

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Jana JURHAR

**VSEBNOST NEKATERIH SLADKORJEV,
ORGANSKIH KISLIN IN FENOLOV PRI
RAZLIČNIH SORTAH ČEŠNJE**
(Prunus avium L.)

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Jana JURHAR

**VSEBNOST NEKATERIH SLADKORJEV, ORGANSKIH KISLIN IN
FENOLOV PRI RAZLIČNIH SORTAH ČEŠNJE (*Prunus avium* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**THE CONTENT OF SOME SUGARS, ORGANIC ACIDS AND
PHENOLIC COMPOUNDS IN VARIOUS SWEET CHERRY
CULTIVARS (*Prunus avium* L.)**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo v poskusnem sadovnjaku Kmetijskega inštituta Ljubljana, na Brdu pri Lukovici in Katedri za sadjarstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Francija ŠTAMPARJA in za somentorja doc. dr. Roberta VEBERIČA.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Član: prof. dr. Franci ŠTAMPAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Robert VEBERIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Valentina USENIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Jana JURHAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 634.23: 631.524.6 (043.2)
- KG Češnja / *Prunus avium* / sladkorji / organske kisline / fenoli
- KK AGRIS F01
- AV JURHAR Jana
- SA ŠTAMPAR, Franci (mentor)/VEBERIČ, Robert (somentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2007
- IN VSEBNOST NEKATERIH SLADKORJEV, ORGANSKIH KISLIN IN FENOLOV
PRI RAZLIČNIH SORTAH ČEŠNJE (*Prunus avium* L.)
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XII, 56, [2] str., 14 pregl., 23 sl., 1 pril., 44 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI S pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) smo v plodovih 9 sort češnje analizirali 4 sladkorje, 2 organski kislini in 2 fenolni kislini. Njihove vsebnosti smo analizirali v celih plodovih, ki so bili obrani v Brdu pri Lukovici v letih 2004 in 2005. Med sladkorji je bilo v obeh letih največ glukoze (povprečno 60,77 g/kg SM), najmanj pa saharoze (povprečno 9,31 g/kg SM), ki je je bilo v letu 2005 12,14 g/kg SM, v letu 2004 pa 6,47 g/kg SM. Največje vsebnosti sladkorjev pri proučevanih sortah češnje smo izmerili pri sorti 'Van', najmanjše pa pri sorti 'Sunburst'. Vsebnost organskih kislin je bila v obeh letih povprečno 3,58 g/kg SM. V obeh letih je bilo veliko več jabolčne kisline (6,62 g/kg SM) kot citronske (0,55 g/kg SM). Največjo vsebnost analiziranih organskih kislin je imela sorta 'Vega', najmanjšo pa sorta 'Sunburst'. Fenolnih kislin je bilo več v letu 2004, povprečno 275 mg/kg SM, v letu 2005 pa povprečno 217 mg/kg SM. Za obe leti velja, da je bilo več neoklorogenske kisline (povprečno 410,64 mg/kg SM) kot klorogenske (povprečno 81,13 mg/kg SM). Največje vsebnosti fenolnih kislin je imela sorta 'Napoleon', najmanjše pa sorta 'Vigred'.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 634.23: 631.524.6 (043.2)
- CX sweet cherry / *Prunus avium* / sugars / organic acids / phenolic compounds
- CC AGRIS F01
- AU JURHAR, Jana
- AA ŠTAMPAR, Franc (supervisor)/VEBERIČ, Robert (co-supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Departement of Agronomy
- PY 2007
- TI THE CONTENT OF SOME SUGARS, ORGANIC ACIDS AND PHENOLIC COMPOUNDS IN VARIOUS SWEET CHERRY CULTIVARS (*Prunus avium* L.)
- DT Graduation thesis (University studies)
- NO XII, 56, [2] p., 14 tab., 23 fig., 1 ann., 44 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB High Performance Liquid Chromatography (HPLC) was used to measure the quantities of 4 sugars, 2 organic and 2 phenolic acids in fruits of nine sweet cheery cultivars (whole fruits were used). Samples were harvested in years 2004 and 2005 in Brdo pri Lukovici. Among sugars, the contents of glucose were the highest (average 60.77 g/kg SM), both in 2004 and 2005, while sucrose had the lowest values (average 9.31 g/kg SM). Nevertheless, quantity of sucrose measured in 2005 was twice (12.14 g/kg SM) as high as in the previous year (6.47 g/kg SM). In general, the highest contents of total sugars were found in cultivar 'Van' and the lowest in cultivar 'Sunburst'. Quantities of organic acids were slightly higher in both years average 3.58 g/kg SM. In both years the contents of malic acid were significantly higher (6.62 g/kg SM) than the content of citric acid (0.55 g/kg SM). The highest values of organic acids were found in cultivar 'Vega' and the lowest in cultivar 'Sunburst'. Quantity of phenolic acids was higher in 2004, average 275 mg/kg SM, compared to 2005, average 217 mg/kg SM. However in both years the content of neochlorogenic acid was higher, average 410.64 mg/kg SM, than the content of chlorogenic acid, average 81.13 mg/kg SM. The highest values of phenolic acids were measured in 'Napoleon' and the lowest in 'Vigred'.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	XI
Okrajšave in simboli	XII
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 IZVOR IN BOTANIČNA KLASIFIKACIJA	2
2.2 MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE ZNAČILNOSTI	3
2.3 EKOLOŠKE ZAHTEVE ČEŠNJE	5
2.4 RAZŠIRJENOST IN PRIDELAVA	5
2.5 OGLJIKOVI HIDRATI	6
2.5.1 Glukoza	7
2.5.2 Fruktosa	7
2.5.3 Saharoza	7
2.5.4 Sorbitol	8
2.5.5 Pomen ogljikovih hidratov za zdravje ljudi	8
2.6 ORGANSKE KISLINE	8
2.6.1 Citronska kislina	9
2.6.2 Jabolčna kislina	9
2.6.3 Pomen organskih kislin za zdravje ljudi	9
2.7 FENOLNE SNOVI	10
2.7.1 Funkcija fenolnih snovi	10
2.7.2 Delitev fenolnih snovi	10

2.7.3	Pomen fenolnih snovi za zdravje ljudi	11
3	MATERIAL IN METODE	12
3.1	RASTLINSKI MATERIAL	12
3.2	Sorte češnje	13
3.2.1	Sorta 'Elisa'	13
3.2.2	Sorta 'Giorgia'	13
3.2.3	Sorta 'Lapins'	14
3.2.4	Sorta 'Napoleon'	14
3.2.5	Sorta 'Nordwunder'	15
3.2.6	Sorta 'Sunburst'	15
3.2.7	Sorta 'Van'	16
3.2.8	Sorta 'Vega'	17
3.2.9	Sorta 'Vigred'	17
3.3	POSKUSNI SADOVNJAK BRDO PRI LUKOVICI	18
3.4	METODE DELA	18
3.4.1	Priprava vzorcev	18
3.4.1.1	Ekstrakcija sladkorjev in organskih kislin iz celih plodov brez koščice	18
3.4.1.2	Ekstrakcija fenolov iz celih plodov brez koščice	19
3.4.2	Analiza s pomočjo visoko ločljivostne tekočinske kromatografije (HPLC)	19
3.4.2.1	Določanje ogljikovih hidratov s HPLC	19
3.4.2.2	Določanje organskih kisline s HPLC	20
3.4.2.3	Določanje fenolov s HPLC	20
3.4.3	Kemikalije	21
3.4.4	Razmerje med sladkorji in kislinami	22
3.4.5	Statistična obdelava podatkov	22
4	REZULTATI	23
4.1	VSEBNOST OGLJIKOVIH HIDRATOV – SLADKORJEV	23
4.1.1	Vsebnost ogljikovih hidratov v proučevanih sortah češnje v letih 2004 in 2005	23
4.1.1.1	Fruktoza	23

4.1.1.2	Glukoza	26
4.1.1.3	Saharoza	28
4.1.1.4	Sorbitol	30
4.2	VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN	32
4.2.1	Vsebnost organskih kislin v plodovih proučevanih sort češnje v letih 2004 in 2005	32
4.2.1.1	Citronska kislina	32
4.2.1.2	Jabolčna kislina	35
4.3	RAZMERJE SLADKORJI / KISLINE V LETIH 2004 IN 2005	37
4.4	VSEBNOST FENOLOV	38
4.4.1	Vsebnost fenolov v plodovih proučevanih sort češnje v letih 2004 in 2005	38
4.4.1.1	Klorogenska kislina	38
4.4.1.2	Neoklorogenska kislina	41
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	43
5.1	RAZPRAVA	43
5.2	SKLEPI	49
6	POVZETEK	51
7	VIRI	52
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Datumi obiranja češenj v letu 2004	12
Preglednica 2: Datumi obiranja češenj v letu 2005	12
Preglednica 3: Povprečne vsebnosti ogljikovih hidratov v g/kg SM v plodovih sort češnje v letih 2004 in 2005	23
Preglednica 4: Vsebnost fruktoze \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	24
Preglednica 5: Vsebnost glukoze \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	26
Preglednica 6: Vsebnost saharoze \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	28
Preglednica 7: Vsebnost sorbitola \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	30
Preglednica 8: Povprečne vsebnosti organskih kislin v g/kg SM v plodovih sort češnje v letih 2004 in 2005	32
Preglednica 9: Vsebnost citronske kisline \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	33
Preglednica 10: Vsebnost jabolčne kisline \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	35
Preglednica 11: Povprečne vrednosti razmerja sladkorji / kisline v plodovih češnje v letih 2004 in 2005	37
Preglednica 12: Povprečne vsebnosti fenolov v mg/kg SM v plodovih sort češnje v letih 2004 in 2005	38
Preglednica 13: Vsebnost klorogenske kisline \pm SN v mg/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	39
Preglednica 14: Vsebnost neoklorogenske kisline \pm SN v mg/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005	41

