcev (Kmetijsko gozdarski zavod NG ..., 2015).

Nasad Hortikulturni center Biotehniške fakultete Orehovlje obsega 17 ha zemljišč na Goriškem in predstavlja sodoben učno-raziskovalni hortikulturni center. Površine imajo zasajene s hruškami, kakiji, aktinidijo, breskvijo, dopolnili so še z jablano in vinsko trto. Namenjene so tudi vrtninam v kolobarju. Med aktivnosti centra sodi tudi izobraževalno-raziskovalno delo (Biotehniška fakulteta ..., 2015).

3.1.2 Klimatske razmere v letih 2007 in 2014

Lokaciji Bilje pri Novi Gorici in Hortikulturni center Biotehniške fakultete Orehovlje sta med seboj oddaljeni okoli 1km, zato smo za obe lokaciji uporabili iste klimatske podatke.

Glede na to, da so bili plodovi kakija v prvem poskusu obrani novembra 2007, v drugem poskusu pa novembra 2014, je smiselna primerjava temperature zraka, količine padavin in število ur sončnega obsevanja med letoma.

Med letoma 2007 in 2014 ni velikih razlik v povprečni temperaturi zraka, le 0,6 °C. Najbolj izstopa mesec november 2014, ki je bil za 4,5 °C toplejši od novembra 2007 (preglednica 1).

Precejšnje razlike med letoma so v povprečni količini padavin, saj jih je bilo v letu 2014 za več kot 100 % več kot v letu 2007. Predvsem izstopa prav mesec november 2014, kjer je bila mesečna količina padavin 452 mm, v novembru 2007 pa le 28 mm. V letu 2007 je bilo padavin več le meseca marca in septembra (preglednica 1).

Več sončnega obsevanja je bilo v letu 2007 (36,3 ur več kot v letu 2014) kjer ponovno izstopa mesec november, saj je bilo za 67 % več ur sončnega obsevanja kot v mesecu novembru 2014 (preglednica 1).

Preglednica 1: Povprečje mesečnih in letnih temperatur (°C), povprečje mesečnih in letnih padavin (mm), povprečno število ur sončnega obsevanja za leti 2007 in 2014 za meteorološko postajo Bilje (Mesečni bilten ..., 2007, 2014)

Table 1: Average monthly and annual temperature (°C), average annual and monthly precipitation (mm), the average number of hours of sunshine for 2007 and 2014 for meteorological station Bilje (Mesečni bilten ..., 2007, 2014)

| Mesec | Povprečna temperatura zraka | | Poprečna količina padavin | | Povprečno število ur sončnega obsevanja | |
|-----------|-----------------------------|------|---------------------------|-------|---|-------|
| | 2007 | 2014 | 2007 | 2014 | 2007 | 2014 |
| Januar | 6,1 | 7,8 | 74 | 323 | 52 | 23 |
| Februar | 6,9 | 7,9 | 136 | 312 | 110 | 64 |
| Marec | 10,3 | 10,6 | 61 | 59 | 164 | 214 |
| April | 15,0 | 13,7 | 4 | 72 | 310 | 162 |
| Maj | 18,5 | 15,9 | 99 | 121 | 256 | 231 |
| Junij | 21,8 | 20,9 | 59 | 154 | 230 | 262 |
| Julij | 22,9 | 21,2 | 90 | 208 | 347 | 221 |
| Avgust | 21,6 | 20,7 | 84 | 185 | 253 | 241 |
| September | 15,7 | 17,4 | 208 | 140 | 226 | 152 |
| Oktober | 12,1 | 14,8 | 85 | 150 | 180 | 176 |
| November | 6,9 | 11,4 | 28 | 452 | 138 | 92 |
| December | 3,2 | 6,1 | 37 | 64 | 126 | 118 |
| Letno* | 13,4 | 14,0 | 80,4 | 186,7 | 199,3 | 163,0 |

*Prikazana je povprečna mesečna vrednost

*Showing the month average value

3.3 OPIS OBRAVNAVANIH SORT

Obravnavali smo sorte 'Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'. Njihove lastnosti so povzete v preglednici 2.

Preglednica 2: Opis sort glede na skupino trpkosti, velikost, obliko in barvo ploda (Fajt in sod., 2011; Sancin, 1998; Črnologar, 2007; Vrhovnik, 2005)

Table 2: Description of varieties by group of astringency, size, shape and color of the fruit (Fajt in sod., 2011; Sancin, 1998; Črnologar, 2007; Vrhovnik, 2005)

| Sorta | Skupina trpkosti | Povprečna masa ploda (g) | Oblika ploda | Zunanja barva (ob užitni zrelosti) |
|------------------|------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 'Amankaki' | PVNA | 200 | okrogli | oranžni |
| 'Cal Fuyu' | PCNA | 140 | sploščeno okrogli | rumeno-oranžni |
| 'Fuji' | PCA | 200 | ovalno okrogli | oranžni |
| 'Hana Fuyu' | PCNA | 250 | okrogli | oranžni |
| 'Jiro' | PCNA | 180 | sploščeni | rdeče-oranžni |
| 'O'Gosho' | PCNA | 200 | sploščeni | oranžno-rdeči |
| 'Tenjin O'Gosho' | PCNA | 160 | okrogli | oranžni |
| 'Thiene' | PVNA | 230 | podolgovato okrogli | rdeče-rjavi |
| 'Tipo' | PVNA | 200 | okrogli | oranžno-rdeči |
| 'Tone Wase' | PVA | 190 | sploščeni | rdeče-oranžni |
| 'Triumph' | PVA | 180 | sploščeni | oranžno-rdeči |

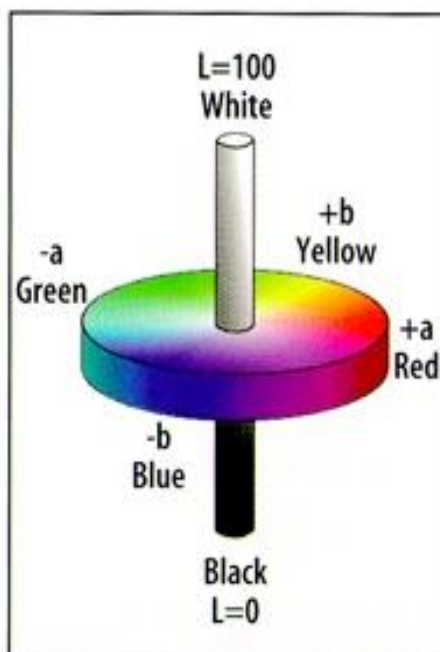
3.4 METODE DE LA

3.4.1 Določanje barve

V obeh sklopih smo določali barvo s pomočjo Minolta CR-10 Croma kolorimetra (Minolta Co., Osaka, Japan). Izmerili smo parametre a^* , b^* , L^* , C^* , h° . Pri čemer je parameter a^* razpon med rdečo in zeleno barvo, kjer pozitivne vrednosti predstavljajo rdečo, negativne pa zeleno barvo. Parameter b^* je razpon med rumeno in modro barvo, kjer pozitivne vrednosti označujejo rumeno, negativne pa modro barvo. Parameter L^* predstavlja črno belo barvo. Vrednosti so med 0° in 100° , kjer je 0° črna barva, vrednost 100° pa bela barva. Pri parametru h° so vrednosti med 0° in 270° , kjer je 0° rdeča barva, 90° rumena barva, 180° zelena barva in 270° modra barva (Jakopic in sod., 2007).

Candir in sod. (2009) navajajo, da je parameter h° pomemben znak zrelosti za sadno vrsto kaki. Menijo, da je plod v užitni zrelosti, ko je parameter h° med 45° in 55° , odvisno od sorte.

V prvem poskusu smo določali barvo mesa, v drugem poskusu smo določali barvo kože in mesa.



Legenda: green – zelena; yellow – rumena; red – rdeča; blue – modra; black – črna; white – bela.

Slika 5: CIE model (Color ..., 2015)

Figure 5: CIE model (Color ..., 2015)

3.4.2 Meritve sušine

Sušino smo merili samo v drugem poskusu tako, da smo najprej stehali svež vzorec pri vseh obravnavanjih, potem smo dali sušit v sušilnik (Kambič SP 120 EASY, Semič, Slovenija) za 24 ur na 105 °C in ponovno stehali suh vzorec. Iz dobljene razlike smo izračunali delež sušine.

3.4.3 Ekstrakcija ter določanje sladkorjev in organskih kislin

Analizo sladkorjev smo izvedli s sistemom tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) z RI detektorjem (Thermo Scientific, San Jose, CA, ZDA) po metodi, ki so jo opisali Šturm in sod. (2003). Ločevanje sladkorjev smo izvedli na koloni Rezex RCM-monosaccharide (300 x 7,8 mm Phenomenex, Torrance, ZDA) s pretokom 0,6 ml/min, pri temperaturi 65 °C, kot mobilna faza je bila uporabljena bidestilirana voda.

V prvem poskusu smo zatehtali 10 g zmletga vzorca in ga prelili z 50 ml bidestilirane vode. V drugem poskusu smo zatehtali 2 g svežega vzorca oziroma 1g posušenega vzorca ter prelili z 10 ml oziroma 20 ml bidestilirane vode. Zmes smo homogenizirali s T-25 Ultra-Turrax maceratorjem (Ika-Labortechnik, Staufen, Nemčija) in pustili stati 30 min na sobni temperaturi na stresalniku (Grant-bio POS-300, Chelmsford, Anglija). Vzorce smo nato centrifugirali (Eppendorf Centrifuge 5810 R; Eppendorf, Hamburg, Nemčija) pri 10 °C,

10.000 obratih 10 minut ter jih prefiltrirali skozi 0,2 µm celulozni filter (Macherey-Nagel, Duren, Nemčija) v vialo.

Koncentracije posameznih sladkorjev in organskih kislin so preračunane s pomočjo ustreznega zunanje standarda in izražene v g/kg sveže snovi za sladkorje in mg/kg za organske kisline v prvem poskusu ter v mg/g sušine za sladkorje in mg/g sušine za organske kisline v drugem poskusu.

Za analizo posameznih organskih kislin smo v prvem poskusu uporabili kolono Aminex-HPX-87 H, 300 x 7,8 mm (Bio-Rad Laboratories; Hercules; ZDA), v drugem poskusu pa Rezex ROA-Organic acid H+ (Phenomenex) s pretokom 0,6 ml/min, pri temperaturi 65 °C, kot mobilna faza je bila uporabljena 4 mM žveplena kislina. Detekcija organskih kislin je potekala z UV detektorjem pri valovni dolžini 210 nm.

Med sladkorji smo v prvem poskusu analizirali glukozo, fruktozo, saharozo, v drugem pa glukozo in fruktozo.

Med organskimi kislinami smo v prvem poskusu analizirali fumarno, jabolčno in citronsko kislino, v drugem pa oksalno, citronsko, vinsko, jabolčno in fumarno kislino.

3.4.4 Ekstrakcija in določanje fenolnih snovi

V prvem poskusu smo zatehtali 5 g drobno narezanega vzorca, v drugem poskusu pa 2 g svežega vzorca in 1 g posušenega vzorca. Prelili smo z 20 ml MeOH s 3 % mravljično kislino in 1 % 2,6-di-tert-butil-4-metilfenol (BHT) po metodi Escarpa in Gonzales (2000). Zmes smo postavili v ultrazvočno kopel (Sonis, 4 GT, Iskra, Šentjernej, Slovenija), na 0 °C za eno uro. Po preteklem času smo vzorce centrifugirali pri 10.000 obratih 10 minut. Po centrifugiranju smo supernatant filtrirali s poliamidnim filtrom Chromafil AO-45/25 (Macherey-Nagel) v vialo. Vzorce smo analizirali s HPLC sistemom z DAD detektorjem, nadzorovanim s CromQuest 4.0 programsko opremo (Thermo Scientific).

Fenolne kisline in flavanole smo analizirali pri valovnih dolžinah 280 nm, flavonole pa pri 350 nm. Uporabili smo C18 kolono (Phenomenex, Gemini 150 × 4,6 mm, 3 µm) pri temperaturi 25 °C in pretoku mobilne faze 0,6 ml/min. Mobilni fazi A (vodna raztopina 0,1 % mravljične kisline s 3 % acetonitrila) in B (3 % H₂O 0,1 % mravljične kisline v acetonitrilu) sta se mešali po linearnem gradientu, kot ga opisujejo Wang in sod. (2002), s količino vbrizga 20 µl. Identifikacijo posameznih fenolnih spojin smo izvedli z MS^h fragmentacijo s pomočjo masnega spektrofotometra (Thermo Electron LCQ, Deca XP MAX, Thermo Scientific, USA) z ionizacijo z elektrorazpraševanjem (ESI) z izbiro negativne vrednosti na kovinski kapilari, primerjavo retencijskih časov in spektra ter dodajanjem standardnih raztopin v vzorce.

Rezultati so v prvem poskusu predstavljeni v mg/kg sveže mase, v drugem pa v mg/kg sušine.

Med fenoli smo v prvem poskusu analizirali galno kislino in katehin, v drugem pa galno kislino, neznano fenolno kislino, procianidin B1, katehin, procianidin B2, epikatehin, kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid, kvercetin ksilozid in kvercetin arabinopiranozid.

3.4.4.1 Določanje skupnih fenolov (TPC)

Ekstrakcija skupnih fenolov je potekala po istem postopku kot za posamezne fenole, le da BHT ni bil dodan.

Določanje vsebnosti skupnih fenolnih spojin je potekalo s pomočjo reagenta Folin-Ciocalteu, po postopku, ki sta ga opisala Singleton in Rossi (1965). V 100 μ l vzorca smo dodali 6 ml bidestilirane vode in 500 μ l Folin-Ciocalteu reagenta in po manj kot 8 minutah pri sobni temperaturi dodali 1,5 ml 20 % natrijevega karbonata. Ekstrakt smo premešali, scentrifugirali in pustili 30 min na 40 °C. Nato smo zmerili absorbanco pri 765 nm z Lambda Bio 20 UV/VIS spektrofotometrom (Perkin Elmer, Waltham, ZDA). Kot slepi vzorec je 100 μ l metanola. Skupno vsebnost fenolnih snovi smo predstavili kot ekvivalent galne kisline (GAE) v mg/kg sušine v prvem poskusu in v mg/g sušine v drugem.

3.4.5 Ekstrakcija in določanje taninov

Tanine določamo posredno, tako da v vzorcu najprej določimo vsebnost skupnih fenolov, potem določimo netaninski del in izračunamo razliko.

Analizirali smo jih samo v drugem poskusu, kjer smo zatehtali 2 g svežega vzorca oziroma 1 g suhega. Po metodi, ki so jo opisali Malenčič in sod. (2012), smo pri ekstrakciji vzorce kakija prelili z metanolom, jih homogenizirali z T-25 Ultra-Turrax in za 1 uro postavili v ohlajeno ultrazvočno kopel. Po ekstrakciji smo vzorce centrifugirali 5 minut pri 8.000 obratih. Skozi poliamidne 0,20 μ m filtre smo prefiltrirali supernatant. Del vzorca za netaninski del smo razredčili z vodo, dodali 0,1 g polivinilpolipirolidona (PVPP), dobro premešali z vorteksom in dali za 10 minut v hladilnik. Po tem času smo centrifugirali 5 minut na 8000 obratih in supernatant odpipetirali.

3.4.5.1 Določanje skupnih taninov

Določitev skupnih taninov poteka v dveh delih. Prvi je določitev skupnih fenolov, drugi pa določitev netaninskega dela fenolov. V centrifugirko smo dali 1460 μ L bidestilirane vode in 30 μ l ekstrakta (brez PVPP za določitev skupnih fenolov in s PVPP za določitev netaninskega dela) ter 750 μ l Folin-Ciocalteujevega reagenta. Dodali smo še 3,75 ml 20 % natrijevega bikarbonata ter postavili v hladilnik. Nato smo s spektrofotometrom izmerili absorbanco raztopine pri 725 nm in z uporabo umeritvene krivulje izračunali vsebnost skupnih fenolov in netaninskega dela. Vsebnost skupnih taninov je razlika med skupnimi fenoli in netaninskim delom fenolov. Rezultate smo izrazili v mg/g sušine.

3.4.6 Ekstrakcija in določanje karotenoidov

V prvem poskusu smo analizirali karotenoide v kožici, kjer smo zatehtali 0,5 g in mesu, kjer je bila zatehta 1 g, v drugem poskusu pa smo analizirali karotenoide v mesu svežih (zatehta 5g) in posušenih (zatehta 1g) kakijev.

Ekstrakcija in analiza karotenoidov v prvem poskusu je potekala po metodi, ki jo je opisal Pfeifhofer (1989), ločeno za kožico in meso. Vzorce smo ekstrahirali v temi, prelili z 10 ml ohlajenega acetona in homogenizirali s T-25 Ultra-Turrax 20 sekund. Nato smo vzorce centrifugirali 5 minut pri 4.200 obratih. Supernatant smo prefiltrirali skozi 0,45 μ m celulozne filtre v vialo in takoj dali na analizo v HPLC pri valovni dolžini 440 nm.

Uporabili smo kolono Gemini C18 pri pretoku mobilne faze 1 ml/min in temperaturi 25 °C. Mobilni fazi A (acetonitril/metanol/voda=100/10/5 (v/v/v)) in B (aceton/etilacetat=2/1 (v/v)) sta se mešali po linearnem gradientu, kot ga opisuje Pfeifhofer (1989). Identifikacija karotenoidov je bila izmerjena s primerjavo retenzijskega časa vzorca ter določena z metodo zunanjskega standarda. Rezultate smo predstavili v μ g/kg sveže mase.

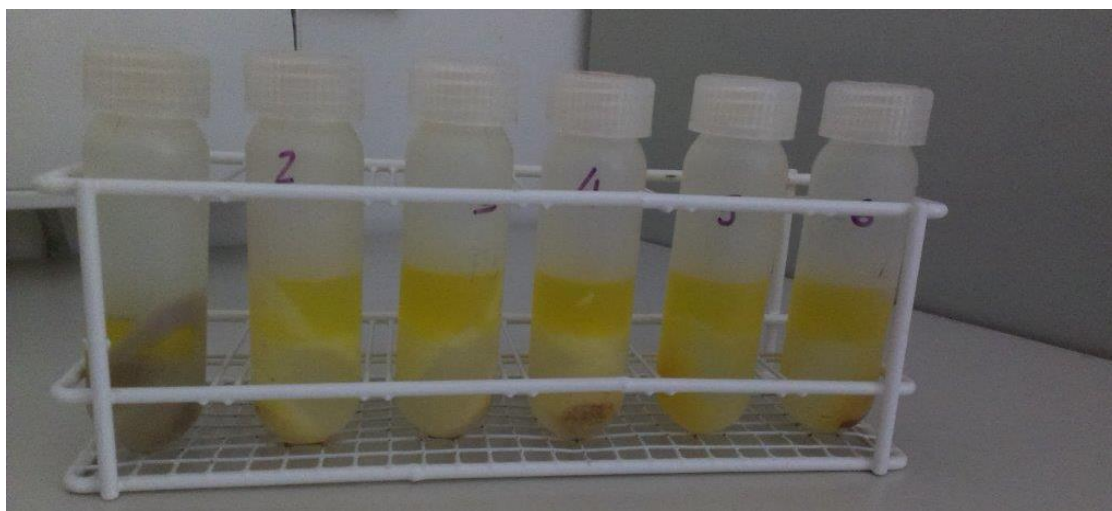
Analiza karotenoidov v drugem poskusu je potekala po metodi kot jo opisujeta Wright in Kader (1997), v dveh delih: ekstrakcija in saponifikacija. Pri ekstrakciji smo vzorce kakija prelili z 10 ml hladnega etanola in v centrifugirkah homogenizirali s T-25 Ultra-Turrax 3 minute na ledu. Prelili z 8 ml heksana ter ponovno homogenizirali s T-25 Ultra-Turrax 2 minuti nato smo vzorce centrifugirali 4 minute pri 7.000 obratih. S Pasteurjevo pipeto smo odpipetiramo ločeno zgornjo heksanovo fazo v elenmajerico. V centrifugirko s preostalim vzorcem smo dodali 5 ml NaCl, premešali in dodali 8 ml heksana. Ponovno smo homogenizirali s T-25 Ultra-Turrax 1 minuto, centrifugirali 4 minute na 7.000 obratih in drugič odpipetirali ločeno zgornjo heksanovo fazo v elenmajerico.

Sledila je saponifikacija: v elenmajerico (z dvakrat odpipetiranima heksanovima fazama) smo dodali 15 ml 10 % KOH v metanolu, zavili v alu folijo in pustili na stresalniku. Po 1 uri smo vsebino prelili v lij ločnik, dodali 50 ml 10 % NaCl v H₂O in dobro premešali. Skozi lij ločnik smo spirali z deionizirano vodo, dokler odcedna voda ni imela nevtralen pH (7). Heksanovo fazo smo iz lij ločnika prelili v bučko rotavaporja. Lij ločnik smo še enkrat sprali z 10 ml heksana in prelili v bučko. Dali na rotavapor in posušili do skoraj suhega. Do konca smo posušili s prepihanjem z dušikom in suh vzorec raztopili z 2,5 ml acetona. Vzorce smo hitro prefiltrirali skozi 0,2 μ m poliamidne filtre v vialo.

Ekstrakt smo takoj analizirali na vsebnost karotenoidov s HPLC sistemom pri valovnih dolžinah 450 in 650 nm. Uporabili smo kolono Gemini C18 pri pretoku mobilne faze 1 ml/min in temperaturi 25 °C. Mobilni fazi A (acetonitril/voda/metanol=100/10/5 (v/v/v)) in B (aceton/etilacetat=2/1 (v/v)) sta se mešali po linearnem gradientu, kot ga opisuje Pfeifhofer (1989).

Identifikacija je temeljila na skeniranju masnih spektrov in razdrobljenosti, retenzijskih časov in spektralnih lastnosti spojin ter določena po metodi zunanjskega standarda. Rezultate v drugem poskusu bomo predstavili v μ g/kg sušine.

Prisotnost vseh karotenoidov je bila potrjena na TSQ Quantum Access Max, masnem spektrometru (Perkin Elmer, UV/VIS Spectrometer Lambda Bio 20, Geenville, ZDA). Instrument MS je deloval z uporabo atmosferskega tlaka kemijske ionizacije (APCI), kjer so bili naslednji parametri: uparjalnik temperature 450 °C, kapiralna temperatura 320 °C, korona napetost 4,0 kV, plinom 55 l/h in pomožnim plinom 1 l/h. Masni spektri so bili skenirani v območju m/z od 70 do 650. Sproženje je bilo doseženo s pomočjo argona kot prestreznega plina v trčenju celic. Zbiranje podatkov je bilo izvedeno z uporabo Xcalibur 2,2 programske opreme (Xcalibur programska oprema MS; Thermo Fischer Scientific Institute, Waltham, ZDA).



