



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tanja KODELJA

**ORGANSKE KISLINE IN SLADKORJI PRI  
NAVADNI HRUŠKI (*Pyrus communis* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT  
Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tanja KODELJA

**ORGANSKE KISLINE IN SLADKORJI PRI NAVADNI HRUŠKI  
(*Pyrus communis* L.)**

DIPLOMSKI PROJEKT  
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**ORGANIC ACIDS AND SUGARS OF PEAR (*Pyrus communis* L.)**

B. Sc. THESIS  
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2010

Diplomski projekt je zaključek Univerzitetnega študija agronomije – 1. stopnje. Projekt je bil opravljen na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega projekta imenovala prof. dr. Metko HUDINA.

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Članica: doc. dr. Bojka KUMP  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Tanja KODELJA

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du1  
DK UDK 634.13:631.524(043.2)  
KG hruška/*Pyrus communis*/sladkorji/organske kisline  
KK AGRIS F01  
AV KODELJA, Tanja  
SA HUDINA, Metka (mentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
LI 2010  
IN ORGANSKE KISLINE IN SLADKORJI PRI NAVADNI HRUŠKI (*Pyrus communis* L.)  
TD Diplomski projekt (Univerzitetni študij – 1. stopnja)  
OP VIII, 20 str., 6 pregl., 8 sl., 22 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI Namen diplomskega projekta je bil podati pregled o pomenu in vsebnosti sladkorjev (glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola) in organskih kislin (citronske, jabolčne, fumarne in šikimske kisline) v različnih organih navadne hruške (*Pyrus communis* L.). Ugotovili smo, da obstajajo razlike v vsebnosti sladkorjev in organskih kislin med različnimi sortami, prav tako se razlikuje tudi vsebnost v cvetovih in plodovih. V plodovih in cvetovih hrušk je bila med sladkorji največja vsebnost fruktoze, in sicer pri sorti 'Boskova steklenka', najmanj pa je bilo saharoze. Med organskimi kislinami je v cvetovih največja vsebnost citronske kisline pri sorti 'Konferans', v plodovih pa je največ jabolčne kisline pri sorti 'Klapova'. Z razvojem plodov vsebnost fruktoze in saharoze narašča, medtem ko se vsebnost glukoze in sorbitola zmanjšuje. Pri organskih kislinah vsebnost jabolčne kisline do konca junija narašča in se nato do obiranja zmanjšuje, medtem ko se vsebnost citronske kisline do konca junija zmanjšuje in se nato do obiranja povečuje. Vsebnosti fumarne in šikimske kisline se z razvojem plodov zmanjšujeta.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Du1  
DC UDC 634.13:631.524(043.2)  
CX pear/*Pyrus communis*/sugars/organic acids  
CC AGRIS F01  
AU KODELJA, Tanja  
AA HUDINA, Metka (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy  
PY 2010  
TI ORGANIC ACIDS AND SUGARS OF PEAR (*Pyrus communis* L.)  
DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)  
NO VIII, 20 p., 6 tab., 8 sl., 22 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB The aim of thesis was to give an overview of the meaning and content of sugars (glucose, fructose, sucrose and sorbitol) and organic acids (citric, malic, fumaric and shikimic acid) in various organs of pear (*Pyrus communis* L.). We found that there are differences in the sugars and organic acids content between the different varieties, as well as the content is different in flowers and fruits. Fructosa was dominating sugar in fresh fruits and flowers of the cultivar 'Bosc', while the content of sucrose was the lowest. Among the organic acids, the highest content of citric acid in the flowers had the cultivar 'Conference' and the highest content of malic acid was in the fruit at cultivar 'Clapps's Favourite'. With the fruit development fructose and sucrose content increases, while the glucose and sorbitol content decreases. For organic acids, the content of malic acid increases by the end of June and then decreases to harvest while the citric acid content decreases to the end of June and then is increasing until the harvest. Fumaric and shikimic acid content is reduced with the fruit development.

## KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>2</b>
2.1 NAVADNA HRUŠKA	2
2.2 KLIMATSKE RAZMERE	3
2.3 CVET IN PLOD	3
2.4 LIST	4
2.5 KEMIČNA SESTAVA	5
2.6 OGLJIKOVI HIDRATI	6
<b>2.6.1 Fruktoza</b>	<b>7</b>
<b>2.6.2 Glukoza</b>	<b>7</b>
<b>2.6.3 Saharoza</b>	<b>7</b>
<b>2.6.4 Sorbitol</b>	<b>7</b>
2.7 ORGANSKE KISLINE	8
<b>2.7.1 Jabolčna kislina</b>	<b>8</b>
<b>2.7.2 Citronska kislina</b>	<b>9</b>
<b>2.7.3 Fumarna kislina</b>	<b>9</b>
<b>2.7.4 Šikimska kislina</b>	<b>9</b>
2.8 VPLIV UPOGIBANJA RODNE VEJE NA VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH HRUŠKE SORTE 'VILJAMOVKA'	9
<b>2.8.1 Sladkorji</b>	<b>9</b>
<b>2.8.2 Organske kisline</b>	<b>10</b>

2.9 PRIMARNI METABOLITI V LISTIH IN PLODOVIH HRUŠK MED RASTNO DOBO	11
2.10 VSEBNOST SLADKORJEV V LISTU IN PLODU	11
2.11 VSEBNOST SLADKORJEV V CVETOVIH HRUŠK	12
2.12 VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN V CVETOVIH HRUŠK	13
2.13 VSEBNOST SLADKORJEV V PLODOVIH HRUŠK	15
2.14 VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH HRUŠK	16
<b>3 SKLEPI</b>	18
<b>4 VIRI</b>	19
<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v g/kg pri hruški 'Viljamovka' po upogibanju vej (Colarič in sod., 2006).	10
Preglednica 2: Povprečna vsebnost organskih kislin v g/kg pri hruški sorte 'Viljamovka' po upogibanju vej (Colarič in sod., 2006).	10
Preglednica 3: Povprečna vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk (Godnič, 2005).	12
Preglednica 4: Povprečna vsebnost citronske, jabolčne, fumarne in šikimske kisline v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk (Godnič, 2005).	13
Preglednica 5: Vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola v g/kg v svežih plodovih različnih sort hrušk (Hudina, 1999).	15
Preglednica 6: Vsebnost citronske, jabolčne, fumarne in šikimske kisline v g/kg v plodovih različnih sort hrušk (Hudina, 1999).	16



## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Cvet hruške (Čebelarstvo ..., 2010).	4
Slika 2: List in plod hruške sorte 'Passa crassana'.	5
Slika 3: Povprečna vsebnost sladkorjev v cvetovih različnih sort hrušk v g/kg.	13
Slika 4: Povprečna vsebnost citronske in jabolčne kisline v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk.	14
Slika 5: Povprečna vsebnost fumarne in šikimske kisline v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk.	14
Slika 6: Vsebnost sladkorjev v g/kg v plodovih različnih sort hrušk.	15
Slika 7: Povprečna vsebnost citronske in jabolčne kisline v g/kg v plodovih različnih sort hrušk.	16
Slika 8: Povprečna vsebnost fumarne in šikimske kisline v g/kg v plodovih različnih sort hrušk.	17

## 1 UVOD

### 1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Sladkorji, alkoholni sladkorji, organske kisline in vitamini so zelo uporabni kot indikatorji presnovne aktivnosti v plodovih in nakazujejo spremembe v kakovostni sestavi plodov, saj so spremembe okusa, trdote in videza plodov lahko posledica sprememb v vsebnosti in razmerju organskih kislin, sladkorjev in alkoholov.