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Cvetoča češnjeva veja (Oberbeil in Lentz, 1998)	4
Slika 2: Sorta 'Giorgia' (Smole, 2000)	13
Slika 3: Sorta 'Lapins' (Smole, 2000)	14
Slika 4: Sorta 'Napoleon' (Smole, 2000)	15
Slika 5: Sorta 'Sunburst' (Cortese, 2000)	16
Slika 6: Sorta 'Van' (Smole, 2000)	16
Slika 7: Sorta 'Vigred' (Smole, 2000).	17
Slika 8: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	25
Slika 9: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	25
Slika 10: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	27
Slika 11: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	27
Slika 12: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	29
Slika 13: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	29
Slika 14: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	31
Slika 15: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	31
Slika 16: Povprečna vsebnost citronske kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	34
Slika 17: Povprečna vsebnost citronske kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	34

Slika 18:	Povprečna vsebnost jabolčne kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	36
Slika 19:	Povprečna vsebnost jabolčne kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	36
Slika 20:	Povprečna vsebnost klorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	40
Slika 21:	Povprečna vsebnost klorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	40
Slika 22:	Povprečna vsebnost neoklorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004	42
Slika 23:	Povprečna vsebnost neoklorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005	42

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Mesečni meteorološki podatki (povprečna temperatura zraka in povprečna količina padavin) za meteorološko postajo Brdo pri Lukovici za leti 2004 in 2005.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
BHT	2,6-di-tert-butil-4-metil-fenol
HPLC	tekočinska kromatografija visoke ločljivosti; High Performance Liquid Chromatography
LDL	low density lipoproteins
SN	standardna napaka
SM	sveža masa
SS	suha snov
UV	ultravijolična svetloba
ARSO	Agencija republike Slovenije za okolje
PEP	fosfoenol piruvat
GI	glikemični indeks

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Na kakovost sadja vpliva njegova kemična sestava. Poleg sladkorjev in organskih kislin, ki imajo odločilen vpliv na okus, so pomembne tudi polifenolne snovi. Med mnogimi funkcijami fenolov so najpomembnejše tiste, ki vplivajo na barvo in okus sadja. Veliko fenolov ima antioksidativne, antikancerogene, antimikrobne, antialergene lastnosti.

V Sloveniji je povpraševanje po češnjah vsako leto večje, saj imajo češnje mnoge pozitivne učinke za zdravje ljudi. Na trgu se pojavlja veliko različnih sort, ki se razlikujejo po okusu, sočnosti, aromi, barvi in obliki. Vsebnosti sladkorjev in kislin so elementi notranje kakovosti, notranja kakovost pa je odvisna od posamezne sorte, lege ter okoljskih dejavnikov, ki med drugim zajemajo tudi leto oz. čas obiranja. Ti dejavniki so tudi odgovorni za uspešnost prodaje in pripomorejo h končnemu gospodarskemu izkupičku za pridelovalca.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je bil ugotoviti razlike v vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolov pri različnih sortah češnje ('Elisa', 'Giorgia', 'Lapins', 'Napoleon', 'Nordwunder', 'Sunburst', 'Van', 'Vega', 'Vigred').

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da različne sorte češnje vsebujejo različne koncentracije polifenolnih snovi, organskih kislin in sladkorjev.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR IN BOTANIČNA KLASIFIKACIJA ČEŠNJE

Češnja (*Prunus avium* L.) je nastala v maloazijskem rodovnem središču, ki zajema območja severnega Irana in južnega Kavkaza, Kaspijskega in Črnega morja. Iz primarnega rodovnega središča se je počasi razširila na druga območja in tudi v Evropo. Prvi dokazi o češnjah kot sadju, pomembnem živilu, segajo v obdobje 4.000-5.000 let, grški zapisi pa dokazujejo, da so češnje že od nekdaj pridelovali tudi zaradi lesa. Da so bile češnje na našem območju razširjene že davno, dokazuje tudi poimenovanje številnih slovenskih krajev (Češnjice, Črešnjevec, Češnjevek, Črešnik, itd.) (Štampar in sod., 2005).

Botanična klasifikacija češnje (Martinčič in sod., 1999);

Nadred: *Rosanae*

Red: *Rosales* – šipkovci

Družina: *Rosaceae* – rožnice

Poddružina: *Prunoideae* – koščičasto sadje

Rod: *Prunus* L. – sliva

Podrod: *Cerasus* Pers.

Sekcija: *Cerasus* Koehne

Podrod *Cerasus* je po Rehderju (1974) razdeljen v več sekcij: *Microcerasus*, *Pseudocerasus*, *Lobopatum*, *Cerasus*, *Mahaleb*, *Phyllomahaleb*. Najpomembnejša sekcija je *Cerasus* Koehne, v katero sodijo vrste *Prunus avium* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus fruticosa* Pall.

Pri nas češnje delimo na češnje (*Prunus avium* L.) in višnje (*Prunus cerasus* L.). Vrsti sta zelo sorodni, vendar se med seboj razlikujeta po mnogih lastnostih. Sorodnost se kaže v zmožnosti medsebojnega opraševanja in uporabe enakih podlag. Najopaznejše so razlike glede lastnosti plodov. Višnje so po okusu bolj ali manj kisle, zato so namenjene predvsem za predelavo. Plodovi češnje so slajši in manj kisli, zato so primernejši za svežo uporabo (Leksikon Cankarjeve založbe, 1994).

Sorte češnje delimo glede pomoloških lastnosti v dve skupini: skupina srčastih češenj (*Prunus avium* var. *juliana*), ki imajo mehko meso, večinoma pa tudi plodove srčaste oblike, in skupina hrustavk (*Prunus avium* var. *duracina*), v katero spadajo plodovi s čvrstim mesom in so običajno ovalne oblike (Leksikon Cankarjeve založbe, 1994).

2.2 MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Češnja je listopadno drevo, doseže lahko tudi 20 m v višino. Če prosto raste, je deblo visoko nad 100 cm in prevladuje naravna piramidalna krošnja (Mlakar, 1985). Življenjska doba češnjevih dreves je lahko prek 100 let, v intenzivnih nasadih pa je precej krajša, okoli 35 let (Bulatović, 1979).

Za podlage se poleg sejancev češnje in rešeljike uporabljajo tudi vegetativne podlage: 'Maxma 14', 'Gisela 5', 'Weiroot 158' (Štampar in sod., 2005).

Najzgodnejše sorte potrebujejo za razvoj plodov od cvetenja do zorenja 33 dni, srednje zgodnje 45 dni, srednje pozne 55 dni in pozne okoli 70 dni (Ravnik, 1993). Kultivarji češnje so večinoma diploidi ($2n=16$), najdejo pa se tudi triploidi in tetraploidi ($2n=24$ ali 32) (Fogle, 1975).

Cvetenje češenj je v Sloveniji v zgodnji pomladi od sredine marca do začetka aprila (Goriška) ali šele od začetka do sredine aprila (ostala Slovenija) (Smole, 2000).

Večina sort češnje je samoneoplodnih, iz leta v leto pa narašča število in ponudba samooplodnih. So tudi intersterilne, kar pomeni, da se pojavlja sterilnost oziroma nezmožnost oploditve tudi med sortami. Intersterilnost določa izbiro točno določene sorte za oploditev glavne sorte. Češnja je predvsem žužkocvetka, saj žuželke, med katerimi so najpomembnejše čebele, opravijo pomembno vlogo pri prenosu peloda (Štampar in sod., 2005).



Slika 1: Cvetoča češnjeva veja (Oberbeil in Lentz, 1998)

Plod češnje je enostavni plod, ker se razvije iz ene plodnice. Plodovi se razlikujejo po debelini, obliki, barvi in konsistenci mesa. Po obliki razlikujemo okrogle, ovalne, sploščene in srčaste. Barva češenj je lahko rumena, rumeno rdeča, svetlo rdeča, živo rdeča do temno rdeča, ki je lahko rjavo rdeča ali povsem temna, skoraj črna. Plodovi so lahko z leskom ali brez. Šiv pri češnjah navadno ni izrazit, včasih komaj opazen. Konsistenca mesa je lahko mehka do trdna ali hrustava. Meso se lahko dobro ali težko loči od koščice, navadno je sočno, sok pa brezbarven ali obarvan. Plodovi vsebujejo veliko vitamina B₂ (Cortese, 2000).

Plodovi češnje vsebujejo okoli 80 % vode. Preostalo so proteini (1,3 %), maščobe (0,3 %), ogljikovi hidrati (17 %). Češnje so bogate z železom, fosforjem in vitamini A, B1, B2, B6 in C. Hranilna vrednost: 100 g češenj ima 67 kalorij/280 kJ, 100 g višenj pa ima 60 kalorij/251 kJ. Pri obeh sadežih je v 100 g približno 14 do 15 mg vitamina C (Cortese, 2000).

2.3 EKOLOŠKE ZAHTEVE ČEŠNJE

Klimatske razmere so najpomembnejši omejujoč dejavnik v pridelavi češenj. Na zimski mraz je precej odporna, saj prenese tudi do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Občutljivejša je na spomladanske pozebe, ker začne odganjati zgodaj spomladi. Tri do štiri tedne pred cvetenjem in med njim ji škodi že temperatura $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Komaj zasnovani plodovi pa se poškodujejo že pri $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Jazbec in sod., 1995).

Hitra rast poganjkov in razvoj plodov spomladi, vplivata na veliko potrebo po vodi do začetka zorenja plodov. Padavine med cvetenjem motijo opravevanje, med zorenjem plodov pa vplivajo na pokanje plodov (Jazbec in sod., 1995).

Češnja ni zahtevna glede lege. Izbiramo sadjarske lege, dobro osvetljene, južne in jugozahodne ter dvignjene lege. Nadmorska višina v Sloveniji ni omejujoč dejavnik, ker rastejo tudi do 1.000 oz. 1.200 m nad morjem. Nadmorska višina vpliva le na čas zorenja sort. Z višjo nadmorsko višino se zorenje podaljšuje in s tem tudi sezona češenj (Babnik, 1994).