Slika 6: Ločena zgornja heksanova faza (foto: J. Jakopič)
Figure 6: Separate upper hexane phase (photo: J. Jakopič)



Slika 7: Spiranje heksanove faze z vodo (foto: J. Jakopič)
Figure 7: Rinsing the hexane phase with water (photo: J. Jakopič)

Med karotenoidi smo v prvem poskusu analizirali α -karoten, β -karoten, β -kriptoksantin, zeaksantin, v drugem pa anteraksantin, violaksantin, lutein, β -kriptoksantin, neznane ksantofile, likopen, α -karoten, β -karoten, neznane karotene.

3.4.7 Statistična analiza

Statistične analize smo opravili z uporabo programa Statgraphic Plus 5.1. Podatki so vrednoteni po enosmerni analizi variance (ANOVA) Statistične razlike med vrednostmi smo primerjali z Duncanovim testom mnogoterih primerjav pri 95 % intervalu zaupanja. Upoštevali smo 5 % tveganje. Statistično značilne razlike smo označili s črkami. Vrednosti, označene z isto črko, se statistično značilno ne razlikujejo ($p=0,05$). V preglednicah so podane povprečne vrednosti \pm standardna napaka za opazovani parameter.

4 REZULTATI

4.1 BARVA PLODOV

Ker se parameter h° izračuna iz parametrov a^* in b^* , smo rezultate predstavili le za parametra h° in L^* . Parameter h° predstavlja barvitost oziroma barvni ton. Vrednosti obsegajo razpon med 0° in 270° , kjer je 0° rdeča barva, 90° rumena barva, 180° zelena barva in 270° modra barva (Jakopic in sod., 2007). Zmanjšanje njegovih vrednosti pomeni bolj intenzivna rdeča barva, zato se vrednosti zmanjšujejo z zorenjem plodov.

Kolorimetrično določen parameter L^* predstavlja svetlost barve. Njegove vrednosti so med 0 in 100, kjer večja vrednost pomeni svetlejšo barvo ploda. Vrednosti omenjenega parametra se pri kakiju med zorenjem manjšajo, kar pomeni, da je barva zrelih plodov temnejša.

4.1.1 Barva kože plodov različnih sort kakija

Preglednica 3: Vrednosti parametra L^* in h° za barvo kože 11 sort kakija

Table 3: Parameter values L^* and h° of skin color among of 11 varieties of persimmon

| Sorta | Parameter L^* | Parameter h° |
|------------------|--------------------|---------------------|
| 'Amankaki' | $52,1 \pm 1,7$ abc | $51,6 \pm 0,9$ bcde |
| 'Cal Fuyu' | $53,9 \pm 0,5$ abc | $50,3 \pm 0,9$ cde |
| 'Fuji' | $51,1 \pm 1,2$ bc | $50,0 \pm 1,0$ de |
| 'Hana Fuyu' | $56,1 \pm 0,7$ a | $51,1 \pm 1,2$ bcde |
| 'Jiro' | $53,2 \pm 3,5$ abc | $52,5 \pm 0,9$ abcd |
| 'O'Gosho' | $55,9 \pm 0,8$ a | $53,6 \pm 0,5$ ab |
| 'Tenjin O'Gosho' | $53,9 \pm 0,4$ abc | $49,3 \pm 0,8$ ef |
| 'Thiene' | $55,3 \pm 1,1$ ab | $52,1 \pm 0,7$ abcd |
| 'Tipo' | $53,1 \pm 1,6$ abc | $52,9 \pm 0,7$ abc |
| 'Tone Wase' | $49,9 \pm 1,1$ c | $46,9 \pm 0,6$ f |
| 'Triumph' | $54,4 \pm 0,5$ abc | $54,4 \pm 0,8$ a |

Različne črke (a, b, c, d, e, f) pri vrednostih označujejo statistično značilne razlike med sortami ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Different letters (a, b, c, d, e, f) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

V prvem poskusu smo pri enajstih sortah kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph') izmerili zunanjo barvo plodov.

Iz podatkov je razvidno, da je razpon vrednosti parametra h° med 46,9° (pri sorti 'Tone Wase') in 54,4° (pri sorti 'Triumph'), kar pomeni, da so vse obravnavane sorte kakija imele plodove oranžne barve. Med sortami so bile tudi statistično značilne razlike, kjer izstopata sorti 'Tone Wase' in 'Triumph' (preglednica 3).

Vrednosti parametra L^* so bile od najmanjše 49,9 (pri sorti 'Tone Wase') do največje 56,1 (pri sorti 'Hana Fuyu'), med katerima so bile statistično značilne razlike (preglednica 3). Sorta 'Hana Fuyu' se je statistično značilno razlikovala od sort 'Fuji' in 'Tone Wase'. Sorta 'Tone Wase' pa je bila statistično značilno temnejša od sort 'Hana Fuyu', 'O'Gosho' in 'Thiene'. Povprečna vrednost parametra L^* za vse sorte je bila 53,6.

Med sortami so statistično značilne razlike v barvi plodov, kar kaže na to, da je barva ena od lastnosti, ki je specifična za posamezno sorto.

4.1.2 Sprememba barve med zorenjem in sušenjem pri sorti 'Tipo'

V drugem poskusu smo izmerili zunanjo in notranjo barvo neumednim in umedenim plodovom sorte 'Tipo' pred in po sušenju.

Preglednica 4: Vrednosti parametra L^* in h° za neumedene in umedene kakije sorte 'Tipo' pred in po sušenju
Table 4: Parameter values L^* and h° for firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying

| | Parameter L^* | | Parameter h° | |
|-----------|-----------------|---------------|---------------------|--------------|
| | kožica | meso | kožica | meso |
| NEUMEDENI | | | | |
| Sveži | 39,5 ± 2,4 b | 44,9 ± 3,3 a | 56,2 ± 7,4 b | 62,2 ± 3,0 b |
| Suhi | 51,8 ± 3,6 a | 42,2 ± 5,5 ab | 59,4 ± 5,3 b | 71,7 ± 3,8 a |
| UMEDENI | | | | |
| Sveži | 35,3 ± 2,6 c | 39,6 ± 3,2 b | 49,6 ± 5,6 c | 58,0 ± 2,4 c |
| Suhi | 35,8 ± 1,1 c | 30,7 ± 2,1 c | 50,9 ± 3,5 c | 69,4 ± 6,6 a |

Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.

Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error.

Iz preglednice 4 je razvidno, da se vrednosti parametrov, ki določajo barvo razlikujejo med mesom in kožico med zorenjem in sušenjem. Pri zorenju so imeli umedeni plodovi, tako sveži kot suhi, manjše vrednosti parametra L^* in h° od neumednih. Kar pomeni, da so bili intenzivnejše obarvani in bolj oranžno-rdeči. Vrednost parametra h° se je pri svežih iz 56,2° pri neumednih zmanjšala na 49,6° pri umedenih plodovih. Prav tako se je vrednost

parametra h° v mesu zmanjšala iz $62,2^\circ$ pri neumedenih na 58° v umedenih. Med obravnavanji so bile statistično značilne razlike.

Zorenje je vplivalo tudi na spremembo vrednosti L^* , saj se je barva mesa svežih plodov z vrednosti 44,9 spremenila na 39,6 in kožice z 39,5 na 35,3. Znižanje vrednosti parametra L^* pa pomenijo temnejše obarvanje plodov (Jakopic in sod., 2007).

Tudi med sušenjem je vplival na spremembo barvnih parametrov, saj so plodovi postali temnejši. Razlika je vidna predvsem pri mesu, kjer se je vrednost parametra L^* pri neumedenih plodovih spremenila iz 44,9 na 42,2 in pri umedenih iz 39,6 na 30,7.

4.2 SLADKORJI

4.2.1 Vsebnost sladkorjev pri različnih sortah kakija

Analizo vsebnosti sladkorjev v prvem poskusu smo opravili na enajstih sortah kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tijo', 'Tone Wase' in 'Triumph'). Analizirali smo sladkorje glukozo, fruktozo, saharozo, ter izračunali vsebnost skupnih sladkorjev. V plodovih kakija sta najbolj zastopana sladkorja glukoza in fruktoza, medtem ko je saharoza prisotna le v manjših količinah.

Vrednosti glukoze so bilo od 47,8 mg/g sveže snovi (pri sorti 'O'Gosho') do 87,8 mg/g sveže snovi (pri sorti 'Tone Wase'). Sorta 'O'Gosho' se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Cal Fuyu' in 'Hana Fuyu', sorta 'Tone Wase' pa se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort. Večina sort je imela vsebnost glukoze nad 60 mg/g sveže snovi (preglednica 5).

Prav tako so bile vrednosti fruktoze od najmanjše pri sorti 'O'Gosho' (38,0 mg/g sveže snovi), do največje pri sorti 'Tone Wase' (77,8 mg/g sveže snovi). Sorta 'O'Gosho' se je statistično značilno razlikovala od sort 'Amankaki', 'Fuji', 'Thiene', 'Tone Wase' in 'Triumph'. Sorta 'Tone Wase' pa se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort (preglednica 5). Povprečna vsebnost fruktoze za vse sorte je bila 52,7 mg/g sveže snovi.

Vrednosti saharoze so bile med 9,2 mg/g sveže snovi (pri sorti 'O'Gosho'), ki se je statistično značilno razlikovala od sort 'Fuji', 'Jiro', 'Thiene' in 'Triumph') do 12,2 mg/g sveže snovi (pri sorti 'Triumph'). Statističnih razlik v vsebnosti saharoze nismo opazili med sortami 'O'Gosho' ter 'Fuji', 'Jiro' in 'Thiene'). Večina sort pa je imela vsebnost saharoze nad 10 mg/g sveže snovi (preglednica 5).

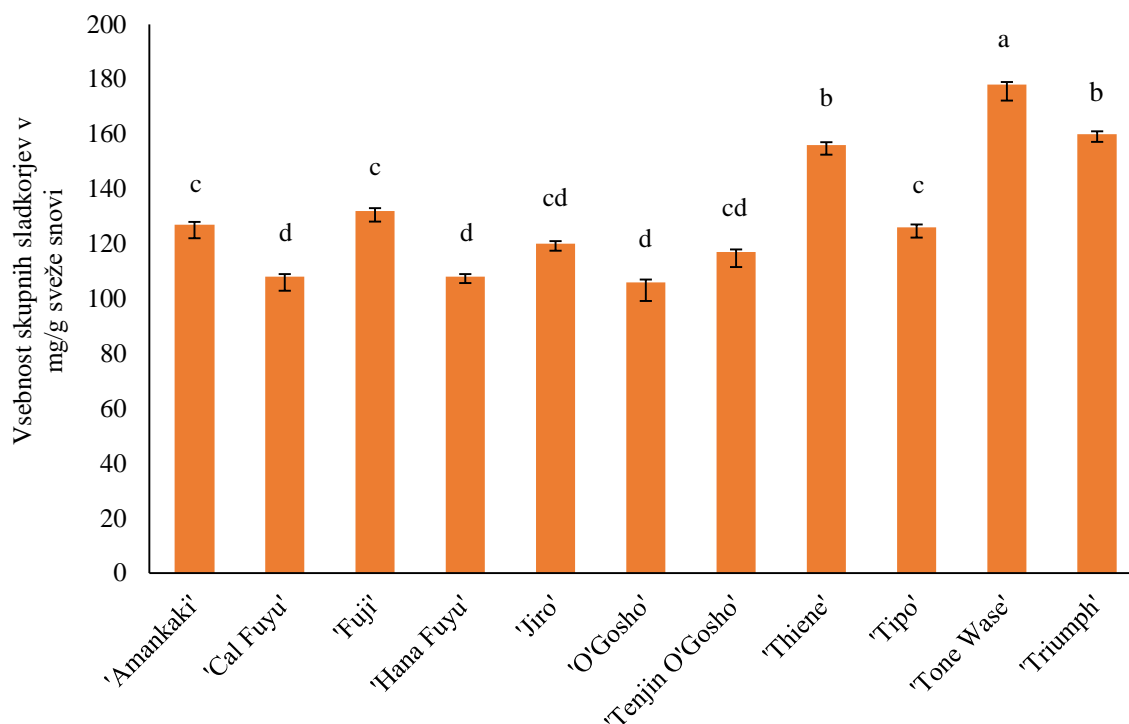
Preglednica 5: Vsebnost glukoze, fruktoze in saharoze v mg/g sveže snovi pri 11 sortah kakija
Table 5: The content of glucose, fructose and sucrose in mg/g of fresh weight in 11 varieties of persimmon

| Sorta | Glukoza | Fruktoza | Saharoza |
|------------------|---------------|----------------|----------------|
| 'Amankaki' | 60,5 ± 2,7 de | 55,9 ± 2,7 cd | 10,4 ± 0,4 def |
| 'Cal Fuyu' | 53,7 ± 2,7 ef | 42,0 ± 3,1 f | 9,90 ± 0,4 ef |
| 'Fuji' | 66,3 ± 1,9 cd | 52,9 ± 2,8 de | 11,5 ± 0,6 cd |
| 'Hana Fuyu' | 53,6 ± 1,8 ef | 44,2 ± 2,5 ef | 9,9 ± 0,4 ef |
| 'Jiro' | 60,5 ± 2,0 de | 44,2 ± 2,5 ef | 11,2 ± 0,6 cde |
| 'O'Gosho' | 47,8 ± 3,6 f | 38,0 ± 5,0 f | 9,2 ± 0,2 f |
| 'Tenjin O'Gosho' | 61,8 ± 2,0 cd | 46,0 ± 3,9 def | 9,5 ± 0,2 f |
| 'Thiene' | 79,9 ± 2,1 b | 63,6 ± 2,7 bc | 11,5 ± 0,5 cd |
| 'Tipo' | 68,2 ± 1,7 e | 46,6 ± 2,7 def | 10,3 ± 0,5 def |
| 'Tone Wase' | 87,9 ± 2,9 a | 77,8 ± 3,8 a | 10,2 ± 0,3 def |
| 'Triumph' | 76,7 ± 1,9 b | 68,5 ± 2,6 b | 12,2 ± 0,5 c |

Različne črke (a, b, c, d, e, f) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med sortami ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.

Different letters (a, b, c, d, e, f) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error.

Največja vsebnost skupnih sladkorjev je bila določena pri sorti 'Tone Wase' (177,8 mg/g sveže snovi), ki se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort. Najmanjšo vsebnost skupnih sladkorjev pa so imele sorte 'O'Gosho' (106,5 mg/g sveže snovi), 'Hana Fuyu' (107,8 mg/g sveže snovi) in 'Cal Fuyu' (107,6 mg/g sveže snovi), med katerimi ni bilo statistično značilnih razlik. Statistično značilno več sladkorjev so imele sorte 'Amankaki', 'Fuji', 'Tipo', 'Thiene', 'Tone Wase' in 'Triumph' (slika 8).



Slika 8: Vsebnost skupnih sladkorjev v mg/g sveže snovi pri 11 sortah kakija. Različne črke (a, b, c, d) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 8. The content of total sugars in mg/g of fresh weight in 11 varieties of persimmon. Different letters (a, b, c, d) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.2.2 Vsebnost sladkorjev pri sorti 'Tijo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju

V drugem poskusu smo določili sladkorja glukozo in fruktozo, ter skupne sladkorje neumedenim in umedenim plodovom sorte 'Tijo', pred in po sušenju. Obravnavanja smo med seboj primerjali v rezultatih izraženih na sušino. V plodovih kakija smo potrdili tudi prisotnost saharoze, vendar je bila prisotna v zelo majhnih količinah, zato je nismo vključili v predstavitev.

Največja vsebnost glukoze je bila izmerjena pri umedenih suhih plodovih (390,7 mg/g sušine). Vsa ostala obravnavanja so vsebovala statistično značilno manj glukoze. Najmanjša vsebnost je bila izmerjena pri neumedenih svežih plodovih (300,1 mg/g sušine), ki pa se niso statistično značilno razlikovali od umedenih svežih in neumedenih suhih (preglednica 6).

Vsebnost fruktoze je bila prav tako največja pri umedenih suhih plodovih (400,8 mg/g sušine), medtem ko so vsa ostala obravnavanja vsebovala statistično značilno manjše količine (preglednica 6).

Pri sušenju kakija so se vsebnosti obeh sladkorjev povečale, še posebno so signifikantne razlike opazne med umedenimi svežimi in umedenimi suhiimi plodovi. Vsebnost glukoze se je zvišala s 300,1 mg/g sušine (pri neumedenih svežih) na 310,0 mg/g sušine (pri neumedenih suhih) in iz vrednosti 340,9 mg/g sušine (pri umedenih svežih) na 390,7 mg/g sušine (pri umedenih suhih). Vsebnost fruktoze se je povečala s 310,5 mg/g sušine (pri neumedenih svežih) na 320,3 mg/g sušine (pri neumedenih suhih) in s 350,9 mg/g sušine (pri umedenih svežih) na 400,8 mg/g sušine (pri umedenih suhih) (preglednica 6).

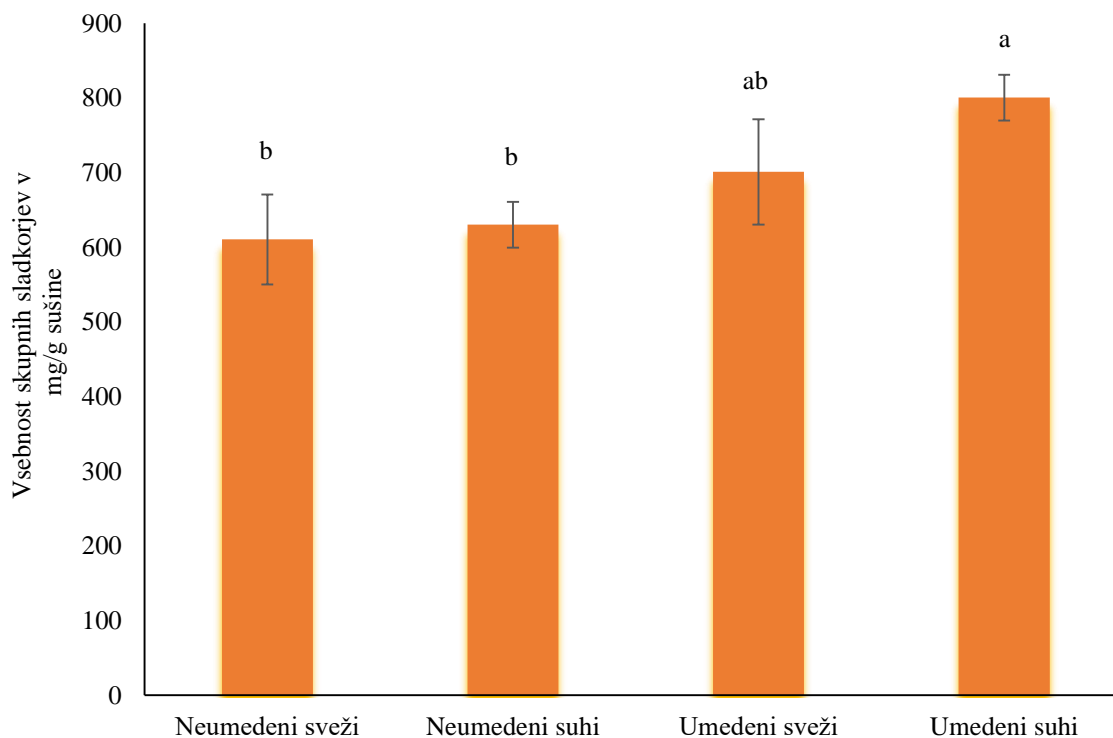
Preglednica 6: Vsebnost glukoze in fruktoze v mg/g sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju

Table 6: The content of glucose and fructose in mg/g dry weight in the fruit flesh of firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying

| | Glukoza | Fruktoza |
|-----------|----------------|----------------|
| NEUMEDENI | | |
| Sveži | 300,1 ± 20,6 b | 310,5 ± 20,9 b |
| Suhi | 310,0 ± 30,4 b | 320,3 ± 10,3 b |
| UMEDENI | | |
| Sveži | 340,9 ± 30,9 b | 350,9 ± 30,7 b |
| Suhi | 390,7 ± 10,9 a | 400,8 ± 10,8 a |

Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.
Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0,05$). Average values are shown ± standard error.

Vsebnost skupnih sladkorjev, se je med zorenjem povečala za skoraj 100 mg/g sušine, tj. s 610,6 (pri neumedenih svežih) na 700,9 mg/g (pri umedenih svežih), vendar med njima ni bilo statistično značilnih razlik (slika 9). Sušenje ni statistično značilno vplivalo na spremembo vsebnosti skupnih sladkorjev v sušini. Po največji vsebnosti posameznih in skupnih sladkorjev je izstopal zrel posušen kaki in se je statistično značilno razlikoval od neumedenih plodov (preglednica 6 in slika 9).



Slika 9: Vsebnost skupnih sladkorjev v mg/g sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. Različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 9: The content of total sugars in mg/g dry weight in firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying. Different letters (a, b) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.3 ORGANSKE KISLINE

4.3.1 Vsebnost organskih kislin pri različnih sortah kakija

Analizo vsebnosti organskih kislin smo v prvem poskusu opravili na enajstih sortah kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tijo', 'Tone Wase' in 'Triumph'). Analizirali smo vsebnosti jabolčne, citronske in fumarne kisline ter izračunali vsebnost skupnih kislin.

V plodovih kakija po vsebnostih prevladuje jabolčna kislina, sledita ji citronska in fumarna kislina. Največjo vsebnost jabolčne kisline smo določili pri sorti 'Triumph' (1043,5 mg/kg sveže snovi), ki se je statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Tijo' (933,8 mg/kg sveže snovi). Najmanjšo vsebnost je imela sorta 'Jiro' (400,5 mg/kg sveže snovi) in se je statistično značilno razlikovala od sort 'Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Tijo', 'Thiene' in 'Triumph' (preglednica 7).

Največjo vsebnost citronske kisline ima sorta 'Tone Wase' (700,9 mg/kg sveže snovi), in sicer skoraj 6-krat več kot sorta 'Tenjin O'Gosho' (196,1 mg/kg sveže snovi). Sorta 'Tone Wase' se je po vsebnosti citronske kisline statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort (preglednica 7).