Presnova celičnih vsebin, pomembnih za okus sadja (npr. sladkorjev, organskih kislin, barvil in aromatskih komponent), se zelo spreminja z razvojem plodov. Zaradi tega je posebno pomembno povečati skrb za kakovost sadja in pridelkov s kontrolo presnove teh snovi med rastjo in razvojem plodov.

Vsebnost sladkorjev v plodovih je neposredno odvisna od preskrbe z asimilati tj. od učinkovitosti fotosinteze in količine transportnih sladkorjev. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih je povezana tudi s tehnološkimi ukrepi, ki jih izvajamo v nasadu (gojitvena oblika, prehrana, asimilacijska površina, namakanje, rez) (Hudina, 1999).

V diplomskem projektu smo želeli podati pregled o pomenu in vsebnosti sladkorjev (fruktoze, saharoze, glukoze in sorbitola) in organskih kislin (jabolčne, citronske, fumarne in šikimske) v različnih organih navadne hruške (*Pyrus communis* L.).

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 NAVADNA HRUŠKA

Navadna hruška spada v red *Rosales*, družino *Rosaceae*, poddružino *Maloideae*, rod *Pyrus*, ki obsega okoli 20 rastlinskih vrst. Vse vrste rodu *Pyrus* imajo osnovno število kromosomov  $X=17$ . Večina vrst hrušk je diploidnih ( $2n = 2x = 34$ ), poliploidnih genotipov je razmeroma malo ( $3n = 51$  in  $4n = 68$ ) (Ivančič, 2002).

Hruška je sadna vrsta, ki je bila prenesena v Evropo 1000 let p. n. št.. Izbor in domestifikacija je bila opravljena skozi mnogo stoletij, kot rezultat pa je nastanek sadeža, ki je zelo cenjen po celem svetu (Moore in Ballington, 1991).

Vrste rodu *Pyrus* so avtohtone samo na severni zemeljski polobli (Evropa, Afrika, Azija). Od vseh vrst rodu *Pyrus* jih je samo nekaj pomembnih za pridelavo, ki so predvsem sodelovale pri nastanku sort ali pa se uporabljajo kot podlage.

Hruške so samoneoplodne (avtosterilne), zato sadimo skupaj sorte, ki so dobre opraševalne sorte (diploidne), s tistimi, ki so slabše opraševalne sorte (triploidne). Na oploditev med cvetenjem vplivajo tudi zunanji dejavniki, med katere prištevamo temperaturo (v začetku cvetenja naj bi znašala okoli 10 do 15 °C), zračno vlago, padavine, veter, prehrano dreves, bolezni in škodljivce. Upoštevati je treba tudi čas cvetenja, ki je pri različnih sortah različen in genetsko določen (Gliha, 1997).

Za gojenje srednje visokih in visokih dreves cepimo hruške na sejanec, za gojenje nizkodebelnih dreves pa na kutino. Ker vse sorte hruške niso primerne za cepljenje na kutino, uporabimo posredovalko, ki jo cepimo na kutino in šele nanjo želena sorto navadne hruške.

Za močno rastoča drevesa na sejancu so primerne ploščate gojitvene oblike palmete ali okrogle oblike piramide. Za srednje in šibko rastoča drevesa na kutini pa so primerne palmeta ali druge ploščate in okrogle gojitvene oblike. Med okroglimi gojitvenimi oblikami je primeren vretenast grm. Za goste nasade hrušk pride v poštev oblika ozkega vretena (Jazbec in sod., 1995).

Sladkost, kislost in okus sadja, ki se lahko močno spreminjajo med razvojem plodov, so odvisni od vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in aromatičnih sestavin (Hudina in Štampar, 2000).

## 2.2 KLIMATSKE RAZMERE

Hruška spada v skupino rastlin, ki potrebujejo veliko svetlobe. Od nje je odvisna fotosinteza in s tem količina in kakovost pridelka. Tudi barva, okus in trpežnost plodov so zelo odvisni od osvetlitve. Intenzivnost osvetlitve se spreminja z geografsko širino, nadmorsko višino, lego glede na severno in južno pobočje in bližino večjih vodnih površin, ki odbijajo svetlobo (Štampar in sod., 2009).

Hruška uspeva v zmerno toplem podnebnju. Za nizke zimske temperature ni občutljiva, prenese tudi temperaturo  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Je manj zahtevna glede padavin in dobro prenaša sušna obdobja. Ker cveti sorazmerno zgodaj, je občutljiva za spomladanske pozebe. Med cvetenjem je kritična temperatura  $-1,4$  do  $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Hruška uspeva v slabo kislih (pH 5,6 – 6,5), rodovitnih, rahlih in zračnih tleh. Slabo prenaša težka, ilovnata in apnena tla z več kot 3 % apna. Dobro reagira na gnojenje z organskimi gnojili. Ima globoke korenine, zato je manj zahtevna za vodo kot jablana (Jazbec in sod., 1995).

Hruška bolje prenaša visoke poletne temperature kot jablana. Kakovost plodov hrušk je precej boljša na območjih, kjer so topla podnebja. Na drugi strani pa povzročajo visoke poletne temperature pri nekaterih sortah, kot sta 'Konferans' in 'Viljamovka' ožige na listih in njihovo množično sušenje (Dulić in sod., 1988).

## 2.3 CVET IN PLOD

Iz generativnega, rodnega brsta hruške se razvije nekaj cvetov in listov, ki so razporejeni vzdolž kratke osi. Posamezni cvetovi tvorijo socvetje (inflorescenco). Posamezni cvetovi se odpirajo od osnove proti vrhu, kar je ravno nasprotno kor pri jablani, kjer se najprej odpre zgornji cvet (kraljevi cvet). Pri hruškah se prvi v socvetju odpre drugi cvet nad osnovo. Število cvetov v socvetju je pri hruški večje kot pri jablani in znaša v povprečju 6 - 8 cvetov, pri nekaterih sortah je lahko celo do 14 cvetov v socvetju. Število cvetov v socvetju in njihov izgled so genetsko pogojeni (Alič, 2008).

Za hruške so značilna češuljasta socvetja, pri nekaterih genotipih pa se pojavlja tudi enostavni kobil. Terminalni cvetovi socvetja so praviloma večji od bazalnih. Število cvetov socvetja je od 1 do več kot 20, kar je odvisno od vrste, genotipa, starosti rastline, položaja socvetja na rastlini in številnih ekoloških dejavnikov. Posamezen cvet je zgrajen iz petih časnih listov, petih venčnih listov, 20 - 30 prašnikov in pestiča (Ivančič, 2002).



Slika 1: Cvet hruške (Čebelarstvo ..., 2010).

Na tvorbo cvetov imajo velik vpliv ogljikovi hidrati. Če ima rastlina na razpolago dovolj ogljikovih hidratov, lahko pride do tvorbe cvetnih brstov (Alič, 2008).

Plod hruške je nepravi plod, ker nastane iz delov cvetišča in pestičev s čašico. Plodovi so po obliki hruškasti, jabolčasti, jajčasti, ovalni, zvonasti idr. Sestavljen je iz eksokarpa, mezokarpa in endokarpa. Seme se razvije iz semenske zasnove, največkrat po oploditvi (Dulić in sod., 1988).

Pri hruški je zelo pogost pojav partenokarpije, ko se plodovi razvijejo brez poprejšnje oploditve. Takšni plodovi so brez semena (Jazbec in sod., 1995).

## 2.4 LIST

List je eden najpomembnejših organov hruške, katerega glavna naloga je opravljanje fotosinteze. Liste, ki so spiralasto razporejeni po mladiki, sestavljajo listna ploskev, pecelj in listna nožnica (Jazbec in sod., 1995).