Češnja je prilagojena okoljskim razmeram mediteranske in zmerno tople klime (ZDA, Washington, Kalifornija, Oregon, Iran, Turčija, Italija, itd.). V Sloveniji je najbolj razširjena na Goriškem, tam je pridelovanje češenj po tradiciji, ki je daljša od 140 let, najpomembnejše v slovenskem prostoru. Dobro uspeva v odcednih srednje težkih tleh z rahlo kislom do nevtralno reakcijo (Štampar in sod., 2005).

2.4 RAZŠIRJENOST IN PRIDELAVA

Po podatkih FAOSTAT podatkovne baze (Food ..., 2006) je bila leta 2005 svetovna pridelava češenj 1.864.338 t. Vodilna država v pridelavi je Turčija, ki je v letu 2005 pridelala 260.000 t češenj, sledijo ji ZDA z 250.000 t in Iran z 224.000 t. Vodilna država v pridelavi v Evropski uniji je Nemčija s 120.000 t, sledi ji Italija s 107.922 t.

V Sloveniji smo leta 2004 na 113 ha pridelali 4.144 t češenj, leta 2005 pa 4.100 t. Glavni pridelovalni področji sta Goriška (Vipavska dolina, Goriška Brda) in slovenska Istra, uspešno pa jo gojimo tudi v ostalih sadnih okoliših v Sloveniji, kjer je delež tržne pridelave le 10 % (Food ..., 2006).

Trenutno imamo v Sloveniji približno 150 ha nasadov, kjer pridelujejo češnje za trg, ostala drevesa rastejo po vrtovih in služijo za samooskrbo. V zadnjih nekaj letih v Sloveniji pridelamo okoli 5.000 ton češenj, kar ne zadošča niti za domačo potrošnjo (Usenik in sod., 1998).

2.5 OGLJIKOVI HIDRATI

Ogljikovi hidrati so najbolj razširjene organske spojine, ki imajo poleg ogljika v molekuli še vodik in kisik v razmerju 2:1. So bistveni sestavni deli živih organizmov in so vir energije, ki je potrebna za normalno delovanje celic, poleg tega so 'surovina', iz katere lahko v živi celici posredno ali neposredno nastanejo vse druge organske sestavine (Tišler, 1991). Splošna formula ogljikovih hidratov je $C_x(H_2O)_y$.

Ogljikovi hidrati so potrebni:

- za normalen potek presnove v celicah. V celicah se maščobe popolnoma razgrajujejo in iz njih se sprošča energija le v primeru, ko imajo celice na razpolago nekaj "goriva" v obliki ogljikovih hidratov. Če telesu primanjkuje ogljikovih hidratov, se povečuje kislost telesnih tekočin. Za opravljanje specifičnih nalog, možganske in druge živce celice lahko pridobivajo energijo samo iz ogljikovih hidratov.
- pri izgrajevanju nekaterih telesnih sestavin, npr. hrustančevine, kostnine, izločkov sluznic in žlez itd. Ker imajo ogljikovi hidrati pomembno vlogo v človeškem telesu, se količina ogljikovih hidratov ne sme pretirano zmanjšati. Pri shujševalni dieti je sicer treba omejiti količino ogljikovih hidratov, vendar njihova količina ne sme pasti pod 90 g na dan (Petauer, 1993).

Glavni sladkorji, ki jih vsebuje sadje, so: fruktoza, glukoza in saharoza. Skupna količina teh treh sladkorjev je v svežih, zrelih plodovih, od 2 do 65 % sveže mase (Gvozdenović, 1989).

Ogljikovi hidrati se delijo, glede na število enot v molekuli, na monosaharide (imajo eno enoto v molekuli – primer: glukoza, fruktoza, galaktoza), oligosaharide (imajo nekaj enot v molekuli, če sta enoti dve, se imenujejo disaharidi – primer: saharoza, maltoza, laktoza), polisaharidi (imajo prek 100 enot v molekuli – primer: celuloza, škrob, amiloza, amilopektin, dekstrini, glikogen, celuloza, pektini, hemiceluloza). Ker so ogljikovi hidrati z nižjim številom enot v molekuli sladki, jih včasih imenujejo sladkorji (Petauer, 1993).

2.5.1 Glukoza

Spada med aldoze in je najpomembnejši monosaharid med heksozami. Je v večini plodov, medu, semenih in listih. Glukoza je pomembna za sintezo disaharidov in polisaharidov. Je proizvod fotosinteze in izhodiščna snov pri disimilaciji. Najdemo jo v vseh disaharidih. Ker v nespremenjeni obliki prehaja skozi črevesno steno v kri, je učinkovit vir energije (Petauer, 1993).

2.5.2 Fruktoza

Spada med ketoze in je sestavni del saharoze. Najdemo jo v čisti obliki v mnogih plodovih in v medu. Je sestavina trsnega in pesnega sladkorja, najdemo jo v sladkih sadežih. Je najbolj sladka med enostavnimi sladkorji (Petauer, 1993).

2.5.3 Saharoza

Je najpomembnejši disaharid in ga pridobivajo iz sladkornega trsa ali sladkorne pese, nahaja pa se tudi v drugih rastlinah. Zgrajena je iz glukoze in fruktoze. Kot rezervna snov se nahaja v plodovih, gomoljih in drugih rastlinskih delih. Pesni sladkor je po sladkosti takoj za fruktozo (Petauer, 1993).

2.5.4 Sorbitol

Je alkoholni sladkor, ki se pojavlja v veliko sadežih družine rožnic. Pridobivajo ga umetno z redukcijo glukoze in ga uporabljajo kot sladilo za diabetike. Ima pomembno vlogo kot transportni produkt fotosinteze pri večini sadnih dreves. Je glavna transportna snov iz listov v plodove. Sorbitol in drugi alkoholni sladkorji imajo v primerjavi s saharozo zmanjšano energijsko vrednost in pomembno prednost v dietični prehrani (Brockway in Edmondson, 1993). Dejstvo, da je sorbitol glavni transportni sladkor, dodatno potrjuje to, da koncentracija sorbitola prek noči pada, podnevi pa zopet naraste (Štampar in sod., 2005). Zreli plodovi češenj vsebujejo 0,5 % sorbitola glede na svežo maso plodov in 5 % glede na skupne topne sladkorje (Bieleski, 1969; Loescher, 1987).

2.5.5 Pomen ogljikovih hidratov za zdravje ljudi

Ogljikovi hidrati so glavni vir energije v telesu. Med prebavo se pretvorijo v monosaharide, ti pa v glukozo, edini sladkor, ki prehaja v kri. Presežek glukoze v telesu se shranjuje kot rezerva v obliki glikogena v mišicah in jetrih (Petauer, 1993).

Organizem jih uporablja kot (Petauer, 1993):

- vir energije,
- oporne snovi,
- izhodne spojine za gradnjo drugih organskih spojin,
- sestavine zapleteno zgrajenih snovi, ki opravljajo bistvene življenjske funkcije (npr. dezoksiribonukleinska kislina, ki nosi genetsko informacijo) ter snovi, ki sodelujejo, ko ena celica prepozna drugo.

2.6 ORGANSKE KISLINE

Sadje in druge rastline vsebujejo sadne kisline (citronska, vinska, jabolčna, jantarna, fumarna, šikiminska), ki dajejo osvežujoč okus in ugodno vplivajo na prebavo. Uporabljajo pa se tudi v živilstvu in drugih vejah industrije. Kisline srečujemo tudi v eteričnih oljih in med vitamini (vitamin C). Kislinski značaj imajo tudi fenoli (Petauer, 1993).

2.6.1 Citronska kislina

Je hidroksikarboksilna kislina, njeni estri in soli so citrati. V naravi je splošno razširjena, predvsem v plodovih citrusov, pa tudi v brusnicah, malinah, itd. Citronska kislina je naravna spojina, ki jo najdemo v vsakem živalskem ali rastlinskem materialu. Citronska kislina je vključena v citratni cikel, ki je eden najpomembnejših metabolnih procesov, v katerem se ogljikovi hidrati oksidirajo v ogljikov dioksid in vodo, pri čemer se sprošča energija. Za regulacijo pH v živilski industriji največkrat uporabljajo citrsko kislino. Citronska kislina izboljša delovanje antioksidantov, kot je askorbinska kislina – vitamin C (E300) in preprečuje proces porjavenja. Uporablja se tudi kot sredstvo za povečanje kislosti v proizvodnji piva ter džemov in marmelad. S citrsko kislino stabilizirajo sladkarije in slaščice, saj preprečuje kristalizacijo sladkorja (Petauer, 1993).

Citronska kislina je v velikih količinah prisotna v sadju, še posebej v citrusih, kjer je je največ. Izolacija citrnske kisline iz citrusov je relativno draga, zato v komercialne namene uporabljajo mikrobiološko proizvodnjo s pomočjo bakterij in kvasovk (Liebrand, 1992).

2.6.2 Jabolčna kislina

Je monohidroksijantarna kislina. V naravi jo najdemo v večjih količinah v nezrelih jabolkih, kutinah, kosmuljah, ribezu in češnjah. Je vmesni produkt v Krebsovem ciklu in pri dnevni kislinski ritmi. V primerjavi s citrsko kislino je jabolčna manj kislja, ima pa prijetno kisel okus, kar pomaga, da popravlja priokus, ki ostane po nizkokaloričnih sladilih (Dziezak, 1993). Poleg tega, da so organske kisline prisotne v sadju, se jabolčna kislina uporablja tudi kot dodatek pijačam nasičenim z ogljikovo kislino, marmeladam, želejem, kompotom (Dziezak, 1993).

2.6.3 Pomen organskih kislin za zdravje ljudi

Pomembno je predvsem nihanje med vsebnostjo organskih kislin in sladkorjev v plodovih, saj se tukaj pojavi problem pri diabetičnih bolnikih, ki so občutljivi na vsebnost sladkorjev v zaužitem plodu (Craig in Beck, 1999). Sadne kisline ugodno vplivajo tudi na prebavo (Petauer, 1993).

2.7 FENOLNE SNOVI

Fenolne snovi so eden glavnih sekundarnih metabolitov v rastlinah.