Preglednica 7: Vsebnosti organskih kislin v mg/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija

Table 7: The contents of organic acids in mg/kg of fresh weight between 11 varieties of persimmon

| Sorta | Jabolčna | Citronska | Fumarna |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 'Amankaki' | 839,4 ± 42,6 b | 305,2 ± 36,0 bcd | 124,7 ± 17,1 ab |
| 'Cal Fuyu' | 576,8 ± 33,4 c | 251,3 ± 34,8 bcd | 23,2 ± 4,9 ef |
| 'Fuji' | 556,7 ± 57,4 c | 285,1 ± 38,1 bcd | 31,3 ± 7,8 ef |
| 'Hana Fuyu' | 477,1 ± 79,3 cd | 331,4 ± 64,0 ab | 58,3 ± 7,2 de |
| 'Jiro' | 400,5 ± 16,7 d | 230,5 ± 29,3 cd | 27,4 ± 3,1 ef |
| 'O'Gosho' | 531,8 ± 63,5 cd | 257,3 ± 47,0 bcd | 24,0 ± 3,7 ef |
| 'Tenjin O'Gosho' | 499,1 ± 29,7 cd | 196,1 ± 16,8 d | 14,7 ± 2,4 f |
| 'Thiene' | 852,7 ± 29,0 b | 350,9 ± 31,6 bc | 97,1 ± 18,2 bc |
| 'Tipo' | 933,8 ± 58,7 ab | 352,2 ± 31,5 bc | 146,5 ± 19,2 a |
| 'Tone Wase' | 452,2 ± 16,7 cd | 700,9 ± 53,9 a | 13,8 ± 3,4 f |
| 'Triumph' | 1044,5 ± 43,2 a | 366,0 ± 28,2 b | 68,8 ± 11,2 cd |

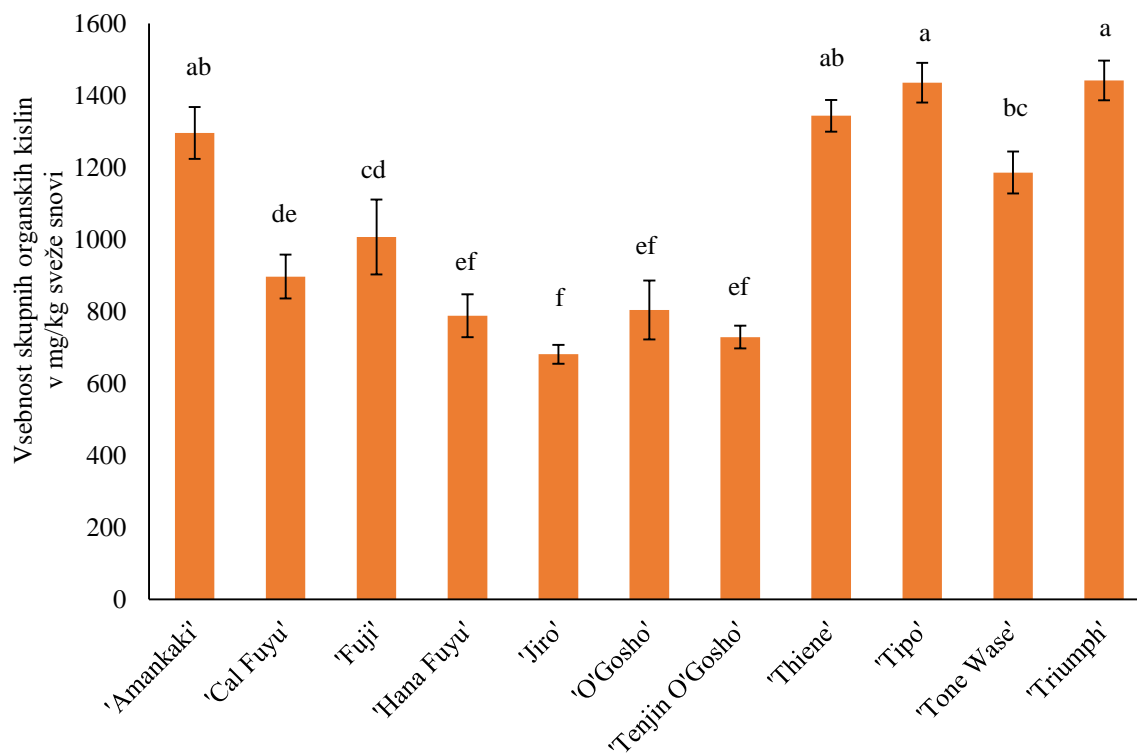
Različne črke (a, b, c, d, e, f) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med 11 sortami kakija ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.

Different letters (a, b, c, d, e, f) represent a statistically significant differences among 11 varieties of persimmon ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error.

Po vsebnosti fumarne kisline sorta 'Tone Wase' izstopa po najmanjši vrednosti (13,8 mg/kg sveže snovi), kar je več kot desetkrat manj od sorte 'Tipo', ki je med analiziranimi sortami vsebovala največje količine fumarne kisline (preglednica 7).

Skupna vsebnost kislin je v razponu od najmanjše vrednosti pri sorti 'Jiro' (681,0 mg/kg sveže snovi) do več kot 2-krat toliko pri sorti 'Tipo' (1436,0 mg/kg sveže snovi) in sorti 'Triumph' (1442,0 mg/kg sveže snovi), med katerima ni statistično značilnih razlik (slika 10).

Najmanjše vsebnosti skupnih kislin imajo sorte 'Jiro', 'Tenjin O'Gosho', 'Hana Fuyu' in 'O'Gosho', (od 681,0 do 804,0 mg/kg sveže snovi) med katerimi ni statistično značilnih razlik (slika 10).



Slika 10: Vsebnost skupnih organskih kislin v mg/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija. Različne črke (a, b, c, d, e, f) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 10: Content of total organic acids in mg/kg fresh weight in 11 varieties of persimmon. Different letters (a, b, c, d, e, f) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.3.2 Vsebnost organskih kislin pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju

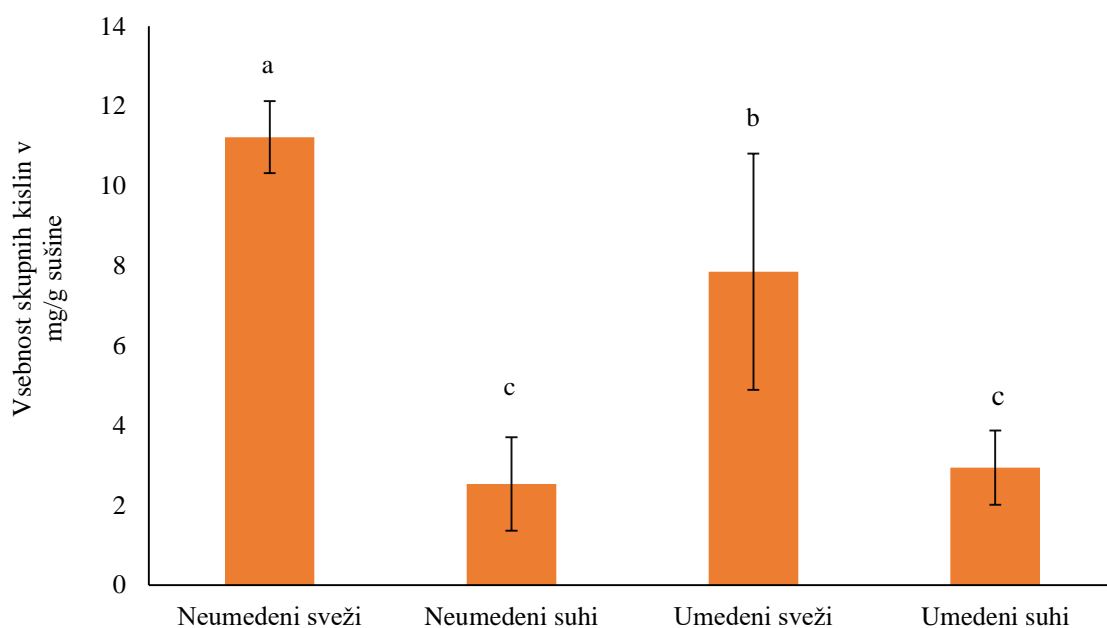
V drugem poskusu smo določili oksalno, citronsko, vinsko, jabolčno in fumarno ter izračunali vsebnost skupnih kislin v neumedenih in umedenih plodovih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. V vseh obravnavanjih je bilo v sušini največ jabolčne kisline, sledijo ji citronska, vinska, fumarna in oksalna kislina.

Največja vsebnost jabolčne kisline je bila 6,82 mg/g sušine (pri neumedenih svežih plodovih), najmanjša pa 1,55 mg/g sušine (pri neumedenih suhih plodovih). Prav tako je bilo citronske kisline največ (3,51 mg/g sušine) pri neumedenih svežih plodovih in najmanj (0,68 mg/g sušine) pri neumedenih suhih. Oksalne, vinske in fumarne oksalne kisline, z vrednostmi 0,3 mg/g sušine, 1,29 mg/g sušine in 0,37 mg/g sušine, je bilo največ v umedenih svežih plodovih, najmanj (0,05 mg/g sušine, 0,12 mg/g sušine in 0,13 mg/g sušine) pa pri neumedenih suhih plodovih (preglednica 8).

Preglednica 8: Organske kisline v mg/g sušine v neumedjenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju
Table 8 : Organic acids in mg/g dry weight in the fruit flesh of firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying

| | Oksalna kislina | Citronska kislina | Vinska kislina | Jabolčna kislina | Fumarna kislina |
|------------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| NEUMEDENI | | | | | |
| Sveži | 0,15 ± 0,03 b | 3,51 ± 0,26 a | 0,51 ± 0,11 b | 6,82 ± 0,41 a | 0,23 ± 0,09 b |
| Suhi | 0,05 ± 0,01 c | 0,68 ± 0,27 c | 0,12 ± 0,05 b | 1,55 ± 0,78 c | 0,13 ± 0,06 c |
| UMEDENI | | | | | |
| Sveži | 0,30 ± 0,07 a | 2,53 ± 0,62 b | 1,29 ± 0,73 a | 3,36 ± 1,33 b | 0,37 ± 0,21 a |
| Suhi | 0,07 ± 0,01 c | 0,74 ± 0,36 c | 0,38 ± 0,18 b | 1,59 ± 0,30 c | 0,16 ± 0,08 c |

Različne črke (a, b, c,) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.
Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error.



Slika 11: Vsebnost skupnih organskih kislin v mg/g sušine v neumedjenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. Različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.

Figure 11: The content of the total organic acids in mg/g dry weight in firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying. Different letters (a, b) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error.

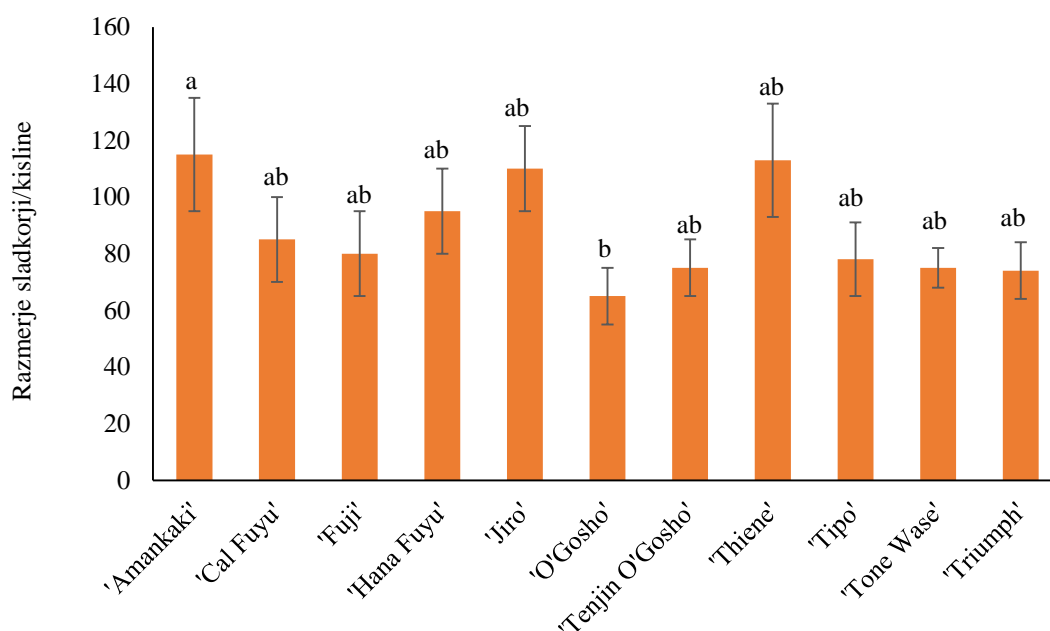
Med zorenjem se je vsebnost skupnih kislin v svežih plodih statistično značilno zmanjšala. Med sušenjem je prišlo do znatnega zmanjšanja vsebnosti skupnih kislin. Sveži plodovi so jih v povprečju vsebovali 9,5 mg/g sušine, suhi plodovi pa 2,7 mg/g sušine. Neumedeni sveži plodovi so se statistično značilno razlikovali od vseh ostalih obravnavanj, neumedeni suhi plodovi pa se statistično značilno niso razlikovali od umedenih suhih plodov (slika 11).

4.4 RAZMERJE SLADKORJI/KISLINE

Razmerje med analiziranimi skupnimi sladkorji in organskimi kislinami v sadju je indeks kakovosti. Optimalno razmerje se razlikuje med sortami in je ključnega pomena za harmoničen okus. Čeprav so organske kisline v kakiju prisotne v nižjih koncentracijah kot sladkorji, je njihov učinek na okus precejšen. Višje ko je razmerje, slajši so plodovi in nižje ko je, bolj kislega okusa so (Colaric in sod., 2005).

4.4.1 Razmerje sladkorji/kisline pri različnih sortah kakija

Največje razmerje je bilo izračunano pri sorti 'Amankaki', ki je imela visoko vsebnost sladkorjev in nizko vsebnost organskih kislin in se je statistično značilno razlikovala le od sorte 'O'Gosho'. Na drugi strani pa je sorta 'O'Gosho' imela najmanjšo vsebnost skupnih sladkorjev in dokaj visoko vsebnost skupnih organskih kislin ter zaradi tega najnižje razmerje. Med ostalimi obravnavanimi sortami ni bilo statistično značilnih razlik (slika 12).

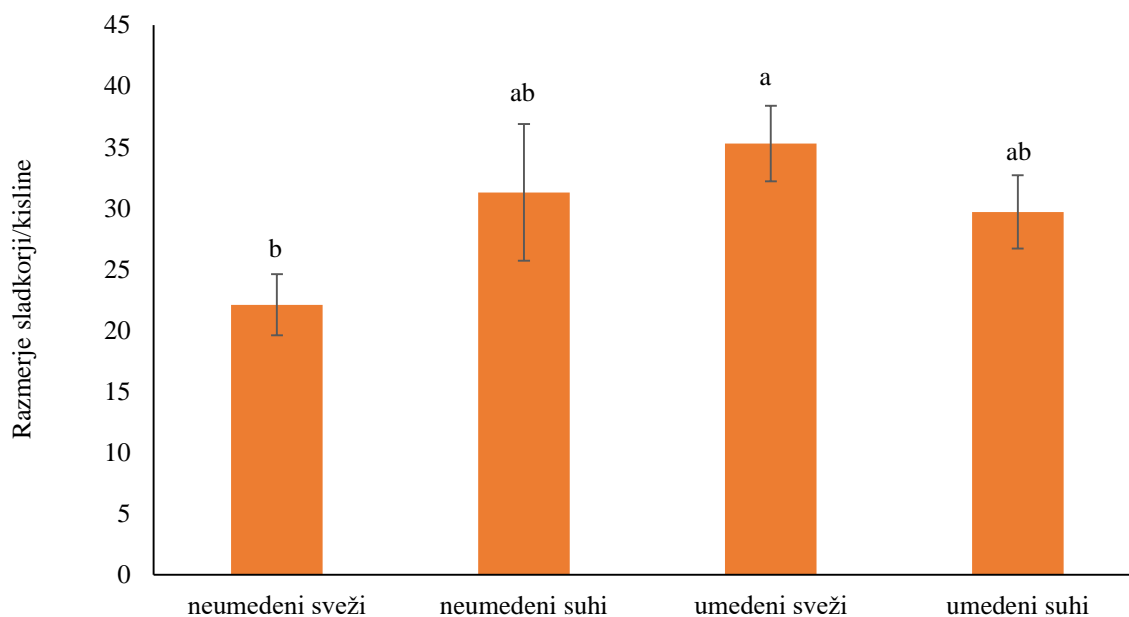


Slika 12: Razmerje sladkorji/kisline pri 11 sortah kakija. Različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka
Figure 12: The ratio of sugar/acid in 11 varieties of persimmon. Different letters (a, b, c, d, e, f) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.4.2 Razmerje sladkorji/kislina pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju

Iz slike 13 je razvidno, da je bilo med zorenjem večje razmerje pri umedenih svežih kakijih kot pri neumedenih svežih, zaradi višje vsebnosti skupnih sladkorjev (slika 9). Med obravnavanjema so statistično značilne razlike.

Zaradi sušenja se razmerje sladkorji/kislina ni statistično spremenilo niti pri umedenih niti pri neumedenih kakijih.



Slika 13: Razmerje sladkorji/kislina pri neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. Različne črke (a, b) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$).

Figure 13: The ratio of sugar/acid at firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying. Different letters (a, b) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.5 FENOLI

4.5.1 Vsebnost fenolov pri različnih sortah kakija

Analizo vsebnosti fenolov smo v prvem poskusu opravili na enajstih sortah kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'). Analizirali smo galno kislino in katehin.

Najmanjšo vsebnost galne kisline smo izmerili pri sorti 'Tenjin O'Gosho' (1,75 mg/kg sveže mase), ki se je statistično značilno razlikovala od večine sort. Ni se razlikovala le od sort 'O'Gosho' in 'Hana Fuyu' (preglednica 9).

Največja vsebnost galne kisline je bila določena pri sorti 'Triumph' (24,32 mg/kg sveže mase), ki jo je bilo skoraj 14-krat več kot pri sorti 'Tenjin O'Gosho'. Sorta 'Triumph' se je statistično značilno razlikovala od vseh sort (preglednica 9).

Preglednica 9: Vsebnosti galne kisline in katehina v mg/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija
Table 9: The content of gallic acid and catechin in mg/kg of fresh weight in 11 varieties of persimmon

| Sorta | Galna kislina | Katehin |
|------------------|----------------|-----------------|
| 'Amankaki' | 7,18 ± 1,15 cd | 8,13 ± 1,28 cd |
| 'Cal Fuyu' | 7,26 ± 1,25 cd | 14,81 ± 1,70 ab |
| 'Fuji' | 7,50 ± 1,35 c | 15,90 ± 1,76 ab |
| 'Hana Fuyu' | 3,61 ± 0,92 de | 6,85 ± 1,15 cd |
| 'Jiro' | 8,55 ± 1,47 c | 19,01 ± 1,31 a |
| 'O'Gosho' | 3,29 ± 1,01 e | 5,61 ± 0,77 cd |
| 'Tenjin O'Gosho' | 1,75 ± 0,60 e | 3,85 ± 1,92 d |
| 'Thiene' | 9,23 ± 1,14 c | 16,11 ± 1,90 ab |
| 'Tipo' | 9,68 ± 1,55 c | 13,60 ± 1,47 b |
| 'Tone Wase' | 16,41 ± 0,98 b | 9,19 ± 0,98 c |
| 'Triumph' | 24,32 ± 2,13 a | 17,81 ± 1,78 ab |

Različne črke (a, b, c, d, e) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med 11 sortami kakija ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka.

Different letters (a, b, c, d, e) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error.

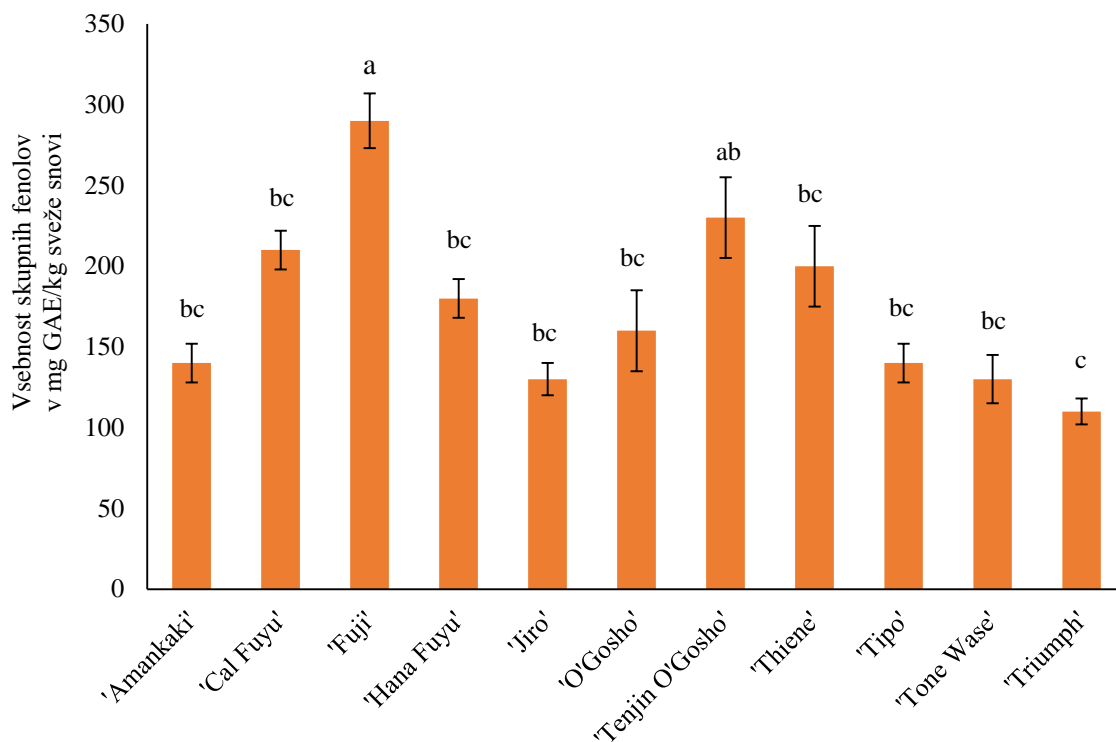
Najmanjšo vsebnost katehina smo izmerili pri sorti 'Tenjin O'Gosho' (3,85 mg/kg sveže mase), ki se je statistično značilno razlikovala od sort 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Jiro', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph' (preglednica 9).

Največjo vsebnost katehina smo določili pri sorti 'Jiro' (19,01 mg/kg sveže mase). 'Jiro' se je statistično značilno razlikoval od sort 'Amankaki', 'Hana Fuyu', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Tipo' in 'Tone Wase' (preglednica 9).

Vsebnost skupnih fenolov v plodovih kakija je bila pri različnih sortah od 110,00 mg GAE/kg sveže snovi (pri sorti 'Triumph') do 295,01 mg GAE/kg sveže snovi (pri sorti 'Fuji') (slika 14).