Listna ploskev je lahko okroglasta, elipsasta, suličasta, jajčasta, pernata ipd. Lahko je gladka ali dlakava, na obodu pa deloma nazobčana ali cela. Listni pecelj je različno dolg in je v soodvisni povezavi z dolžino peclja plodu. Anatomska zgradba hruševega lista je podobna jablanovem, podobne pa so tudi fiziološke funkcije. Listi se razvijejo iz mešanih in posameznih vegetativnih brstov (Dulić in sod., 1988).

Izhlapevanje je za rastlino zelo pomemben proces. Rastlina oddaja skozi listne reže vodo, ki jo drevo s koreninami črpa iz zemlje. Voda in v njej raztopljeni hranilni snovi se iz korenin dvigajo po deblu v krošnjo, kjer drevo hranilne snovi razporedi po potrebi za rast

ali oblikovanje plodov. Odvečna voda izhlapi. Veliko drevo hruške transpirira tudi do 270 litrov vode na dan, kar je odvisno od zračne vlage.

Dihanje je oksidacijski proces, za katerega je potreben kisik iz zraka. Pri dihanju se razgrajuje sladkor v svoje osnovne sestavine, tj. vodo in ogljikov dioksid, pri čemer se sprošča energija (Jazbec in sod., 1995).



Slika 2: List in plod hruške sorte 'Passa crassana'.

## 2.5 KEMIČNA SESTAVA

Sadje ima zapleteno in raznovrstno kemično sestavo. V plodu je veliko kemičnih snovi, ki jih v grobem razvrstimo na organske in anorganske. Med anorganske spadajo voda, plini ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ) in rudninske snovi. V skupino organskih snovi pa spadajo sladkorji, pektinske snovi, organske kisline, aminokisline, beljakovine, encimi, maščobe, aromatične snovi, etilen, rastlinska barvila (klorofil, karotenoidi, antociani), vitamini in hormoni (Gvozdencić, 1989).

Za normalno rast dreves in močno rodnost je najugodnejše, če je razmerje med ogljikovimi hidrati in dušikom enako ( $\text{C:N} = 1$ ), kar pomeni, da sta dušik in ogljikovi hidrati v ravnotežju. Če je dušika več kot ogljikovih hidratov, drevo močno raste, vendar slabo rodi ( $\text{C:N} < 1$ ). To razmerje je značilno za mlada drevesa. Če pa je dušika manj kot ogljikovih hidratov, drevo slabo raste, vendar sorazmerno dobro rodi (Jazbec in sod., 1995).

Količina vode v plodovih se spreminja, zato moramo plodove obirati tedaj, ko je v njih največ vode. Velika količina vode je po drugi strani razlog, da so le ti bolj dovzetni za povečano transpiracijo, občutljivost za zajedavske in nezajedavske bolezni.

Plod hruške vsebuje največ vode (84 % sveže mase), nato po vsebnosti sledijo ogljikovi hidrati, od katerih je fruktoze 54 %, sorbitola 18 %, saharoze 15 % in glukoze 13 % (Gvozdenović, 1989).

Fotosinteza je zelo zapleten kemični proces, ki poteka v zelenih delih rastline, predvsem v listih. V zelenih listih nastaja s pomočjo klorofila (listnega zelenila), vode ( $H_2O$ ), svetlobe in ogljikovega dioksida ( $CO_2$ ) sladkor, hkrati pa se sprošča kisik ( $O_2$ ) (Jazbec in sod., 1995).

## 2.6 OGLJIKOVI HIDRATI

Glavni sladkorji, ki jih vsebuje sadje, so fruktoza, glukoza in saharoza. Fruktoze je v sadju največ, saharoze pa je precej manj od glukoze in fruktoze. Skupna količina teh treh sladkorjev je v svežih zrelih plodovih od 2 do 65 % sveže mase.

Zeleni plodovi vsebujejo povečini škrob, zreli pa fruktozo, glukozo in saharozo. V listju sadnih dreves nastajajo ogljikovi hidrati, ki se skladiščijo v plodovih, ko ti rastejo. Dokler so plodovi majhni, v začetku rasti, so zeleni, v njih poteka fotosinteza, dobivajo pa tudi del hrane za razvoj in rast celic. Z rastjo plodov pa se fotosintezna aktivnost zmanjšuje in poglavitni vir hrane za rast celic ostaja fotosinteza v listih. Del ogljikovih hidratov se porablja za energijske potrebe in sintezo drugih snovi, kot na primer pektina in drugih gradilnih snovi celic, del pa se shranjuje v plodovih kot rezervna snov (škrob).

Med zorenjem se škrob hidrolizira z encimi v enostavne sladkorje (saharozo, glukozo in fruktozo) in šele tedaj postanejo plodovi užitni. Pri jabolkih in hruškah je v začetku več glukoze kot fruktoze, med dozorevanjem in kasneje, po obiranju, pa se količina fruktoze zveča, količina glukoze pa ostane enaka. Količina saharoze se v hruškah povečuje vse do obiranja (Gvozdenović, 1989).

Poleg sladkorjev so v sadju tudi alkoholni sladkorji. Najbolj znan je sorbitol, ki ga vsebujejo v večjih ali manjših količinah vsi koščičarji in pečkarji (Štampar in sod., 2009).

Zelo malo potrošnikov se zaveda, da so sladkorji, ki so prisotni v svežem sadju, glavni vir energije. Vsebnost skupnih sladkorjev v zrelem sadju dosega 5 do 10 % mase svežega sadja (Hudina, 1999).

V plodovih hrušk se od začetka junija pa do obiranja vsebnost glukoze in sorbitola zmanjšuje, medtem ko se vsebnost fruktoze in saharoze povečuje (Hudina in Štampar, 1999).

### 2.6.1 Fruktoza

Fruktoza je najbolj razširjena ketoza in je ena izmed najbolj sladkih sladkorjev (Noller, 1957). Največ fruktoze najdemo v medu, sadju in rastlinah, ki vsebujejo inulin, iz katerega nastaja s hidrolizo, npr. spomladi v regratovih koreninah. Fruktoza je slajša od navadnega sladkorja. Sladkorni bolniki jo lahko presnavljajo, zato je pomembna v njihovi dietni prehrani. Pridobivajo jo s hidrolizo inulina, saharoze in rafinoze (Petauer, 1993). Fruktoze je v sadju največ, okoli 8 – 14 %. Skupaj z glukozo sestavljata disaharid saharozo (Johnson, 1993). Fruktoza je najbolj zastopan sladkor v vseh sortah hrušk. Vsebnost fruktoze z razvojem plodov hrušk narašča (Hudina, 1999).

### 2.6.2 Glukoza

Glukoza je v naravi najbolj razširjen sladkor, ki nastane neposredno pri fotosintezi, molekulska formula je  $C_6H_{12}O_6$ . Največ proste glukoze je v grozdju, drugem sadju in medu. Včasih so jo pridobivali iz mošta, sedaj pa s hidrolizo škroba, pa tudi s hidrolizo celuloze s pomočjo gliv, npr. *Trichoderma viride*. Sladkorni bolniki se morajo izogibati živil z veliko glukoze, ker je njihovo telo ne more presnavljati (Petauer, 1993). Vsebnost glukoze se v zrelih plodovih razlikuje med sortami, plodovi jo vsebujejo okoli 8 do 14 % (Scott, 1993). Vsebnost glukoze se z razvojem plodov hrušk zmanjšuje (Hudina, 1999).