Fenolne spojine so spojine z eno ali več (1-10) hidroksilnih (-OH) skupin (Abram in Simčič, 1997). So tudi kemično zelo raznolika skupina (Taiz in Zeiger, 1998; Macheix in sod., 1990),

So kemično reaktivne kisle spojine, ki rade tvorijo intra- in intermolekularne H- vezi. Vežejo se s peptidnimi vezmi v beljakovinah, vežejo kovinske ione v kelatne spojine in zelo rade oksidirajo (Abram in Simčič, 1997).

2.7.1 Funkcija fenolnih snovi

Fenolne spojine prispevajo k odpornosti rastlin proti mehanskim stresom, ki so posledica prisotnih insektov ali mehanskih poškodb, infekcij z glivami, bakterijami in virusi (Abram in Simčič, 1997). Nujne so za rast in razmnoževanje rastlin, imajo pa tudi varovalni učinek pri poškodbah rastlinskega tkiva (Petauer, 1993).

Fenolne snovi privabljajo opraševalce in raznašalce semen, ker dajejo plodovom in cvetovom barvo in okus in imajo alelopatski učinek (Taiz in Zeiger, 1998).

So antioksidanti, inhibitorji encimov, pospeševalci ali zaviralci rasti, rastni regulatorji, itd. Na njihovo vsebnost vpliva: svetloba, voda, temperatura, mineralna prehrana, mehanske poškodbe, itd. (Petauer, 1993).

2.7.2 Delitev fenolih snovi

Delimo jih na:

- fenolne kisline (hidroksi benzojska kislina, fenilacetna kislina, kumarini),
- flavonoidi (flavoni, flavonoli, dihidroflavonoli, katehini, flavanoni, izoflavoni, antocianidini, itd.),

- tanini (hidrolizirajoči, kondenzirani, kompleksni).

Flavonoidi so zelo razširjena skupina vodotopnih fenolnih spojin. Nekateri viri navajajo, da je poznanih več kot 5000 flavonoidov, od teh je največ antocianov, katehinov, flavonov in flavonoidov. Mnogi od njih so obarvani, običajno so v vakuolah, nekatere najdemo tudi v kromo- ali kloroplastih (Abram in Simčič, 1997).

2.7.3 Pomen fenolnih snovi za zdravje ljudi

Delujejo kot antioksidanti in zaradi tega pozitivno vplivajo na človeško telo. Raziskave so pokazale, da imajo nekateri flavonoidi do petdesetkrat večji antioksidativni učinek kot vitamina C in E in da so flavonoidi v rdečem grozdju več kot tisočkrat učinkovitejši pri preprečevanju oksidacije človeškega LDL holesterola kot vitamin E (Mindell, 2000).

Katehini, ki sodijo v družino polifenolnih flavonoidov, zavirajo rast stafilokokov, ki lahko povzročijo smrtno nevarne okužbe. Ljudem, ki jedo hrano z veliko holesterola, pomagajo vzdrževati normalno količino holesterola v krvi, pomagajo pa tudi preprečevati zobno gnilobo in boleznii dlesni. Lahko pomagajo tudi zmanjševati pogostnost želodčnega in pljučnega raka, preprečevati okvare DNK in zavirati razvoj arterioskleroze (Mindell, 2000).

Resveratrol, polifenolni flavonoid, zmanjšuje nevarnost srčnega infarkta in kapi, ker zavira nastajanje krvnih strdkov in škodljivega (LDL) holesterola. Ugotovljeno je bilo, da lahko pomaga zavirati nastajanje rakastih celic in pretvarjati maligne celice nazaj v normalne (Mindell, 2000).

Ob pomanjkanju antioksidantov se prosti radikali kopičijo v telesu in tako v verižnih reakcijah poslabšujejo naše zdravstveno stanje. Čeprav mnogo antioksidantov dobimo s hrano, so pri mnogih ljudeh potrebe po antioksidantih tako velike, da jih samo s hrano in lastno (naravno) proizvodnjo ne dobijo dovolj. To velja zlasti za starejše ljudi, pri katerih telo samo tvori manj naravnih antioksidantov in pa športnike (Mindell, 2000).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

Plodovi češnje za analizo vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolov so bili obrani v mesecih junij in julij v letih 2004 in 2005 (Preglednici 1 in 2) na Brdu pri Lukovici.

Preglednica 1: Datumi obiranja češenj v letu 2004

Sorta	Datumi obiranja
'Elisa'	7.7.2004
'Giorgia'	24.6.2004
'Lapins'	7.7.2004
'Napoleon'	7.7.2004
'Nordwunder'	7.7.2004
'Sunburst'	7.7.2004
'Van'	7.7.2004
'Vega'	24.6.2004
'Vigred'	24.6.2004

Preglednica 2: Datumi obiranja češenj v letu 2005

Sorta	Datumi obiranja
'Elisa'	22.6.2005
'Giorgia'	22.6.2005
'Lapins'	22.6.2005
'Napoleon'	22.6.2005
'Nordwunder'	22.6.2005
'Sunburst'	22.6.2005
'Van'	22.6.2005
'Vega'	22.6.2005
'Vigred'	16.6.2005

Drevesa, katerih plodove smo uporabili za analizo, so bila stara od 8 do 11 let in posajena na razdalji 3 x 5 m. Gojitvena oblika je izboljšana piramida. V nasadih se je uporabljala integrirana pridelava. Plodovi češnje so bili obrani v tehnološki zrelosti in nato zamrznjeni pri temperaturi -20 °C do analize plodov. Za analizo smo izbrali plodove naslednjih sort: 'Elisa', 'Giorgia', 'Lapins', 'Napoleon', 'Nordwunder', 'Sunburst', 'Van', 'Vega' in 'Vigred'.

3.2 SORTE ČEŠNJE

3.2.1 Sorta 'Elisa'

Plod je debel, sploščene oblike, z močno vbočenim vrhom in opaznim površinskim šivom. Kožica je živo rdeča, bleščeča in čvrsta. Meso je svetlo rdeče do rdeče, zelo čvrsto, sočno in se zelo dobro loči od koščice, ki je srednje velika do majhna. Barva soka je rdeča. Okus je odličen, sladko kisel in je zelo aromatičen. Pecelj je srednje dolg in se trdno drži s plodom (Smole, 2000).

3.2.2 Sorta 'Giorgia'

Je italijanska sorta in je križanec ISF 123 x 'Kaccianese'. Cveti zgodaj in zahteva močno rez. Je avtosterilna sorta, ki jo dobro oprahuje 'Van'. Plod je velik, srčaste oblike z globoko pecljevo jamico in je širši kot daljši. Meso je čvrsto, sladko, srednje sočno, sok pa je svetlorožnat (Smole, 2000).



Slika 2: Sorta 'Giorgia' (Smole, 2000)

3.2.3 Sorta 'Lapins'

Je kanadska samooplodna sorta in križanec sort 'Van' in 'Stella'. Zori v sedmem do osmem češnjevem tednu. Drevo raste srednje bujno, v začetku pokončno. Ker zgodaj zarodi, se veje kmalu povesejo. Je avtofertilna. Plod je velik, okroglast, intenzivno rdeč in se blešči, v polni zrelosti potemni. Je hrustavka z malo manj čvrstim mesom, prijetno sladko kislega okusa. Pecelj je srednje dolg. Plod je precej odporen proti pokanju (Smole, 2000).



Slika 3: Sorta 'Lapins' (Smole, 2000)

3.2.4 Sorta 'Napoleon'

Je stara nemška sorta in zori v četrtem do petem češnjevem tednu. Drevo raste srednje bujno in oblikuje zračno piramidalno krošnjo. Je avtosterilna. Plod je debel, okroglo srčaste oblike. Kožica je čvrsta in rumenordeče barve. Meso je belo, srednje čvrsto, sočno, prijetnega sladkokiselkastega okusa, srednje dobro se loči od koščice. Koščica je ovalna in srednje debela. Sok je brezbarven. Kratek do srednje dolg pecelj se trdno drži ploda. Plodovi so zelo občutljivi za dež v času zorenja in močno pokajo, zelo so občutljivi za monilijo (Smole, 2000).



Slika 4: Sorta 'Napoleon' (Smole, 2000)

3.2.5 Sorta 'Nordwunder'

Je nemška sorta, ki smo jo leta 1974 dobili iz Švice. Drevo raste srednje bujno, precej široko razprostrto in se dobro obrašča. Je avtosterilna in zori v četrtem do petem češnjem tednu. Plod je debel, srčaste oblike in s precej globokim šivom. Je temno rjavordeč in se zelo blešči. Je hrustavka s čvrstim mesom, ki je svetlejšje, zelo sočno in prijetnega okusa. Koščica je okroglasto ovalna in srednje velika. Pecelj je dolg (Smole, 2000).

3.2.6 Sorta 'Sunburst'

Je križanec sort 'Van' in 'Stella' in je bila k nam iz Kanade preko Italije uvedena leta 1983. Zori v šestem do sedmem češnjem tednu ali še kasneje. Drevo raste precej pokončno, krošnja se pozneje razprostire, zgodaj zarodi. Je avtofertilna. Plod je zelo debel, enakomerno živordeč. Meso je rdeče, sladko kiselkastega okusa, srednje čvrsto. Koščica je majhna, pecelj srednje dolg. Plod je dovolj odporen proti pokanju. V letih, ko ne rodi preveč, je plod lahko izredno debel (Smole, 2000).



Slika 5: Sorta 'Sunburst' (Cortese, 2000)

3.2.7 Sorta 'Van'

Je kanadska sorta, k nam pa je bila uvedena 1975 preko Anglije. Zori v četrtem oziroma petem češnjevem tednu. Drevo je dokaj bujne rasti, s pokončnimi vejami. Je avtosterilna. Plod je srednje debel do debel, okroglasto sploščene oblike z značilno kratkim pecljem, v polni zrelosti je temnordeč in se močno blešči. Ima opazen šiv, meso je svetlejšje od kože, a rdeče in zelo čvrsto. Sok je rdeče obarvan. Okus je sladko kiselkast, aromatičen in zelo prijeten. Plod je manj občutljiv za pokanje (Smole, 2000).



