

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anja GODNIČ

**VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH
KISLIN V CVETOVIIH HRUŠK (*Pyrus communis* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2005

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anja GODNIČ

**VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V CVETOVIH
HRUŠK (*Pyrus communis* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**SUGARS AND ORGANIC ACIDS CONTENT IN THE FLOWERS OF
PEARS (*Pyrus communis* L.)**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2005

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija agronomije. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, Biotehniška fakulteta v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Metko HUDINA.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Član: doc. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Anja GODNIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 634.13:631.526.32:631.524.6(043.2)
- KG hruška/ *Pyrus communis*/ cvetovi/ sladkorji/ organske kisline
- KK AGRIS 01
- AV GODNIČ, Anja
- SA HUDINA, Metka (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2005
- IN VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V CVETOVIH HRUŠK
(*Pyrus communis* L.)
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
- OP VIII, 31 str., 10 pregl., 13 sl., 26 vir.
- IJ sl
- JI sl/ en
- AL V letu 2004 smo v nasadu v Bistrici ob Sotli, zaselek Zagaj, izvedli poskus na hruški (*Pyrus communis* L.). Namen raziskave je bil ugotoviti vsebnost posameznih sladkorjev (glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola) in organskih kislin (citronske, jabolčne, fumarne in šikimske) v cvetovih hrušk osmih sort 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova', 'Rosired' in 'Viljamovka'. Za vsako sorto smo nabrali 5 krat po 20 cvetov, ki smo jih po predhodni pripravi uporabili za analizo vsebnosti posameznih sladkorjev in organskih kislin. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin smo določili s pomočjo HPLC metode. Ugotovili smo, da obstajajo razlike med posameznimi sortami tako po vsebnosti sladkorjev, kot po vsebnosti organskih kislin. Med sladkorji je prevladovala fruktoza, največjo vsebnost skupnih sladkorjev je imela sorta 'Boskova steklenka', najmanjšo pa sorti 'Rosired' in 'Viljamovka'. Med organskimi kislinami je bila v cvetovih najbolj zastopana jabolčna kislina. Največjo vsebnost skupnih kislin sta imeli sorti 'Boskova steklenka' in 'Klapova', najmanjšo pa sorta 'Conference'.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Vs
- DC UDC 634.13:631.526.32:631.524.6(043.2)
- CX pears/ *Pyrus communis*/ flowers/ sugars/ organic acids
- CC AGRIS 01
- AU GODNIČ, Anja
- AA HUDINA, Metka (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2005
- TI SUGARS AND ORGANIC ACIDS CONTENT IN THE FLOWERS OF PEARS
(*Pyrus communis* L.)
- DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
- NO VIII, 31 p., 10 tab., 13 fig., 26 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB In 2004, we carried out an experiment on pear (*Pyrus communis* L.) in the plantation, which is situated in the small village at Zagaj, near Bistrice ob Sotli. Our research began with the aim of establishing the content of individual sugars (glucose, fructose, saccharose, sorbitol) and organic acids (citric, malic, shikimic, fumaric) in the flowers of 8 pear cultivars: 'Passe Crassane', 'Concorde', 'Beurré bosc', 'Conference', 'Starkrimson', 'Clapp's favourite', 'Rosired' and 'Williams'. We picked up for each cultivar five times of twenty flowers. After the preliminary preparation, the flowers were used for the analysis of the content of the sugars and organic acids. The content of sugars and organic acids were determined by using the HPLC method. We noticed differences among determined cultivars of pears, not only in the content of the sugars, but also in the content of organic acids. Among the sugars, fructose was the most dominant sugar. The highest content of total sugars was found in the cultivar 'Beurré bosc', whereas the lowest sugar content was observed in the cultivar 'Rosired' and 'Williams'. Furthermore, the malic acid was the most frequent organic acid. The highest content of total organic acids was established in the cultivar 'Beurré bosc' and 'Clapp's favourite'. The lowest content of total acids was found in the cultivar 'Conference'.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	II
Key words documentation	III
Kazalo vsebine.....	IV
Kazalo preglednic.....	VII
Kazalo slik.....	VIII
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 NAMEN RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 IZVOR HRUŠK	2
2.2 KLIMATSKE RAZMERE	2
2.3 CVET	2
2.4 KEMIČNA SESTAVA CVETA	3
2.4.1 Ogljikovi hidrati	4
2.4.1.1 Glukoza.....	4
2.4.1.2 Fruktaza	4
2.4.1.3 Saharaza	5
2.4.1.4 Sorbitol	5
2.4.2 Organske kisline	5
2.4.2.1 Citronska kislina.....	5
2.4.2.2 Jabolčna kislina	6
2.4.2.3 Šikimska kislina.....	6
2.4.2.4 Fumarna kislina	6
3 MATERIALI IN METODE	7
3.1 LOKACIJA POSKUSA	7
3.2 RASTLINSKI MATERIALI.....	8
3.3 SORTE HRUŠK	9
3.3.1 'Passa crassana'	9
3.3.2 'Concorde'	9
3.3.3 'Boskova steklenka'	9
3.3.4 'Conference'	10

3.3.5 ‘Klapova’	10
3.3.5 ‘Rosired’	10
3.3.7 ‘Viljamovka’	10
3.3.8 ‘Starkrimson’	11
3.4 METODE DELA	11
3.4.1 Priprava vzorca	11
3.4.2 HPLC analiza	12
3.4.3 Uporabljena HPLC oprema	12
3.4.4 Določanje sladkorjev s HPLC	12
3.4.5 Določanje organskih kislin s HPLC opremo	12
3.4.6 Standardi	13
3.4.7 Obdelava zbranih podatkov	13
4 REZULTATI	14
4.1 SLADKORJI	14
4.1.1 Glukoza	14
4.1.2 Fruktaza	15
4.1.3 Saharaza	16
4.1.4 Sorbitol	17
4.1.5 Skupni sladkorji	18
4.2 ORGANSKE KISLINE	19
4.2.1 Citronska kislina	19
4.2.2 Jabolčna kislina	20
4.2.3 Fumarna kislina	21
4.2.4 Šikimska kislina	22
4.2.5 Skupne kisline	23
4.3 MASA CVETOV	24
5 RAZPRAVA	25
5.1 SLADKORJI	25
5.1.1 Fruktaza	25
5.1.2 Glukoza	25
5.1.3 Saharaza	26
5.1.4 Sorbitol	26
5.1.5 Skupni sladkorji	26

5.2 ORGANSKE KISLINE	26
5.2.1 Citronska kislina	26
5.2.2 Jabolčna kislina	27
5.2.3 Fumarna kislina	27
5.2.4 Šikimska kislina	27
5.2.5 Skupne kisline	27
5.3 MASA CVETOV	27
6 SKLEPI	28
7 POVZETEK	29
8 VIRI	30
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečna mesečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za leto 2004 za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko (Agromet, 2004).....	8
Preglednica 2: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost glukoze v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnost v %.....	14
Preglednica 3: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost fruktoze v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti.....	15
Preglednica 4: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost saharoze v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	16
Preglednica 5: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost sorbitola v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	17
Preglednic 6: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost citronske kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	19
Preglednica 7: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost jabolčne kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	20
Preglednica 8: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost fumarne kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	21
Preglednica 9: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost šikimske kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	22
Preglenica 10: Povprečna, minimalna in maksimalna masa dvajsetih cvetov v gramih, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.....	24

KAZALO SLIK

Slika 1: Cvet hruške.....	3
Slika 2: Geografski položaj nasada v Sloveniji.....	7
Slika 3: Povprečna vsebnost glukoze v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	14
Slika 4: Povprečna vsebnost fruktoze v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	15
Slika 5: Povprečna vsebnost saharoze v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	16
Slika 6: Povprečna vsebnost sorbitola v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	17
Slika 7: Povprečni skupni sladkorji v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	18
Slika 8: Povprečna vsebnost citronske kisline pri različnih sortah hrušk.....	19
Slika 9: Povprečna vsebnost jabolčne kisline v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	20
Slika 10: Povprečna vsebnost fumarne kisline pri različnih sortah hrušk.....	21
Slika 11: Povprečna vsebnost šikimske kisline v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	22
Slika 12: Povprečne vsebnosti skupnih kislin v cvetovih pri različnih sortah hrušk.....	23
Slika 13: Povprečna masa posameznega cveta v gramih pri različnih sortah hrušk.....	24

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Z gospodarskega vidika je zelo pomembno poznati čas cvetenja hrušk kot sadne vrste in čas cvetenja posameznih sort. Na osnovi poznavanja časa cvetenja posameznih sort lahko izberemo primerne sorte za napravo nasada, saj so sorte hrušk avtoinkompatibilne (samoneskladne), zato se ne morejo oprášiti s cvetnim prahom iste sorte. Čas cvetenja je značilen za posamezno sadno vrsto, saj je genotipsko pogojen in se razlikuje med sortami. Na čas in dolžino cvetenja pa vplivajo tudi podlaga in zunanji dejavniki (klima, geografska širina, nadmorska višina in ekspozicija).

Da bi lahko prišlo do oploditve, mora najprej cvetni prah pasti na brazdo pestiča, tam vzkaliti in prodreti do plodnice ter tam oploditi jajčno celico. Za uspešno oprášitev potrebuje v nasadu hrušk kar precej opráševalcev – čebel, čmrljev, itd. Hruške so znane po tem, da čebele ne gredo rade na cvetove in posledica tega je slaba oprášitev in oploditev ter v jeseni majhen pridelek. Cvetovi privabljajo opráševalce s svojo barvo venčnih listov, vsebnostjo primarnih metabolitov v cvetovih, predvsem nektarju.

V diplomskem delu smo želeli proučiti vsebnost primarnih metabolitov v cvetovih. Določali smo vsebnost sladkorjev in organskih kislin.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Sorte hrušk 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova', 'Rosired', 'Viljamovka' se med seboj razlikujejo po vsebnosti sladkorjev (fruktoza, saharoza, glukoza in sorbitol) in organskih kislin (jabolčna, citronska, fumarna, šikimska) v cvetovih.

1.3 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je s kemično analizo ugotoviti vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetu pri sortah hrušk.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR HRUŠK

Hruška spada v red *Rosales*, družino *Rosaceae*, poddružino *Maloidae*, rod *Pyrus* L. (hruška), ki obsega okoli 20 rastlinskih vrst. Vse vrste rodu *Pyrus* imajo osnovno število kromosomov $X=7$. Večina vrst hrušk je diploidnih ($2n$), poliploidnih genotipov je razmeroma malo ($3n$ in $4n$) (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, predvsem so sodelovale pri nastanku sort ali pa se uporabljajo kot podlage (Gliha, 1997).

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. Hruška uspeva v zmerno toplem podnebjju. Na nizke zimske temperature ni občutljiva, prenese tudi temperaturo -30 °C. Je manj zahtevna glede padavin in dobro prenaša sušna obdobja (Jazbec in sod., 1995).

Poškodbe od pozeb hruške hitreje in bolje regenerirajo kot katerakoli druga sadna vrsta. Ker hruška cveti sorazmerno zgodaj spomladi, 7 do 10 dni pred jablano, je občutljiva na spomladansko pozebo. Cvetovi lahko prenesejo temperature od $-3,5$ do $-2,8$ °C, v polnem cvetenju od $-2,3$ do $-1,7$ °C (Gliha, 1997).