### 2.6.3 Saharaza

Saharaza je disaharid, z molekulsko formulo  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Zgrajena je iz glukoze in fruktoze. Nahaja se v sladkih plodovih in rastlinskih sokovih. V tropskih in subtropskih deželah se pridobiva iz sladkornega trsa, v zmerno toplih deželah pa iz sladkorne pese. Uporabljamo jo za sladkanje jedi in pijač, deluje tudi kot konzervans. Plodovi jo vsebujejo okoli 1,5 % (Petauer, 1993). Vsebnost saharoze z razvojem plodov hrušk narašča (Hudina, 1999).

### 2.6.4 Sorbitol

Sorbitol je alkoholni sladkor, ki ga vsebujejo plodovi jerebike in drugih rožnic, malo ga je tudi v vinu. Pridobivajo ga iz jerebike ali z redukcijo glukoze in ga uporabljajo kot sladilo za diabetike (Petauer, 1993). Pri tvorbi sorbitola je najbolj pomemben ogljik. Najpomembnejši encim za tvorbo sorbitola je NAD-SDH (Ito in sod., 2002). Sorbitol ima



pomembno vlogo kot transportni produkt fotosinteze pri večini sadnih dreves. Je poliol. Sorbitol je pri mnogih sadnih vrstah, ki pripadajo družini rožnic (*Rosaceae*) glavna transportna snov iz listov v plodove. Predstavlja 60 do 90 % vseh ogljikovih hidratov, ki se transportirajo iz listov v plodove. Tako kot vsebnost glukoze, se tudi vsebnost sorbitola z razvojem plodov zmanjšuje (Hudina, 1999).

## 2.7 ORGANSKE KISLINE

Organske kisline, ki jih najdemo v sadju, največkrat poimenujemo s skupnim izrazom sadne kisline. Praviloma so v prosti obliki in le v manjšem deležu s kationi (kalij, natrij) tvorijo soli. Glavni organski kislini sta jabolčna in citronska kislina. V sadju najdemo še manjše vsebnosti kininske kisline, izocitronske kisline, jantarne, fumarne, oksalne in šikimske kisline. Druge organske kisline, ki jih najdemo v sadju v majhnih količinah, prištevamo med aromatične snovi (Štampar in sod., 2009).

Včasih je koncentracija teh kislin tako velika, da se začne kristalizacija, na primer kalcijevega oksalata v mladih plodovih. Organske kisline imajo pomembno vlogo v presnovi v plodovih. Znana je na primer vloga fosfoglicerinske kisline v fotosintezi in vloga organskih kislin, ki so pomemben vir energije pri celičnem dihanju. Stopnja zrelosti plodov je pogosto povezana s količino organskih kislin ali pa z razmerjem med vsemi sladkorji in vsemi kislinami. V sadju je največ citronske in jabolčne kisline (Gvozdenović, 1989). Vsebnost skupnih kislin se z zrelostjo ploda zmanjšuje. V plodu najbolj niha vsebnost organskih kislin (Gliha, 1997).

Vsebnost skupnih organskih kislin se postopno zmanjšuje med razvojem plodov, zorenjem in skladiščenjem (Hudina, 1999).

### 2.7.1 Jabolčna kislina

Jabolčna kislina je sadna kislina. Najdemo jo v prosti obliki ali v obliki soli. Je zelo razširjena v rastlinah, zlasti v sočnih plodovih. Pridobivajo jo iz nekaterih rastlin, npr. iz tobakovih listov in čičerike, ter z biotehnološkimi postopki in jo uporabljajo v farmacevtski in živilski industriji. V primerjavi s citronsko kislino je jabolčna kislina malo manj kislila (Petauer, 1993). Uvršča se na drugo mesto po zastopanosti, v hruškah jo je od 0,1 do 0,5 % (Gvozdenović, 1989). Presnova jabolčne kisline je zelo aktivna, saj se njena vsebnost med dozorevanjem plodov lahko zmanjša tudi za 50 %. Večja vsebnost Ca v plodovih ohranja jabolčno kislino, saj obstaja obratno sorazmerje med vsebnostjo Ca in oksidacijo jabolčne kisline. Ca namreč preprečuje uporabo organskih kislin kot respiratornega substrata. Jabolčna kislina je skupaj s sladkorji glavna snov za dihanje in njena glavna pot poteka preko citratnega cikla. Vsebnost jabolčne kisline se do konca junija povečuje, nato pa se do obiranja zmanjšuje (Hudina, 1999).

### 2.7.2 Citronska kislina

Citronska kislina je zelo razširjena v sadju in drugih rastlinah. Pridobivajo jo s fermentacijo sladkorja s pomočjo plesni *Aspergillus niger*, iz limoninega, pomarančnega in ananasovega soka ter tobakovega listja. Je močno topna v vodi in s kislostjo prispeva k aromi (Petauer, 1993). Vsebnost citronske kisline se do konca junija zmanjšuje, nato pa do obiranja narašča, kar je ravno nasprotno kot pri jabolčni kislini (Hudina, 1999).

### 2.7.3 Fumarna kislina

Po aromi je fumarna kislina močnejša od jabolčne, citronske in mlečne kisline. Pridobivajo jo s fermentacijo iz glukoze in melase s pomočjo gliv iz rodu *Rhizopus*, lahko pa tudi iz jabolčne kisline z izomerizacijo (Petauer, 1993). Tudi fumarna kislina, tako kot citronska, s svojim deležem prispeva k izoblikovanju arome (Liebrand, 1992). Fumarne kisline je v primerjavi s citrónsko in jabolčno kislino malo. Vsebnost fumarne kisline se z razvojem plodov zmanjšuje, pred obiranjem rahlo naraste, ob obiranju pa se zopet zmanjša (Hudina, 1999).

### 2.7.4 Šikimska kislina

Najdemo jo v sadju, v celicah ima vlogo pri gradnji raznih aromatskih spojin (Petauer, 1993). Dokazano je, da je šikimska kislina prekurzor mnogim drugim kislinam ter tudi prekurzor aromatskega prstana pri ligninu (Noller, 1957). Plodovi hrušk vsebujejo majhne količine šikimske kisline. Vsebnost šikimske kisline se z razvojem plodov zmanjšuje (Hudina, 1999).

## 2.8 VPLIV UPOGIBANJA RODNE VEJE NA VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH HRUŠKE SORTE 'VILJAMOVKA'

### 2.8.1 Sladkorji

Kemična sestava plodov je pokazatelj notranje kakovosti ter je različna med sadnimi sortami in vrstami. Vsaka sorta in vsak sadež ima svojo kemično sestavo, pri čemer so razlike v sestavi odvisne od stanja zrelosti, okoljskih vplivov in tehnoloških ukrepov. Med slednje uvrščamo tudi ukrep upogibanja vej, za katerega so domnevali, da bo vplival na vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih hruške sorte 'Viljamovka'. V poskus so Colarič in sod. (2006) vključili tri obravnavanja: upogibanje petletnih vej pozno poleti 2003 in spomladi 2004 ter rodne veje, ki niso bile upognjene – kontrola. Ugotovili so, da je bila fruktoza najbolj zastopan sladkor v hruški, kateri je sledil sorbitol. Glukoza in saharoza pa sta bili zastopani v manjših koncentracijah. Plodovi, pri katerih je bilo

upogibanje vej opravljeno v poletnem času, so imeli najmanjšo vsebnost posameznih sladkorjev. Največja vsebnost sladkorjev je bila opažena pri plodovih, kjer je bilo upogibanje opravljeno spomladi. Izjema je bila glukoza, katere nivo je bil največji pri kontrolnih plodovih (Colarič, 2007; Colarič in sod., 2006).

Preglednica 1: Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v g/kg pri hruški 'Viljamovka' po upogibanju vej (Colarič in sod., 2006).