Pri sorti 'Triumph' smo določili najmanjšo vsebnost skupnih fenolnih snovi, katere vrednosti se niso statistično značilno razlikovale od sort 'Tone Wase', 'Tipo', 'Thiene', 'O'Gosho', 'Jiro', 'Hana Fuyu', 'Cal Fuyu' in 'Amankaki'. Sorta 'Fuji' je vsebovala statistično največ fenolov in

se je od vseh ostalih sort tudi statistično značilno razlikovala, razen od sorte 'Tenjin O'Gosho' (slika 14).



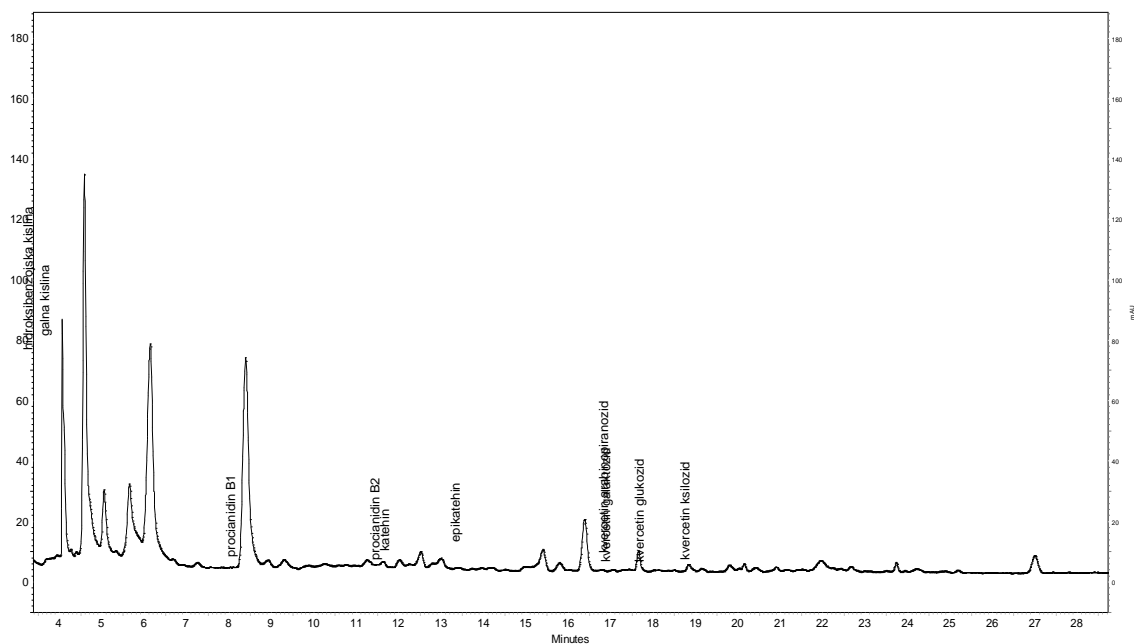
Slika 14: Vsebnost skupnih fenolov v mg GAE/kg sveže snovi pri 11 sortah kakija. Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 14: The total phenolic contents in mg GAE/kg fresh weight in 11 varieties of persimmon. Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.5.2 Vsebnost fenolov pri sorti 'Tipo' med zorenjem in sušenjem v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju

V drugem poskusu smo med fenolimi kislinami analizirali galno kislino in neznano hidroksibenzojsko kislino, med flavanoli procianidin B1 in B2 ter katehin in epikatehin, med flavonoli pa kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid, kvercetin ksilozid in kvercetin arabinopiranozid. Analize smo izvedli na neumedenih in umedenih plodovih sorte 'Tipo' pred in po sušenju.

Pri skoraj vseh obravnavanjih je po največjih vsebnostih izstopala neznana hidroksibenzojska kislina (od 72,1 $\mu\text{g/g}$ sušine pri umedenih suhih plodovih do 1982,2 $\mu\text{g/g}$ sušine pri neumedenih svežih plodovih), po najmanjših vrednostih pa kvercetin ksilozid (od 0,2 $\mu\text{g/g}$ sušine pri umedenih suhih plodovih do 2,3 $\mu\text{g/g}$ sušine pri umedenih svežih plodovih) (preglednica 10).



Slika 15: Kromatogram posameznih analiziranih fenolnih snovi za svež umeden plod kakija pri valovni dolžini 280 nm

Figure 15: The chromatogram of individual analyzed phenolic compounds in fresh mellow persimmon fruit at a wavelength of 280 nm

Skupnih fenolnih kislin (galne in neznane hidroksibenzojske kisline) je bilo največ določenih pri neumedenih svežih plodovih (3282,6 $\mu\text{g/g}$ sušine) in so se statistično značilno razlikovali od ostalih obravnavanj. Najmanj jih je bilo izmerjenih pri umedenih suhih plodovih (139,8 $\mu\text{g/g}$ sušine), ki se statistično značilno niso razlikovali od neumedenih suhih plodov. Med analiziranimi fenolnimi kislina je neznana hidroksibenzojska kislina prevladovala pri neumedenih, galna kislina pa pri umedenih plodovih (preglednica 10).

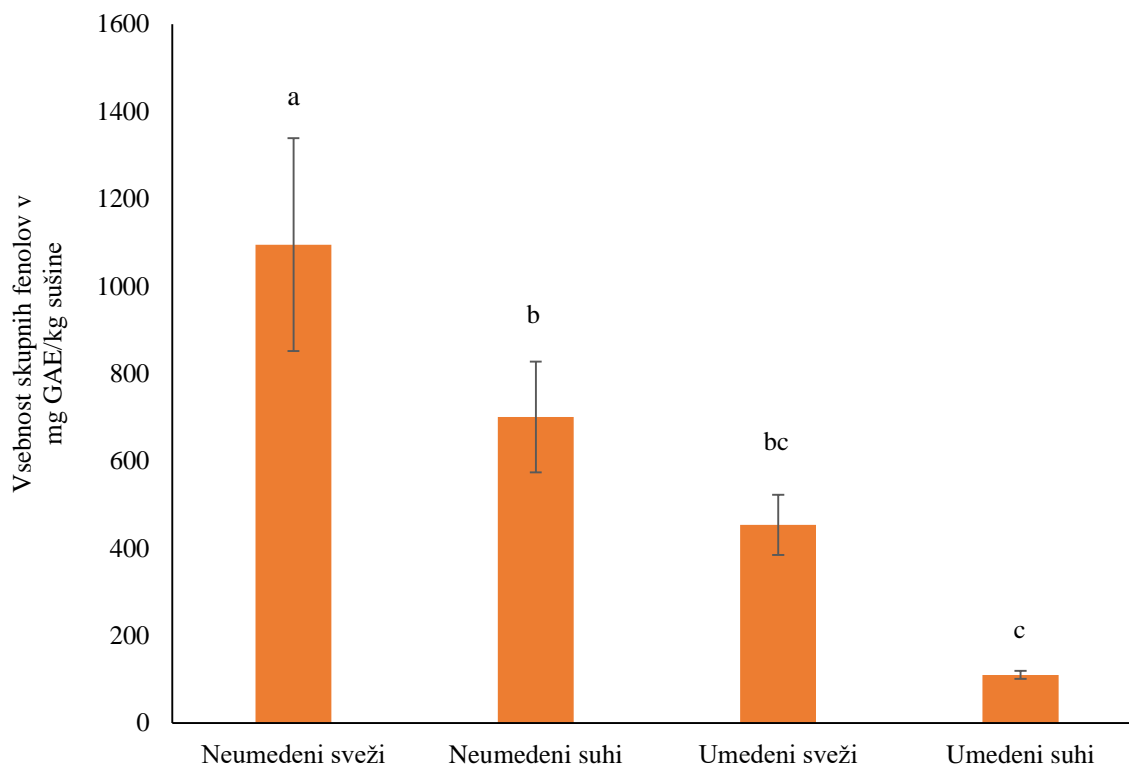
Preglednica 10: Vsebnost posameznih fenolnih snovi v $\mu\text{g/g}$ sušine neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju

Table 10: The content of individual phenolic substances in $\mu\text{g/g}$ dry weight in the fruit flesh of firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying

| | Neumeden | | Umeden | |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | sveži | suhi | sveži | suhi |
| FENOLNE KISLINE | | | | |
| Galna kislina | 1300,4 \pm 413,0 a | 71,0 \pm 31,0 c | 781,4 \pm 294,6 b | 67,7 \pm 28,8 c |
| Neznana hidroksibenzojska kislina | 1982,2 \pm 344,9 a | 414,2 \pm 129,3 b | 401,9 \pm 148,3 b | 72,1 \pm 38,1 c |
| Skupne fenolne kisline | 3282,6 \pm 640,5 a | 485,2 \pm 137,3 c | 1183,3 \pm 280,5 b | 139,8 \pm 62,8 c |
| FLAVANOLI | | | | |
| Procianidin B1 | 51,9 \pm 23,0 b | 14,7 \pm 9,6 c | 51,9 \pm 30,9 b | 14,8 \pm 8,5 c |
| Katehin | 66,5 \pm 29,4 b | 14,4 \pm 12,5 c | 83,6 \pm 12,4 a | 13,5 \pm 11,7 c |
| Procianidin B2 | 80,1 \pm 10,9 a | 22,0 \pm 10,2 c | 55,8 \pm 25,1 b | 7,0 \pm 37,0 c |
| Epikatehin | 88,7 \pm 37,4 a | 16,6 \pm 3,4 c | 49,2 \pm 49,7 b | 9,7 \pm 27,9 c |
| Skupni flavanoli | 276,7 \pm 75,7 b | 67,7 \pm 25,6 c | 240,4 \pm 52,9 b | 47,2 \pm 16,2 c |
| FLAVONOLI | | | | |
| Kvercetin galaktozid | 84,5 \pm 37,3 a | 16,6 \pm 3,4 c | 49,2 \pm 26,7 b | 9,7 \pm 2,8 c |
| Kvercetin glukozid | 1,9 \pm 1,1 b | 0,4 \pm 0,2 c | 0,5 \pm 0,2 c | 0,5 \pm 0,2 c |
| Kvercetin ksilozid | 1,2 \pm 0,8 b | 0,3 \pm 0,1 c | 2,3 \pm 1,2 a | 0,2 \pm 0,1 c |
| Kvercetin arabinopiranozid | 1,85 \pm 1,6 b | 0,5 \pm 0,2 c | 2,7 \pm 0,8 a | 0,3 \pm 0,2 c |
| Skupni flavonoli | 89,5 \pm 38,0 a | 17,7 \pm 3,5 c | 59,4 \pm 50,0 b | 10,7 \pm 3,2 c |
| SKUPNE FENOLNE SNOVI | 3648,8 \pm 774,2 a | 570,6 \pm 166,4 c | 1483,2 \pm 383,4 b | 197,8 \pm 82,2 c |

Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka. Vsebnost skupnih fenolnih snovi je izračunana kot vsota vseh posameznih analiziranih fenolnih snovi.

Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error. The content of total phenolic substances is calculated as the sum of all individual analyzed phenolic substances.



Slika 16: Vsebnost skupnih fenolov v mg GAE/kg sušine v neumedjenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 16: The total phenolic contents in mg GAE/kg dry weight in firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying. Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

Skupnih flavanolov (procianidina B1 in B2, katehina, epikatehina) je bilo izmerjenih največ pri neumedjenih svežih kakijih (276,7 $\mu\text{g/g}$ sušine), ki so se statistično značilno niso razlikovali od umedenih svežih (240,4 $\mu\text{g/g}$ sušine), najmanj pa jih je bilo pri umedenih suhih kakijih (47,2 $\mu\text{g/g}$ sušine) in se statistično značilno niso razlikovali od neumedjenih suhih plodov. Izmed posameznih analiziranih flavanolov je pri umedenih svežih plodovih prevladoval katehin (83,6 $\mu\text{g/g}$ sušine), procianidin B2 (80,1 $\mu\text{g/g}$ sušine) in epikatehin (88,7 $\mu\text{g/g}$ sušine) pa sta bila najbolj zastopana pri neumedjenih svežih plodovih. Procianidina B1 je bilo analiziranega najmanj pri neumedjenih suhih kakijih, ki se statistično značilno niso razlikovali od umedenih suhih kakijev. Prav tako se statistično značilno, po vsebnostih procianidina B1, niso razlikovali neumedjeni sveži in umedeni sveži plodovi (preglednica 10).

Skupna vsebnost vseh posameznih analiziranih fenolnih snovi je bila največja pri neumedjenih svežih kakijih, ki so se statistično značilno razlikovali od ostalih obravnavanj. Najmanjša pa je bila izmerjena pri umedenih suhih kakijih, ki se statistično značilno niso razlikovali od neumedjenih suhih (preglednica 10).

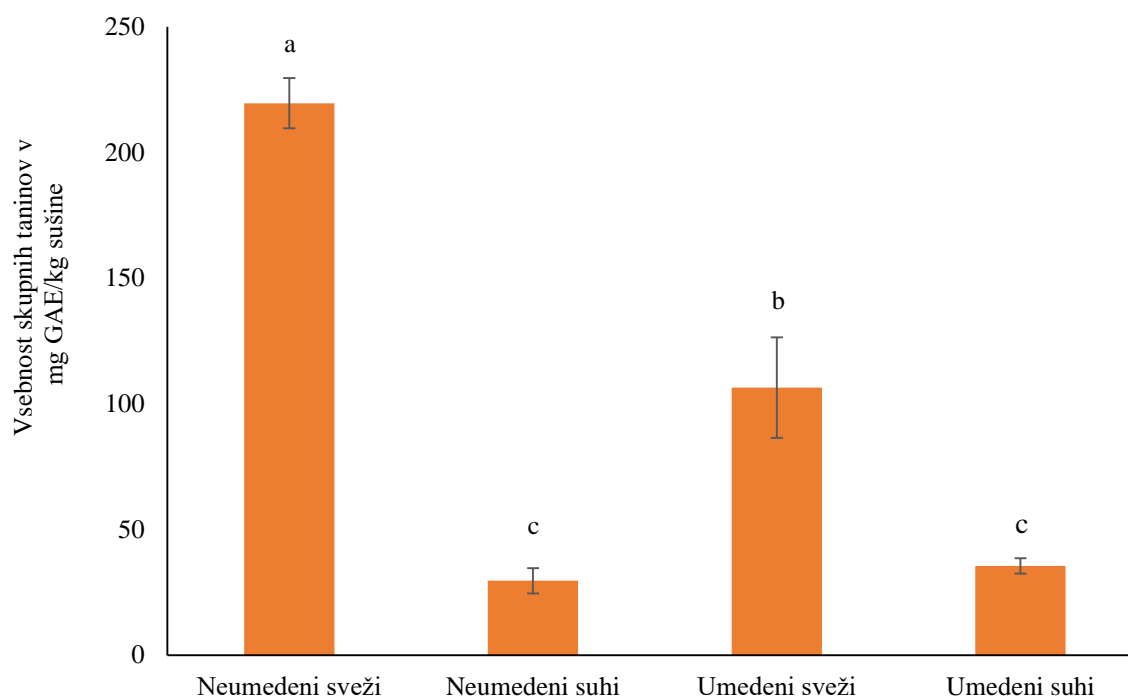
Skupnih flavonolov (kvercetin galaktozid, kvercetin glukozid, kvercetin ksilozid, kvercetin arabinopiranozid) je bilo izmerjenih največ pri neumedenih svežih plodovih (89,5 µg/g sušine), najmanj pa pri umedenih suhih (10,7 µg/g sušine), ki se statistično značilno niso razlikovali od neumedenih suhih kakijev. Med posameznimi flavonoli je znatno izstopal kvercetin galaktozid, ki ga je v primerjavi z ostalimi kvercetin glukozidi do 40-krat več. Največ kvercetin galaktozida so imeli neumedeni sveži kakiji (84,5 µg/g sušine), najmanj pa umedeni suhi plodovi (9,7 µg/g sušine), ki se statistično značilno niso razlikovali od neumedenih suhih (16,6 µg/g sušine) (preglednica 10).

Med zorenjem so se vsebnosti skupnih fenolov zmanjšale iz 1095,2 µg/g sušine (pri neumedenih svežih) na 458,8 µg/g sušine (pri umedenih svežih). Tudi pri sušenju so se vsebnosti vseh analiziranih fenolov zmanjšale. Pri neumedenih iz 1095,2 µg/g sušine na 701,0 µg/g sušine, pri umedenih pa iz 458,8 µg/g sušine na 110,4 µg/g sušine (slika 16).

4.5.3 Vsebnost skupnih taninov pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju

Največjo vsebnost skupnih taninov je bila določena pri neumedenih svežih plodovih (219,6 mg GAE/kg sušine), kar je povezano s trpkim okusom. Njihova vsebnost je bila statistično značilno večja od vseh ostalih obravnavanj. Najmanjšo vsebnost pa smo določili pri neumedenih suhih (29,6 mg GAE/kg sušine) in umedenih suhih (35,5 mg GAE/kg sušine) med katerima ni bilo statistično značilnih razlik (slika 17).

Zorenje in sušenje sta zelo zmanjšala vsebnost skupnih taninov. Pri zorenju se je vsebnost skupnih taninov zmanjšala z 219,6 mg GAE/kg sušine (pri neumedenih svežih) na 106,5 mg GAE/kg sušine (pri umedenih svežih). Med obravnavanjema so bile tudi statistično značilne razlike. Pri sušenju svežih neumedenih plodov se je vsebnost zmanjšala za 190,0 mg GAE/kg sušine, pri sušenju svežih umedenih plodov pa za 71,0 mg GAE/kg sušine (slika 17).



Slika 17: Vsebnost skupnih taninov mg GAE/kg sušine v neumedjenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 17: The content of total tannins in mg GAE/kg dry weight in firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying. Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.6 KAROTENOIDI

4.6.1 Vsebnost karotenoidov pri različnih sortah kakija

Karotenoide smo analizirali v mesu in kožici plodov 11 sort kakija ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'). Določali smo karotenoide: zeaksantin, β -kriptoksantin, α -karoten in β -karoten. Iz preglednice je 11 je razvidno, da je prevladujoči karoten v kožici plodov kakija pri vseh sortah β -karoten. Po vsebnostih mu sledijo α -karoten, β -kriptoksantin in zeaksantin.

Najmanjšo vsebnost β -karotena je imela sorta 'Thiene' (2390 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki se je statistično značilno razlikovala od vseh sort, razen od sort 'Tipo' in 'Jiro'. Sorta 'Hana Fuyu', ki se je statistično značilno razlikovala od vseh sort, pa je imela največjo (8747 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže snovi) izmerjeno vsebnost β -karotena v kožici plodov.

Prav tako je sorta 'Thiene' imela najmanjše vsebnosti α -karotena (652 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki se statistično značilno niso razlikovale od sort 'Tipo' (671 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in 'Jiro' (784 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase). Največ α -karotena je imela sorta 'Hana Fuyu' (2047 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'O'Gosho' (1892 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in 'Tenjin O'Gosho' (1976 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) (preglednica 11).

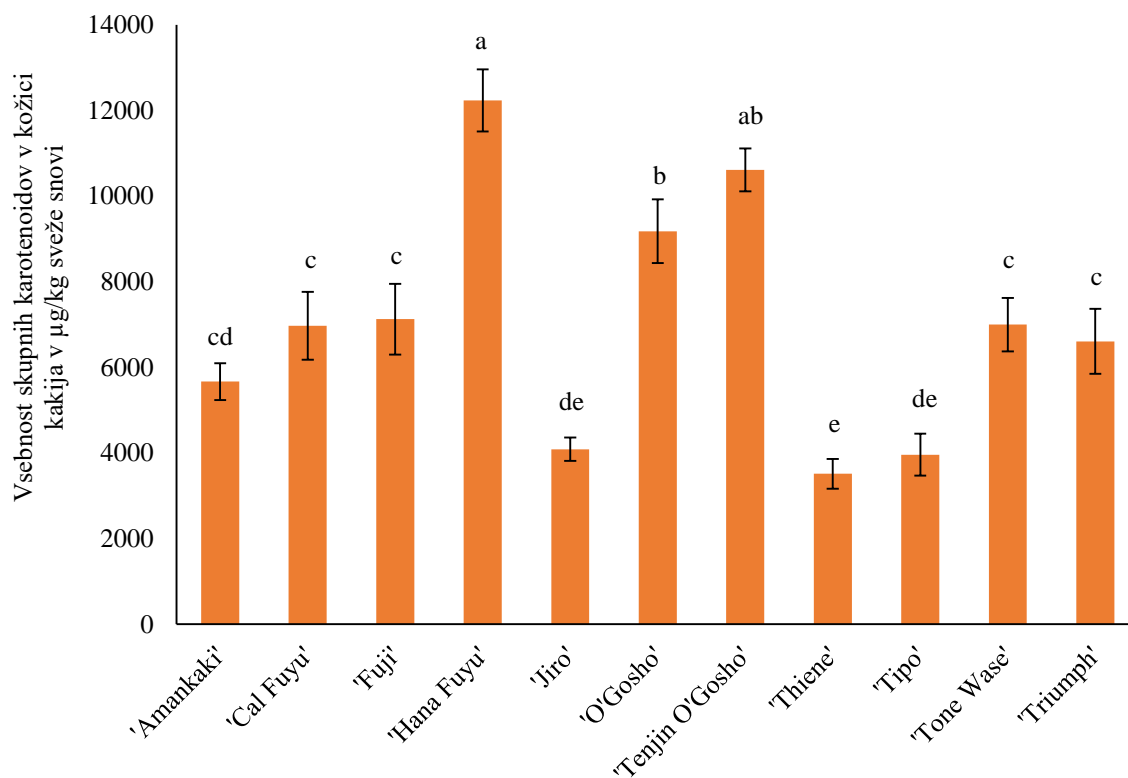
β -kriptoksantina smo tudi pri sorti 'Thiene' določili najmanj (283 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Amankaki', 'Jiro' in 'Tipo'. Največja vsebnost izmerjenega β -kriptoksantina pa je bila pri sorti 'Tenjin O'Gosho' (1254 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki se statistično značilno ni razlikovala le od sorte 'Triumph' (1232 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) (preglednica 11).