Hruška uspeva v slabo kislih (pH 5,6 do 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 (Jazbec in sod., 1995).

2.3 CVET

Iz generativnega brsta hruške se razvije nekaj cvetov in listov, ki so razporejeni vzdolž kratke osi. Cvetovi se odpirajo od osnove proti vrhu (bazipetalno), kar je ravno nasprotno kot pri jablani. Prvi v cvetnem brstu se odpre oziroma zacveti drugi cvet nad osnovo. Število cvetov v cvetnem brstu hruške je od 6 do 8, pri nekaterih sortah celo do 14 (Gliha, 1997).



Slika 1: Cvet hruške.

Na tvorbo cvetov imajo velik vpliv ogljikovi hidrati. Če ni doseženo zadostno število nodijev do konca rastne dobe, brst ostane vegetativen. To pomeni, da lahko vsak brst postane cvetni brst, če pa pride do neugodnih razmer, vsak cvetni brst ne tvori cveta (Ito, 2002).

Z gospodarskega stališča je zelo pomembno poznati čas cvetenja posamezne sorte. Da se sorte med seboj dobro oprasujejo, morajo cveteti vse hkrati, zato nikoli ne sadimo samo ene sorte, saj je hruška samoneoplodna (Hudina, 1994).

Hruške so samoneoplodne, zato sadimo skupaj sorte, ki so dobre oprasovalne sorte (diploidne) s tistimi, ki so slabe oprasovalne 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.

2.4 KEMIČNA SESTAVA CVETA

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 (CO_2 , O_2 , N_2) in rudninske snovi; med organske snovi pa sladkorji, pektinske snovi, organske kisline, aminokisline, beljakovine, encimi, maščobe, aromatične snovi, etilen, rastlinska barvila (klorofil, karotenoidi, antociani), vitamini in hormoni.

Plod hruške vsebuje 79 - 90 % vode. 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 (Gvozdenović, 1989).

100 gramov ploda hruške ima 61 kcal, vsebuje 83,2 % vode, 0,7 g beljakovin, 0,4 g maščob, 15,3 g ogljikovih hidratov, od katerih je 1,4 g vlaknin in 0,4 g pepela. Izmed glavnih mineralov vsebuje 100 gramov plodov 8 mg kalcija, 11 mg fosforja, 0,3 mg železa, 2 mg žvepla in 130 mg kalija. Hkrati pa vsebuje še 20 µg vitamina A, 0,02 mg tiamina, 0,04 mg riboflavina, 0,1 mg niacina in 4 mg askorbinske kisline (Moore in Ballington, 1991).

2.4.1 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so v obliki sladkorjev z nizko molekulsko maso (fruktoza, glukoza in saharoza) ali polimerov z visoko molekulsko maso (celulozo, hemicelulozo). Glavni sladkorji, ki jih vsebuje sadje so fruktoza, glukoza in saharoza. Skupna količina v svežih plodovih je od 2 do 65 % sveže mase (Gvozdenović, 1989).

V zelenih plodovih prevladuje škrob, ki se med dozorevanjem spremeni v sladkor. Topni ogljikovi hidrati so v svežem sadju pomembni za sladkost plodov. Celo znotraj sort se kažejo razlike v njihovi koncentraciji, ki so lahko posledica vpliva okoljskih dejavnikov in agrotehničnih ukrepov (Gliha, 1997).

2.4.1.1 Glukoza

Glukoza je monosaharid, ki je največkrat navzoč v sadju, zelenjavi in medu. Molekularna formula glukoze je $C_6H_{12}O_6$. V naravi je poleg fruktoze najbolj razširjena heksoza, ki nastane neposredno pri fotosintezi (Petauer, 1993).

Glukozo se najlažje dobi s hidrolizo škroba ali celuloze. V naravi je ena najbolj pogostih kemičnih skupin (Noller, 1957). Vsebnost glukoze se v zrelih plodovih hruške razlikuje med sortami, v večini primerov pa vsebnost fruktoze ne presega vsebnosti glukoze, plodovi jo vsebujejo okoli 8 do 14 %. To pa ne pomeni, da glukoza prispeva večji del k sladkosti (Scott, 1993).

2.4.1.2 Fruktoza

Fruktoza je najbolj razširjena ketoza. Je glavni produkt hidrolize polisaharida inulina. Je ena izmed najbolj sladkih sladkorjev (Noller, 1957). Fruktoze je v sadju največ, okoli 8 - 14 %. Je sadni sladkor, skupaj z glukozo sestavljata disaharid saharozo. Je slajša od saharoze. Fruktoze je v izobilju v sadju in medu (Johnson, 1993).

2.4.1.3 Saharoza

Saharoza je disaharid ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Zgrajen je iz glukoze in fruktoze. Nahaja se v plodovih in rastlinskih sokovih. Plodovi jo vsebujejo okoli 1,5 %. Ker je saharoza disaharid, lahko enostavno razpade s hidrolizo na dva monosaharida, heksozo, glukozo in fruktozo (Petauer, 1993). Saharoza ima značilno sladek okus, brez kakršnegakoli priokusa oz. okusa, ki ostane v ustih po jedi (Huberlant, 1993, cit. po Pungerčar, 2001).

2.4.1.4 Sorbitol

Sorbitol je alkoholni sladkor in je po zadnjih raziskavah pomemben v prehrani, namenjen sladkornim bolnikom. Sorbitol ali sladkorni sladkor, kot ga označuje (Petauer, 1993), se pojavlja v veliko sadežih družine rožnic (*Rosaceae*), kot so hruške, jabolka, breskve idr. Sorbitol pridobivajo lahko tudi umetno z redukcijo glukoze in ga uporabljajo kot sladilo za diabetike. Sorbitol ima pomembno vlogo kot transportni produkt fotosinteze pri večini sadnih dreves. Je glavna transportna snov iz listov in plodov. Zreli plodovi hrušk vsebujejo več kot 2 % sorbitola glede na svežo maso plodov. Pri transportu ogljikovih hidratov v razvijajoče se plodove, se večina ogljikovih hidratov preoblikuje v fruktozo in škrob, manj pa v glukozo in saharozo (Hudina, 1999). V družini rožnic (*Rosaceae*) je pri tvorbi sorbitola najbolj pomemben ogljik. NAD-SDH (NAD sorbitol dehidrogenaza) pa je ugotovljen kot najpomembnejši encim za tvorbo sorbitola (Ito, 2002).

2.4.2 Organske kisline

V sadju so organske kisline v celični tekočini nevezane ali v obliki soli, estrov, glukozoidov idr. Organske kisline imajo pomembno vlogo v presnovi plodov, tako pri fotosintezi kot pri celočnem dihanju. Stopnja zrelosti plodov je pogosto povezana s količino organskih kislin ali pa razmerjem med sladkorji in vsemi kislinami (Gvozdenović, 1989). Vsebnosti skupnih kislin se z zrelostjo ploda zmanjšuje. V plodu ravno najbolj niha vsebnost organskih kislin (Gliha, 1997).

2.4.2.1 Citronska kislina

Citronska kislina je zelo razširjena v sadju in drugih rastlinah. Citrati so estri citronske kisline, npr. Na- citrat preprečuje strjevanje krvi, zato se ga uporablja kot antikoagulator. Pridobivajo jo s fermentacijo sladkorja s pomočjo plesni *Aspegillus niger* in iz limoninega, pomarančnega in ananasovega soka. Citronska kislina je navadno v živalskih in rastlinskih tkivih. Je močno topna v vodi in s kislostjo prispeva k aromi (Petauer, 1993).

2.4.2.2 Jabolčna kislina

Jabolčna kislina je sadna kislina. Pojavlja se prosto v obliki soli (malatov) ter je zelo razširjena v rastlinah zlasti v sočnih plodovih. V primerjavi s citronsko kislino ima jabolčna malo manj kislosti (Petauer, 1993). Najdemo jo v sokovih različnega sadja, izoliral jo je Scheler leta 1775 iz plodov divjega jabolka (Noller, 1957). Uvršča se na drugo mesto zastopanosti. V hruškah jo je od 0,1 do 0,5 % (Gvozdenović, 1989).

2.4.2.3 Šikimska kislina

Šikimska kislina je bila izolirana leta 1885 iz japonskega anisa (*Illicium religiosum*). S pomočjo mutanta iz rodu *Neurospora* je dokazano, da je šikimska kislina prekurzor mnogim drugim kislinam, prav tako pa tudi prekurzor aromatskega prstana pri ligninu (Noller, 1957). V celicah ima vlogo pri gradnji raznih aromatskih spojin. Deluje mutageno. Najdemo jo v sadju (Petauer, 1993).

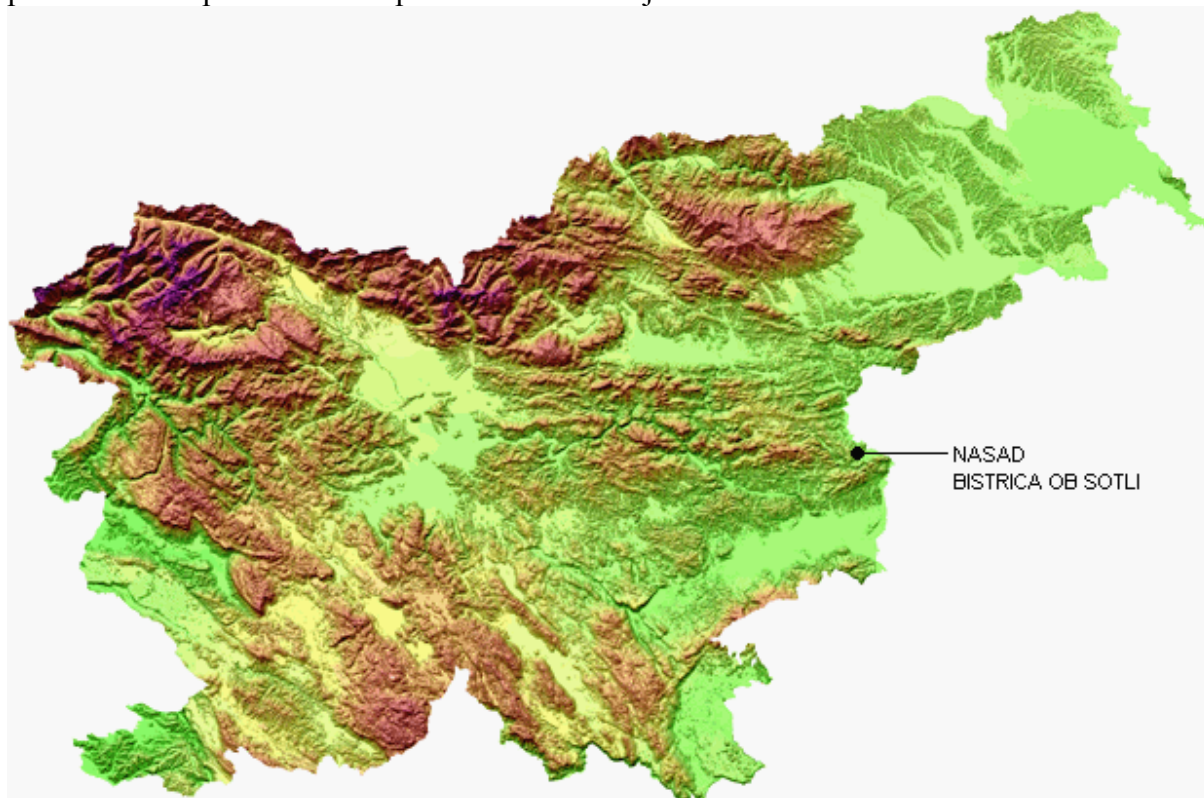
2.4.2.4 Fumarna kislina

Pridobivajo jo s fermentacijo glukoze in melase s pomočjo *Rhizopus sp.*, lahko pa jo pridobivajo tudi iz jabolčne kisline z izomerizacijo. Po svoji aromi je fumarna kislina močnejša kot jabolčna, citronska in mlečna kislina (Petauer, 1993).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 LOKACIJA POSKUSA

Nasad se nahaja v Bistrici ob Sotli, zaselku Zagaj, ob reki Bistrici. Na jugu se nad sadovnjakom dviga hrib Svete gore z nadmorsko višino 618 m, na zahodu pa Reber, oba hriba sta del Orliškega hribovja. Proti Trebčam se dolina rahlo vzpenja, ob reki Bistrici proti reki Sotli pa se dolina odpira. Nasad se nahaja na višini 215 m.