Slika 6: Sorta 'Van' (Smole, 2000)

3.2.8 Sorta 'Vega'

Sorta je bila selekcionirana v Kanadi. Je srednje bujna sorta, ki cveti srednje pozno. Je zelo dobro rodna in redno rodi. Zori v 2. in 3. tretjini junija. Plodovi so veliki, težki 6-8 g in čvrsti. Oblika plodu je rahlo ovalna, okus pa je kiselkast in aromatičen. Barva kožice je svetlo rumenkasto-rdečkaste osnovne barve, lahko pa je tudi intenzivno rdeča. Kožica je močna, meso je srednje čvrsto. Sorta je odporna proti pokanju (Smole, 2000).

3.2.9 Sorta 'Vigred'

Je slovenska sorta in križanec med sortami 'Germersdorfska' in 'Burlat', priznana je bila v letu 1999. Zori tretji češnjevi teden. Je srednje bujna, dokaj razprostrte rasti, ima velik list, veje so lepo obraščajo in odlično rodi. Plod je velik, topo srčaste oblike, živo do temnordeče barve, se blešči. Meso je čvrsto, lepo se loči od koščice, ki je drobna in ima srednje dolg pecelj. Je zelo odporna proti običajnim boleznim. V primerjavi z ostalimi sortami ni občutljiva na mraz, plodovi so odporni proti pokanju (Smole, 2000).



Slika 7: Sorta 'Vigred' (Smole, 2000).

3.3 POSKUSNI SADOVNJAK BRDO PRI LUKOVICI

Poskusni sadovnjak Brdo pri Lukovici obsega 16,7 ha, od katerih je 14,93 ha jablanovih nasadov. Namenjen je opravljanju dela strokovnih nalog na področju sadjarstva in varstva rastlin pred boleznimi in škodljivci, temeljnimi raziskavam ter preizkušanju novih tehnoloških ukrepov v sadjarstvu. Poleg tega je v sadovnjaku pomembna kolekcija prek 400 različnih sort jablan, hrušk, nashija, češenj, sliv, lupinarjev in jagodičja. Kolekcija, ki je po številu zbranih sort sadnih rastlin največja v Sloveniji, služi opravljanju poskusov v okviru strokovnih nalog v sadjarstvu, predstavlja pa tudi dragoceno zbirko v okviru izvajanja državnega programa genske banke kmetijskih rastlin za področje sadjarstva (KIS ..., 2006).

Povprečna temperatura na Brdu pri Lukovici je bila v mesecu aprilu 2005 za okoli 3 °C višja kot v letu 2004, prav tako je bila v maju 2005 višja za 3 °C od leta 2004. V juniju je bila povprečna temperatura enaka v obeh letih in sicer 21°C. Količina padavin je bila v aprilu in maju leta 2005 večja kot v letu 2004, le junija 2004 je bilo skoraj dvakrat več padavin kot junija 2005 (Priloga A).

3.4 METODE DELA

3.4.1 Priprava vzorcev

Za posamezno sorto smo iz 5 dreves nabrali 10 naključno izbranih plodov. Nato smo za vsako sorto za posamezen nivo naredili po štiri ponovitve.

3.4.1.1 Ekstrakcija sladkorjev in organskih kislin iz celih plodov brez koščice

Plodovom smo odstranili koščice, jih razrezali in zatehtali v čašo 5 g sveže mase ter to prelili z 50 ml bidestilirane vode. To smo homogenizirali z Ultra Torrax T-25 (Ika – Labortechnik). Pripravljene vzorce smo pustili ekstrahirati na sobni temperaturi pol ure. Vmes smo večkrat premešali. Redkejši del smo odlili v centrifugirke, vzorec centrifugirali 7 minut pri 10.000 obratih, nato pa prefiltrirali skozi celulozni filter Chromafil® s

premerom por 0,45 μm , ter prelili v vialo. Vialo z vsebino smo zamrznili pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do analiz na HPLC.

3.4.1.2 Ekstrakcija fenolov iz celih plodov brez koščice

V čaše smo zatehtali 5 g sveže mase ter ekstrakcijo izvedli z 10 ml metanola, ki je vseboval 1% 2,6-di-tert-butil-4-metil-fenol (BHT), v ultrazvočni kopeli. Po 1 uri smo ekstrakt odlili v čašo, ki smo jo hranili v hladilniku pri $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, ter ostanek ponovno ekstrahirali z 10 ml metanola z BHT v ultrazvočni kopeli. Po pol ure smo ekstrakt ponovno odlili v čašo, ostanek pa prelili s 5 ml metanola z BHT, ter ekstrahirali v ultrazvočni kopeli še pol ure. Združen ekstrakt, 25 ml, ki smo ga zbrali v čaši, smo nato prefiltrirali skozi poliamidni filter Chromafil[®] s premerom por 0,45 μm (Macherey – Nagel, Düren, Nemčija) v vialo in shranili pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do HPLC analiz.

3.4.2 Analiza s pomočjo visoko ločljivostne tekočinske kromatografije (HPLC)

3.4.2.1 Določanje ogljikovih hidratov s HPLC

Vzorci smo analizirali z naslednjimi aparaturami: HPLC sistemom Thermo Separation (TSP), binarno črpalko P2000 (Spectra System), avtomatskim podajalnikom vzorcev AS 1000 (Spectra System) in programsko opremo ChromQuest[™] 4.0 za Windows 2000.

Analizirali smo pod kromatografskimi pogoji po Dolenc in Štampar (1997b):

Razplinjevalnik: X-ACT[™] Your Research,

Mobilna faza: bi-destilirana voda,

Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min,

Volumen injeciranja vzorca: 20 μl ,

Analitska kolona: Phenomenex, Rezex 8 % Ca. Monos.,

Delovna temperatura kolone: $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ (termostat Mistral tip 800, Sparl Holland),

Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,

Detektor: Shodex RI-71,

Čas analize vzorca: 60 min.

Koncentracije topnih sladkorjev (fruktoza, glukoza, saharoza) in sorbitola smo izračunali po metodi eksterne standarda.

3.4.2.2 Določanje organskih kislin s HPLC

Vzorci smo analizirali z naslednjimi aparaturami: HPLC sistemom Thermo Separation (TSP), binarno črpalko P2000 (Spectra System), avtomatskim podajalnikom vzorcev AS 1000 (Spectra System) in programsko opremo ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000.

Analizirali smo pod kromatografskimi pogoji po Dolenc in Štampar (1997b):

Mobilna faza: 4mM H₂SO₄,

Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min,

Volumen injeciranja vzorca: 20 µl,

Analitska kolona: BIO-RAD Aminex HPX-87H,

Delovna temperatura kolone: 65 °C,

Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10 °C,

Detektor: Knauer UV-VIS,

Valovna dolžina: 210 nm,

Čas analize vzorca: 30 min.

Koncentracije jabolčne in citronske kisline smo izračunali po metodi eksterne standarda.

3.4.2.3 Določanje fenolov s HPLC

Vzorci smo analizirali z aparaturami: HPLC sistemom Thermo Finnigan Surveyor s kvarterno črpalko, analitsko kolono: Chromsep HPLC column SS (250 x 4,6 mm, Hypersil 5 ODS) s predkolono Chromsep guard column SS (10 x 3 mm) (Chrompack, Nizozemska), detektorjem Photodiode array detector (PDA detektor) in programsko opremo ChromQuest™ 4.0 za Windows 2000.

Analizirali smo pod kromatografskimi pogoji po Escarpa in Gonzales (2000):

Mobilna faza: MeOH + 0,01 M H₃PO₄,

Hitrost pretoka mobilne faze: 1 ml/min,
Volumen injeciranja vzorca: 20 µl,
Delovna temperatura kolone: 25 °C,
Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10 °C,
Valovna dolžina: 280 nm,
Čas analize vzorca: 45 min.

Spekter je bil sneman v območju valovne dolžine od 220 do 360 nm. Fenolne spojine v vzorcih smo kvalitativno določili s pomočjo standardnih raztopin (po retencijskem času, absorpcijskem maksimumu v UV spektru in z dodatki standardne raztopine v vzorcu) in kvantitativno na osnovi primerjave površine vrhov na kromatografu glede na standardne raztopine. Pri tem smo določali koncentracijo klorogenske in neoklorogenske kisline. Vsebnost neoklorogenske kisline smo izrazili kot ekvivalent klorogenske kisline.

3.4.3 Kemikalije

Za določanje sladkorjev (saharoze, glukoze in fruktoze) in sorbitola smo uporabili standarde proizvajalca Fluka Chemie GmbH (Buchs, Švica).

Pri določanju organskih kislin smo za jabolčno kislino uporabili standard proizvajalca Merck KgaA (Darmstadt, Nemčija), za citronsko kislino pa standarde proizvajalca Fluka Chemie GmbH (Buchs, Švica).

Pri določanju fenolov smo za klorogensko kislino uporabili standard proizvajalca Fluka Chemie GmbH (Buchs, Švica). BHT (2,6-Di-tert-butil-4-metilfenol), ki smo ga v ekstrakcijski raztopini uporabili kot antioksidant, je bil od proizvajalca Sigma Chemical Co. Metanol, ki smo ga uporabili za pripravo vzorcev fenolov je bil od proizvajalca Merck KgaA (Darmstad, Nemčija). Voda, ki smo jo uporabili za pripravo vzorcev, raztopine in analize sladkorjev ter kislin, je bila bidestilirana in očiščena v Milli-Q vodnem čistilnem sistemu proizvajalca Millipore.

3.4.4 Razmerje med sladkorji in kislinami

Razmerje med sladkorji in kislinami smo izračunali po formuli Σ sladkorjev / Σ kislin = $(X_{\text{glukoza}} + X_{\text{fruktoza}} + X_{\text{saharoza}} + X_{\text{sorbitol}}) / (X_{\text{jabolčna kislina}} + X_{\text{citronska kislina}})$ za vsako sorto in leto posebej.

3.4.5 Statistična obdelava podatkov

Zbrane podatke smo uredili tabelarično v programu Excel in jih nato statistično obdelali z enosmerno analizo variance (ANOVA) s pomočjo programa Statgraphics Plus 4.0. Razlike med obravnavanji smo testirali s testom mnogoterih primerjav, Duncanov test, pri tveganju $p < 0,05$.