Preglednica 11: Vsebnosti posameznih karotenoidov v $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže snovi v kožici pri 11 sortah kakija
Table 11: The levels of individual carotenoids in $\mu\text{g}/\text{kg}$ fresh weight in the skin of 11 varieties of persimmon

| Sorta | Zeaksantin | β -kriptoksantin | α -karoten | β -karoten |
|------------------|-----------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| 'Amankaki' | 190 \pm 17 e | 327 \pm 31 d | 1088 \pm 93 bc | 4044 \pm 340 d |
| 'Cal Fuyu' | 300 \pm 17 bc | 767 \pm 81 b | 1368 \pm 149 b | 4179 \pm 364 d |
| 'Fuji' | 300 \pm 17 bc | 784 \pm 85 b | 1385 \pm 160 b | 4286 \pm 377 d |
| 'Hana Fuyu' | 415 \pm 29 a | 789 \pm 84 b | 2047 \pm 140 a | 8747 \pm 499 a |
| 'Jiro' | 165 \pm 29 e | 477 \pm 52 cd | 784 \pm 56 cd | 2653 \pm 169 e |
| 'O'Gosho' | 435 \pm 42 a | 686 \pm 72 b | 1892 \pm 158 a | 5844 \pm 438 bc |
| 'Tenjin O'Gosho' | 356 \pm 32 ab | 1254 \pm 71 a | 1976 \pm 132 a | 6780 \pm 373 b |
| 'Thiene' | 200 \pm 17 de | 283 \pm 19 d | 652 \pm 57 d | 2390 \pm 281 e |
| 'Tipo' | 184 \pm 25 e | 366 \pm 40 cd | 671 \pm 76 d | 2733 \pm 374 e |
| 'Tone Wase' | 310 \pm 22 bc | 581 \pm 43 bc | 1447 \pm 140 b | 4940 \pm 508 cd |
| 'Triumph' | 267 \pm 39 cd | 1232 \pm 156 a | 1187 \pm 140 b | 4285 \pm 529 d |

Različne črke (a, b, c, d, e) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike pri 11 sort kakija ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.
Different letters (a, b, c, d, e) represent a statistically significant differences among 11 varieties of persimmon ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

Vsebnosti zeaksantina je bilo med vsemi analiziranimi karotenoidi najmanj. Najmanj so ga vsebovale sorte 'Amankaki' (190 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), 'Jiro' (165 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), 'Thiene' (200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in 'Tipo' (184 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), med njimi tudi ni bilo statistično značilnih razlik, največ pa ga je bilo pri sorti 'O'Gosho' (435 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Tenjin O'goshu' in 'Hana Fuyu' (preglednica 11).



Slika 18: Vsebnost skupnih analiziranih karotenoidov v µg/g sveže snovi kožici pri 11 sortah kakija. Različne črke (a, b, c, d, e) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 18: The content of total analyzed carotenoids in µg/g fresh weight in the skin of 11 varieties of persimmon. Different letters (a, b, c, d, e) represent a statistically significant differences among the varieties ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

Največje vsebnosti skupnih karotenoidov v kožici kakijev je imela sorta 'Hana Fuyu' (12235 µg/kg sveže mase), ki se statistično značilno ni razlikovala le od sorte 'Tenjin O'Gosho' (10616 µg/kg sveže mase) (slika 18). Najmanjšo vsebnost pa sorta 'Thiene' (3547 µg/kg sveže mase), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Jiro' in 'Tipo' (slika 18).

V mesu kakija je bilo prav tako pri vseh sortah največ vsebnosti β-karotena, ki so mu sledili β-kriptoksantin, α-karoten in zeaksantin (preglednica 12). Vsebnosti β-karotena so bile od 259 µg/kg sveže mase (pri sorti 'Jiro') do 468 µg/kg sveže mase (pri sorti 'Tipo'), ki sta se tudi statistično značilno razlikovale. Sorta 'Jiro' se je statistično značilno razlikovala še od sorte 'O'Gosho' (preglednica 12).

β-kriptoksantina je bilo določenega največ pri sorti 'Amankaki' (287 µg/kg sveže mase), ki se statistično značilno ni razlikovala od večine sort, razen od sort 'Cal Fuyu' in 'Fuji'. Omenjeni sorti se med seboj statistično značilno nista razlikovali in sta izstopali po najmanjših vsebnostih β-kriptoksantina v mesu plodov. 'Cal Fuyu' je imela izmerjeno vrednost 76 µg/kg sveže mase, 'Fuji' pa 79 µg/kg sveže mase (preglednica 12).

α -karotena je bilo izmerjenega največ pri sorti 'Tenjin O'Gosho' (160 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki ga je vsebovala kar več kot dvakrat več kot sorte 'Tone Wase' (80 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), 'Amankaki' (73 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), 'Cal Fuyu' (76 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in 'Fuji' (78 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) (preglednica 12).

Preglednica 12: Vsebnosti posameznih karotenoidov v $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže snovi v mesu pri 11 sortah kakija
Table 12: The levels of individual carotenoids in $\mu\text{g}/\text{kg}$ fresh weight in the fruit flesh of 11 varieties of persimmon

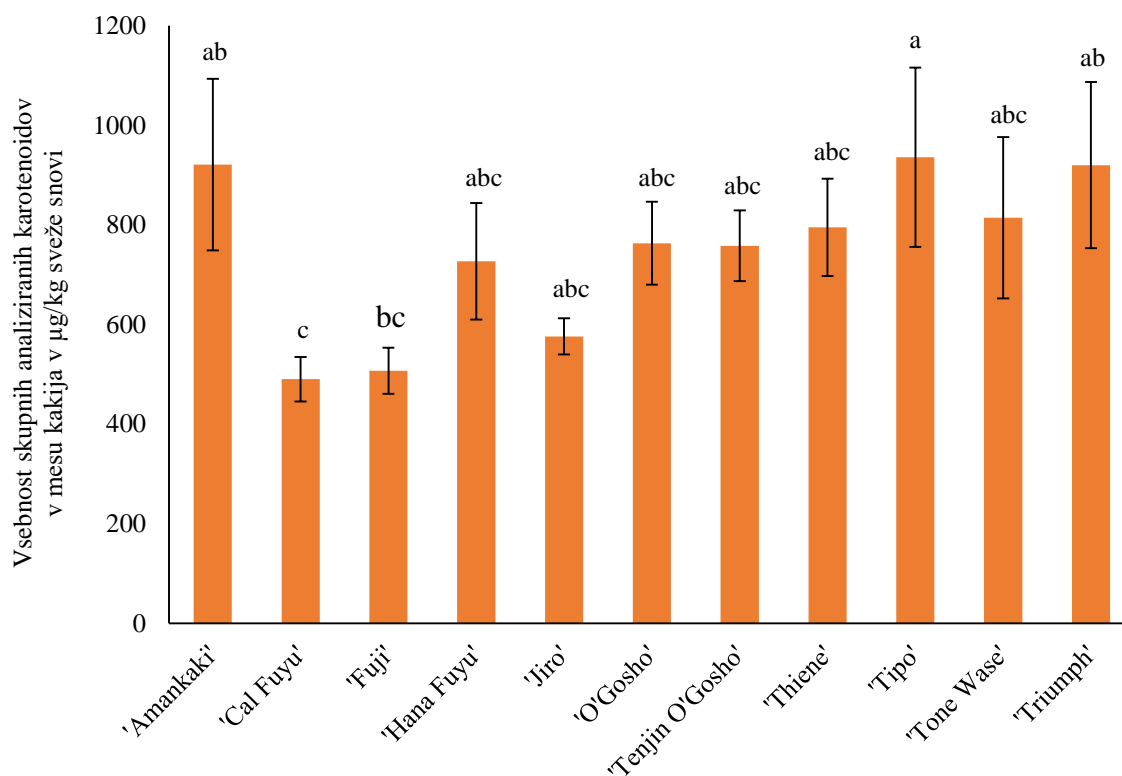
| Sorta | Zeaksantin | β -kriptoksantin | α -karoten | β -karoten |
|------------------|-----------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 'Amankaki' | 52 \pm 8 bcd | 287 \pm 81 a | 73 \pm 13 c | 391 \pm 78 ab |
| 'Cal Fuyu' | 35 \pm 5 d | 76 \pm 17 b | 76 \pm 8 c | 303 \pm 34 ab |
| 'Fuji' | 35 \pm 5 d | 79 \pm 18 b | 78 \pm 9 c | 314 \pm 36 ab |
| 'Hana Fuyu' | 88 \pm 16 ab | 257 \pm 59 ab | 83 \pm 11 bc | 403 \pm 72 ab |
| 'Jiro' | 49 \pm 7 cd | 178 \pm 52 ab | 121 \pm 14 b | 259 \pm 15 b |
| 'O'Gosho' | 82 \pm 21 abc | 148 \pm 21 ab | 83 \pm 8 bc | 459 \pm 55 a |
| 'Tenjin O'Gosho' | 58 \pm 8 bcd | 154 \pm 23 ab | 160 \pm 15 a | 360 \pm 37 ab |
| 'Thiene' | 98 \pm 17 a | 206 \pm 44 ab | 92 \pm 10 bc | 384 \pm 52 ab |
| 'Tipo' | 54 \pm 9 bcd | 210 \pm 57 ab | 86 \pm 11 bc | 468 \pm 85 a |
| 'Tone Wase' | 37 \pm 8 d | 236 \pm 81 ab | 80 \pm 9 c | 305 \pm 43 ab |
| 'Triumph' | 52 \pm 9 bcd | 262 \pm 89 ab | 113 \pm 18 bc | 448 \pm 64 ab |

Različne črke (a, b, c, d, e) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike pri 11 sortah kakija ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Different letters (a, b, c, d, e) represent a statistically significant differences among the 11 varieties of persimmon ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

Zeaksantin je predstavljal najmanjše vsebnosti med karotenoidi v mesu plodov kakija. Po najmanjših vsebnostih so izstopale sorte 'Cal Fuyu' (35 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), 'Fuji' (35 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in 'Tone Wase' (37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), ki so se statistično značilno razlikovale od sort 'Hana Fuyu', 'O'Gosho' in 'Thiene'. Največ ga je bilo izmerjenega pri sorti 'Thiene' (98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) (preglednica 12).

Po največji vsebnosti skupnih karotenoidov je izstopala sorta 'Tipo' z vsebnostjo 936 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase vendar se ni statistično značilno razlikovala od večine sort. Razlikovala se je le od sort z najmanjšimi vsebnostmi, sorte 'Cal Fuyu' (490 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase) in 'Fuji' (507 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sveže mase), s katerima je imela tudi statistično značilne razlike (slika 19).



Slika 19: Vsebnost skupnih analiziranih karotenoidov v µg/kg sveže snovi mesu pri 11 sortah kakija. Različne črke (a, b, c, d, e) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Figure 19: The content of total analyzed carotenoids in µg/kg fresh weight in the fruit flesh in 11 varieties of persimmon. Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

4.6.2 Vsebnost karotenoidov pri sorti 'Tipo' v umedenih in neumedenih plodovih pred in po sušenju

V drugem poskusu smo v plodovih kakija sorte 'Tipo' analizirali sedem karotenoidov (violaksantin, anteraksantin, lutein, β -kriptoksantin, likopen, α -karoten in β -karoten). Ostali karotenoidi so bili razdeljeni med karotene in ksantofile glede na njihove absorpcijske spektre, molekulsko maso in razgradne produkte na HPLC-MS.

Med analiziranimi karoteni je bilo največ β -karotena, ki sta mu sledila α -karoten in likopen. Med ksantofili pa je bilo največ β -kriptoksantina, ki so mu sledili lutein, anteraksantin in violaksantin (preglednica 13).

β -karotena je bilo največ pri umedenih suhih kakijih (6562 µg/kg sušine), najmanj pa pri neumedenih suhih (3535 µg/kg sušine), ki so se med seboj tudi statistično značilno razlikovali. Med umedenimi svežimi in neumedenimi svežimi kakiji ni bilo statistično značilnih razlik (preglednica 13).

Preglednica 13: Vsebnost karotenoidov v $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine v neumedenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju

Table 13: The content of carotenoids in $\mu\text{g}/\text{kg}$ dry weight in firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying

| Karotenoid | Neumeden | | Umeden | |
|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | sveži | suhi | sveži | suhi |
| KSANTOFILI: | | | | |
| Anteraksantin | 6 ± 2 ab | 4 ± 1 b | 8 ± 3 a | 3 ± 1 b |
| Violaksantin | 8 ± 3 a | 1 ± 0 b | 4 ± 2 ab | 2 ± 0 b |
| Lutein | 131 ± 50 a | 59 ± 21 b | 160 ± 54 a | 70 ± 22 b |
| β -kriptoksantin | 220 ± 60 b | 270 ± 60 b | 600 ± 70 a | 690 ± 70 a |
| Ostali ksantofili | 61 ± 21 a | 18 ± 2 b | 62 ± 7 a | 24 ± 2 b |
| KAROTENI: | | | | |
| Likopen | 452 ± 62 c | 353 ± 68 c | 783 ± 51 b | 1057 ± 89 a |
| α -karoten | 31 ± 1 b | 32 ± 4 b | 28 ± 4 b | 84 ± 6 a |
| β -karoten | 5991 ± 339 ab | 3535 ± 279 b | 5787 ± 319 ab | 6562 ± 232 a |
| Ostali karoteni | 16138 ± 2740 b | 11249 ± 1121 c | 21910 ± 816 a | 23430 ± 902 a |

Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti \pm standardna napaka.

Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown \pm standard error.

α -karotena je bilo v primerjavi z β -karotenom več kot 100-krat manj. Največ ga je bilo izmerjenega pri umedenih suhih ($84 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine) kakijih, ki so se statistično značilno razlikovali od ostalih obravnavanj, med katerimi ni bilo statistično značilnih razlik. Likopena je bilo prav tako največ določenega pri umedenih suhih kakijih ($1057 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine), ki so se statistično značilno razlikovali od ostalih, najmanj pa pri neumedenih svežih in suhih kakijih, med katerimi ni bilo statistično značilnih razlik. Vsebnosti ostalih karotenov so prevladovale tudi pri umedenih suhih plodovih ($23430 \mu\text{g}/\text{g}$ sušine), ki se statistično značilno niso razlikovali od umedenih svežih ($21910 \mu\text{g}/\text{g}$ sušine) (preglednica 13).

Med analiziranimi ksantofili je bilo pri vseh obravnavanjih največ določenega β -kriptoksantina, ki se statistično značilno ni razlikoval med neumedenimi in med umedenimi kakiji. Najmanjšo vsebnost analiziranih ksantofilov pa sta pokazala anteraksantin in violaksantin, manj kot $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (preglednica 13).

Med sušenjem so se bistveno spremenile predvsem vsebnosti violaksantina in luteina. Vsebnosti violaksantina so se zmanjšale z $8 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih svežih) na $1 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih suhih) in s $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih svežih) na $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ sušine

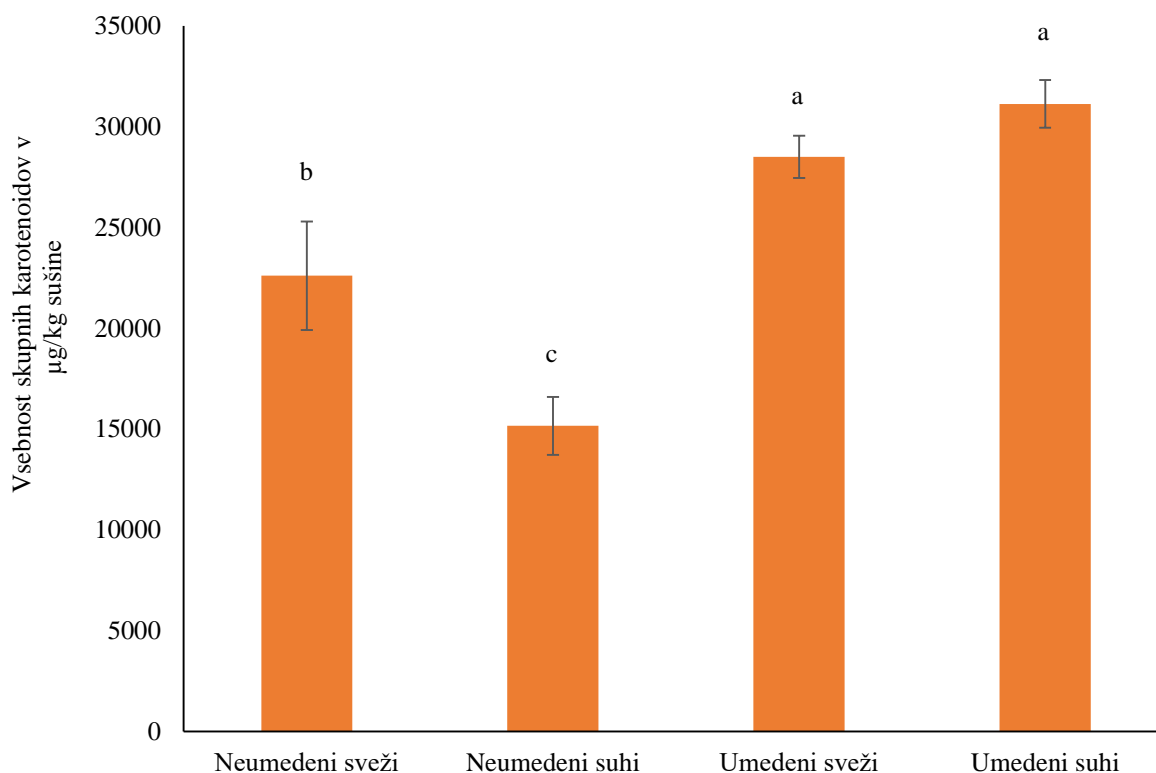
(pri umedenih suhih). Vsebnosti luteina pa so se zmanjšale s 131 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih svežih) na 59 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih suhih) in s 160 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih svežih) na 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih suhih). Sušenje je vplivalo na znižanje vsebnosti vseh ksantofilov, razen β -kriptoksantina, katerega vsebnost se je za malenkost povečala, z 220 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine na 270 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih) in s 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine na 690 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih) vendar ne statistično značilno. V nasprotju s ksantofili, so se vsebnosti karotenov pri sušenju umedenih kakijev povečale. Največ se je povečala vsebnost likopena, s 783 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih svežih) na 1057 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih suhih) (preglednica 13).

Pri zorenju so se najbolj spremenile vsebnosti ksantofilov luteina in β -kriptoksantina. Vrednosti luteina so se spremenile s 131 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih svežih) na 160 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine pri umedenih svežih, vrednosti β -kriptoksantina z 220 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih svežih) na 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih svežih). Med karoteni pa se je povečala le vsebnost likopena s 452 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih svežih) na 783 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih svežih) (preglednica 13).

Iz slike 20 je razvidno, da so največje vsebnosti skupnih karotenoidov vsebovali umedeni suhi kakiji (31133 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine), najmanjše vsebnosti pa neumedeni suhi kakiji (15169 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine), med njimi pa so bile tudi statistično značilne razlike. Statistično značilnih razlik ni bilo med umedenimi svežimi in umedenimi suhimi kakiji.

Med sušenjem se vsebnost skupnih karotenoidov pri umedenih plodovih ni statistično spremenila (z 28509 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine pri svežih na 31133 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine pri suhih). Pri neumedenih plodovih pa se je vsebnost skupnih karotenoidov za 7442 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine zmanjšala pri suhih v primerjavi s svežimi, med njima pa so bile tudi statistično značilne razlike (slika 20).

Zorenje je povzročilo povečanje količine skupnih karotenoidov, z 22611 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri neumedenih svežih) na 28509 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sušine (pri umedenih svežih). Med njima so bile tudi statistično značilne razlike (slika 20).



Slika 20: Vsebnost skupnih karotenoidov v µg/kg sušine v neumedjenih in umedenih kakijih sorte 'Tipo' pred in po sušenju. Različne črke (a, b, c) pri vrednostih pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji ($p \leq 0,05$). Prikazane so povprečne vrednosti ± standardna napaka. Skupni karotenoidi so preračunani kot vsota vseh indentificiranih karotenoidov na MS.

Figure 20: Total carotenoids content in µg/kg dry weight in firm and mellow persimmon cv. 'Tipo' before and after drying. Different letters (a, b, c) represent a statistically significant differences among the treatments ($p \leq 0.05$). Average values are shown ± standard error. Total carotenoids are calculated as the sum of all identification carotenoids in MS.

4.7 KORELACIJA MED SLADKORJI IN TANINI PRI SORTI 'TIPO' V UMEDENIH IN NEUMEDENIH PLODOVIH PRED IN PO SUŠENJU

Izračun med vrednostmi skupnih sladkorjev in skupnih taninov je pokazal, da med njima ni korelacije ($R^2 = -0,049$) kar pomeni, da se vsebnost taninov ne spreminja v odvisnosti od količine skupnih sladkorjev.

5 RAZPRAVA

Kaki sodi med tiste sadne vrste, ki so bogate s primarnimi metaboliti, posebno s sladkorji in mnogimi sekundarnimi metaboliti, kot so karotenoidi, polifenoli in tanini (George in Redpath, 2008). Zaradi svoje sestave je visoko hranljivo sadje in je bil tradicionalno uporabljen za zdravljenje različnih bolezni, kot so hipertenzija, paraliza, opekline, krvavitve (Luo in Wang, 2008). Med primarne metabolite sodijo sladkorji in organske kisline, ki z ustreznim razmerjem (visoke vsebnosti sladkorjev in zmerne vsebnosti organskih kislin) pripomorejo k harmoničnemu okusu kakija. V zadnjem času pa kaki postaja vse bolj zanimiv ne samo zaradi okusa, ampak tudi zaradi svojih antioksidativnih lastnosti in močne obrambne aktivnosti proti aktivnim kisikovim prostim radikalom, kar je posledica sekundarnih metabolitov, predvsem flavonoidov, ki jih vsebuje (Lee in sod., 2007). Pozitivni učinki fenolnih spojin pri preprečevanju bolezni srca in ožilja ter splošni ugodni vplivi na zdravje ljudi, predstavljajo pomembne dejavnike za njegovo selekcijo (Del Caro in Piga, 2008).

Med fenolnimi snovmi so pomembni tanini, ki povzročajo trpek okus ploda. Značilnost kakija je, da se ga razvršča v dve skupini glede na trpkost. Tako delimo plodove v trpke, ki niso primerni za uživanje in netrpke. Vsi kakiji pa so primerni za uživanje, ko so mehki (Yonemori in sod., 2000). Več okoljskih in genetskih dejavnikov, kot so različnost sort, gnojenje in podnebje, vpliva na kopičenje biološko aktivnih snovi (fenolnih snovi, karotenoidov) v njem (Denev in Yordanov, 2013).

V Evropi se ga uživa pretežno svežega kar pomeni, da je na razpolago le omejen del leta. Faza zrelosti je dejavnik, ki določa organoleptične lastnosti plodov kakija (Denev in Yordanov, 2013). Sušenje kakija na Japonskem velja za tradicionalno metodo ohranjanja sadja z dobrimi senzoričnimi lastnostmi (Nicoletti in sod., 2007). Kljub temu sušenje vpliva tudi na kakovost izdelka z učinki na teksturo, gostoto, sorpcijske lastnosti, poroznost in barvo (Topuz in sod., 2009).