	Poletje 2003	Pomlad 2004	Kontrola
Fruktoza*	64,48 ± 2,23a	73,54 ± 2,68b	67,61 ± 3,04ab
Glukoza	8,46 ± 1,14a	9,01 ± 1,26a	9,42 ± 1,11a
Sorbitol	19,29 ± 1,80a	24,59 ± 1,56b	21,34 ± 1,93ab
Saharoza	6,25 ± 0,75a	7,94 ± 0,94a	7,28 ± 1,06a
Skupni sladkorji	98,48 ± 3,22a	115,07 ± 3,93b	105,66 ± 4,78ab

\* statistično značilne razlike med obravnavami v vsebnosti posameznih sladkorjev so označene z različnimi črkami

## 2.8.2 Organske kisline

Med organskimi kislinami je jabolčna kislina tista, ki se oblikuje pri večini hrušk. Rezultati študije (Colarič in sod., 2006) pa so pokazali, da sorta 'Viljamovka' vsebuje več citronske kisline kot jabolčne kisline. Vsebnost citronske kisline je predvsem odvisna od stopnje zrelosti in sorte. Vsebnost fumarne kisline je bila najmanjša med organskimi kislinami. Največja vsebnost citronske kisline in organskih kislin na sploh je bila v plodovih kontrolnih dreves.

Plodovi z vej, ki so bile upognjene spomladi 2004, so imeli najmanjšo vsebnost fumarne kisline in vseh organskih kislin nasploh. Vsebnost organskih kislin je bila največja v plodovih, kjer so bile veje upognjene poleti, medtem ko je bila vsebnost citronske kisline pri teh najmanjša (Colarič in sod., 2006).

Preglednica 2: Povprečna vsebnost organskih kislin v g/kg pri hruški sorte 'Viljamovka' po upogibanju vej (Colarič in sod., 2006).

	Poletje 2003	Pomlad 2004	Kontrola
Citronska kislina	2,87 ± 0,28	2,89 ± 0,07	3,05 ± 0,16
Jabolčna kislina	2,24 ± 0,13	2,15 ± 0,09	2,13 ± 0,13
Šikimska kislina	71,79 ± 3,45	58,14 ± 6,94	57,67 ± 5,80
Fumarna kislina	0,49 ± 0,16	0,41 ± 0,05	0,44 ± 0,14
Skupne kisline	5,19 ± 0,26	5,10 ± 0,15	5,24 ± 0,17

## 2.9 PRIMARNI METABOLITI V LISTIH IN PLODOVIH HRUŠK MED RASTNO DOBO

V poskusu, ki so ga izvedli Hudina in sod. (2007) so ugotovili, da na začetku razvoja ploda glukoza v juliju doseže svoj minimum pri sortah 'Konferans' in 'Concorde'. Znano je, da je to povezano z akumulacijo škroba, ki doseže svoj vrh v avgustu. Sinteza škroba je odvisna od vsebnosti glukoze v sadju. Potem, ko glukoza doseže svoj minimum, v plodovih konstantno narašča do obiranja.

Za razvoj ploda je značilna akumulacija fruktoze in saharoze. Opaženo je bilo povečanje vsebnosti fruktoze med delitvijo celic (1. faza razvoja ploda) do sredine junija, in sicer pri treh sortah. Med povečevanjem volumna celic in medceličnih prostorov (2. faza razvoja ploda) se je vsebnost fruktoze zmanjševala, pri sorti 'Viljamovka' vse do devet dni pred obiranjem, nato je narasla. Vsebnost fruktoze se je pri sortah 'Konferans' in 'Concorde' pozno junija zmanjševala in nato naraščala do obiranja.

Vsebnost saharoze je bila majhna vse do sredine junija, ko je začela naraščati. Povečanje se je zaustavilo ob koncu julija. V avgustu se je pokazalo povečanje vsebnosti saharoze, kar je bilo najbolj očitno pri sortah 'Konferans' in 'Concorde', najmanj pa pri sorti 'Viljamovka'.

Vsebnost sorbitola se je spreminjala podobno pri sortah 'Konferans' in 'Concorde'. Njegova vsebnost se je zgodaj in do konca julija zmanjševala ter kasneje tik pred obiranjem, pozno avgusta, narasla. Podobno se je obnašala sorta 'Viljamovka', le da pri njej ni bilo povečanja vsebnosti sorbitola.

Med kislinami je pri hruškah prevladujoča jabolčna kislina, sledi ji citronska. Pri sorti 'Viljamovka' se je vsebnost citronske kisline zmanjševala do končnega padca v juliju in kasneje naraščala. Vsebnost fumarne kisline se je zmanjševala vse do konca julija in ostala majhna pri sorti 'Viljamovka', toda pri sortah 'Konferans' in 'Concorde' je rahlo narasla tik pred obiranjem. Pri vseh sortah se je vsebnost šikimske kisline zmanjševala od začetka razvoja ploda do konca julija, nato pa je do obiranja ostala na enakem nivoju (Hudina in sod., 2007).

## 2.10 VSEBNOST SLADKORJEV V LISTU IN PLODU

Pri sortah 'Konferans' in 'Concorde' je vsebnost glukoze v listih v juliju hitro naraščala, medtem ko se je vsebnost glukoze v plodu hitro zmanjševala. Pri sorti 'Viljamovka' vsebnost glukoze v juliju v listih ni narasla, medtem ko se je vsebnost glukoze v plodu zmanjšala. Tik pred obiranjem je vsebnost glukoze narasla tako v plodu kot v listih pri sortah 'Konferans' in 'Viljamovka', zmanjšala pa se je v plodu sorte 'Concorde' (Hudina in sod., 2007).

Vsebnost fruktoze je naraščala ob koncu junija v listih, v sredini julija pa v plodovih. Ob koncu julija se je vsebnost fruktoze v plodu zmanjšala, v listu pa je narasla.

Ko je vsebnost saharoze v listih narasla, se je zmanjšala v plodu, razen tik pred obiranjem, ko je narasla v plodu ne glede na njen nivo v listih. Obstajata dva vira saharoze v plodu, prvi je prenos v plod iz drugih delov rastline, kot je tudi list, in drugi je nastajanje saharoze v plodu iz sorbitola.