Slika 2: Geografski položaj nasada v Sloveniji (Atlas Slovenije, 2005).

Značilnosti nasada

Površina nasada je 9 hektarjev. Jablane so zasejane na 5 hektarjih, hruške pa na 4 hektarjih. V nasadu so zasejane hruške 'Passa Crasana', 'Concord', 'Boskova steklenka', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova', 'Rosired' in 'Viljamovka', ki so vključene v poskus. Podlaga je kutina MA. Med vrstami je negovana ledina. Nasad je vključen v integrirano pridelavo sadja. Gojitvena oblika je podobna sadni ograji.

Tla

Tla v nasadu so ilavnato peščena. Analizo tal je opravil Phosyn Laboratories v Veliki Britaniji. Po analizi tal je bilo razvidno, da so tla optimalno preskrbljena, nekoliko več je le Ca, Mg, in Cu (Hudina, 1999). Lokacija nasada se nahaja na distrično rjavih tleh, na nekarbonatnem flišu.

Klimatske razmere

Za predstavitev klime v Bistrici ob Sotli, kjer se nasad nahaja, podajamo podatke Hidrometeorološke postaje Bizeljsko z nadmorsko višino 170 m. To je najbližja postaja v okolici nasada, kjer se merijo podatki za temperaturo zraka in padavine.

Preglednica 1: Povprečna mesečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za leto 2004 za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko (Agromet, 2004).

Mesec	Povpr. Temp. zraka (°C)	Količina padavin (mm)
Januar	-1,1	72
Februar	1,9	55
Marec	4,8	79
April	11,1	130
Maj	14,0	65
Junij	15,5	81
Julij	20,4	97
Avgust	20,2	101
September	15,5	65
Oktober	12,6	166
November	6,1	55
December	1,1	58
Povp./Vsota	10,1	1024

Kot je razvidno iz preglednice 1 je povprečna letna temperatura leta 2004 znašala 10,1 °C. Vsota padavin, ki je bila na območju Bizeljskega, pa je bila 1024 mm.

3.2 RASTLINSKI MATERIALI

Analizirali smo osem sort hrušk. Vzorci so bili pobrani v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli, v času polnega cvetenja v mesecu aprilu leta 2004. Za vsako sorto smo nabrali 5 krat po 20 cvetov hrušk, ki smo jih po predhodni pripravi uporabili za analizo vsebnosti posameznih sladkorjev in organskih kislin.

3.3 SORTE HRUŠK

3.3.1 'Passa crassana'

Sorto so vzgojili iz sejanca v Rouenu v Franciji leta 1845, prvič je bila opisana leta 1855. Poleg sorte 'Viljamovka' je ena najbolj znanih sort v svetu in tudi pri nas (Gvozdenović in Mihajlović, 1988). Najbolj uspeva v območju zmerno toplega podnebja z več relativne vlage, zahteva rodovitno zemljo. Po času cvetenja je srednje zgodna sorta. Je avtosterilna, pogosto partenokarpna (Petranović, 1977; Gvozdenović in Mihajlović, 1988; Bulatović, 1989; Črnko in sod., 1990). Zarodi zgodaj, rodi zlasti na kratkem rodnem lesu. Zori sredi oktobra, 45 do 50 dni za sorto 'Viljamovka', užitno zrel postane plod decembra. Pecelj je v sredini nekoliko tanjši kot na začetku in koncu. Plod je debel, jabolčno okroglaste oblike, kožica je debela, čvrsta, trpežna, zelenkasto rumene osnovne barve, ki jo pokrivajo številne rjaste pike in rjavina ob pecljevi jamici. Meso je belkasto, sočno, drobno zrnato, topno, prijetno sladko kiselkastega okusa in aromatično (Petranović, 1977; Bulatović, 1989; Črnko in sod., 1990).

3.3.2 'Concorde'

Sorta 'Concorde' je angleškega porekla. Vzgojena je bila v East Mallingu leta 1968 s križanjem sort 'Društvenka' X 'Conference'. Drevo zraste srednje bujno. Skladnost s kutino je dobra. Za hrušev ožig je manj občutljiva in je odporna proti mikoplazmam (pear decline), ki jo prenaša hruševa bolšica. Cveti srednje pozno, med sortami 'Conference' in 'Društvenka'. Zarodi zgodaj, rodi zelo obilno in redno. Nagnjena je k tvorbi partenokarpnih plodov. Plod je srednje dolg. Osnovna barva ploda je zeleno rumena, na sončni strani prekrita z rdečo barvo. Plod je manj rjast kot plod sorte 'Conference'. Meso je kremno bele barve, čvrsto, fine teksture, zelo sočno, topno, sladko, dišeče. Zori v sredini septembra, 15 do 20 dni za sorto 'Viljamovka' (Godec in sod., 2003).

3.3.3 'Boskova steklenka'

Po naključju so sorto odkrili v Apremontu v Franciji okoli leta 1830 in jo začeli najprej širiti v Belgiji. Zahteva globoka, rodovitna, rahla, srednje vlažna tla in blago toplo podnebje z nekoliko višjo zračno vlažnostjo. Drevo raste bujno na sejancu in kutini. Cveti pozno in je dobra oprasovalna sorta. Nagnjena je k partenokarpiji (Črnko in sod., 1990; Bulatović, 1989). Zarodi srednje zgodaj, rodi dobro, vendar je nagnjena k izmenični rodnosti. Dozori sredi septembra. Plod je srednje debel, podolgovato hruškasto trebušaste oblike, z dolgim ukrivljenim pecljem. Osnovna barva kožice je rumenkasta, skoraj po vsej površini jo pokriva bronasto rjava prevleka in številne lenticеле (Petranović, 1977).

3.3.4 'Conference'

Sorta izhaja iz Anglije. V mestu Sawbridgewort jo je vzgojil Rivers iz sejanca, ki ga je dobil s prosto oprašitvijo sorte 'Leon leclerc de naval'. Sorta ni zahtevna za tla. Drevo raste srednje bujno. Skladnost s kutino je zadovoljiva. Občutljiva je na kalcijevo klorozo, zelo občutljiva za hrušev ožig in hudo poletno vročino, toplotni udar. Cveti srednje pozno, nagnjena je k partenokarpiji. 'Conference' spada med sorte z največjim rodnim potencialom. Zarodi zgodaj in ima redne in velike pridelke. Plod je srednje velik do velik (140 do 240 g), podolgovato hruškaste oblike, s kratkim do srednje dolgim pecljem. Kožica je srednje tanka, čvrsta rahlo hrapava. Osnovna barva ploda je zelena, ki jo na večjem delu prekriva rjasta prevleka. Plod je najbolj rjast ob muhi. Z zorenjem se osnovna barva spremeni v zeleno rumeno. Meso je rumeno bele barve, okoli peščišča lahko tudi oranžno, fine teksture, sočno, topno, sladko, dišeče. Zori sredi septembra, 15 do 20 dni za sorto 'Viljamovka' (Godec in sod., 2003).

3.3.5 'Klapova'

'Klapova' je ameriška sorta, ki jo je vzgojil Thaddeus Clapp v Dorchestru v zvezni državi Massachusetts iz semena leta 1860 (Gliha, 1997). Dobro uspeva v zmerno toplih območjih, v toplem in vročem celinskem podnebju so plodovi slabše kakovosti. Drevo raste precej bujno. Cveti srednje pozno do pozno, je diploidna sorta in dobra opraševalna sorta. Zori od začetka do sredine avgusta - 17 dni pred sorto 'Viljamovka'. Plod je srednje debel, hruškaste do hruškasto jajčaste oblike, s srednje dolgim, pokončno izraščanim pecljem (Črnko in sod., 1990; Gliha, 1997). Kožica je gladka, zelenkasto rumena, na sončni strani rdeče prelita in prižasta, posuta s številnimi drobnimi pikicami (Črnko in sod., 1990).

3.3.6 'Rosired'

Je ameriška sorta, ki jo je odkril leta 1948 James W. Wseeny (Placesville, Kalifornija) kot mutacijo brsta. Je zelo podobna materini sorti 'Viljamovka'. Osnovna barva kožice, ki je zelena, je večinoma popolnoma prekrita s temno rdečo barvo, ki z zorenjem postane sijoče rdeča. Letincele so manjše kot pri sorti 'Viljamovka'. Okus plodov je boljši od okusa sorte 'Rdeča viljamovka' in skoraj enak okusu sorte 'Viljamovka' (Gliha, 1997).

3.3.7 'Viljamovka'

Sorta 'Viljamovka' je znana tudi po sinonimom 'William's bon chrétien', 'Bartlett', 'Beurrée William' in 'Williams Christbrine'. Je ameriška sorta neznanih staršev. Našel jo je učitelj Stair iz Aldermastona okoli leta 1770, razmnoževati pa jo je začel pod svojim imenom Richard Williams. Za tla ni zahtevna. Rast je srednje bujna. Skladnost s kutino je zelo slaba, zato je obvezno potrebno uporabiti posredovalko. Drevo je srednje občutljivo na škrlup in hrušev ožig. Cveti srednje pozno. Nagnjena je k partenokarpiji. Ima zgoden vstop v rodnost in daje redne in velike pridelke. Plod je srednje velik (160 do 260 g) in

hruškaste oblike. Pecelj je kratek do srednje dolg. Kožica je tanka in z notranje strani prekrita z zelo drobnimi sklerenhimskimi zrnci, gladka s svetlo zeleno osnovno barvo, ki se z zorenjem spreminja v rumeno, na sončni strani je lahko plod rdeče obarvan. Meso je belo, zelo fine strukture, sočno, popolnoma topno, sladko, z rahlo izraženo kislino, aromatično, z značilno muškato aromo, odličnega okusa. Zori od druge polovice avgusta do začetka septembra. V hladilnici obstane do marca (Godec in sod., 2003).