Rezultati v naši raziskavi med poskusoma niso neposredno primerljivi, ker so v prvem poskusu izraženi na svežo snov, v drugem pa na sušino. Kaki vsebuje predvsem velik delež vode, sušina pa predstavljajo majhen odstotek svežega sadja. Glede na to, da smo v drugem poskusu primerjali sveže in sušene plodove kakija, so bili vsi rezultati izraženi na osnovi sušine, kar zagotavlja zanesljivo primerjavo med obravnavanji. Sušina se je med obravnavanji razlikovala. Neumedeni sveži plodovi so vsebovali 13 % sušine, umedeni sveži 15,8 %, neumedeni suhi 83 % in umedeni suhi 79,7 % sušine. Če to upoštevamo, lahko med sabo primerjamo rezultate obeh poskusov.

5.1 OBARVANOST PLODOV IN VPLIV KAROTENOIDOV

Barva mesa pri kakijih variira od oranžno-rumene do rdeče-rjave, kar je odvisno od sorte in prisotnosti semen (Yonemori in sod., 2000). V naši raziskavi smo ugotovili razlike v zunanji barvi plodov med vsemi proučevanimi sortami ('Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tijo' in 'Triumph'), saj smo pri vsaki izmerili različne vrednosti parametra L^* in h° . Candir in sod. (2009) navajajo, da parameter h° določa

užitno zrelost, ko so njegove vrednosti med 45° in 55° . V našem poskusu smo z merjenjem ugotovili, da so vrednosti parametra h° med $46,9^\circ$ in $54,4^\circ$ zato lahko sklepamo, da so bili plodovi v užitni zrelosti. Prav tako parameter h° predstavlja barvo, kjer je 0° rdeča, 90° rumena, 180° zelena in 270° modra barva (Jakopic in sod., 2007). Naše izmerjene vrednosti parametra h° so bile pri večini sort nad 50° , kar pomeni, da so bili plodovi rumeno-oranžne barve. Parameter L^* ima vrednosti od 0 do 100 in pomeni, da manjša kot je njegova vrednost, svetlejša barva je plod (Jakopic in sod., 2007). Povprečna izmerjena vrednost parametra L^* pri vseh sortah je bila 53,6. Edina sorta, ki je izstopala po vrednosti obeh parametrov pod 50 je bila 'Tone Wase', iz česar lahko sklepamo, da so bili plodovi te sorte temneje obarvani od ostalih sort v prvem poskusu.

Barva je pomembna tudi kot pokazatelj kakovosti suhih živilskih proizvodov. Med skladiščenjem in sušenjem se lahko spremeni zaradi številnih kemijskih in biokemijskih reakcij (Carcel in sod., 2010). Carcel in sod. (2010) so pri svoji raziskavi, kjer so proučevali kako različne temperature sušenja (2°C , 10°C , 18°C in 28°C) vplivajo na barvo kakijev ugotovili, da so višje temperature (28°C) povzročile hitrejše temnenje plodov kot nižje. Tudi v našem drugem poskusu so se plodovi med sušenjem obarvali temneje. Glede na naše rezultate je razlika vidna predvsem pri izmerjenih vrednostih parametra L^* v mesu kakijev. Tako pri neumedenih kot umedenih se je vrednost zmanjšala.

Tomas-Barberan in Espin (2001) poročata, da je pri zorenju zmanjšanje vrednosti parametra L^* lahko posledica rjavih pigmentov, ki nastanejo pri encimskih reakcijah, do česar lahko pride tudi zaradi oksidacije polifenolov in delovanja peroksidaze. Spremembo parametra L^* se lahko pojasni tudi s predelavo topnih taninov v netopne pri zorenju, navajajo Kim in sod. (1993). V našem poskusu so se med zorenjem vrednosti obeh parametrov zmanjšale, tako v kožici kot v mesu plodov kakija. Iz teh rezultatov lahko sklepamo, da se je povečala intenziteta barve. Salvador in sod. (2007), ki so ugotovili, da se barva spreminja med zorenjem in sicer od zeleno-rumenih do oranžno-rdečih tonov ob koncu rastne dobe, menijo tudi, da pri zorenju poteka degradacija klorofila in sinteza karotenoidnih pigmentov, kar pripomore do prehoda barve od zelenih do rumenih in rdečih odtenkov.

Pri postopku sušenja voda izpari, encim peroksidaza se skoncentrira in sproži se reakcija oksidacije, polimerizirani fenoli pa nato povzročijo temnejše obarvanje (Kim in Jung, 2011). V našem poskusu je pri posušeni kakiji do spremembe barve v bolj rdeče odtenke lahko prišlo tudi zaradi zmanjšanja vsebnosti ksantofilov, ki so odgovorni za rumene odtenke in povečanja količine karotenov, ki dajejo rdečo barvo.

Barva sadja je povezana tudi z vsebnostjo karotenoidov in je odvisna od konjugiranih dvojnih vezi in drugih skupin, ki jih vsebujejo molekule karotenoidov (Rodriguez-Amaya in Kimura, 2004). Karotenoidi so najbolj razširjena skupina pigmentov v naravi, ki je prisotna v vseh fotosintetskih organizmih ter odgovorna za rumene do rdeče barvne odtenke v sadju (Bramley, 2003), predvsem zaradi β -karotena in β -kriptoksantina (Kondo in sod., 2004). De Ancos in sod. (2000) so analizirali karotenoide v kakiju in ugotovili, da je bogat s karotenoidi, med katerimi izstopajo β -karoten, β -kriptoksantin, lutein in likopen. Naše ugotovitve lahko primerjamo z njihovimi, saj je pri vseh 11 proučevanih sortah izstopal po največjih vsebnostih β -karoten, ki mu je sledil β -kriptoksantin. Ugotovili smo, da se vsebnosti karotenoidov razlikujejo med kožico in mesom. Skupna količina karotenoidov v

mesu je bila manjša kot v kožici kakija. Istega mnenja so tudi Daood in sod. (1992), ki so ugotovili, da je v kožici prevladoval β -karoten in da je skupna količina karotenoidov v mesu veliko manjša kot v kožici kakija. Tudi Plaza in sod. (2012) menijo, da sta β -kriptoksantin in β -karoten bistvena karotenoida in predstavljata 63-67 % oziroma 12-19 % skupnih karotenoidov v kakiju. Njihove vrednosti skupnih karotenoidov so od 273,11 $\mu\text{g}/100\text{g}$ sveže snovi do 591,82 $\mu\text{g}/100\text{g}$ sveže snovi. V našem poskusu so izmerjene vrednosti skupnih karotenoidov v proučevanih sortah v primerjavi z njihovimi rezultati manjše, kar je lahko posledica dejstva, da smo opravili analize na nesaponificiranih vzorcih.

V drugem poskusu smo ugotovili, da sušenja in zorenje vplivata na spremembo vsebnosti karotenoidov, kar potrjuje ugotovitve Chan in sod. (1997), ki so ugotovili povečanje vsebnosti določenih karotenoidov med sušenjem kakijev. Med vsemi obravnavanji smo ugotovili, da se je najbolj povečala vsebnost likopena predvsem kot rezultat sušenja umedenega kakija. Tudi Homnava in sod. (1991) so ugotovili, da sušenje močno vpliva na barvo kakijev, kar pa je povezano s povečanjem vsebnosti likopena v kožici kakija.

Glede na naše rezultate med sušenjem obstaja razlika med neumedenimi suhimi plodovi in umedenimi suhimi plodovi. Vsebnost večine karotenoidov, predvsem karotenov, se je povečala pri umedenih suhih plodovih. Vsebnosti ksantofilov so se zmanjšale kot rezultat sušenja v neumedenih in umedenih plodovih, kar pa je tudi vplivalo na barvo plodov.

Če primerjamo kaki z marelicami, v katerih so Dragovič-Uzelac in sod. (2007) ugotovili, da β -karoten v mesu predstavlja kar 70-85 % skupnih karotenoidov, ga ima kaki veliko manj. Dias in sod. (2009), ki so določali vsebnosti α -karotena, β -karotena in β -kriptoksantina pri različnih sadnih vrstah, so pri pomarančah ugotovili višje vsebnosti α -karotena in β -kriptoksantina ter nižje vsebnosti β -karotena, kot mi pri analizah na kakiju. Prav tako so se pokazale razlike pri breskvah v primerjavi s kakiji, saj so imele večje vsebnosti vseh treh analiziranih karotenoidov.

5.2 SPREMEMBE VSEBNOSTI PRIMARNIH METABOLITOV

Sladkorji in organske kisline imajo odločilen vpliv na okus sadja. Znano je tudi, da se vsebnost sladkorjev v času zorenja zelo spreminja, količina fruktoze in glukoze v plodovih sadja se povečuje, saharoze pa zmanjšuje (Šturm in sod., 2003; Lindon in sod., 2012).

5.2.1 Sladkorji

Vsebnost ogljikovih hidratov v plodovih določa sladkost pri kakiju, kar je pomembno za celotno organoleptično lastnost ploda (Denev in Yordanov, 2013). Različnost vsebnosti sladkorjev je v kakiju posledica genetske variabilnosti, faze zorenja, metode odstranjevanja trpkosti in postopka ekstrakcije sladkorjev (Zeng in sod., 1990).

Naši rezultati kažejo, da je pri vseh obravnavanih sortah med sladkorji prevladovala glukoza, ki sta ji sledili fruktoza in saharoza. Takšen vrstni red sladkorjev v kakiju so ugotovili tudi Candir in sod. (2009), ki navajajo, da sta glavna sladkorja v plodovih kakija glukoza in fruktoza, le v manjših količinah pa je zaznati saharozo. Največje vsebnosti skupnih

sladkorjev smo izmerili pri sorti 'Tone Wase', najmanjše pa pri sortah 'O'Gosho', 'Hana Fuyu' in 'Cal Fuyu'. Tudi Del Bubba in sod. (2009) so pri določanju sladkorjev v kakiju ugotovili, da je bilo med njimi največ glukoze, nato fruktoze in saharoze. Poleg tega poročajo o večji vsebnosti skupnih sladkorjev pri sorti 'Tipo' v primerjavi s sorto 'Rojo Brillante'. V nasprotju s tem so Candir in sod. (2009) ugotovili, da je pri sorti 'Harbiye' največ saharoze, nato glukoze in fruktoze. Ugotovili so tudi trend zmanjševanja vsebnosti saharoze proti koncu rastne dobe. Giordiani in sod. (2011) so proučevali razlike med trpkimi in netrpkiimi sortami. Ugotovili so, da imajo PCA (v tehnološki zrelosti vedno trpki, ne glede na oplodnjo) in PVA (kljub oplodnji ne izgubijo popolnoma trpkosti) tipi kakija večje vsebnosti sladkorjev kot PCNA (v tehnološki zrelosti vedno užitni, ne glede na oplodnjo) in PVNA (v tehnološki zrelosti užitni, če so oplojeni, neoplojeni plodovi so trpki) tipi. S temi ugotovitvami lahko primerjamo tudi naše rezultate, saj smo pri sorti 'Fuji' (PCA), 'Tone Wase' (PVA) in 'Triumph' (PVA) določili največje vsebnosti skupnih sladkorjev.

Naše analizirane vrednosti skupnih sladkorjev v kakiju so primerljive s koncentracijami v jabolkih, kjer so Hofer in sod. (2005) ugotovili vsebnosti med 115 in 183 g/kg sveže snovi, medtem ko so bile naše od 106 in 178 g/kg sveže snovi. Razlika med jabolki in kakiji je v zaporedju vsebnosti sladkorjev, kjer je pri jabolkih največ fruktoze, sledita ji glukoza in saharoza (Veberic in sod., 2007). Fruktoza, ki je 1,2-krat bolj sladka od saharoze, sodi med najbolj sladke sladkorje tudi v primerjavi z glukozo (White, 2014). Sorte kakija, ki vsebujejo največje koncentracije skupnih sladkorjev, se lahko primerjajo tudi s češnjami, ki v povprečju vsebujejo 150 do 230 g/kg sveže snovi skupnih sladkorjev, njihovo zaporedje pa je podobno kot pri kakiju. Največ je glukoze, sledita fruktoza in saharoza (Usenik in sod., 2008).

Rezultati v našem drugem poskusu, ki so bili izraženi na sušino, kažejo na povečanje vsebnosti sladkorjev med zorenjem, še večje vsebnosti pa so bile po sušenju. Med sušenjem se je povečala raven sladkorjev tako pri neumedenih kot pri predhodno umedenih plodovih, kar je posledica izhlapevanja vode in tvorbe kristaliziranih struktur topnih sladkorjev (Kim in Jung, 2011).

5.2.2 Organske kisline

Organske kisline močno vplivajo na organoleptične lastnosti sadja, predvsem pa so pomembne za okus, barvo in aromo plodov. Te lastnosti so odgovorne za kislost v sadju, ki je določena predvsem z vsebnostjo citronske kisline (Kader, 2008). V naši raziskavi smo ugotovili, da je v plodovih kakija po največjih vsebnostih izstopala jabolčna kislina, sledile so citronska, vinska, fumarna in oksalna. Prav tako zaporedje so pri analizi organskih kislin v kakiju ugotovili Daood in sod. (1992), ki poročajo, da je največ jabolčne, nato citronske in v manjših količinah fumarne kisline. Naše izmerjene vrednosti citronske kisline pri sorti 'Tone Wase' (701 mg/kg) se lahko primerjajo z njihovimi (657 mg/kg). Največ skupnih kislin je vsebovala sorta 'Triumph', najmanj pa 'Jiro'.

Vsebnost kislin se je med sušenjem in zorenjem spreminjala. Vsebnosti jabolčne kisline so se zmanjšale med postopkom sušenja tako pri neumedenih kot umedenih kakijih, vendar pa se je največje zmanjšanje pokazalo pri plodovih, ki so bili posušeni nezreli, kar lahko

pojasnimo z navedbami Polenta in sod. (2006), da sušenje pri temperaturi nad 40 °C povzroči večjo respiracijo, stimulira se primarni metabolizem in s tem pospešuje razgradnjo organskih kislin.

V primerjavi s češnjami in jabolki so zreli plodovi kakija zelo bogati s citronsko kislino, vsebnost jabolčne kisline pa je v plodovih kakija v primerjavi s češnjami zelo majhna (Usenik in sod, 2008). Ostalo tropsko sadje, npr. papaja in ananas vsebujeta veliko večje koncentracije citronske kisline v zrelih plodovih (Hernández in sod., 2008) kot kaki.

Glew in sod. (2005) so pri vrsti *D. lotus* ugotovili, da se vsebnosti organskih kislin, jabolčne in citronske, zmanjšujejo med rastno dobo. Največja vsebnost jabolčne kisline je bila v nezrelih plodovih, nato se je z zrelostjo zmanjšala. Citronske kisline je bilo največ v srednje zrelih plodovih, v zrelih pa je bila vsebnost manjša. Sugiyama in sod. (1991) so ugotavljali vsebnosti organskih kislin v soku, kjer je tudi prevladovala jabolčna kislina pred citronsko, katere vsebnost je bila komaj zaznavna.

5.2.3 Razmerje sladkorji/kisline

Razmerje med sladkorji in kislinami je dober pokazatelj notranje kakovosti, ko je sadje v tehnološki zrelosti. Večje ko je razmerje, bolj so plodovi okusni in slajši ter manjše kot je, bolj so kislega okusa. Sorta 'Tipo' je imela najmanjše razmerje (87) in je imela med vsemi sortami najbolj kiselkast okus, sorta 'Jiro' pa je imela največje razmerje (176). Razmerje med sladkorji in kislinami se z zorenjem in sušenjem povečuje (Trivedi, 2006). V našem poskusu smo ugotovili, da so imeli največje razmerje posušeni plodovi, zaradi visokih vsebnosti sladkorjev in nizkih vsebnosti kislin, zato so tudi po okusu zelo sladki.

5.3 SPREMEMBE VSEBNOSTI FENOLNIH SNOVI

Del Bubba s sod. (2009) poročajo, da so kakiji dober vir fenolnih snovi, med katerimi prevladujejo *p*-kumarna kislina, katehin, epikatehin, epigalokatehin in kondenzirani proantocianidini. Ti skupaj predstavljajo pomembno vlogo pri zaščiti pred prostimi radikali in pred nekaterimi boleznimi. Naši rezultati kažejo da je pri 11 proučevanih sortah prevladovala galna kislina, z največjo vsebnostjo pri sorti 'Tone Wase'. Izmerjene vrednosti galne kisline v plodovih proučevanih sort so bile v našem poskusu od 1,74 do 24,4 mg/kg sveže snovi in se lahko primerjajo z rezultati Daood in sod. (1992), ki poročajo o 6,5 mg/kg v plodovih kakija.

Galna kislina je še posebno pomembna za sadje, ker je močan antioksidant z antimutagenim in antikarcinogenim učinkom (Gunckel in sod., 1998). Chen in sod. (2008) kot glavno fenolno kislino v kakiju sorte 'Mopan' navajajo galno kislino, ki kaže najmočnejšo antioksidativno aktivnost med šestimi analiziranimi fenolnimi spojinami. Vrednosti katehina v neumedenih kakijih so podobne kot v figah (Veberic in sod., 2008), toda bistveno manjše kot v kožici in mesu jabolka (Veberic in sod., 2007).

Glede na vsebnost skupnih fenolov, po najmanjših vsebnostih izstopa sorta 'Triumph'. V primerjavi s češnjami, ki vsebujejo od 443 do 879 mg GAE/kg sveže snovi (Usenik in sod., 2008) in jabolki, ki imajo v kožici od 1060 mg GAE/kg sveže snovi in v mesu – 215 mg GAE/kg sveže snovi (Mikulic–Petkovsek in sod., 2007), so vsebnosti skupnih fenolov v kakiju veliko manjše (127 do 295 mg GAE/kg sveže snovi).

Baltacioğlu in Artik (2013) navajata, da so skupni fenoli prisotni v večjih koncentracijah pri trpkih kot pri netrpkih plodovih, kar pomeni, da ima stopnja zrelosti bistven pomen na koncentracijo fenolov. Tudi v naši raziskavi so se vsebnosti posameznih fenolov zelo razlikovale med neumedenimi svežimi in umedenimi svežimi plodovi. Nezreli plodovi vsebujejo okoli osemkrat večje vsebnosti skupnih fenolov kot zreli plodovi. Močna sinteza fenolov je značilna za prve razvojne faze pri kakiju, močan upad pa se pojavi z zorenjem, zaradi večje aktivnosti določenih encimov (Telis in sod., 2000). Tudi Gorinstein in sod. (1998) trdijo, da stopnja zrelosti bistveno vpliva na vsebnosti fenolnih spojin.

Vsebnost posameznih fenolov se je spremenila tudi pri sušenju kakijev. Tudi Wojdyło in sod. (2009) ugotavljajo, da sušenje pri temperaturi med 55 °C in 85 °C zmanjša vsebnost fenolov. Proces sušenja deaktivira encime, kot so polifenoloksidaze, ki vplivajo na raven posameznih fenolov (Karaman in sod., 2014). Tudi Karaman in sod. (2014) navajajo, da proces sušenja dodatno zniža vsebnosti fenolov, saj toplotna obdelava povzroča celične motnje in izpostavljenost fenolov oksidativnim in hidrolitskim encimom. Ugotovili so tudi, da so količine fenolov pri liofiliziranih kakijih večje kot pri posušeni kakijih na zraku, ker sušenje z zamrzovanjem ne povzroča termične razgradnje in ne stimulira encimske razgradnje. Vzrok za zmanjšanje fenolov je tako povezan s toplotno obdelavo kot tudi z aktivnostjo specifičnih encimov (Nicoli in sod., 1999).

Vsebnosti skupnih taninov smo analizirali samo v drugem poskusu. Tanini so fenolne spojine, ki so odgovorne za trpkost sadja (Karhan in sod., 2003). Njihova vsebnost je pri trpkih sortah nekajkrat višja kot pri netrpkih (Gorinstein in sod., 1998). Nakatsubo in sod. (2002) so v raziskavi, kjer so proučevali 16 različnih sort kakija ugotovili, da 11 sort od 16, vsebuje tanine v obliki katehina in galokatehina. Določili so celo, da se lahko vseh 16 testiranih sort kakija razdeli v 5 skupin, glede na vsebnosti kondeziranih taninov, dobljenih v analizi. Tanini v kakiju so lahko vodotopni z nizko molekulsko maso, kar da kakiju trpek okus, zaradi česar niso užitni v času tehnološke zrelosti. Lahko pa imajo visoko molekulsko maso, so netopni v vodi in posledično so sadeži ob spravilu užitni (Giordani in sod., 2011). Sorta 'Tipo' spada med trpke sorte, ki se ji med zorenjem trpkost zmanjša (Suzuki in sod., 2005).

Ugotovili smo, da se vsebnost taninov pri zorenju in sušenja zmanjša. Homnava in sod. (1991) so opazili znatno povečanje topnih taninov v prvem obdobju rasti, kar je povezano s sintezo proantocianidinov, ki so se oblikovali pod anaerobnimi pogoji. Ugotovili so tudi, da se količina topnih taninov, po povečanju v začetnem razvojnem obdobju, med zorenjem konstantno zmanjšuje. Tako so ugotovili tudi Candir in sod. (2009), ki so pri sorti 'Harbiye' ugotovili znatno zmanjšanje topnih taninov z razvojem ploda. Od 60 do 186 dni po polnem cvetenju se vsebnost taninov intenzivno zmanjšuje, kasneje pa manj intenzivno.

Za hidrolizo taninov je odgovoren encim tanaza. Njegova aktivnost se povečuje do temperature 40 °C zaradi česar je degradacije taninov večja. Optimalna temperatura za encimsko aktivnost pa je 45 °C. Segrevanje na več kot 90 °C povzroči deaktivacijo encimov (Mukherjee in Banerjee, 2006). Toplotna obdelava zato odpravlja trpkost in stimulira kopičenje sladkorjev na površje, kjer se kristalizirajo, s čimer plod postane sladek (Taira, 1996).

6 SKLEPI

Cilj naše raziskave je bil ugotoviti razlike med vsebnostim primarnih in sekundarnih metabolitov med različnimi sortami ter učinke zorenja in sušenja na morebitno spremembo teh snovi. Raziskava je potekala v dveh poskusih, ki sta bila izvedena v letih 2007 in 2014.