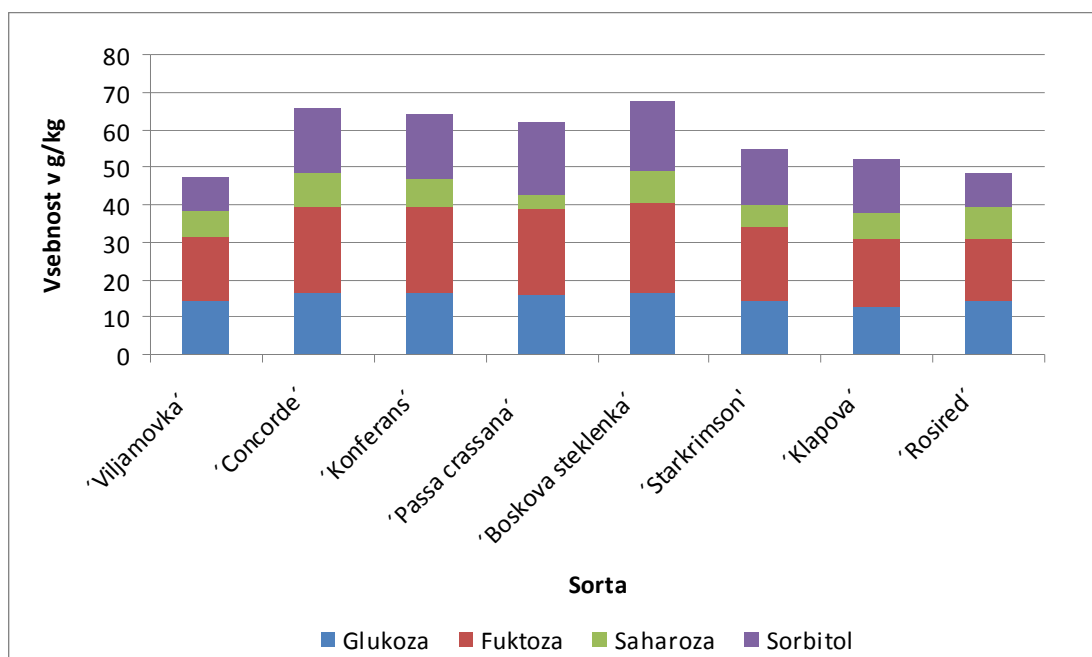
Spremembe v aktivnosti encimov so pogosto povezane z adsorbicijo prenesenih sladkorjev (sorbitola) in s pričetkom absorpcije v razvijajočih listih. Vsebnost sorbitola doseže vrh konec junija pri sorti 'Concorde' in začetek maja pri sortah 'Viljamovka' in 'Konferans'. Drugi vrh se pojavi ob koncu junija, ko je nivo sorbitola visok, tako v plodu kot v listih. Po koncu junija se vsebnost sorbitola v listih hitro zmanjša, nekoliko počasneje je zmanjševanje v plodu. Pri sortah 'Konferans' in 'Concorde' vsebnost sorbitola naraste tik pred obiranjem, medtem ko pri sorti 'Viljamovka' nadaljuje z zmanjšanjem do obiranja (Hudina in sod., 2007).

## 2.11 VSEBNOST SLADKORJEV V CVETOVIIH HRUŠK

Preglednica 3: Povprečna vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk (Godnič, 2005).

Sorta	Glukoza	Fruktoza	Saharoza	Sorbitol	Skupni sladkorji
'Viljamovka'	14,49	17,16	6,80	8,92	47,37
'Concorde'	16,73	22,83	8,72	17,56	65,84
'Konferans'	16,57	22,83	7,44	17,31	64,15
'Passa crassana'	16,00	23,04	3,55	19,37	61,96
'Boskova steklenka'	16,33	24,17	8,73	18,39	67,62
'Starkrimson'	14,21	19,91	5,91	14,69	54,72
'Klapova'	12,54	18,52	6,56	14,70	52,32
'Rosired'	14,38	16,75	8,60	8,92	48,65

Največjo vsebnost sladkorjev v cvetovih hrušk najdemo pri sorti 'Boskova steklenka' (67,62 g/kg), najmanjšo pa pri sorti 'Viljamovka' (47,37 g/kg).



Slika 3: Povprečna vsebnost sladkorjev v cvetovih različnih sort hrušk v g/kg.

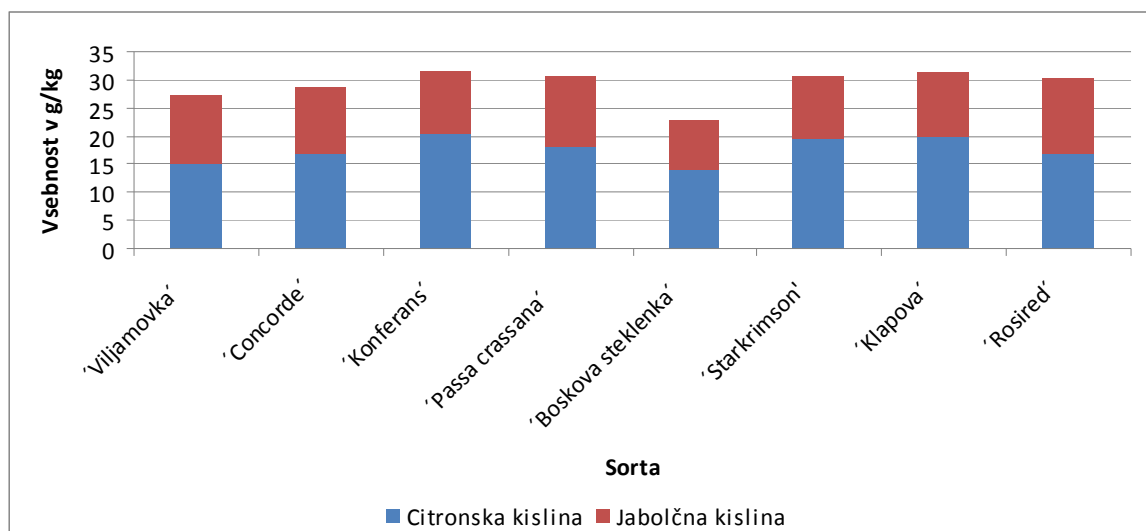
Iz slike 3 je razvidno, da skupno cvetovi hrušk vsebujejo največ fruktoze in najmanj saharoze.

## 2.12 VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN V CVETOVIH HRUŠK

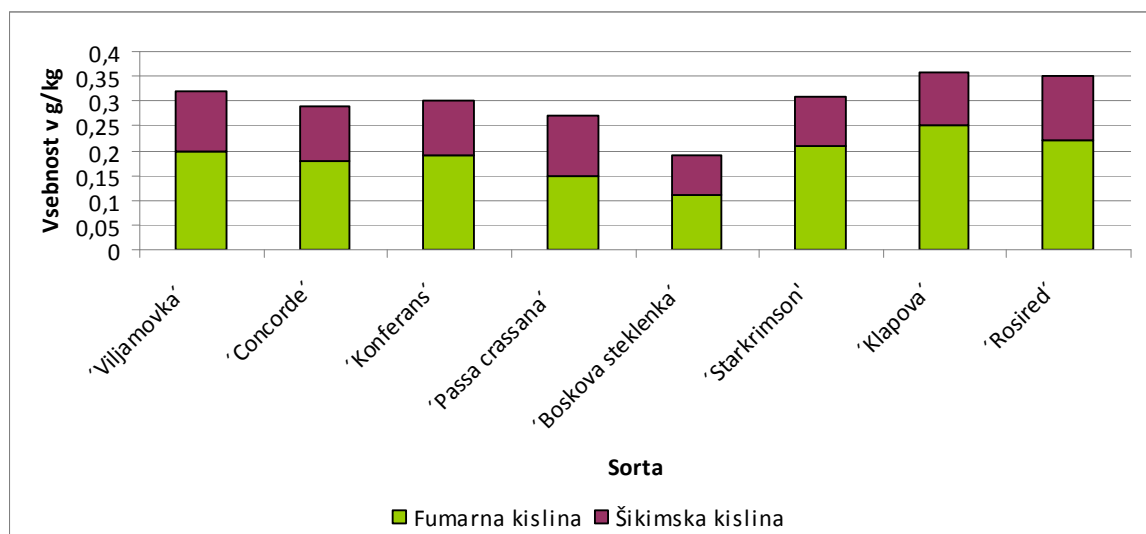
Preglednica 4: Povprečna vsebnost citronske, jabolčne, fumarne in šikimske kisline v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk (Godnič, 2005).

Sorta	Citronska kislina	Jabolčna kislina	Fumarna kislina	Šikimska kislina	Skupne kisline
'Viljamovka'	15,06	12,13	0,20	0,12	27,51
'Concorde'	16,99	11,47	0,18	0,11	28,75
'Konferans'	20,67	11,04	0,19	0,11	32,01
'Passa crassana'	18,14	12,32	0,15	0,12	30,73
'Boskova steklenka'	14,04	8,87	0,11	0,08	23,10
'Starkrimson'	19,52	10,99	0,21	0,10	30,82
'Klapova'	19,88	11,49	0,25	0,11	31,73
'Rosired'	16,88	13,37	0,22	0,13	30,60

Največjo vsebnost organskih kislin v cvetovih hrušk najdemo pri sorti 'Konferans' (32,01 g/kg), najmanjšo pa pri sorti 'Boskova steklenka' (23,10).