3.3.8 'Starkrimson'

'Starkrimson' je ameriška sorta, ki jo je odkril kot mutacijo brsta sorte 'Klapova' leta 1939 Adrian Kalee. V mestu South Haven v državi Michigan. Drevesnica bratov Star je odkupila pravico za razmnoževanje in začela prodajati sadike leta 1956. Plod je srednje velik do velik, nekoliko večji od materine sorte 'Klapova', kar vpliva da dozori 10 dni kasneje. Po obliki ploda se ne razlikuje od sorte 'Klapova', ne po peclju in ne po čaši. Pri sorti 'Starkrimson' je osnovna barva med obiranjem vijoličasto rdeča. Drobne svetlo rjaste lenticele so gosto razporejene po plodu. Rdeča barva kože je stabilna in ne kaže znakov reverzibilnosti. Pri sorti 'Starkrimson' je kožica ploda nekoliko debelejša, meso je pod kožico do globine 1,5 cm popolnoma belo, a malo proti peščiču bolj rumenkasto bele barve. Meso je nekoliko grobe teksture z malo več sklerenhimskih zrn, a nekoliko slabšega okusa, ker je malo bolj sočno. Dozori 7 dni pred sorto 'Viljamovka' oziroma nekaj dni za sorto 'Klapova' (druga dekada avgusta). Nagnjena je k petaloidi, zato imajo cvetovi dvojno število venčnih listov. Cepljena je na kutino, s posredovalko vstopi v rodnost zgodaj. Daje srednje velike in redne pridelke (Gliha, 1997).

3.4 METODE DELA

3.4.1 Priprava vzorca

Za določanje posameznih sladkorjev in organskih kislin smo najprej pripravili vzorec. Na osmih sortah smo nabrali 5 krat po 20 cvetov, ki smo jih uporabili v analizi. Vzorec za cvetove smo pripravili po naslednjem postopku: cvetove smo stehali, dodali bidistilirano vodo in zmlili s pomočjo paličnega mešalnika Ultra Torax T 25. Vzorec smo pustili stati 60 minut, večkrat smo ga premešali in ga nato prelili v epruvete, ki smo jih dali na centrifugiranje. Po končanem centrifugiranju smo vzorec prefiltrirali skozi 0,45 µm Ministart filter (RC-25, Sartorius). Vzorec smo analizirali po metodi, ki so jo razvili v laboratoriju Inštituta za sadjarstvo in vinogradništvo, Skupine za sadjarstvo (Dolenc in Štampar, 1997).

3.4.2 HPLC analiza

HPLC analiza je zelo uporabna metoda tekočinske kromatografije visoke ločljivosti in je učinkovitejša od običajnih kromatografij. Pri uporabi HPLC so najbolj zanimive analize kislin, alkoholov, maščob, vitaminov,... . Metoda je zelo uporabna, saj je hitra, zanesljiva in preprosta (Martin-Hernandez in Juarez, 1993).

3.4.3. Uporabljena HPLC oprema

Pri našem poskusu je bil HPLC sistem sestavljen iz črpalke model P2000, samovzorčevalnika (autosampler) model AS 1000, kolonskim grelcem in z operacijsko delovno enoto OS/2 Warp IBM (1994). Eluacijska raztopina je bila kontrolirana z uporabo UV detektorja WellChrom K-2500 pri valovni dolžini 210 nm (Knauer) in RI detektorja (Shodex RI-71) (Dolenc in Štampar, 1997).

3.4.4 Določanje sladkorjev s HPLC

Analize sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitola) so potekale v koloni Aminex HPX-87C s pretokom 0,6 ml/min, pri temperaturi 85 °C, kot mobilna faza je bila uporabljena bidestilirana voda.

Analize sladkorjev so trajale 60 minut. Prisotnost sladkorjev v vzorcih sort hrušk je bila določena s primerjavo retencijskega časa vzorca in standarda.

Koncentracija vzorcev je bila izračunana s primerjavo dobljenih površin in s primerjavo površin standardov naših raziskovanih snovi (fruktoza, glukoza, saharoza in sorbitol) z že znanimi koncentracijami (Dolenc in Štampar, 1997).

Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v vzorcu hrušk smo izračunali po metodi eksterne standarda, kjer smo površino kromatogramskega vrha znanega standarda primerjali s površino vrha snovi v vzorcu. Kadar poznamo nominalno koncentracijo analizirane substance v vzorcu, uporabljamo eksterni standard (Žorž, 1991).

3.4.5 Določanje organskih kislin s HPLC opremo

Organske kisline so bile določene s HPLC analizo, in sicer z uporabo Aminex HPX-87H kolone, z velikostjo por 9 µm. Analize so potekale 30 minut pri temperaturi 65 °C. Detekcija organskih kislin je potekala z UV detektorjem WellChrom K-2500 pri valovni dolžini 210 nm. Vsebnosti posameznih organskih kislin so bile tako kot pri sladkorjih določene s primerjavo dobljenih retencijskih časov vzorca in standardov (Dolenc in Štampar, 1997).

3.4.6 Standardi

Za fruktozo, glukozo, saharozo in sorbitol ter prav tako za citronsko, fumarno in šikimsko kislino smo uporabili standarde ameriškega proizvajalca Fluka Chemical (New York, NY, U.S.A.). Proizvajalec standarda za jabolčno kislino pa je bil Merck Chemicals (Darmstad, Nemčija).

3.4.7 Obdelava zbranih podatkov

Dobljene rezultate smo statistično obdelali z računalniškima programoma Microsoft Excel in Statgraphic Plus verzija 2.1. Izračunali smo parametre opisne statistike povprečje, minimum, maksimum in koeficient variabilnosti.

4 REZULTATI

Rezultati meritev in analiz cvetov sort hrušk so predstavljeni tabelarično in grafično

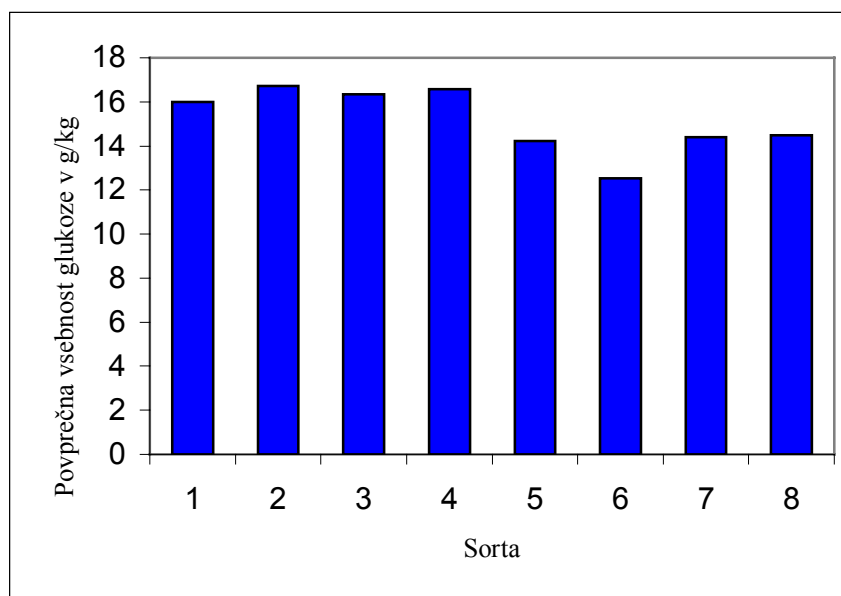
4.1 SLADKORJI

4.1.1 Glukoza

Preglednica 2: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost glukoze v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnost v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost glukoze	Minimalna vsebnost glukoze	Maksimalna vsebnost glukoze	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	16,00	13,48	17,19	1,56	9,76
2.	'Concorde'	16,73	15,56	18,10	1,01	6,04
3.	'Boskova steklenka'	16,33	14,55	17,46	1,09	6,68
4.	'Conference'	16,57	15,50	18,34	1,05	6,38
5.	'Starkrimson'	14,21	12,78	18,00	2,14	15,08
6.	'Klapova'	12,54	11,99	13,14	0,48	3,83
7.	'Rosired'	14,38	13,37	16,52	1,27	8,85
8.	'Viljamovka'	14,49	13,16	16,29	1,15	7,99

Največjo povprečno vsebnost glukoze je vsebovala sorta 'Concorde' (16,73 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Klapova' (12,54 g/kg). Koeficient variabilnosti pa znaša od 3,83 do 15,08 %.



Slika 3: Povprečna vsebnost glukoze v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

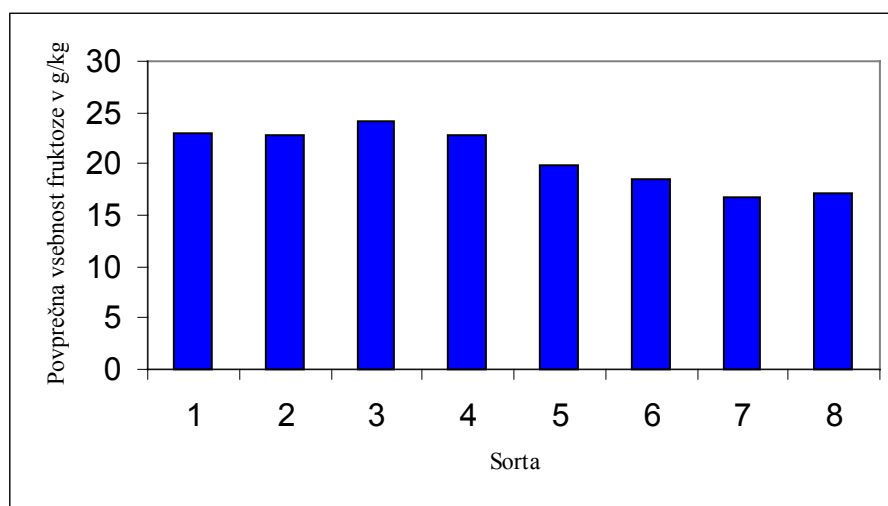
Največjo vsebnost glukoze v cvetu ima sorta 'Concorde', najmanjšo pa sorta 'Klapova'. Vsebnost glukoze nad 16 g/kg imajo sorte 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka' in 'Conference'.

4.1.2 Fruktaza

Preglednica 3: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost fruktoze v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost fruktoze	Minimalna vsebnost fruktoze	Maksimalna vsebnost fruktoze	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	23,04	18,26	26,06	2,91	12,64
2.	'Concorde'	22,83	21,51	24,37	1,05	4,62
3.	'Boskova steklenka'	24,17	22,64	25,16	1,14	4,72
4.	'Conference'	22,83	21,85	25,31	1,40	6,14
5.	'Starkrimson'	19,91	19,08	22,67	1,55	7,78
6.	'Klapova'	18,52	17,85	19,21	0,58	3,16
7.	'Rosired'	16,75	15,06	18,89	1,37	8,21
8.	'Viljamovka'	17,16	15,01	19,67	1,66	9,71

Največjo povprečno vsebnost fruktoze je vsebovala sorta 'Boskova steklenka' (24,17 g/kg), najmanjšo pa sort 'Rosired' (16,75 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 3,16 do 12,64 %.