V naši raziskavi smo prišli do naslednjih sklepov:

- Zunanja barva plodov se med sortami razlikuje, saj smo izmerili različne vrednosti barvnih parametrov L^* in h° med sortami. Ugotovili smo tudi, da zorenje vpliva na spremembo barve, saj se je ta iz rumene oziroma svetlo oranžne pri nezrelih plodovih spremenila v temno oranžno pri zrelih. Prav tako se je barva spremenila pri sušenju, saj so bili posušeni plodovi temno oranžno barvo, na kar predhodna stopnja zrelosti ni vplivala. Spremembo barve pri zorenju in sušenju lahko pripišemo tudi povečanju karotenoidov, katerih skupna vsebnost se je znatno povečala pri umedenih suhih kakijih
- Vsebnost sladkorjev se je med sortami razlikovala. Pri vseh je bilo največ določene glukoze, od posameznih sort pa jo je največ vsebovala sorta 'Tone Wase', ki je obenem imela tudi največje vsebnosti skupnih sladkorjev. V nasprotju z njo je bila sorta 'O'Gosho', kot sorta z najmanjšo vsebnostjo skupnih sladkorjev. Vsebnosti sladkorjev so se razlikovale tudi med neumedenimi in umedenimi, med katerimi so jih umedeni kakiji vsebovali več. Pri zorenju in sušenju so se vsebnosti skupnih sladkorjev povečale.
- Ugotovili smo tudi razliko v vsebnosti organskih kislin med sortami. Pri vseh sortah je prevladovala jabolčna kislina. Največ skupnih organskih kislin so vsebovale sorte 'Amankaki', 'Triumph' in 'Tijo', najmanj pa sorta 'Jiro'. Tako pri zorenju kot pri sušenju so se pokazale spremembe v vsebnosti organskih kislin. Pri obeh procesih so se zmanjšale, vendar pri sušenju bolj kot pri zorenju. Najmanj so jih tako vsebovali suhi neumedeni in umedeni plodovi.
- Iz vsebnosti skupnih sladkorjev in organskih kislin izračunamo razmerje, ki pojasni kako aromatičen oziroma harmoničen okus ima sadež. Največje razmerje med sladkorji in kislinami je imela sorta 'Jiro' ter umedeni posušeni kakiji.
- V raziskavi smo ugotovili tudi razlike med sortami v vsebnosti fenolnih snovi. Po vsebnostih je prevladoval katehin, ki ga je najmanj vsebovala sorta 'Tenjin O'Gosho', največ pa 'Jiro'. Največ skupnih fenolov pa je vsebovala sorta 'Fuji'. Proces zorenja in sušenja sta drastično zmanjšala vsebnosti skupnih fenolov. Še bolj kot pri zorenju so se zmanjšale vsebnosti pri sušenju, tako so jih najmanjše vrednosti vsebovali umedeni sušeni kakiji.
- Tudi po vsebnosti karotenoidov so se razlikovale sorte, kjer je izstopala sorta 'Tijo', ki je vsebovala največ skupnih karotenoidov v mesu kakija, najmanj pa jih je vsebovala sorta 'Cal Fuyu'. V kožici jih je največ vsebovala sorta 'Hana Fuyu', najmanj pa 'Thiene'. Vsebnosti so se spremenile tudi pri zorenju, kjer se je vsebnost

skupnih karotenoidov v sušini povečala, prav tako se je njihova količina povečala pri sušenju umedenih kakijev.

- Vsebnosti skupnih taninov, ki smo jih določali v drugem poskusu, so se med sušenjem in zorenjem znatno zmanjšale. Njihove vrednosti so bile največje pri neumedenih in so se z zorenjem in sušenjem zmanjšale, iz česar lahko sklepamo, da so za sušenje primerni tudi nezreli plodovi, saj sušenje povzroči razgradnjo taninov in tako prej trpki plodovi s sušenjem postanejo netrpki in primerni za uživanje.
- Glede na dobljene rezultate lahko potrdimo, da sta se kot boljši sorti glede na visoke vsebnosti fenolov in karotenoidov pokazali 'Triumph' in 'Hana Fuyu', kot slabši pa 'Tenjih O'Gosho' in 'Thiene'. Prav tako lahko potrdimo, da so sušeni umedeni kakiji, zaradi povečanih vsebnosti fenolov in karotenoidov ostali bogat vir antioksidantov.
- Za sušenje so primerni tako neumedeni kot umedeni kakiji, vendar pa je večji učinek pri neumedenih. Iz raziskave lahko sklepamo, da je sušenje neumedenih plodov prispevalo k hitremu zorenju, saj so plodovi, ki niso bili primerni za uživanje, zaradi trpkega okusa, med sušenjem postali užitni. Prav tako pa neumedene kakije lažje narežemo na kolobarje in jih damo sušiti kot umedene.

Z analizo tako primarnih in sekundarnih metabolitov v različnih sortah kakija smo z naj sodobnejšimi metodami, sistemom tekočinske kromatografije visoke ločljivosti v kombinaciji z masnim spektrometrom, izvedli celosten pregled sestave kakijev ter spremembe med zorenjem in sušenjem. Glede na nam dostopne vire, je bilo do sedaj narejenih le nekaj raziskav na področju analize snovi pri različnih sortah in nobene, ki bi proučevala spremembe snovi med zorenjem in sušenjem. Iz tega vidika je naša raziskava izviren prispevek k znanosti, s katero se je pokazala večja možnost izbire sort z večjo oz. določeno vsebnostjo posameznih snovi. Poleg tega smo dokazali, da so za sušenje primerni tudi še ne umedeni kakiji, saj med sušenjem pride do razgradnje taninov in kakiji s tem izgubijo trpkost. Naši rezultati bodo prispevali k znanosti tudi na področju prehrane, saj je bila narejena široka analiza sestave svežih in sušenih plodov, kar daje pomembne informacije tako za pridelovalca kot tudi za potrošnika. Rezultati primerjave sort bodo v pomoč tudi pri izboru za nadaljnje žlahnjenje. Dokazali smo, da med zorenjem in sušenjem potekajo številne spremembe, ki vplivajo na kakovost. Zato bi bilo v prihodnje smiselno ugotoviti, kako se te spremembe dogajajo med omenjenima procesoma tudi pri drugih vrstah. In nenazadnje bi bilo zanimivo raziskati kako drugi načini podaljšanja uporabnosti sadja, kot sta konzerviranje in zamrzovanje, vplivata na spremembo kakovosti sadja.

7 POVZETEK (SUMMARY)

7.1 POVZETEK

Primarni in sekundarni metaboliti odločilno vplivajo na kakovost sadja, ki zajema tako zunanji izgled, kot tudi vsebnost različnih snovi. Predvsem sekundarni metaboliti imajo v zadnjem času vse večji pomen v sadju za zdravje ljudi. Kaki je sadež z visoko hranljivo vrednostjo in bogat z različnimi zdravju koristnimi snovmi.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti vsebnosti sekundarnih in primarnih metabolitov pri sortah, ki so v Sloveniji najbolj pogoste in poznane. Primerjali smo razlike med sortami v izbranih snoveh. S tem smo dobili informacijo o tem, katera sorta vsebuje več oziroma manj sladkorjev, antioksidantov in kislin, s tem pa dobili vpogled v prehrabno vrednost posamezne sorte. V raziskavi smo ugotavljali tudi kako sušenje in zorenje vplivata na spremembo teh snovi, kar pa nam je dalo odgovor na to, ali lahko sušen kaki uporabimo kot enakovreden nadomestek svežega.

Raziskavo smo izvedli v dveh poskusih:

V prvem poskusu, ki smo ga izvedli v letu 2007, smo primerjali izbrane lastnosti plodov 11 sort kakija. Med seboj smo primerjali sorte 'Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene', 'Tipo', 'Tone Wase' in 'Triumph'. Analize so bile narejene na plodovih, ki so bili obrani v tehnološki zrelosti, do nadaljnjih analiz smo jih pustili umediti na sobni temperaturi, izmerili pa smo jim tudi zunanjo barvo. Od primarnih metabolitov smo analizirali sladkorje (glukoza, fruktozo in saharozo) in organske kisline (jabolčno, citronsko in fumarno kislino). Med sekundarnimi metaboliti pa smo določali fenolne snovi (galno kislino in katehin) ter karotenoide (zeaksantin, β -kriptoksantin, β -karoten in α -karoten) v kožici in mesu plodov.

Drugi poskus je bil izveden v letu 2014 na plodovih sorte 'Tipo', ki je v Sloveniji najbolj zastopana. Imeli smo štiri različna obravnavanja: 1-neumedeni sveži, 2-neumedeni suhi, 3-umedeni sveži in 4-umedeni suhi kakiji. Pri vseh obravnavanjih smo določali barvo ter vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov. Med primarnimi metaboliti smo določali sladkorje (glukoza in fruktoza) ter organske kisline (jabolčna, citronska, fumarna, vinska, oksalna kislina), med sekundarnimi metaboliti pa fenolne snovi (galno kislino, neznano hidroksibenzojsko kislino, procianidin B1 in B2, katehin, epikatehin ter kvercetin glikozide: galaktozid, glukozid, ksilozid in arabinopiranozid) in karotenoide (anteraksantin, violaksantin, lutein, β -kriptoksantin, β -karoten in α -karoten ter likopen). Prav tako smo vsem plodovom določili vsebnosti skupnih taninov.

Rezultati raziskave pri obeh poskusih kažejo na to, da obstajajo razlike v vsebnostih proučevanih snovi in v barvi plodov, tako med posameznimi sortami kot tudi med obravnavanji znotraj ene sorte.

Z merjenjem barve smo določili različne vrednosti parametrov L^* in h° , kar pomeni, da so se sorte med seboj razlikovale po zunanji barvi plodov. Povprečna vrednost parametra L^* je bila 53,6, kar pove, da so bili plodovi svetleje obarvani. Parameter h° pa je bil pri vseh sortah

v meji od 46° do 55°, kar pomeni, da so bili plodovi oranžne barve. Razlike v zunanji barvi so se pokazale tudi pri zorenju in sušenju, saj smo neumedenim plodovom izmerili višje vrednosti obeh parametrov, kot umedenim in prav tako smo svežim izmerili višje vrednosti kot sušenim. Zato lahko sklepamo, da se pri sušenju in zorenju spremeni zunanja barva plodov kakijev v bolj rdečo in plodovi postanejo temnejši.

Od analiziranih sladkorjev je v plodovih kakija največ glukoze, sledila sta ji fruktoza in saharoza. Glede na največje vsebnosti skupnih sladkorjev je izstopala sorta 'Tone Wase', po najmanjših pa sorta 'O'Gosho'. Pri zorenju in sušenju so se vsebnosti sladkorjev povečale.

Pri organskih kislinah sta pri vseh sortah najbolj zastopani jabolčna in citronska kislina. Ostale analizirane kisline so zastopane v manjših količinah. Po največjih vsebnostih skupnih kislin izstopata sorti 'Triumph' in 'Tipo', po najmanjših pa 'Jiro'. Neumedeni sveži kakiji so imeli največjo vsebnost skupnih kislin, med zorenjem pa so se vsebnosti zmanjšale. Sušeni kakiji, tako neumedenih kot umedeni, pa so imeli najmanjše vsebnosti skupnih kislin.

Med sortami so se v plodovih kakija pokazale različne vrednosti fenolov in karotenoidov. Med fenoli je bilo zaznati največ katehina in galne kisline, od katerih je največ katehina vsebovala sorta 'Jiro', največ galne kisline pa sorta 'Triumph'. Najmanjše vsebnosti obeh fenolov je vsebovala sorta 'Tenjin O'Gosho'. Pri vseh sortah kakija so bile vsebnosti skupnih karotenoidov v kožici zastopane v večjih vrednostih kot v mesu. Sorta 'Hana Fuyu' jih je imela največ v kožici, sorta 'Tipo' pa v mesu. Velike razlike pri vsebnosti tako fenolnih snovi kot tudi karotenoidov, so se pokazale tudi pri zorenju in sušenju. Fenolne snovi so se zmanjšale tako pri procesu sušenja kot pri zorenju. Prav tako so se zmanjšale vsebnosti skupnih taninov, ki so odgovorni za trpek okus v kakijih. Nasprotno pa so se pri obeh procesih vsebnosti karotenoidov povečale, s čimer je povezana pri umedenih svežih in sušenih kakijih tudi intenzivnejša obarvanost plodov.

Rezultati naše raziskave kažejo, da sušenje pripomore k razgradnji taninov, kar prispeva k boljšemu okusu kakijev, zaradi spremembe trpkega okusa v netrpkega. Tudi zorenja zmanjša vsebnost taninov in hkrati poveča raven sladkorjev in karotenoidov. Sušenje aktivira encime in povzroči izgubo vode, kar povzroči povečanje vsebnosti sladkorjev in zmanjšanje vsebnosti organskih kislin. Večji učinek je pri neumedenih kot umedenih kakijih. Lahko sklepamo, da je sušenje neumedenih zrelih plodov prispevalo k hitremu zorenju, saj so bile nekatere vrednosti snovi podobne pri neumeden suhem in umedenem svežem kakiju. Iz tega sledi, da nezrele plodove, ki niso primerni za uživanje lahko sušimo, da dobimo proizvod, ki je primeren za uživanje. Poleg tega se neumedene kakije lažje reže na kolobarje in zato lažje suši.

Rezultati naše raziskave so pokazali, da se sorte razlikujejo med seboj tako po vsebnostih snovi, kot po zunanjem izgledu. Prav tako smo ugotovili, da se med sušenjem kakiju vsebnost določenih snovi zmanjša, po drugi strani pa se mu poveča količina nekaterih koristnih snovi, ki so pomembne za zdravje in dobro počuje. Glede na rezultate naše raziskave lahko rečemo, da je posušen kaki odličen nadomestek svežega.

7.2 SUMMARY

Primary and secondary metabolites have a decisive impact on the quality of the fruit, which covers both the exterior appearance, as well as the content of the different substances. In particular, secondary metabolites have recently been more important in the fruits for human health. Persimmon fruit is of high nutritional value and rich with a variety of health beneficial substances.

The aim of our study was to determine the levels of primary and secondary metabolites in varieties that are the most common and well known in Slovenia. The differences between the varieties of selected compounds were compared. This way we have received information on what varieties contain more or less sugar, antioxidants and acids, thereby we have gained the insight of the nutritional value of each variety. The study also examined how the drying and the ripening affect and change substances which gave us the answer to whether the dried persimmon can be used as an equivalent substitute for the fresh one.

The study was carried out by two experiments:

In the first experiment, which was carried out in 2007, we compared the properties of the selected 11 varieties of persimmon fruit. We compared the varieties 'Amankaki', 'Cal Fuyu', 'Fuji', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'O'Gosho', 'Tenjin O'Gosho', 'Thiene,' 'Tipo', 'Tone Wase' and 'Triumph' among each other. Analyses were made on the fruits that were harvested before ripening, pending further analysis we have allowed them to ripen at a room temperature and we have also measured the outside colour of the fruit. Sugars (glucose, fructose and sucrose), and organic acids (malic acid, citric acid and fumaric acid) were analysed as primary metabolites. Phenolic substances (gallic acid and catechin) and carotenoids (zeaxanthin, β -cryptoxanthin, β -carotene and α -carotene) in the skin and flesh of the fruit were analysed as secondary metabolites.

The second experiment was carried out in 2014 on fruit variety 'Tipo', which is most represented in Slovenia. We had four different treatments: 1-unripened fresh, 2-unripened dry, 3-mellow fresh and 4-mellow dried persimmon. Every treatment was analysed for colour and the content of primary and secondary metabolites. Among the primary metabolites, sugars (glucose and fructose) and organic acids (malic, citric, fumaric, tartaric, oxalic acid), were analysed. Among the secondary metabolites the phenolic substances (gallic acid unknown hydroxybenzoic acid, procyanidin B1 and B2, catechin, epicatechin, quercetin glycosides: galactoside, glucoside, xyloside and arabinopyranoside) and carotenoids (anteraksantin, violaksantin, lutein, β -cryptoxanthin, β -carotene and α -carotene and lycopene) were analysed. We have also determined the content of total tannins to all of the fruits.

Survey results show that there are differences in compounds of researched substances and the colour of the fruit in both experiments. These differences are among varieties as well as among the treatments within the same variety.

By measuring the colours we determined different values of the parameters L^* and h° , which means that varieties differentiated from each other by the skin colour of the fruit. The average value of the parameter L^* was 53,6, which says that the fruits have been lightly colored. Parameter h° was in all varieties within the limit of 46° to 55° , which means that the fruits were orange. Differences of skin colours have also been in the process of mellowing and drying, as we measured higher values of both parameters in firm fruits rather than with mellowed ones. We have also measured higher values on fresh fruit rather than dried fruit. We can therefore conclude that in the process of drying and mellowing the outside colour of the persimmon fruit changes into more red and gets a darker tone colour.

The highest value of analysed sugars in the fruits of persimmon is glucose, followed by fructose and sucrose. According to the maximum content of total sugars a variety 'Tone Wase', has stood out. However, according to the minimum content of total sugar the variety 'O'Gosho' stood out. In the process of ripening and drying, the sugar levels increased.

The highest values of organic acids in all varieties are malic and citric acid. Other analyzed acids are represented in smaller amounts. The largest total acidity contains variety 'Triumph' and 'Tijo', whereas the smallest total acidity contains variety 'Jiro'. Firm fresh persimmons had the highest total acidity, however during the process of ripening, the content drastically reduced. Dried persimmons, the mellowed and the firm ones, had the minimum content of total acidity.

Among the varieties of the persimmon fruits, different levels of phenols and carotenoids have been shown. Among phenols, catechin and gallic acid were detected the most. The maximum value of catechin contained variety 'Jiro', and the the highest value of gallic acid contained variety 'Triumph'. The lower levels of both phenols contained variety 'Tenjin O'Gosho'. In all varieties of persimmon a total content of carotenoids were represented in greater quantities in the skin rather than in the flesh. The variety 'Hana Fuyu' has had more carotenoids in the skin whereas the variety 'Tijo' has had more carotenoids in the flesh. Significant differences in the levels of both phenolic substances such as carotenoids are also shown in both processes (ripening and drying). Phenolic substances have decreased in the drying process as well as in the process of ripening. It also decreased the content of total tannins, which are responsible for the bitter taste of persimmon. In contrast, in both processes the content of carotenoids increased, whereas more intense colouring is associated with mellowed fresh and dried persimmon.

The results of our study show that drying contributes to the degradation of tannins, which helps to improve the taste of persimmon. The astringent taste due to the change, changes into non astringent taste. Even the process of ripening reduces the level of tannins and at the same time increases the level of sugars and carotenoids. Drying activates the enzyme and causes a loss of water, which causes increase in the content of sugars and decrease organic acids. A greater impact is on the firm persimmon rather than the ripened one. It can be assumed that the drying of the firm fruit contributed to the rapid ripening, as some levels of substances were similar in mellowed dry and fresh persimmon. Therefore the firm fruits which are not suitable for consumption can be dried in order to get a product which is suitable for consumption. In addition, the persimmon that is firm is easier to cut into circles and thus more easily dried.

The results of our study have shown that the varieties differ from one another in terms of content of the substance as well as of external appearance. We have also found that during the drying of persimmon certain substances reduce. On the other hand some useful substances, that is important for our health and well being, increase. According to the results of our research we can say that the dried persimmon is an excellent substitute for the fresh one.

8 VIRI

- Abram V. 2000. Antioksidativno delovanje flavonoidov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. in 27. okt., 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23-32
- Alasalvar C., Grigor J. M., Zhang D. D, Quantick P. C, F.Shahidi F. 2001. Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins and sensory quality of different colored carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3: 1410-1416
- Andres V., Villanueva M. J., Tenorio M. D. 2015. The effect of high-pressure processing on colour, bioactive compounds and antioxidant activity in smoothies during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 192: 328-335
- Anurag K., Irchhaiya R., Yadav A., Gupta N., Kumar S., Gupta N., Kumar S., Yadav V., Prakash A., Gurjar H. 2014. Metabolites in plants and its classification. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4, 1: 287-305
- Baltacioğlu H., Artik N. 2013. Study of postharvest changes in the chemical composition of persimmon by HPLC. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37: 568-574
- Bartley G. E., Scolnik P. A. 1995. Plant carotenoids: Pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. *The Plant Cell*, 7, 7: 1027-1038
- Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P. 2009. *Food Chemistry*. 4th revised and extended edition. Heidelberg, Springer-Verlag: 1070 str.
- Bellini E., Giordani E. 2002. First Mediterranean Symposium on Persimmon. V: Varietal assortment of persimmon in the countries of the Mediterranean and genetic improvement. *Mediterranean Symposium on Persimmon*. Firenze, 23. in 24. november 2001: 23-37
- Bennet R., Wallsgrove R. M. 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *Tansley Review No. 72, New Phytologist*, 127: 617-633
- Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Hortikulturni center Biotehniške fakultete Orehovlje. 2015
<http://www.bf.uni-lj.si/oddelek-za-agronomijo/o-oddelku/katedre-in-druge-org/enote/hortikulturni-center-biotehniske-fakultete-orehovlje/> (1. 12. 2015)
- Bohm V., Puspitasari-Nienaber N. L., Ferruzzi M. G., Schwartz S. J. 2002. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of α -carotene, β -carotene, lycopene and zeaxanthin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 221-226
- Bölek S., Obuz E. 2014. Quality characteristics of Trabzon persimmon dried at several temperatures and pretreated by different methods. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 2: 242-249

- Boyer R. 2002. Concepts in biochemistry. 2th edition. New York, John Wiley and Sons: 658 str.
- Boylston T. D., Kupferman E. M., Foss, J. D., Buering C. 1994. Sensory quality of Gala apples as influenced by controlled and regular atmosphere storage. *Journal of Food Quality*, 17, 6: 477-494
- Bramley P. 2003. Genetic enhancement of phytochemicals: The case of carotenoids. *Phytochemical Functional Foods*, 253-279
- Bravo L. 1998. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Review*, 56: 317-333
- Brewer M. S. 2011. Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10: 221-247
- Candir E. E., Ozdemir A. E., Kaplankiran M., Toplu C. 2009. Physico-chemical changes during growth of persimmon fruits in the east Mediterranean region. *Scientia Horticulturae*, 121: 42-48
- Carcel J. A., Perez-Garcia J. V., Sansujan N., Mulet A. 2010. Influence of pre-treatment and storage temperature on the evolution of the colour of dried persimmon. *Food Science and Technology*, 43: 1191-1196
- Castañeda-Ovando A., Pacheco-Hernandez M. D. L., Paez-Hernandez M. E., Rodriguez J. A., Galan-Vidal C. A. 2009. Chemical studies of anthocyanins: *Rev. Food Chemistry*, 113: 859-871
- Chan J. C. C., Cheung P. C. K., Ang P. O. 1997. Comparative studies on the effect of three drying methods on the nutritional composition of seaweed *Saragssum hemiphyllum* (Turn.) C. Ag. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 8: 3056-3059
- Chaudry M. A., Bilbi N., Khan F., Sattar A. 1998. Phenolics and quality of solar cabinet dried persimmon during storage. *Italian Journal of Food Science*, 10: 269-275
- Chauhan A. K. S., Srivastava A. K. 2009. Optimizing drying conditions for vacuum-assisted microwave drying of green peas (*Pisum sativum* L.). *Drying Technology*, 27, 6: 761-769
- Chen X. N., Fan J. F., Yue X., Wu X. R., Li, L. T. 2008. Radical scavenging activity and phenolic compounds in persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan). *Journal of Food Science*, 73, 1: 24-28
- Chou P. H., Matsui S., Misaki K., Matsuda T. 2007. Isolation and identification of xenobiotic aryl hydrocarbon receptor ligands in dyeing wastewater. *Environmental Science and Technology*, 41, 2: 652-657