4 REZULTATI

Rezultate analize vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolov različnih sort češnje, ki smo jih statistično obdelali, predstavljamo v tabelarni in grafični obliki. Vsebnost posameznih sladkorjev in sorbitola smo predstavili v g/kg sveže mase. Vsebnosti jabolčne in citronske kisline so podane v g/kg sveže mase. Vsebnosti fenolnih spojin smo podali v mg/kg sveže mase.

4.1 VSEBNOST OGLJIKOVIH HIDRATOV – SLADKORJEV

4.1.1 Vsebnost ogljikovih hidratov v proučevanih sortah češnje v letih 2004 in 2005

Preglednica 3: Povprečne vsebnosti ogljikovih hidratov v g/kg SM v plodovih sort češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Ogljikovi hidrati	vsebnost (g/kg SM)	vsebnost (g/kg SM)
Glukoza	61,72 (51,79 - 67,70)	59,81 (39,27 - 72,42)
Fruktoza	54,38 (45,25 - 64,10)	40,21 (24,31 - 49,75)
Sorbitol	15,77 (7,80 - 25,79)	14,49 (9,18 - 22,30)
Saharoza	6,47 (5,12 - 8,27)	12,14 (8,28 - 16,78)

Opomba: v oklepaju sta podani najmanjša in največja vrednost ogljikovega hidrata v plodovih češnje.

Iz preglednice je razvidno, da je bilo v plodovih češnje v obeh letih največ glukoze in fruktoze, ki izrazito odstopata od ostalih ogljikovih hidratov. Manj je bilo sorbitola, še manj pa saharoze.

4.1.1.1 Fruktoza

Povprečna vsebnost fruktoze v proučevanih sortah češnje je bila v letu 2004 54,38 g/kg SM (Preglednica 3).

Najmanjšo vsebnost fruktoze smo izmerili pri sorti 'Sunburst' (45,25 g/kg SM), ki se statistično značilno ne razlikuje od sort 'Elisa' in 'Giorgia', medtem ko se od ostalih

proučevanih sort češnje statistično značilno razlikuje. Največjo vsebnost fruktoze smo izmerili pri sorti 'Nordwunder', ki se statistično značilno ne razlikuje od sort 'Van' in 'Vega' (Preglednica 4 in Slika 8).

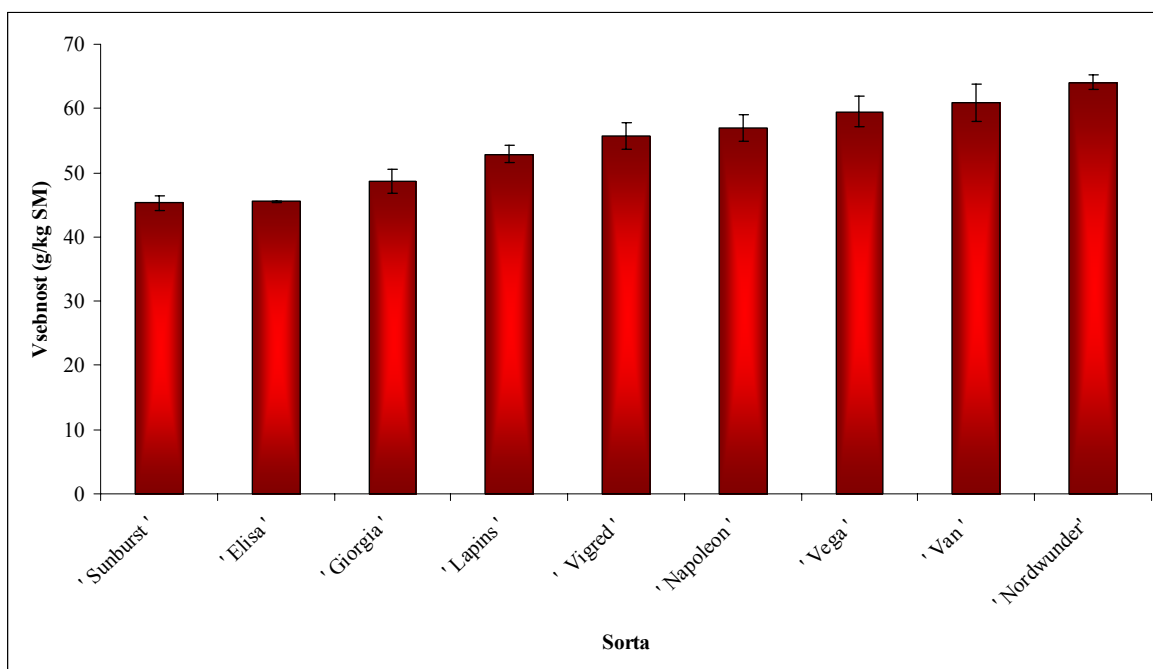
Preglednica 4: Vsebnost fruktoze \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Sorte	vsebnost (g/kg)	vsebnost (g/kg)
'Elisa'	45,48 \pm 0,12 a	25,64 \pm 1,62 a
'Giorgia'	48,69 \pm 1,86 ab	44,54 \pm 0,92 cde
'Lapins'	52,84 \pm 1,35 bc	47,15 \pm 2,55 def
'Napoleon'	56,93 \pm 2,02 cd	40,43 \pm 0,60 bc
'Nordwunder'	64,10 \pm 1,23 e	43,46 \pm 2,04 cd
'Sunburst'	45,25 \pm 1,19 a	37,37 \pm 1,59 b
'Van'	60,82 \pm 2,92 de	49,75 \pm 0,86 f
'Vega'	59,54 \pm 2,31 de	49,21 \pm 1,34 ef
'Vigred'	55,75 \pm 2,02 cd	24,31 \pm 0,35 a

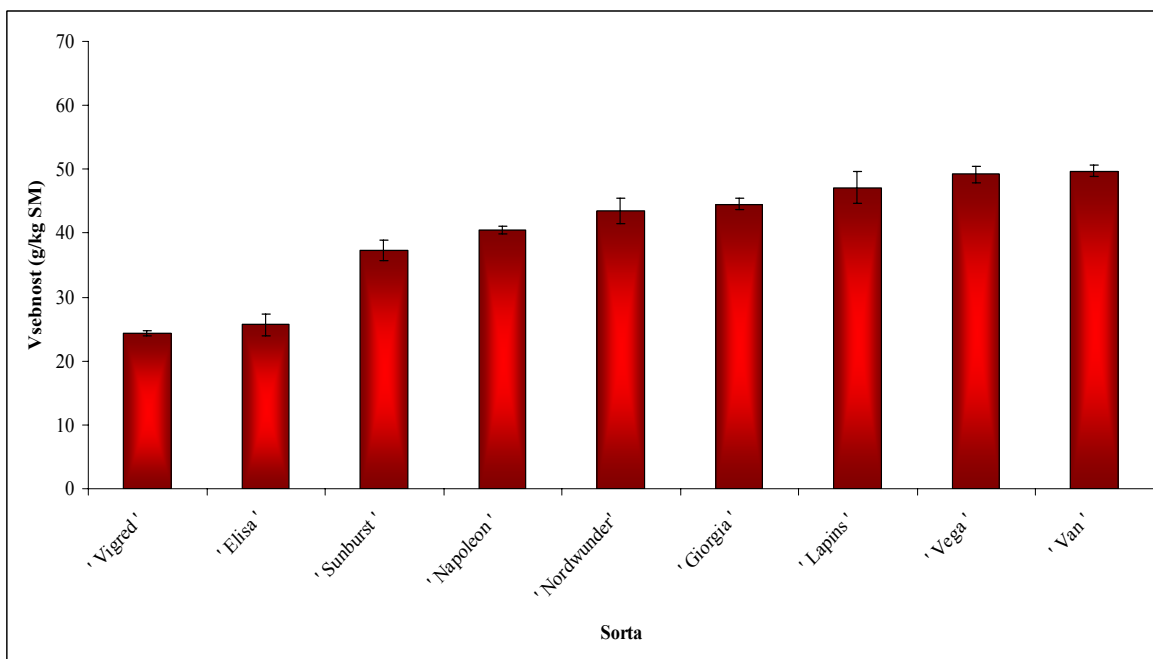
Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke (a, b, c) prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje znotraj enega leta (Duncan; $p \leq 0,05$).

Povprečna vsebnost fruktoze v proučevanih sortah češnje je bila v letu 2005 40,21 g/kg SM (Preglednica 3).

Najmanjšo vsebnost fruktoze smo v letu 2005 izmerili pri sorti 'Vigred' (24,31 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Elisa', statistično značilno razlikovala se je od ostalih proučevanih sort češnje. Največjo vsebnost fruktoze smo zaznali pri sorti 'Van' (49,75 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Vega' in 'Lapins' (Preglednica 4 in Slika 9).



Slika 8: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 9: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.1.1.2 Glukoza

Povprečna vsebnost glukoze v plodovih proučevanih sort češnje je bila v letu 2004 61,72 g/kg SM, v letu 2005 59,81 g/kg SM (Preglednica 3).