Slika 4: Povprečna vsebnost citronske in jabolčne kisline v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk.



Slika 5: Povprečna vsebnost fumarne in šikimske kisline v g/kg v cvetovih različnih sort hrušk.

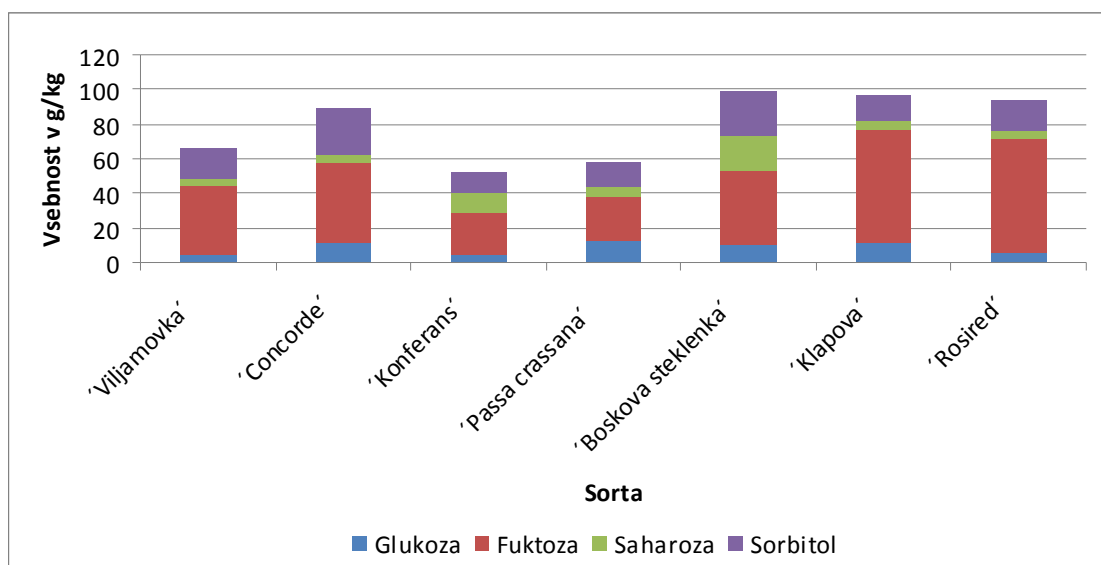
Cvet hruške vsebuje v povprečju največ citronske kisline, sledijo jabolčna in fumarna kislina, najmanj pa je šikimske kisline.

## 2.13 VSEBNOST SLADKORJEV V PLODOVIH HRUŠK

Preglednica 5: Vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola v g/kg v svežih plodovih različnih sort hrušk (Hudina, 1999).

Sorta	Glukoza	Fruktoza	Saharoza	Sorbitol	Skupni sladkorji
‘Viljamovka’	4,79	39,9	3,36	17,48	65,53
‘Concorde’	11,86	45,81	5,13	25,84	88,64
‘Konferans’	4,87	23,71	11,27	12,49	52,34
‘Passa crassana’	13,08	25,11	5,52	13,44	57,15
‘Boskova steklenka’	10,55	42,48	21,13	24,86	99,02
‘Klapova’	11,63	66,15	4,35	14,55	96,68
‘Rosired’	5,32	66,15	4,23	17,81	93,51

Največjo vsebnost sladkorjev v svežih plodovih najdemo pri sorti ‘Boskova steklenka’ (99,02 g/kg), najmanjšo vsebnost pa pri sorti ‘Konferans’ (52,34 g/kg).



Slika 6: Vsebnost sladkorjev v g/kg v plodovih različnih sort hrušk.

Iz slike 6 je razvidno, da je v svežih plodovih različnih sort hrušk največ fruktoze, sledijo sorbitol, glukoza in nato saharoza.

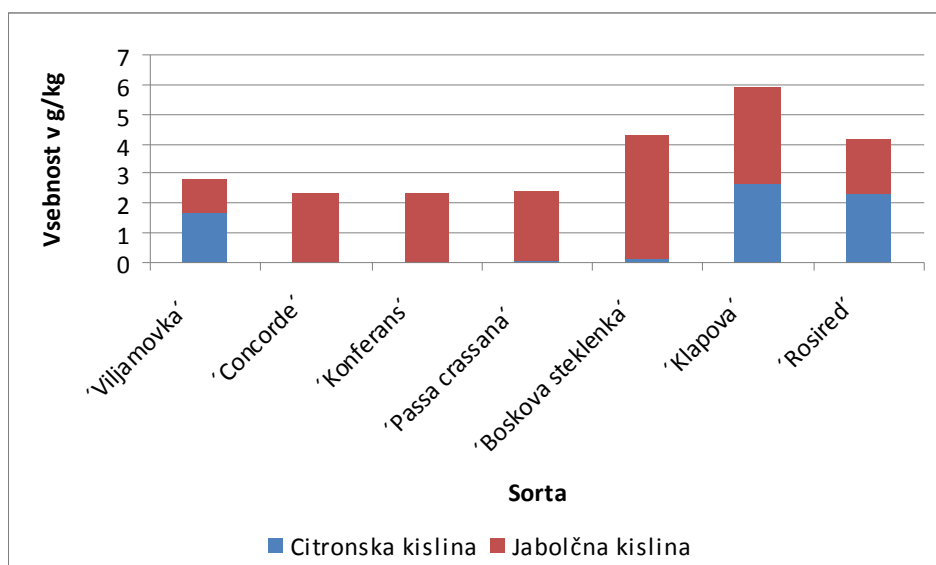


## 2.14 VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH HRUŠK

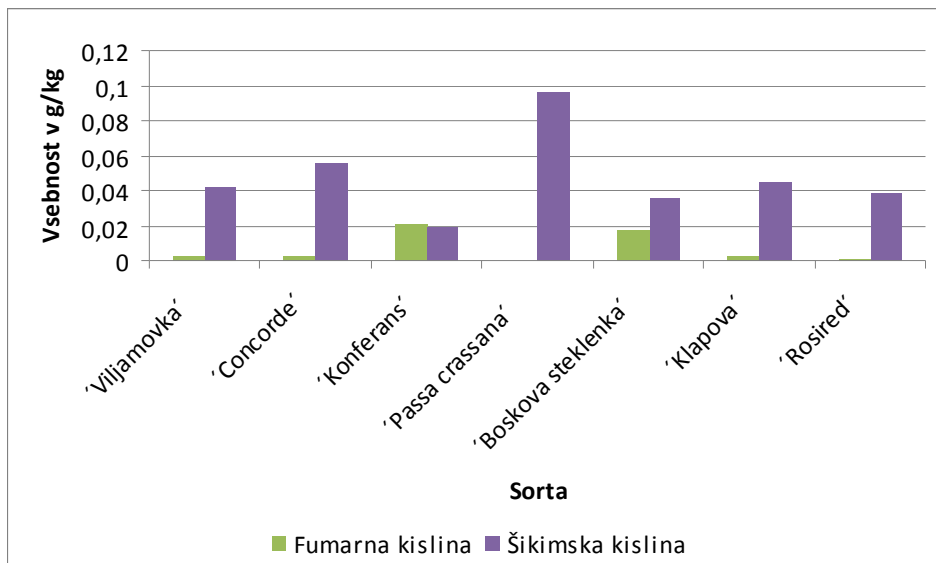
Preglednica 6: Vsebnost citronske, jabolčne, fumarne in šikimske kisline v g/kg v plodovih različnih sort hrušk (Hudina, 1999).