Slika 4: Povprečna vsebnost fruktoze v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

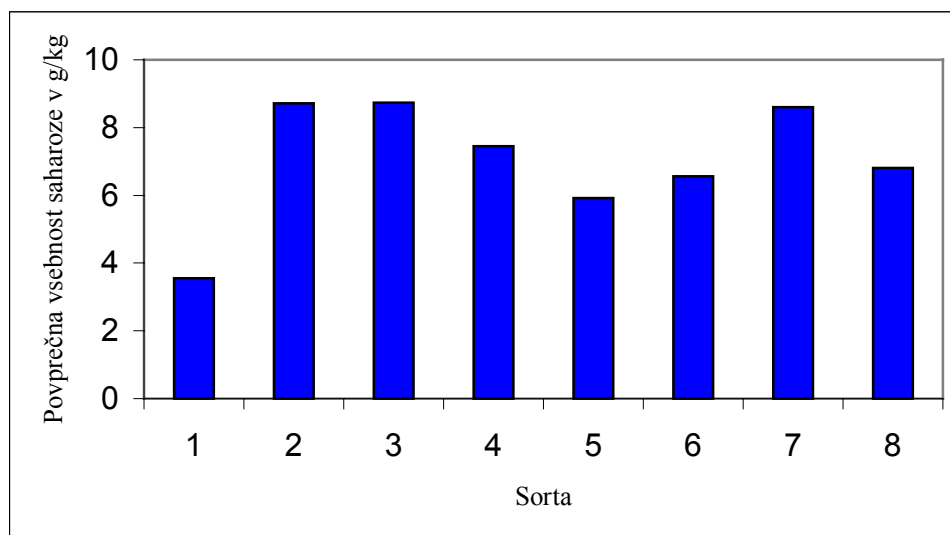
Iz slike 4 je razvidno, da ima največjo vsebnost fruktoze v cvetu sorta 'Boskova steklenka', najmanjšo pa sorta 'Rosired'. Sorte 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka', 'Conference' imajo vsebnost fruktoze v cvetovih večjo od 20 g/kg.

4.1.3 Saharoza

Preglednica 4: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost saharoze v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost saharoze	Minimalna vsebnost saharoze	Maksimalna vsebnost saharoze	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	3,55	0,29	8,44	3,11	87,76
2.	'Concorde'	8,72	8,05	9,46	0,69	7,96
3.	'Boskova steklenka'	8,73	5,13	10,07	2,03	23,27
4.	'Conference'	7,44	6,62	7,81	0,47	6,43
5.	'Starkrimson'	5,91	3,02	7,07	1,68	28,54
6.	'Klapova'	6,56	6,18	7,01	0,33	5,03
7.	'Rosired'	8,60	6,03	10,05	1,63	19,02
8.	'Viljamovka'	6,80	5,79	9,93	1,75	25,80

Največjo povprečno vsebnost saharoze je vsebovala sorta 'Boskova steklenka' (8,73 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Passa crassana' (3,55 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 5,03 do 87,76 %.



Slika 5: Povprečna vsebnost saharoze v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

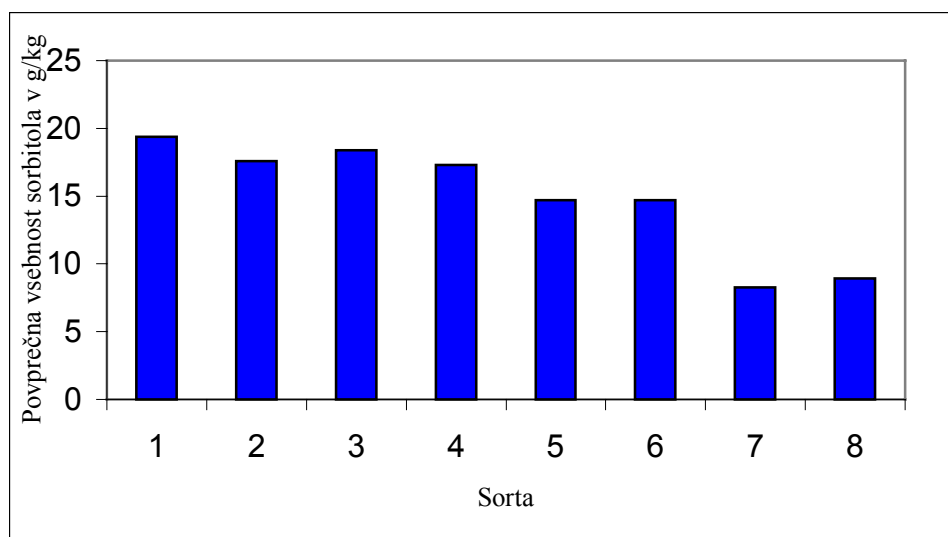
Po vsebnosti izstopa 'Boskova steklenka', najmanjšo vsebnost ima 'Passa crassana'. Vsebnost saharoze pod 7 g/kg imajo zraven sorte 'Passa crassana' še sorte 'Starkrimson', 'Klapova' in 'Viljamovka'.

4.1.4 Sorbitol

Preglednica 5: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost sorbitola v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost sorbitola	Minimalna vsebnost sorbitola	Maksimalna vsebnost sorbitola	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	19,37	14,46	22,18	2,98	15,39
2.	'Concorde'	17,56	16,61	18,92	0,87	4,96
3.	'Boskova steklenka'	18,39	17,49	18,84	0,35	1,90
4.	'Conference'	17,31	15,02	19,75	1,67	9,69
5.	'Starkrimson'	14,69	13,55	17,31	1,52	10,39
6.	'Klapova'	14,70	14,16	15,19	0,42	2,86
7.	'Rosired'	8,29	6,91	10,09	1,16	14,08
8.	'Viljamovka'	8,92	6,96	10,49	1,42	15,99

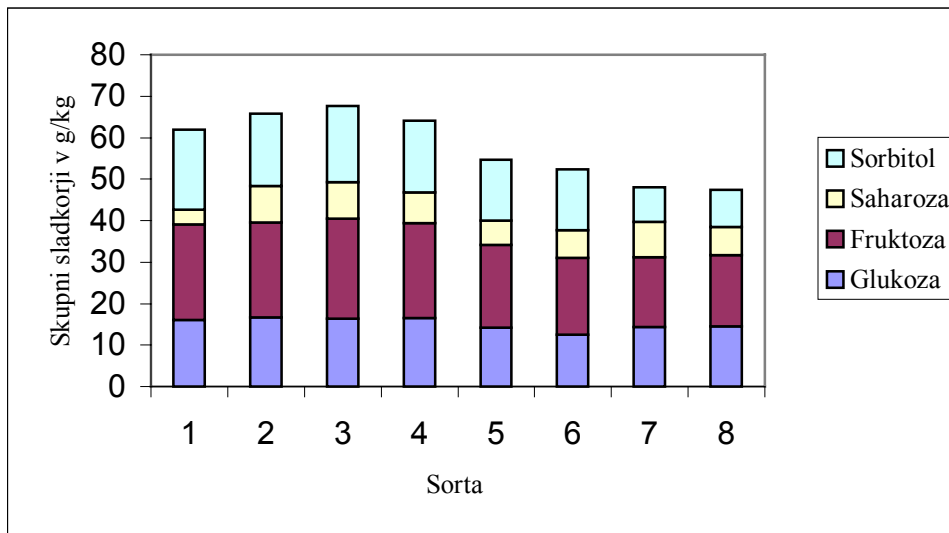
Največjo povprečno vsebnost sorbitola je vsebovala sorta 'Passa Crassana' (19,37 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Rosired' (8,29 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 1,90 do 15,99 %



Slika 6: Povprečna vsebnost sorbitola v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

Vsebnost sorbitola v cvetu nad 15 g/kg imajo sorte 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka' in 'Conference'. Ostale sorte imajo vsebnost sorbitola v cvetovih manjšo kot 15 g/kg.

4.1.5 Skupni sladkorji



Slika 7: Povprečni skupni sladkorji v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

Cvet vsebuje v povprečju največ fruktoze (20,65 g/kg), sledijo glukoza (15,15 g/kg), sorbitol (14,90 g/kg) in najmanj pa je saharoze (7,04 g/kg). Največjo vsebnost skupnih sladkorjev je imela sorta 'Boskova steklenka' (67,62 g/kg), najmanjšo pa sorti 'Viljamovka' (47,37 g/kg) in 'Rosired' (48,02 g/kg).

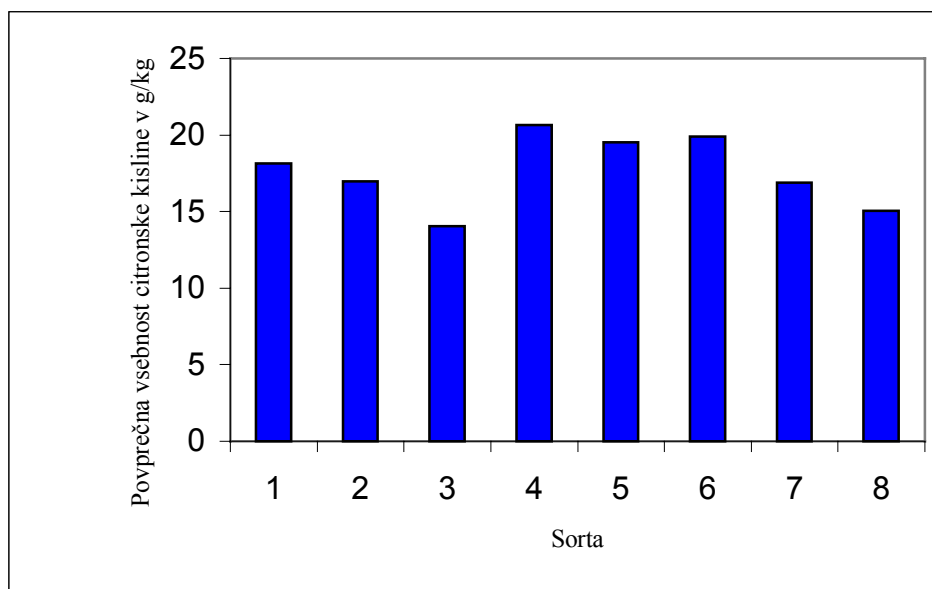
4.2 ORGANSKE KISLINE

4.2.1 Citronska kislina

Preglednic 6: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost citronske kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. Sorte	Sorta	Povprečna vsebnost citronske kisline	Minimalna vsebnost citronske kisline	Maksimalna vsebnost citronske kisline	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	18,14	15,30	21,56	2,48	13,00
2.	'Concorde'	16,99	15,90	18,02	0,87	5,12
3.	'Boskova steklenka'	14,04	13,11	15,17	1,01	7,24
4.	'Conference'	20,67	12,50	27,98	6,79	32,86
5.	'Starkrimson'	19,52	17,15	20,88	1,42	7,29
6.	'Klapova'	19,88	19,07	20,94	0,96	4,84
7.	'Rosired'	16,88	15,17	17,76	0,99	5,87
8.	'Viljamovka'	15,06	14,19	16,09	0,89	5,95

Največjo povprečno vsebnost citronske kisline je vsebovala sorta 'Conference' (20,67 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka' (14,04 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 4,84 do 32,86 %.