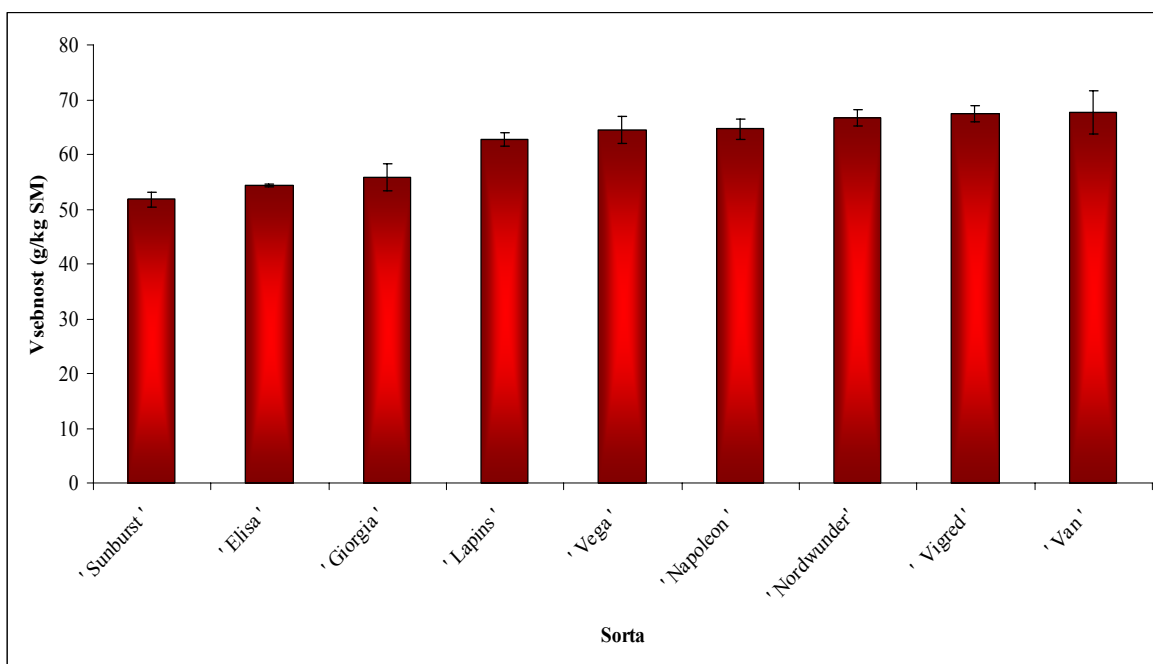
Najmanjšo vsebnost glukoze v letu 2004 smo določili pri sorti 'Sunburst' (51,79 g/kg SM), ki se statistično značilno ne razlikuje od sort 'Elisa' in 'Giorgia', medtem ko se od ostalih sort statistično značilno razlikuje. Največjo vsebnost glukoze smo določili pri sorti 'Van' (67,7 g/kg SM), ki se statistično značilno ne razlikuje od sort 'Vigred', 'Nordwunder', 'Napoleon', 'Vega' (Preglednica 5 in Slika 10).

Preglednica 5: Vsebnost glukoze \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

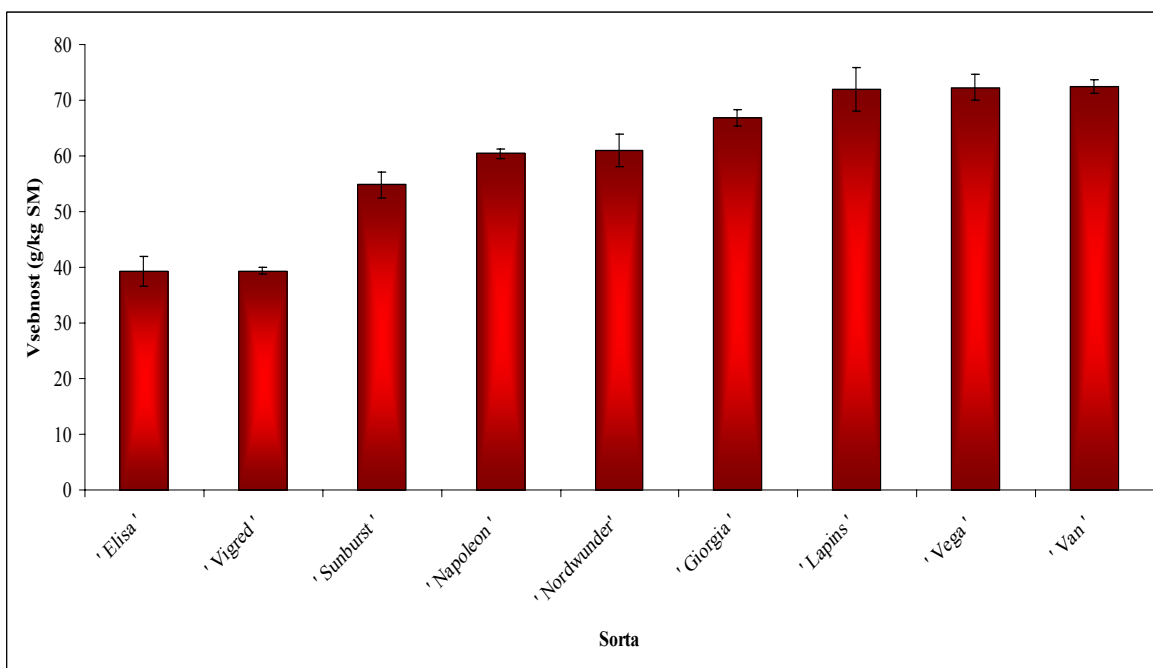
	2004	2005
Sorta	vsebnost (g/kg)	vsebnost (g/kg)
'Elisa'	54,41 \pm 0,26 a	39,27 \pm 2,58 a
'Giorgia'	55,8 \pm 2,40 ab	66,80 \pm 1,38 cd
'Lapins'	62,66 \pm 1,23 bc	71,92 \pm 3,93 d
'Napoleon'	64,66 \pm 1,87 c	60,45 \pm 0,84 bc
'Nordwunder'	66,64 \pm 1,44 c	60,98 \pm 2,94 bc
'Sunburst'	51,79 \pm 1,40 a	54,77 \pm 2,29 b
'Van'	67,7 \pm 4,01 c	72,42 \pm 1,23 d
'Vega'	64,4 \pm 2,53 c	72,29 \pm 2,24 d
'Vigred'	67,46 \pm 1,54 c	39,36 \pm 0,63 a

Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje znotraj enega leta (Duncan; $p \leq 0,05$).

Najmanjšo vsebnost glukoze v letu 2005 smo izmerili sorti 'Elisa' (39,27 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Vigred', medtem ko se je od ostalih sort statistično značilno razlikovala. Največjo vsebnost glukoze pa smo določili pri sorti 'Van' (72,42 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Vega', 'Lapins' in 'Giorgia' (Preglednica 5 in Slika 11).



Slika 10: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 11: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.1.1.3 Saharoza

Povprečna vsebnost saharoze v plodovih proučevanih sort češnje je bila najmanjša med sladkorji in je znašala 6,47 g/kg SM v letu 2004 in 12,14 g/kg SM v letu 2005 (Preglednica 3).

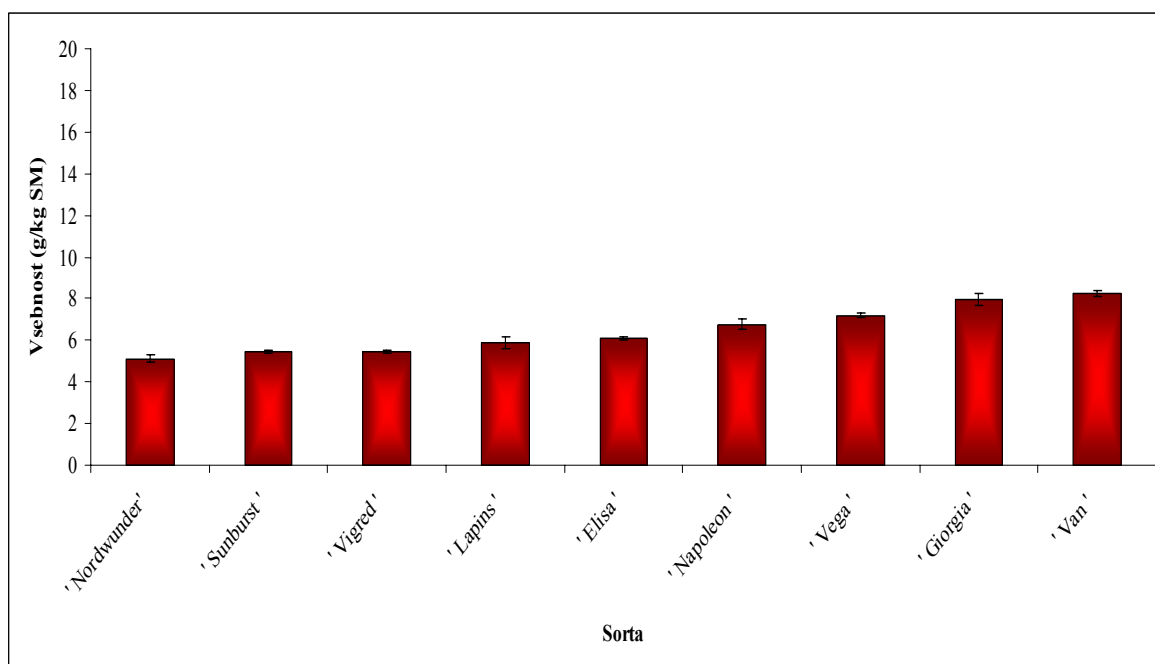
Najmanjšo vsebnost saharoze je imela v letu 2004 sorta 'Nordwunder' (5,12 g/kg SM) in se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Sunburst' in 'Vigred'. Največjo vsebnost je imela sorta 'Van' (8,27 g/kg SM) in se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Giorgia' (Preglednica 6 in Slika 12).