Sorta	Citronska kislina	Jabolčna kislina	Fumarna kislina	Šikimska kislina	Skupne kisline
'Viljamovka'	1,69	1,13	0,002	0,042	2,86
'Concorde'	0,00	2,35	0,003	0,056	2,41
'Konferans'	0,02	2,34	0,020	0,019	2,40
'Passa crassana'	0,05	2,39	0,001	0,096	2,54
'Boskova steklenka'	0,15	4,13	0,017	0,036	4,33
'Klapova'	2,71	3,20	0,002	0,045	5,96
'Rosired'	2,38	1,82	0,001	0,039	4,24

Največjo vsebnost organskih kislin v svežih plodovih hrušk najdemo pri sorti 'Klapova' (5,95 g/kg), najmanjšo pa pri sorti 'Konferans' (2,39 g/kg).



Slika 7: Povprečna vsebnost citronske in jabolčne kisline v g/kg v plodovih različnih sort hrušk.



Slika 8: Povprečna vsebnost fumarne in šikimske kisline v g/kg v plodovih različnih sort hrušk.

Iz slik 7 in 8 je razvidno, da je v svežih plodovih hrušk največ jabolčne kisline, sledi citronska kislina, nato šikimska kislina, najmanj pa je fumarne kisline.

### 3 SKLEPI

V diplomskem projektu smo želeli podati pregled o pomenu in vsebnost sladkorjev (fruktoze, saharoze, glukoze in sorbitola) in organskih kislin (jabolčne, citronske, fumarne in šikimske) v različnih organih hrušk (*Pyrus communis* L.). Zbrani podatki kažejo, da se vsebnost sladkorjev in organskih kislin med sortami razlikuje. Razlikuje se tudi njihova vsebnost glede na organ. Vsaka sorta in vsak plod ima svojo kemično sestavo, pri čemer so razlike v sestavi odvisne od stanja zrelosti, okoljskih vplivov in tehnoloških ukrepov (upogibanje vej, gojitvena oblika, prehrana, asimilacijska površina, namakanje, rez...).

Ugotovili smo, da med razvojem plodov vsebnost fruktoze in saharoze narašča, medtem ko se vsebnost glukoze in sorbitola zmanjšuje. Vsebnost jabolčne kisline se do konca junija povečuje, nato pa do obiranja zmanjšuje, kar je ravno v nasprotju z vsebnostjo citronske kisline, ki se do konca junija zmanjšuje, nato pa se do obiranja povečuje. Vsebnost fumarne kisline se z razvojem plodov zmanjšuje, pred obiranjem rahlo naraste in se ob obiranju zopet zmanjša. Vsebnost šikimske kisline se z razvojem plodov zmanjšuje.

V povprečju največ sladkorjev v cvetovih hrušk najdemo pri sorti 'Boskova steklenka', najmanj pa pri sorti 'Viljamovka'. Cvetovi hruške vsebujejo največ fruktoze, sledita glukoza in sorbitol, najmanj pa je saharoze.

Največjo vsebnost organskih kislin v cvetovih hrušk najdemo pri sorti 'Konferans', najmanj pa pri sorti 'Boskova steklenka'. V cvetovih je bilo največ citronske kisline, sledita jabolčna in fumarna kislina, najmanj pa je šikimske kisline.

Tudi v svežih plodovih najdemo največ sladkorjev pri sorti 'Boskova steklenka', najmanj pa pri sorti 'Konferans'. Tudi v plodovih je, tako kot v cvetovih, največ fruktoze, najmanj pa saharoze.

V svežih plodovih je največja vsebnost organskih kislin pri sorti 'Klapova', najmanj pa pri sorti 'Konferans', ki vsebuje največ sladkorjev. Sveži plodovi pa vsebujejo največ jabolčne kisline, sledita citronska in šikimska kislina, najmanj pa je fumarne kisline.

#### 4 VIRI

- Alič S. 2008. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v različnih organih hruške (*Pyrus communis* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 40 str.
- Colarič M. 2007. Vsebnost izbranih metabolitov v listih in plodovih hruške (*Pyrus communis* L.) sort 'Williams' and 'Conference' glede na arhitektonsko zgradbo rodne veje. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 59 str.
- Colarič M., Štampar F., Solar A., Hudina M. 2006. Influence of branch bending on sugar, organic acid and phenolic content in fruits of 'Williams' pears (*Pyrus communis* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2463-2467
- Čebelarstvo MA-JA. Medovite rastline. 2010.  
[http://www.storzek.net/cebelarstvo-ma-ja/m\\_rastline/](http://www.storzek.net/cebelarstvo-ma-ja/m_rastline/) (28. 4. 2010)
- Dulić K., Gvozdrenović D., Lombergar F. 1988. Gosti sadni nasadi. Ljubljana, Kmečki glas: 255 str.
- Gliha R. 1997. Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, Fragaria d.o.o.: 278 str.
- Godnič A. 2005. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetovih hrušk (*Pyrus communis* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 31 str.
- Gvozdrenović D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. Ljubljana, Kmečki glas: 291 str.
- Hudina M. 1999. Vpliv vodnega režima, prehrane, listne površine in rastne dobe na vsebnost sladkorjev in organskih kislin v hruškah (*Pyrus communis* L.) cv. 'Viljamovka'. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 151 str.
- Hudina M., Colarič M., Štampar F. 2007. Primary metabolites in the leaves and fruits of three pear cultivars during the growing season. *Canadian Journal of Plant Science*, 87: 327-332
- Hudina M., Štampar F. 1999. Influence of water stress and assimilation area on the sugar content and organic acid during the growth period in the pear fruits (*Pyrus communis* L.) cv. 'Williams'. *Phyton*, 39, 3: 107-111

- Hudina M., Štampar F. 2000. Sugar and organic acid content of European (*Pyrus communis* L.) and Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) pear cultivars. *Acta Alimentaria*, 29, 3: 217-230
- Ito J., Hasegawa S., Fujita K., Ogasawara S., Fujiwara T. 2002. Changes in water relations induced by CO<sub>2</sub> enrichment govern diurnal stem and fruit diameters of Japanese pear. *Plant Science*, 163: 1169-1176
- Ivančič A. 2002. Hibridizacija pomembnejših rastlinskih vrst. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: 776 str.
- Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Babnik M., Koron D. 1995. Sadni vrt. Ljubljana, Kmečki glas: 375 str.
- Johnson J. M. 1993. Fructose. V: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*: vol. 3. London, Academic Press: 2080 – 2083
- Liebrand J. T. 1992. Acidulants. V: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Macrae R. (ur), Robinson R.K. (ur), Sadler M. J. (ur). London, Academic Press, 1: 1-6
- Moore J. J., Ballington J. 1991. Genetic resources of temperate fruit and nut crops. *Acta Horticulturae*, 290: 657–693
- Noller C. 1957. Kemija organskih spojeva. Zagreb, Tehnička knjiga Zagreb: 975 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.
- Scott F. W. 1993. Glucose. V: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*: vol. 3. London, Academic Press: 2201-2206
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

## **ZAHVALA**

Najlepše se zahvaljujem prof. dr. Metki HUDINA za strokovno vodstvo, pomoč med nastajanjem diplomskega projekta in spodbudo.

Posebno se zahvaljujem družini in prijateljem, ki ste mi kakorkoli pomagali med študijem in Malči za pomoč pri nastajanju diplomskega projekta.

Zahvaljujem se tudi Janezu za potrpežljivost in pomoč pri oblikovanju diplomskega projekta.