Slika 8: Povprečna vsebnost citronske kisline pri različnih sortah hrušk.

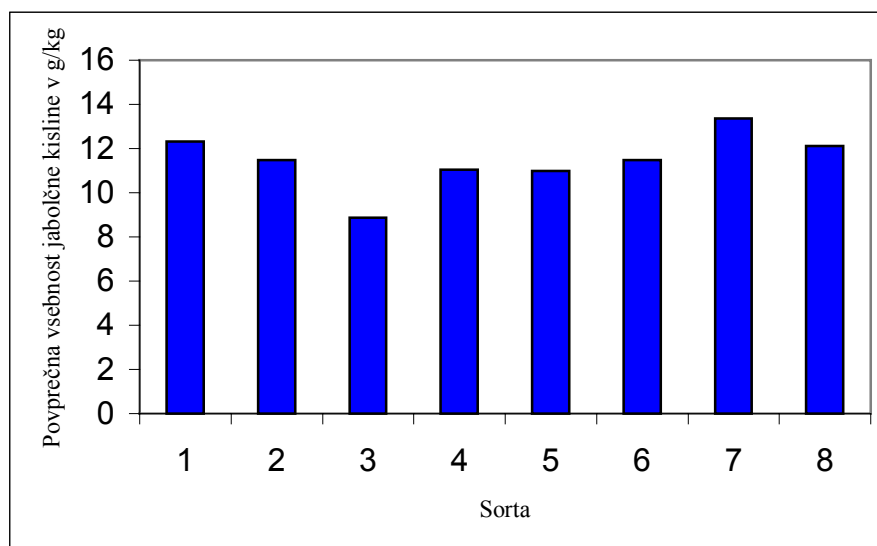
Vsebnost citronske kisline v cvetu pod 16 g/kg imata sorti 'Boskova steklenka' in 'Viljamovka', nad 19 g/kg pa sorti 'Conference', 'Starkrimson' in 'Klapova'.

4.2.2 Jabolčna kislina

Preglednica 7: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost jabolčne kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost jabolčne kilsine	Minimalna vsebnost jabolčne kilsine	Maksimalna vsebnost jabolčne kilsine	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	12,32	10,52	14,16	1,40	11,36
2.	'Concorde'	11,47	10,94	11,83	0,45	3,98
3.	'Boskova steklenka'	8,87	8,01	9,68	0,66	7,48
4.	'Conférence'	11,04	9,34	12,78	1,32	12,02
5.	'Starkrimson'	10,99	9,92	11,73	0,66	6,04
6.	'Klapova'	11,49	10,71	12,00	0,51	4,52
7.	'Rosired'	13,37	11,68	14,01	0,95	7,14
8.	'Viljamovka'	12,13	11,64	12,47	0,34	2,80

Največjo povprečno vsebnost jabolčne kisline je vsebovala sorta 'Rosired' (13,37 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka' (8,87 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 2,80 do 12,02 %.



Slika 9: Povprečna vsebnost jabolčne kisline v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

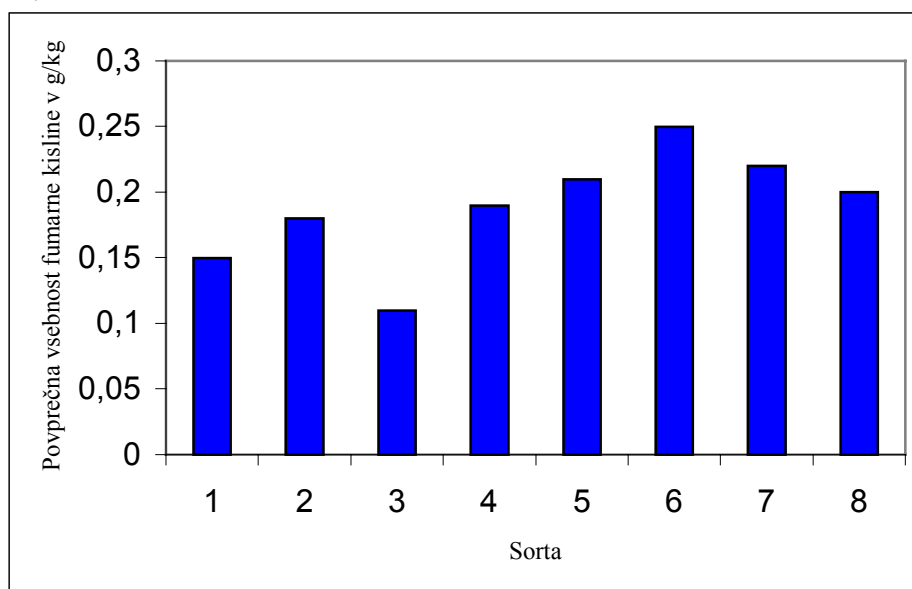
Vsebnost jabolčne kisline v cvetu nad 12 g/kg imajo sorte 'Rosired', 'Viljamovka' in 'Passa crassana'.

4.2.3 Fumarna kislina

Preglednica 8: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost fumarne kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost fumarne kisline	Minimalna vsebnost fumarne kisline	Maksimalna vsebnost fumarne kisline	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	0,15	0,10	0,19	0,03	23,86
2.	'Concorde'	0,18	0,12	0,22	0,04	21,72
3.	'Boskova steklenka'	0,11	0,08	0,17	0,04	33,80
4.	'Conference'	0,19	0,13	0,22	0,03	18,84
5.	'Starkrimson'	0,21	0,18	0,27	0,03	16,13
6.	'Klapova'	0,25	0,19	0,28	0,04	17,55
7.	'Rosired'	0,22	0,15	0,30	0,06	27,17
8.	'Viljamovka'	0,20	0,16	0,26	0,04	20,04

Največjo povprečno vsebnost fumarne kisline je vsebovala sorta 'Klapova' (0,25 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka' (0,11 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 16,13 do 33,80 %.



Slika 10: Povprečna vsebnost fumarne kisline pri različnih sortah hrušk.

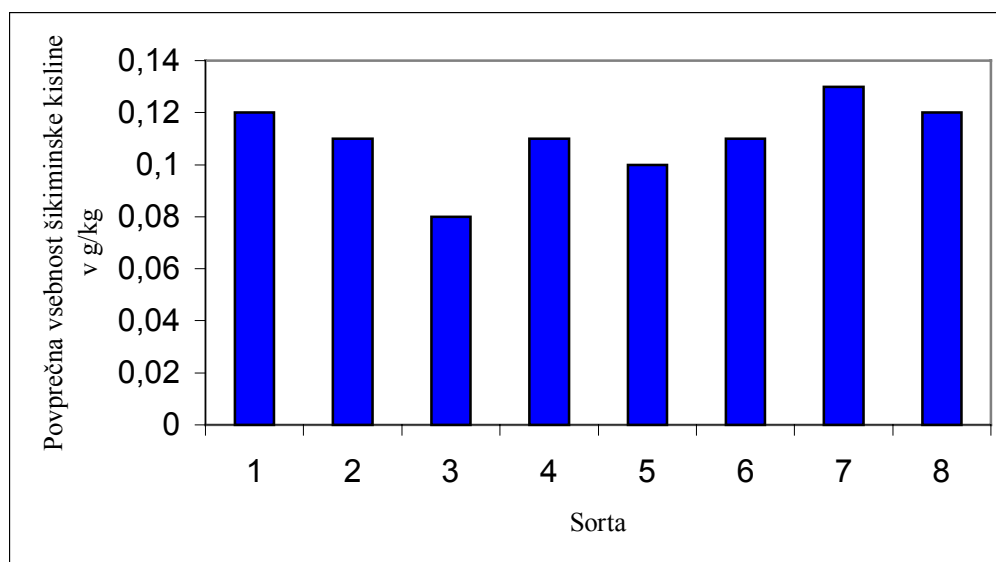
Vsebnost fumarne kisline v cvetu nad 0,20 g/kg imajo sorte 'Klapova', 'Rosired', 'Viljamovka', 'Starkrimson'. Najmanjšo vsebnost ima sorta 'Boskova steklenka'.

4.2.4 Šikimska kislina

Preglednica 9: Povprečna, minimalna in maksimalna vsebnost šikimske kisline v cvetovih hrušk v g/kg, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vsebnost šikimske kisline	Minimalna vsebnost šikimske Kisline	Maksimalna vsebnost šikimske kisline	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	0,12	0,10	0,14	0,01	11,36
2.	'Concorde'	0,11	0,10	0,11	0,00	9,98
3.	'Boskova steklenka'	0,08	0,08	0,09	0,00	7,48
4.	'Conference'	0,11	0,09	0,12	0,01	12,02
5.	'Starkrimson'	0,10	0,09	0,11	0,00	6,04
6.	'Klapova'	0,11	0,10	0,12	0,00	4,52
7.	'Rosired'	0,13	0,11	0,14	0,00	7,14
8.	'Viljamovka'	0,12	0,11	0,12	0,00	2,80

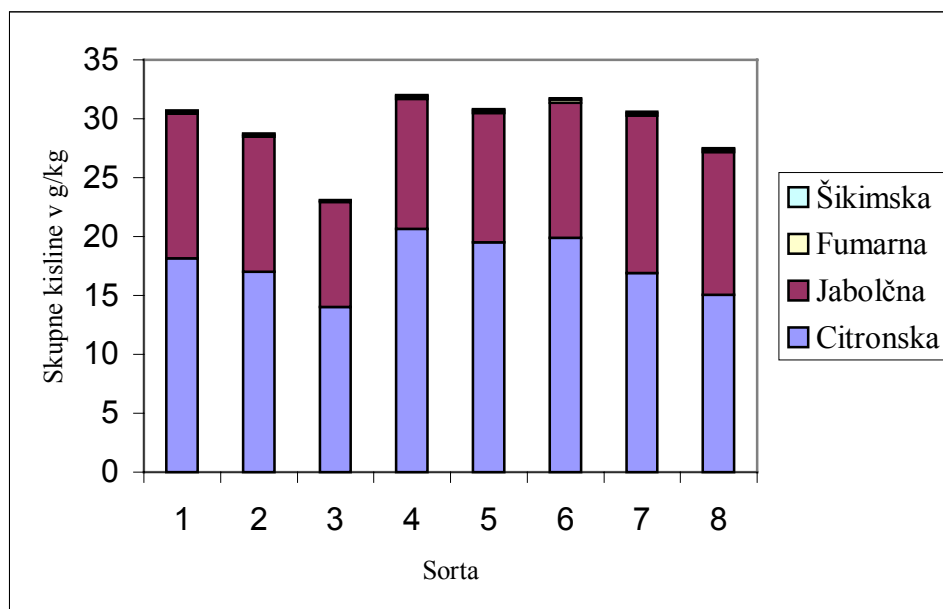
Največjo povprečno vsebnost šikimske kisline je vsebovala sorta 'Rosired' (0,13 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka' (0,08 g/kg). Koeficient variabilnosti znaša od 2,80 do 12,02 %.