- Chung H. S., Kim H. S., Lee Y. G., Seong J. H. 2015. Effect of deastringency treatment of intact persimmon fruits on the quality of fresh-cut persimmons. *Food Chemistry*, 166: 192-197
- Colaric M., Veberic R., Stampar F., Hudina M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 15: 2611-2616
- Color in Image and Video, 2015. Basics of Color, L*a*b (Lab) Color Model
<http://lea.hamradio.si/~s51kq/V-CIV.HTM> (1. 12. 2015)
- Cornwell C. J., Wrolstad R. E. 1981. Causes of browning in pear juice concentrate during storage. *Journal of Food Science*, 46, 2: 515-518
- Croteau R., Kutchan T. M., Lewis N. G. 2000. Natural products (secondary metabolites) V: Biochemistry and molecular biology of plants. Buchanan B., Grissem W., Jones R. Rockville, American Society of Plant Physiologists; 1250-1318
- Črnologar A. 2007. Pomološke lastnosti nekaterih sort kakija (*Diospyros kaki* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 35 str.
- Daood H. G., Biacs P., Czinkotai B., Hoschke A. 1992. Chromatographic investigation of carotenoids, sugars and organic acids from *Diospyros kaki* fruits. *Food Chemistry*, 45, 2: 151-155
- Dauchet L., Amouyel P., Hercberg S., Dallongeville J. 2006. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: A meta-analysis of cohort studies. *The Journal of Nutrition*, 136: 2588-2593
- De Ancos B., González, E. M., Cano M. P. 2000. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4565-4570
- Del Bubba M., Giordani E., Pippucci L., Cincinelli A., Checchini L., Galvan P. 2009. Changes in tannins, ascorbic acid and sugar contents in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 668-677
- Del Caro A., Piga A. 2008. Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L.). *European Food Research and Technology*, 226: 715-719
- Denev P., Yordanov A. 2013. Total polyphenol, proanthocyanidin and flavonoid content, carbohydrate composition and antioxidant activity of persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit in relation to cultivar and maturity stage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19, 5: 981-988

- De Rigal D., Gauillard F., Richard-Forget F. 2000. Changes in the carotenoid content of apricot (*Prunus armeniaca*, var. Bergeron) during enzymatic browning: β -carotene inhibition of chlorogenic acid degradation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 763-768
- Dias M. G., Filomena M., Camoes G. F. C., Oliveira L. 2009. Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113: 808-815
- Dragovič-Uzelac V., Levaj B., Mrkič V., Bursac D., Boras M. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102: 966-975
- Escarpa A., Gonzalez M. C. 2000. Optimization strategy and validation of one chromatographic method as approach to determine the phenolic compounds from different sources. *Journal of Chromatography*, 897: 161-170
- Fajt N., Komel E., Kodrič I., Hudina M., Usenik V., Ambrožič Turk B., Štampar F. 2011. Sadjarski center Bilje 1993-2008. Kmetijsko-gozdarski zavod Nova Gorica, Sanjarski center Bilje: 147 str.
- Fishmann G. M. 1986. Pectins in some processable species of subtropical fruit. *Subtropicheskie Kultury*, 4: 127-131
- Galdon B. R., Rodriguez C. T., Rodriguez E. R., Romero C. D. 2008. Organic acid contents in onion cultivars (*Allium cepa* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 15: 6512-6519
- George A. P., Redpath S. 2008. Health and medicinal benefits of persimmon fruit: A review. *Advances in Horticultural Science*, 22, 4: 244-249
- Gil M. I., Tomas-Barberan F. A., Hess-Pierce B., Kader A. A. 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4976-4982
- Giordani E., Doumett S., Nin S., Del Bubba M. 2011. Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food Research International*, 44, 7:175-1767
- Glew R. H., Ayaz F. A., Millson M., Huang H. S., Chuang L. T., Sanz C., Golding J. B. 2005. Changes in sugars, acids and fatty acids in naturally parthenocarpic date plum persimmon (*Diospyros lotus* L.) fruit during maturation and ripening. *European Food Research and Technology*, 221, 113-118
- Gliha R. 1997. Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, *Fragaria*: 278 str.

- Gorinstein S., Kulasek G., Bartnikowska E., Leontowicz M., Zemser M., Morawiec M., Trakhtenberg S. 1998. The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 9, 4: 223-227
- Gorinstein S., Zachwieja Z., Folta M., Barton H., Piotrowicz J., Zemster M., Weisz M., Trakhtenberg S., Martin-Belloso O. 2001. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2: 952-957
- Goula A. M., Adamopoulos K. G., Chatzitakis P. C., Nikas V. A. 2006. Prediction of lycopene degradation during a drying process of tomato pulp. *Journal of Food Engineering*, 74, 1: 37-46
- Gunckel S., Santander P., Gordano G., Ferreira J., Munoz S., Nunez-Vergara L. J., Squella J. A. 1998. Antioxidant activity of gallates: An electrochemical study in aqueous media. *Chemico-Biological Interactions*, 114, 1-2: 45-59
- Harborne I. 1999. *Phytochemical dictionary: Handbook of bioactive compounds from plants*. 2nd edition. London, Taylor and Francis: 976 str.
- Hernández Y., Lobo M. G., González M. 2008. Factors affecting sample extraction in the liquid chromatographic determination of organic acids in papaya and pineapple. *Food Chemistry*, 114, 2: 734-741
- Hofer M., Grill D., Hecke K., Herbinger K., Keppel H., Monschein S., Štampar F., Toplak H., Veberič R. 2005. Inhaltsstoffe alter Apfelsorten unter diätetischem Aspekt-Schwerpunkt Diabetes. *Journal für Ernährungsmedizin*, 7, 1: 30-33
- Holden J. M., Eldridge A. L., Beecher G. R., Buzzard I. M., Bhagwat A. S., Davis C. S., Douglass L. W., Gebhardt E. S., Haytowitz D., Schakel S. 1999. Carotenoid content of U.S. foods: An update of the database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12: 169-196
- Hollman P. C., Katan M. B. 1999. Dietary flavonoids, intake, health effects and bioavailability. *Food and Chemical Toxicology*, 37, 9-10: 937-942
- Homnava A. A., Payne J., Koehler P., Eitenmiller R. 1990. Provitamin A (alpha carotene, beta carotene and beta cryptoxanthin) and ascorbic acid content of Japanese and American persimmons. *Journal of Food Quality*, 13, 2: 85-95
- Homnava A., Payne J., Koehler P., Eitenmiller R. 1991. Characterization of changes during ripening of oriental persimmon. *Journal of Food Quality*, 14, 5: 425-434
- Hopkins W. G., Huner N. P. A. 2009. *Introduction to Plant Physiology*. 4th edition. New York, John Wiley and Sons: 503 str.

- Hornero-Méndez D., Mínguez-Mosquera M. I. 2000. Xanthophyll esterification accompanying carotenoid overaccumulation in chromoplast of *Capsicum annuum* ripening fruits is a constitutive process and useful for ripeness index. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5: 1617-1622
- Hussain S., Fareed S., Ansari S., Rahman A., Ahmad I. Z., Saeed M. 2012. Current approaches toward production of secondary metabolites. *Journal of Pharmacy BioAllied Sciences*, 4, 1:10-20
- International programme on chemical safety, 2016. Environmental health criteria 161, Phenol.
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc161.htm> (24. 1. 2016)
- Ito Y. 1986. High-speed countercurrent chromatography. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 17, 1: 65-143
- Jakopic J., Veberic R., Stampar F. 2007. The effect of reflective foil and hail nets on lighting, colour and anthocyanins of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulture*, 115: 40-46
- Judprasong K., Charoenkiatkul S., Thiyajai P., Sukprasansap M. 2013. Nutrients and bioactive compounds of Thai indigenous fruits. *Food Chemistry*, 140, 3: 507-215
- Jung S. T., Park Y. S., Zachwieja Z., Folta M., Barton H., Piotrowicz J., Katrich E., Trakhtenberg S., Gorinstein S. 2005. Some essential phytochemicals and the antioxidant potential in fresh and dried persimmon. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56, 2: 105-113
- Kader A. A. 2008. Perspective flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 11: 1869-1868
- Karaman S., Toker O. S., Cam M., Hayta M., Dodan M., Kayacier A. 2014. Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods. *Drying Technology: An International Journal*, 32, 3: 258-267
- Karhan M., Artik N., Ozdemir F. 2003. Changes of major phenolic compounds, major carotenoids and L-ascorbic acid composition determined by HPLC in persimmon during ripening. *Gida*, 28: 349-353
- Khoo H. E., Prasad K. N., Kong K. W., Jiang Y., Ismail A. 2011. Carotenoids and their isomers: Color pigments in fruits and vegetables. *Molecules*, 16, 2: 1710-1738
- Kim D. M., Smith N. L., Lee C. Y. 1993. Quality of minimally processed apple slices from selected cultivars. *Journal of Food Science*, 58: 1115-1117
- Kim J. S., Jung K. M. 2011. Effects of the PPO (polyphenol oxidase) activity and total phenolic contents on browning and quality of dried persimmon according to maturity

- degree of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). V: 2nd International Conference on Biotechnology and Food Science, 7: 115-118
- King A., Young G. 1999. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals, Journal of the American Dietetic Association, 99, 2: 213-218
- Klofutar C., Šmalc A., Rudan-Tasič D. 1998. Laboratorijske vaje iz kemije. 3. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 293 str.
- Kmetijsko gozdarski zavod NG, Predstavitev SC Bilje, Sadjarski center Bilje. 2015. <http://www.kmetijskizavod-ng.si/o-zavodu/organizacijske-enote/sadjarski-center-bilje/predstavitev> (1. 12. 2015)
- Kolesnik A. A, Golubev V. N, Kostinskaya L. I., Khalilov M. A. 1988. Lipids of the fruit of *Diospyros kaki*. Chemistry of natural compounds, 23, 4: 415-418
- Kondo S., Yoshikawa H., Katayama R. 2004. Antioxidant activity in astringent and non-astringent persimmons. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79, 3: 390-394
- Lee Y., Cho E., Tanaka T., Yokozawa T. 2007. Inhibitory activities of proanthocyanidins from persimmon against oxidative stress and digestive enzymes related to diabetes. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 53, 3: 287-292
- Lindon C. F., Ramalho C. J., Pais I. P., Ramos A. P., Santos M. J., Arrabaca J. D., Barreiro M. G. 2012. Fungistatic action of *Aureobasidium pullulans* on *Penicillium expansum* in "Rocha" pear: implications for oxidative stress during fruit storage. International Journal of Pest Management, 58: 41-52
- Liu R. H. 2013. Health promoting components of fruits and vegetables in the diet. Advances in Nutrition. An international review Journal, 4: 3845-3925
- Luo Z., Wang R. 2008. Persimmon in China: Domestication and traditional utilization of genetic resources. Advances in Horticultural Science, 22, 4: 239-243
- Malenčić D., Cvejić J., Miladinović J. 2012. Polyphenol content and antioxidant properties of colored soybean seeds from central Europe. Journal of Medicinal Food, 15, 1: 89-95
- Markowski M. 2006. Effect of variety on drying characteristics and selected quality attributes of dried carrots. Drying Technology: An International Journal, 24, 8: 1011-1018
- Markus F., Daood H. G., Kapitany J., Biacs P. A. 1999. Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper as a function of ripening and some technological factors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 100-107

- Marques L. G., Silveira A. M. Freire J. T. 2006. Freeze-drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technology*, 24: 457 str.
- Matsuno T., Hirono T., Ikuno Y., Maoka T. Shimizu M., Komori T. 1986. Isolation of three new carotenoids and proposed metabolic pathways of carotenoids in hen's egg yolk. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 84, 4: 477-481
- Merken H. M., Beecher G. R. 2000. Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3: 577-599
- Mesečni bilten ARSO-letnik 2007. 2007. Ministrstvo RS za okolje in prostor Agencija RS za okolje
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten2014.htm> (1. 12. 2015)
- Mesečni bilten ARSO-letnik 2014. 2014 Ministrstvo RS za okolje in prostor Agencija RS za okolje
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten2007.htm> (1. 12. 2015)
- Mikulic-Petkovsek M., Stampar F., Veberic, R. 2007. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 114, 1: 37-44
- Mínguez-Mosquera M. I., Hornero-Méndez D. 1994. Changes in carotenoid esterification during the fruit ripening of *Capsicum annuum* Cv. Bola. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 640-644
- Mukherjee G., Banerjee R. 2006. Effects of temperature, pH and additives on the activity of tannase produced by a co-culture of *Rhizopus oryzae* and *Aspergillus foetidus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22, 3: 207-212
- Nakatsubo F., Enokita K., Murakami K., Yonemori K., Sugiura A., Utsunomiya N., Subhadrabandhu, S. 2002. Chemical structures of the condensed tannins in the fruits of *Diospyros* species. *Journal of Wood Science*, 48: 414-418
- Nazir A., Wani S. M., Gani A., Masoodi F. A., Haq E., Mir S. A., Riyaz U. 2013. Nutritional, antioxidant and antiproliferative properties of persimmon (*Diospyros kaki*) – a minor fruit of J&K India. *International Journal of Advanced Research*, 1: 545-554
- Nicoletti J. F., Silveira V., Tlis-Romero J. Telis, V. R. N. 2007. Influence of drying conditions on ascorbic acid during convective drying of whole persimmons. *Drying Technology*, 25: 891-899

- Nicoli M. C., Anese M., Parpinel M. 1999. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 3: 94-100
- Pambianchi D. 2012. Managing and Taming Tannins. V: Wine maker magazine conference, Finger Lakes, New York, 1-2 Junij 2012, 32: 18-19
http://www.techniquesinhomewinemaking.com/home_winemaking_search_results.html?cx=partner-pub-8334312497566248%3A6z1nyk-fknh&cof=FORID%3A10&ie=UTF-8&q=pambianchi+managing+and+&sa=Search&siteurl=techniquesinhomewinemaking.com%2F&ref=&ss=3825j1324709j15 (1. 12. 2015)
- Park Y. S., Jung S. T., Kang S. G., Delgado-Licon E., Ayala A. L. M., Tapia M. S., Maria., Martín-Belloso O., Trakhtenberg S., Gorinstein S. 2006. Drying of persimmons (*Diospyros kaki* L.) and the following changes in the studied bioactive compounds and the total radical scavenging activities. *Food Science and Technology*, 39, 7: 748-755
- Parker R. 1996. Absorption, metabolism and transport of carotenoids. Division of Nutritional Sciences, Cornell University New York. *The FASEB Journal*, 10, 5: 542-551
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 699 str.
- Pfeifhofer H. W. 1989. Evidence for chlorophyll-b and lack of lutein in *Neottia-Nidus-Avis* plastids. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*, 184, 1-2: 55-61
- Plaza L., Colina C., De Ancos B., Sánchez-Moreno C. and Pilar Cano M. 2012. Influence of ripening and astringency on carotenoid content of high-pressure treated persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 130: 591-597
- Polenta G., Lucangeli C., Budde C., González C. B. and Murray R. 2006. Heat and anaerobic treatments affected physiological and biochemical parameters in tomato fruits. *LWT – Food Science and Technology*, 39, 1: 27–34
- Porter L. J. 1989. Tannins. V: *Methods in Plant Biochemistry*. Harborne J. B. San Diego, Academic Press, 1: 389-420
- Potter N., Hotchkiss J. H. 1995. *Food science*. 5th edition. New York, Chapman and Hall, 608 str.
- Ramin A. A. Tabatabaie F. 2003. Effect of various maturity stages at harvest on storability of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5: 113-123
- Rao A. V., Rao L. G. 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55: 207-216

- Ratti C. 2001. Hot air and freeze-drying of high value foods. *Journal of Food Engineering*, 49, 4: 311-319
- Rodriguez-Amaya D. B. 2001. A Guide to carotenoid analysis in foods. Washington, International Life Sciences Institute: 64 str.
- Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura M. 2004. Harvestplus handbook for carotenoid analysis. Harvest Plus Technical Monograph 2. Washington, International Food Policy Research, Institute and International Center for Tropical Agriculture: 58 str.
- Salvador A., Arnal L., Besada C., Larrea V., Quales A., Pérez-Manuera I. 2007. Physiological and structural changes during ripening and astringency treatment of fruit cv. 'Rojo Brillante'. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 2: 181-188
- Sancin V. 1988. Sadje z našega vrta. Trst, Založništvo tržaškega tiska: 376 str.
- Santos P. H. S., Silva M. A. 2008. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables-a review. *Drying Technology*, 26, 12: 1421-1437
- Senter S. D., Chapman G. W., Forbus Jr. W. R., Payne J. A. 1991. Sugar and nonvolatile acid composition of persimmons during maturation. *Journal of Food Science*, 56, 4: 989-991
- Siddhuraju P., Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from tree different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51, 8: 2144-2155
- Singleton V. L., Rossi J. A. 1965. Colourimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158
- Skinner M., Hunter D. 2013. Bioactives in fruit. Health benefits and functional foods. Chichester, John Wiley and Sons: 552 str.
- Sugiura A. 1983. Origin in varietal differentiation in Japanese persimmon. *Recent advances in Plant Breeding*, 25: 29-37
- Sugiyama N., Roemer K., Bünemann G. 1991. Sugar patterns of exotic fruits from the Hannover market. *Gartenbauwissenschaft*, 56: 126-129
- Sun M., Temelli F. 2006. Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids from carrot using canola oil as a continuous co-solvent. *The Journal of Supercritical Fluids*, 37: 397-408
- Suzuki T., Someya S., Hu F., Tanokura M. 2005. Comparative study of catechin composition in five Japanese persimmons (*Diospyros kaki*). *Food Chemistry*, 93, 1: 149-152

- Szalay J. 2015. Live science contributor.. What are carotenoids? Lifescience.
<http://www.livescience.com/52487-carotenoids.html> (1. 12. 2015).
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G.
2009. Sadjarstvo. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Šturm K., Koron D., Štampar F. 2003. The composition of fruit of different strawberry
varieties depending on maturity stage. Food Chemistry, 83, 3: 417-422
- Taira S. 1996. Astringency in persimmon. V. Modern Methods of Plant Analysis. Linskens
H. F., Jackson J. F. Berlin, Springer-Verlag Heidelberg: 97-110
- Takvi E. E. K. 2001. Bioavailability of carotenoids from vegetables versus supplements. V:
Vegetables, fruits and herbs in health promotion. Watson R. R. New York, CRC Press:
341 str.
- Telis V. R. N., Gabas A. L., Menegalli F. C., Telis-Romero J. 2000. Water sorption
thermodynamic properties applied to persimmon skin and pulp. Thermochemica Acta,
343, 1-2: 49-56
- Tomas-Barberan F. A., Espin J. C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as
determinates of quality in fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and
Agriculture, 81, 9: 853-876
- Topuz A., Feng H., Kushad M. 2009. The effect of drying method and storage on color
characteristics of paprika. Food Science and Technology, 42: 1667-1673
- Trivedi P. C. 2006. Advances in plant physiology. New Delhi, International Publishing
House Pvt. Ltd: 300 str.
- Tsao R. 2010. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. Nutrients, 2, 12: 1231-
1246
- Usenik V., Fabčič J., Štampar F. 2008. Sugars, organic acids, phenolic composition and
antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). Food Chemistry, 107, 1: 185-192
- Veberic R., Zadavec P., Štampar F. 2007. Fruit quality of 'Fuji' apple (*Malus domestica*
Borkh.) strains. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, 4: 593-599
- Veberic R., Jakopic J., Štampar F. 2008. Internal fruit quality of figs (*Ficus carica* L.) in
northern Mediterranean region. Italian Journal of Food Science, 20, 2: 255-262
- Veberič R. 2010. Bioactive compounds in fruit plants. Ljubljana, Biotehniška fakulteta,
Elektronska knjiga: 65 str.
www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2712/BioactivecompoundsinfruitplantsVeberic.pdf
(1. 12. 2105)

- Vinson J. A., Zubik L., Bose P., Samman N., Proch J. 2005. Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24, 1: 44-50
- Voet D., Voet J. G. 1995. *Biochemistry*. 2nd edition. New York, John Wiley and Sons: 1361 str.
- Von Elbe J. H., Schwartz S. J. 1996. *Colorants*. V: OR Fenema. Editor. *Food chemistry*. 2nd. edition. New York, Marcel Dekker: 651-722
- Vrhovnik I. 2005. Opisi sort. KGZS, Zavod GO. (osebni vir, 14. 11. 2005)
- Waksmundzka-Hajnos M., Sherma J., Kowalska T. 2008. *Thin layer chromatography in phytochemistry*. *Chromatographic science series*. New York, Taylor and Francis Group 99: 896 str.
- Wang S. Y., Zheng W., Galletta G. J. 2002. Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 22: 6534-6542
- White J. S. 2014. *Sucrose, HFCS and fructose: history, manufacture, composition, applications and production*. V: *Fructose, high fructose corn syrup, sucrose and health, nutrition and health*. Rippe J. M. New York, Humana Press: 379 str.
- Wojdyło A., Figiel A., Oszmiański J. 2009. Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compound, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57, 4: 1337-1343
- Wright K. P., Kader A. A. 1997. Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. *Postharvest Biology and Technology*, 10: 89-97
- Yonemori K., Matsushima J. 1985. Property of development of the tannin cells in non astringent and astringent type fruits of Japanese persimmon and its relationship to natural astringency. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 54: 201-208
- Yonemori K., Yamada M., Sugiura A. 2000. Persimmon genetics and breeding. *Plant Breeding Reviews*, 19: 191-225
- Yuan B., Xu H. L., Leng S. P. 2006. Content and chemical composition of carotenoids in persimmon fruit. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 22: 277-280
- Zeng G. H., Taira S., Yonemori K., Sugiura A. 1990. Fruit growth and ripening of Japanese Persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) grown at two locations with different temperature conditions. *Journal of Japanese Society of Horticultural Science*, 59, 3: 471-477
- Zhou C., Zhao D., Sheng Y., Tao J., Yang Y. 2011. Carotenoids in fruits of different persimmon cultivars. *Molecules*, 16: 624-636

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorici doc. dr. Jerneji JAKOPIČ za spodbudo, potrpežljivost, strokovno vodstvo in nasvete med nastajanjem magistrskega dela.

Zahvaljujem se tudi predsedniku komisije za oceno in zagovor prof. dr. Robertu VEBERIČU ter članoma komisije doc. dr. Andreji URBANEK KRANJC in prof. dr. Rajku VIDRIHU, za pregled in komentarje magistrskega dela.

Posebna zahvala gre tudi mojim bližnjim za vso podporo in izkazano potrpežljivost med študijem.