Slika 11: Povprečna vsebnost šikimske kisline v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

Največjo vsebnost šikimske kisline v cvetu ima sorta 'Rosired'. Vsebnost šikimske kisline pod 0,10 g/kg imata 'Boskova steklenka' in 'Starkrimson'.

4.2.5 Skupne kisline



Slika 12: Povprečne vsebnosti skupnih kislin v cvetovih pri različnih sortah hrušk.

Cvet vsebuje v povprečju največ citronske kisline (17,65 g/kg), sledijo jabolčna kislina (11,46 g/kg), fumarna kislina (0,19 g/kg) in najmanj šikimske kisline (0,11 g/kg).

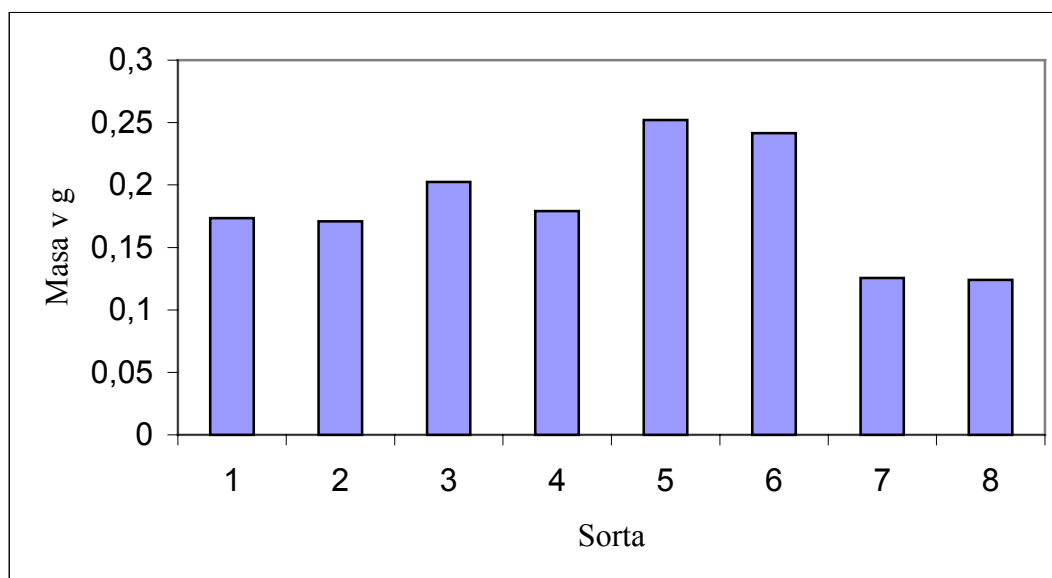
Največjo vsebnost skupnih organskih kislin je imela sorta 'Conference' (32,01 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka' (23,10 g/kg). Vsebnost skupnih kislin nad 30 g/kg imajo sorte 'Passa crassana', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova' in 'Rosired'.

4.3 MASA CVETOV

Preglenica 10: Povprečna, minimalna in maksimalna masa dvajsetih cvetov v gramih, standardni odklon in koeficient variabilnosti v %.

Št. sorte	Sorta	Povprečna vrednost	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Standardni odklon	Koeficient variabilnosti
1.	'Passa crassana'	3,47	3,37	3,65	0,13	3,94
2.	'Concorde'	3,42	3,21	3,69	0,24	7,02
3.	'Boskova steklenka'	4,05	3,75	4,20	0,18	4,55
4.	'Conference'	3,58	3,19	3,77	0,26	7,34
5.	'Starkrimson'	5,04	4,92	5,18	0,10	1,99
6.	'Klapova'	4,83	4,54	5,25	0,28	5,93
7.	'Rosired'	2,51	2,38	2,72	0,12	5,10
8.	'Viljamovka'	2,48	2,40	5,57	0,06	2,67

Največjo povprečno maso cvetov ima sorta 'Starkrimson' (5,04 g/20 cvetov), najmanjšo pa 'Rosired' (2,51 g/20 cvetov) in 'Viljamovka' (2,48 g/20 cvetov).



Slika 13: Povprečna masa posameznega cveta v gramih pri različnih sortah hrušk

V povprečju imajo največjo maso cvetovi sorte 'Starkrimson', najmanjšo pa cvetovi sort 'Rosired' in 'Viljamovka'. Povprečne mase posameznih cvetov so med 0,12 in 0,25 g.

5 RAZPRAVA

Hruške so znane po tem, da čebele ne gredo rade na cvetove in posledica tega je slaba oprašitev in oploditev ter v jeseni majhen pridelek. Cvetovi privabljajo opraševalce s svojo barvo venčnih listov, vsebnostjo primarnih metabolitov v cvetovih, predvsem nektarju. Želeli smo proučiti vsebnosti primarnih metabolitov v cvetovih. Določali smo vsebnost sladkorjev in organskih kislin.

Določanje vsebnosti posameznih sladkorjev in organskih kislin ter njihovih razmerij je tako lahko pomemben kazalec za določanje kakovosti cvetov.

Namen raziskave je bil s kemično analizo določiti vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetovih sort hrušk 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova', 'Rosired', 'Viljamovka'. Za vsako sorto smo analizirali 5 krat po 20 cvetov. Vzorci so bili pobrani v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli.

Sorte hrušk se med seboj razlikujejo po vsebnosti sladkorjev in organskih kislin.

5.1 SLADKORJI

5.1.1 Fruktaza

Vrednosti najbolj sladkega sladkorja - fruktoze so bile med pročevanimi sortami hrušk v cvetu v območju od 16,75 do 24,17 g/kg.

Najmanjšo vsebnost fruktoze je imela sorta 'Rosired' (16,75 g/kg). Največjo pa sorta 'Boskova steklenka' (24,17 g/kg).

Dobrila (2005) je pri nektarini dobila nekoliko večje vsebnosti fruktoze v cvetu. Sorta 'Maria Laura' je imela najmanjšo vsebnost (22,64 g/kg), sorta 'Andromedea' pa največjo (26,03 g/kg). Razlike niso bile velike, vendar so naše nekoliko manjše. Vpliv na vsebnost fruktoze ima tudi sončno obsevanje in verjetno je potrebno iskati vzrok prav v tem.

5.1.2 Glukoza

Vsebnost glukoze naj bi se v sredini rastne dobe pričela zmanjševati. Zmanjšana vsebnost glukoze je v povezavi z akumulacijo škroba. Ko količina škroba doseže svoj vrh, začne padati, glukoza pa začne naraščati. V zrelih plodovih omogoča sprejem glavnega translocirajočega sladkorja sorbitola, ki služi sintezi fruktoze, encim sorbitol dehidrogenaza, ki v mladih plodičih ni prisoten (Hudina in Štampar, 2000). Žal v dostopni literaturi nismo našli podatkov o vsebnosti posameznih sladkorjev v cvetovih.

Najmanjšo vsebnost glukoze smo izmerili pri sorti 'Klapova' (12,54 g/kg), največjo pa pri sorti 'Concorde' (16,73 g/kg) v cvetu. Dobrila (2005) je izmerila nekoliko večje vsebnosti, najmanjša je bila pri sorti 'Maria Laura' (24,06 g/kg), največja pa pri sorti 'Andromedea' (30,02 g/kg).

5.1.3 Saharoza

Saharoza se prav tako kot fruktoza, nalaga enakomerno skozi celotno rastno dobo (Hudina in Štampar, 2000).

Vsebnosti saharoze v cvetovih so bile najmanjše. Najmanjšo vsebnost saharoze je vsebovala sorta 'Passa Crassana' (3,55 g/kg), največjo pa sorta 'Boskova steklenka' (8,72 g/kg). V poskusu Dobrila (2005) je bila vsebnost saharoze v cvetovih nektarine približno enaka kot v našem poskusu. Najmanjša izmerjena vsebnost saharoze v cvetovih nektarine je bila pri sorti 'Maria Laura' (2,24 g/kg) in največja pri sorti 'Vega' (8,20 g/kg).

5.1.4 Sorbitol

Berüter (1985 cit., po Hudina in Štampar, 2000) je ugotovil, da približno dva tedna po cvetenju v plodičih prevladuje sorbitol, nato pa vsebnost ostane enaka od junijskega trebljenja do zrelosti. Kaj se dogaja v cvetovih s sorbitolom iz literature ni znano.

Vsebnost sorbitola je bila najmanjša pri sorti 'Rosired' (8,29 g/kg), največja pa pri sorti 'Passa crassana' (19,37 g/kg).

Dobrila (2005) je v svojem poskusu ugotovila, da znaša za sorbitol najmanjša vrednost pri sorti nektarin 'Maria Laura' (1,59 g/kg) in največja pri sorti 'Maria Dolce' (2,16 g/kg). V našem poskusu so bile vrednosti sorbitola precej večje.

5.1.5 Skupni sladkorji

Cvet vsebuje v povprečju največ fruktoze (20,65 g/kg), sledijo glukoza (15,15 g/kg), sorbitol (14,90 g/kg) in najmanj pa je saharoze (7,04 g/kg). Največjo vsebnost skupnih sladkorjev je imela sorta 'Boskova steklenka' (67,62 g/kg), najmanjšo pa sorti 'Viljamovka' (47,37 g/kg) in 'Rosired' (48,02 g/kg).

5.2 ORGANSKE KISLINE

5.2.1 Citronska kislina

Citronska in jabolčna kislina sta pomembni v krebsovem ciklu, njuna naloga pa je tudi redukcija katalitične aktivnosti nekaterih kovin ter varovanje vitamina C pred oksidacijo (Arfaioli in Bosetto, 1993). Citronska kislina je prisotna skozi celotno rastno dobo.

Najmanjša izmerjena vsebnost citronske kisline je bila pri sorti 'Boskova steklenka' (14,04 g/kg) in največja pri sorti 'Conference' (20,67 g/kg).

Dobrila (2005) je v svojem poskusu ugotovila nekoliko manjše vsebnosti citronske kisline v cvetovih nektarin, in sicer med (9,75 g/kg) do (19,06 g/kg).

5.2.2 Jabolčna kislina

Jabolčna kislina je skupaj s sladkorji glavna snov za dihanje. Presnova jabolčne kisline je zelo aktivna, saj se njena vsebnost med dozorevanjem plodov lahko zmanjša celo za 50 % (Arfaiole in Bosetto, 1993).

V cvetovih hrušk je jabolčna kislina po vsebnosti kislin na drugem mestu. Najmanjšo vsebnost vsebuje cvet sorte 'Boskova steklenka' (8,87 g/kg) in največjo cvet sorte 'Rosired' (13,37 g/kg).

V primerjavi s podatki Dobrila (2005) se rezultati veliko ne razlikujejo, saj je v cvetovih nekatrin jabolčne kisline od 12,15 g/kg do 18,42 g/kg.

5.2.3 Fumarna kislina

Fumarne kisline je zaslediti zelo malo, najmanjšo vsebnost ima sorta 'Boskova steklenka' (0,11 g/kg) in največjo vsebnost sorta 'Klapova' (0,25 g/kg). Vsebnosti fumarne kisline našega poskusa se ujemajo s podatki, ki jih navaja Dobrila (2005) (od 0,12 g/kg do 0,15 g/kg). V obeh primerih jo je zaslediti zelo malo.

5.2.4 Šikimska kislina

Doyon in sod. (1991) so ugotovili, da se šikimska kislina z razvojem plodov zmanjšuje.

Najmanjšo vsebnost šikimske kisline je vsebovala sorta 'Boskova steklenka' (0,08 g/kg), največjo pa sorta 'Rosired' (0,13 g/kg). Pri poskusu Dobrila (2005) so cvetovi vsebovali nekoliko več šikimske kisline, in sicer od 1,17 g/kg do 2,29 g/kg.

5.2.5 Skupne kisline

Cvet vsebuje v povprečju največ citronske kisline (17,65 g/kg), sledijo jabolčna kislina (11,46 g/kg), fumarna kislina (0,19 g/kg) in najmanj šikimske kisline (0,11 g/kg).

Največjo vsebnost skupnih organskih kislin je imela sorta 'Conference' (32,01 g/kg), najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka' (23,10 g/kg). Vsebnost skupnih kislin nad 30 g/kg imajo sorte 'Passa crassana', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova' in 'Rosired'.

5.3 MASA CVETOV

Pri poskusu smo ugotovili, da so mase cvetov bile od 0,12 in 0,15 g. Največjo povprečno maso cvetov smo izmerili pri sorti 'Starkrimson' (5,04 g/20 cvetov), najmanjšo pa pri sorti 'Viljamovka' (2,48 g/20 cvetov).

6 SKLEPI

V letu 2004 smo v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli, v zaselku Zagaj, izvedli poskus na osmih sortah hrušk: 'Passa crassana', 'Concorde', 'Boskova steklenka', 'Conference', 'Starkrimson', 'Klapova', 'Rosired' in 'Viljamovka'. Ugotoviti smo želeli razlike v vsebnosti sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitola) in organskih kislin (jabolčne, citronske, šikimske in fumarne kisline) v cvetu pri hruški.

Vsebnosti sladkorjev in organskih kislin so se od sorte do sorte razlikovale. Vsaka sorta posebej ima svoj izvor, specifične genetske lastnosti, ki v osnovi določijo vsebnosti primarnih metabolitov. Seveda pa so te vsebnosti močno odvisne od klimatskih razmer.

Cvetovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in glukoze sledi sorbitol, medtem ko je bila saharoza prisotna v majhnih koncentracijah. Največ glukoze je vsebovala sorta 'Concord', najmanj pa sorta 'Klapova'. Fruktoze je največ vsebovala sorta 'Boskova steklenka', najmanj pa 'Rosired'. Saharoze je največ vsebovala sorta 'Boskova steklenka', najmanj pa sorta 'Passa crassana'. Največ sorbitola je vsebovala sorta 'Passa crassana', najmanj pa sorta 'Rosired'. Največjo vsebnost skupnih sladkorjev je imela sorta 'Boskova steklenka', medtem ko imata najmanjšo vsebnost skupnih sladkorjev sorti 'Rosired' in 'Viljamovka'.

Pri vseh sortah je citronska kislina v cvetovih zastopana v največjih koncentracijah, sledijo ji jabolčna, fumarina in šikimska kislina. Največjo vsebnost citronske kisline je imela sorta 'Conference', najmanjšo pa 'Boskova steklenka'. Jabolčna kislina je največjo vrednost dosegla pri sorti 'Rosired', najmanjšo pa pri sorti 'Boskova steklenka'. Največjo vsebnost fumarne kisline je dosegla sorta 'Klapova', najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka'. Šikimska kislina je največjo vrednost dosegla v cvetovih pri sorti 'Rosired' in najmanjšo pri sorti 'Boskova steklenka'. Največjo vsebnost skupnih organskih kislin v cvetovih je imela sorta 'Conference', medtem ko je imela najmanjšo sorta 'Boskova steklenka'.

Glede na rezultate, ki smo jih ugotovili s kemičnimi analizami, ne bi mogli brez nadaljnega opazovanja (cvetenja, vegetativne rasti, generativnega razvoja) določiti najbolj kakovostne sorte. Zato predlagam nadaljnje raziskave sort v nasadu Bistrica ob Sotli v zaselku Zagaj. Šele analize rezultatov v različnih letih, ki se bodo med seboj razlikovale bodo lahko dale oprijemljivejše zaključke o lastnosti posameznih sort in vsebnosti posameznih sladkorjev in organskih kislin v cvetovih. Zanimivo bi bilo tudi ugotoviti spremembe v vsebnosti primarnih metabolitov med razvojem cveta.

7 POVZETEK

Nasad se nahaja v Bistrici ob Sotli, zaselku Zagaj, ob reki Bistrici. Na jugu se nad sadovnjakom dviga hrib Svete gore z nadmorsko višino 618 m, na zahodu pa Reber, oba hriba sta del Orliškega hribovja. Proti Trebčam se dolina rahlo vzpenja, ob reki Bistrici proti reki Sotli pa se dolina odpira. Nasad se nahaja na višini 215m.

V letu 2004 smo v nasadu v Bistrici ob Sotli, izvedli poskus na hruškah. Na osmih sortah smo s kemično analizo ugotavljali vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetu pri hruškah. Za vsako sorto smo analizirali 5 krat po 20 cvetov.

Nabranim cvetovom smo izmerili vsebnost sladkorjev (fruktozo, glukozo, saharozo in sorbitol) in organskih kislin (jabolčne, citronske, šikimske in fumarne kisline). Ugotovili smo, da obstajajo razlike med posameznimi sortami, tako po vsebnosti sladkorjev, kot tudi organskih kislin.

Vsebnost sladkorjev in organskih kislin smo določili s pomočjo HPLC metode.

Rezultati so pokazali, da je vodilni sladkor v cvetovih hrušk sladkor fruktoza, najmanj pa je saharoze. Med organskimi kislinami je prevladovala citronska kislina, najmanj je pa šikimske kisline.

Največjo vsebnost skupnih sladkorjev v cvetovih je imela sorta 'Boskova steklenka', najmanjšo vsebnost skupnih sladkorjev pa sorti 'Rosired' in 'Viljamovka'. Največ glukoze je vsebovala sorta 'Concorde', najmanj pa sorta 'Klapova'. Fruktoze je največ vsebovala sorta 'Boskova steklenka', najmanj pa 'Rosired'. Saharoze je največ vsebovala sorta 'Boskova steklenka', najmanj pa sorta 'Passa crassana'. Največ sorbitola v cvetovih je vsebovala sorta 'Passa crassana', najmanj pa sorta 'Rosired'.

Izmed organskih kislin sta največjo vsebnost skupnih kislin v cvetovih imeli sorti 'Conference' in 'Klapova', najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka'.

Največjo vsebnost citronske kisline v cvetovih je imela sorta 'Conference', najmanjšo pa 'Boskova steklenka'. Jabolčna kislina je največjo vrednost v cvetovih dosegla pri sorti 'Rosired', najmanjšo pa pri sorti 'Boskova steklenka'. Največjo vsebnost fumarne kisline je dosegla sorta 'Klapova', najmanjšo pa sorta 'Boskova steklenka'. Šikimska kislina je največjo vrednost dosegla pri sorti 'Rosired' in najmanjšo pri sorti 'Boskova steklenka'.

8 VIRI

Agromet. 2004. Mesečni agrometeorološki bilten.

http://www.arso.gov.si/podrocja/vreme_in_podnebje/poročila_in_publikacija/klimatske_razmere.html (1. 6. 2005).

Arfaiole F., Bosetto M. 1993. Time changes of free organic acid content in seven Italian pear (*Pyrus communis* L.) varieties with different ripening times. *Agriculture Medicine*, 123: 224-230.

Atlas Slovenije. 2005.

<http://www.zrc-sazu.si/moa/images/Relief4bt.gif> (julij 2005)

Bulatović S. 1989. *Savremeno voćarstvo*. Beograd, Nolit: 639 str.

Bulatović S., Mihajlović B. 1988. *Voćarski priručnik*. Beograd, Nolit: 456 str.

Črnko J., Lekšan M., Smole J., Oblak M., Peric V., Solar A., Modic D., Vesel V., Adamič F., 1990. Naš sadni izbor. Ljubljana, Kmečki glas: 244 str.

Dobrila M. 2005. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetovih nektarin (*Prunus persica* var. *Nucipersica* L.). Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 40 str.

Dolenc K., Štampar F. 1997. An investigation of the application and conditions of analyses of HPLC methods for determining sugars and organic acids in fruits. *Research Reports, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. Agricultural issue*, 69: 99-106.

Doyon G., Gaudreau G., St-Gelais D., Beaulieu Y., Randall C. J., 1991. Simultaneous HPLC determination of organic acids, sugars and alcohols. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 24 1/2: 84-97.

Gliha R. 1997. Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, *Fragaria*: 278 str.

Godec B., Hudina M., Ileršič J., Koron D., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Sadni izbor za Slovenijo 2002. Krško, *Revija SAD*: 143 str.

Gvozdenović D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. Ljubljana, *Kmečki glas*: 291 str.

Gvozdenović D., Dulić K., Lombergar F. 1988. Gosti sadni nasadi. Ljubljana, *Kmečki glas*: 255 str.

Hudina M. 1994. Hruška za vsak vrt. *Moj mali svet*, 26, 10: 44.

Hudina M. 1999. Vpliv vodnega režima, prehrane, listne površine in rastne dobe na vsebnost sladkorjev in organskih kislin v hruškah (*Pyrus communis* L.) kultivar 'Viljamovka'. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 151 str.

- Hudina M., Štampar F. 2000. Free sugar and sorbitol content of pear cultivars (*Pyrus communis* L. and *Pyrus serotina* Rehd.). Research Reports, Biotechnical Faculty University of Ljubljana, Agricultural issue, 75: 109-114.
- Ito J., Hasegawa S., Fujita K., Ogasawara S., Fujiwara T. 2002. Changes in water relations induced by CO₂ 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: 373 str.
- Johnson J. M. 1993. Fructose. V: Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition: vol. 3. London, Academic Press: 2080-2083.
- Martin-Hernandez M.c., Juarez M. 1993. High-performance liquid chromatography. V: Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition: vol. 1. London, Academic Press: 3469-3472.
- 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: 699 str.
- Petranović K. 1977. Vočarstvo. Zagreb, Znanje: 348 str.
- Pungerčar T. 2001. Analiza sladkorjev in organskih kislin pri kultivarjih jablan (*Malus domestica* Borkh.). Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 81 str.
- Scott F. W. 1993. Glucose. V: Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition: vol. 3. London, Academic Press: 2201-2206.
- Žorž M. 1991. HPLC. Ljubljana, samozaložba: 154 str.

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorci doc. dr. Metki HUDINA za darovanje vzorcev iz svojega nasada in seveda hvala za mentorstvo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Največja zahvala gre staršema, ki sta mi študij omogočila in me ves čas bodrila, sestri, noni in vsem prijateljem, ki so mi stali ob strani v času študija.

Hvala Matjažu za potrpežljivost in pomoč pri oblikovanju diplomske naloge.