Preglednica 6: Vsebnost saharoze \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

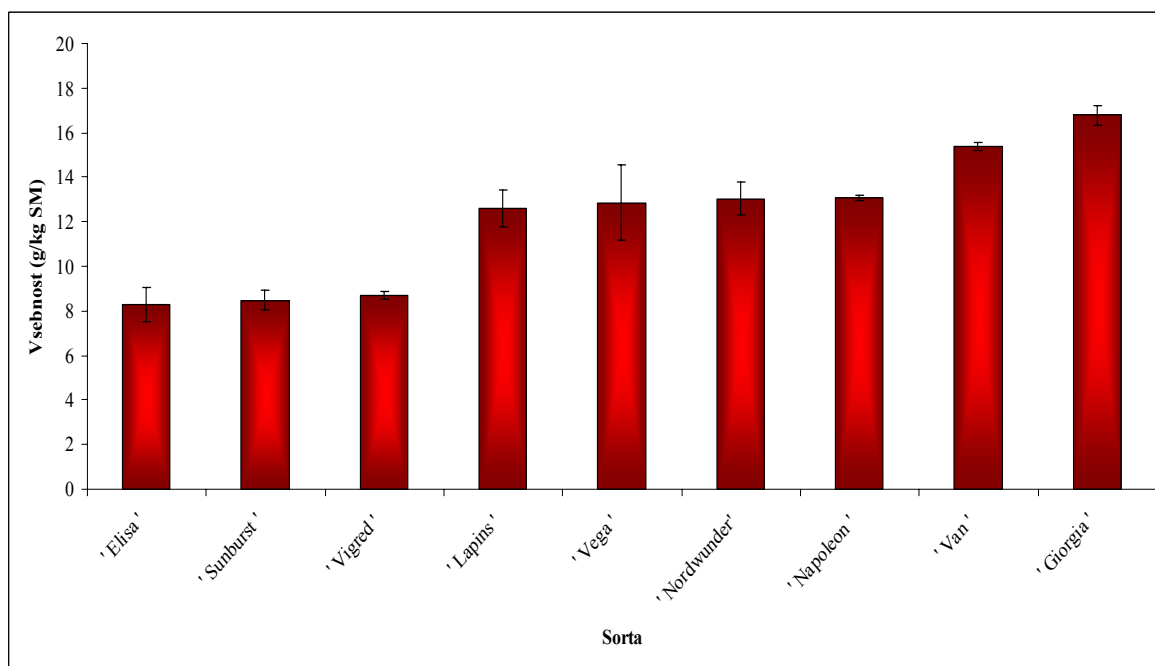
	2004	2005
Sorta	vsebnost (g/kg)	vsebnost (g/kg)
'Elisa'	6,11 \pm 0,06 c	8,28 \pm 0,77 a
'Giorgia'	7,95 \pm 0,27 e	16,78 \pm 0,44 c
'Lapins'	5,90 \pm 0,29 bc	12,61 \pm 0,85 b
'Napoleon'	6,77 \pm 0,23 d	13,07 \pm 0,14 b
'Nordwunder'	5,12 \pm 0,09 a	13,04 \pm 0,76 b
'Sunburst'	5,46 \pm 0,09 ab	8,49 \pm 0,42 a
'Van'	8,27 \pm 0,15 e	15,39 \pm 0,18 c
'Vega'	7,20 \pm 0,11 d	12,86 \pm 1,69 b
'Vigred'	5,47 \pm 0,06 ab	8,70 \pm 0,19 a

Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje znotraj enega leta (Duncan; $p \leq 0,05$).

Najmanjšo vrednost saharoze smo v letu 2005 izmerili pri sorti 'Elisa' (8,28 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Sunburst' in 'Vigred'. Statistično značilno se niso razlikovale sorte 'Lapins', 'Vega', 'Nordwunder' in 'Napoleon'. Največjo vsebnost saharoze pa smo določili pri sorti 'Giorgia' (16,78 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Van' (Preglednica 6 in Slika 13).



Slika 12: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 13: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.1.1.4 Sorbitol

Povprečna vsebnost sorbitola v proučevanih sortah češnje, v letu 2004 je bila 15,77 g/kg SM (Preglednica 3).

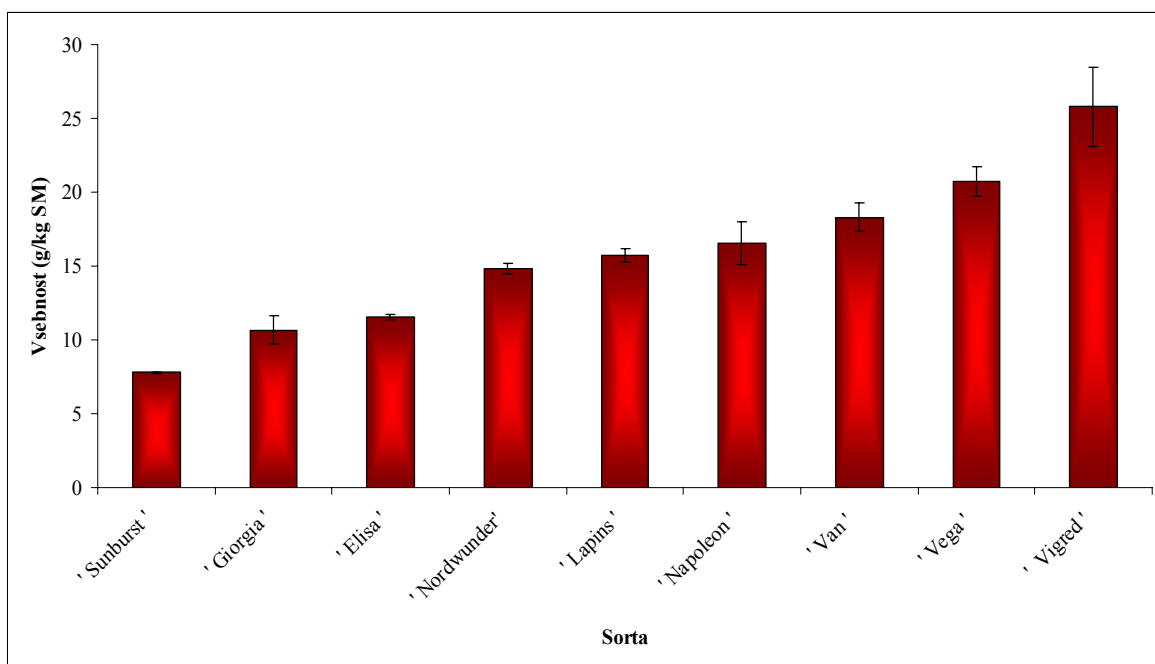
Najmanjšo vsebnost sorbitola smo v letu 2004 določili pri sorti 'Sunburst' (7,8 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Elisa' in 'Giorgia'. Največjo vsebnost sorbitola pa smo namerili pri sorti 'Vigred' (25,79 g/kg SM), vsebnost sorbitola je bila značilno večja kot pri ostalih sortah (Preglednica 7 in Slika 14).

Preglednica 7: Vsebnost sorbitola \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

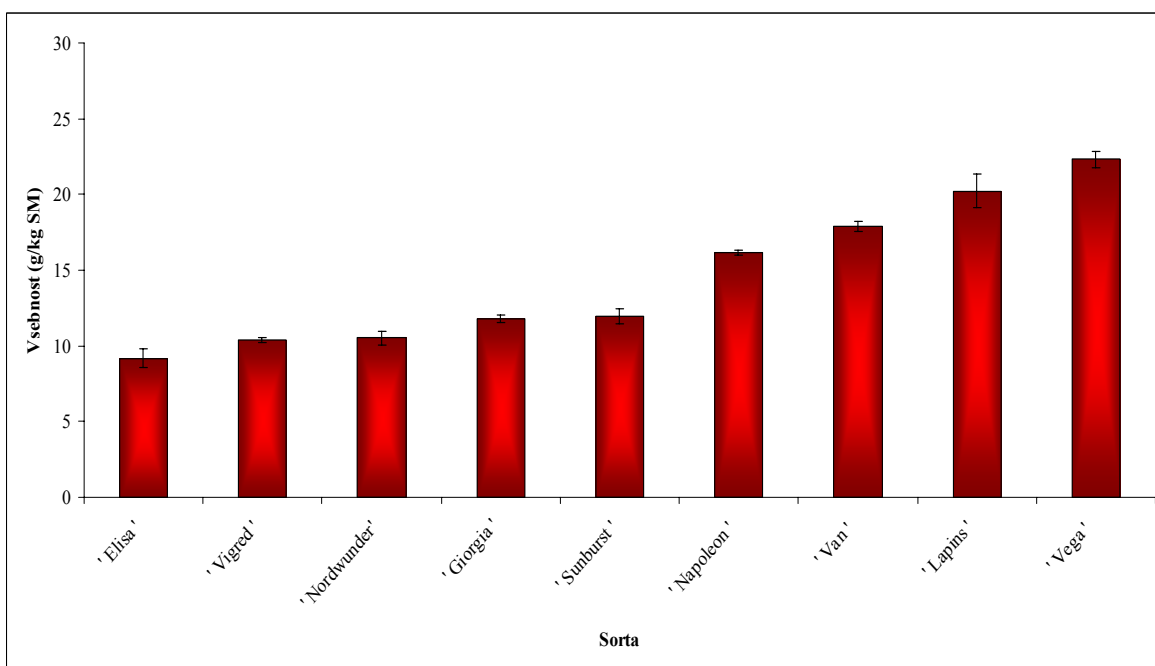
	2004	2005
Sorta	vsebnost (g/kg)	vsebnost (g/kg)
'Elisa'	11,56 \pm 0,16 ab	9,18 \pm 0,64 a
'Giorgia'	10,67 \pm 0,93 a	11,79 \pm 0,26 b
'Lapins'	15,72 \pm 0,49 c	20,22 \pm 1,12 e
'Napoleon'	16,53 \pm 1,48 c	16,18 \pm 0,16 c
'Nordwunder'	14,80 \pm 0,36 bc	10,52 \pm 0,47 ab
'Sunburst'	7,80 \pm 0,04 a	11,96 \pm 0,51 b
'Van'	18,31 \pm 0,94 cd	17,87 \pm 0,32 d
'Vega'	20,74 \pm 0,98 d	22,30 \pm 0,57 f
'Vigred'	25,79 \pm 2,68 e	10,37 \pm 0,14 ab

Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje znotraj enega leta (Duncan; $p \leq 0,05$).

Povprečna vsebnost sorbitola je bila v letu 2005 14,49 g/kg SM (preglednica 3). Najmanjšo vsebnost sorbitola smo izmerili pri sorti 'Elisa' (9,18 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Vigred' in 'Nordwunder'. Največja vsebnost sorbitola je bila pri sorti 'Vega' (22,3 g/kg SM), ki se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort (Preglednica 7 in Slika 15).



Slika 14: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 15: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.2 VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN

4.2.1 Vsebnost organskih kislin v plodovih proučevanih sort češnje v letih 2004 in 2005

Pri analiziranih organskih kislinah smo ugotovili največjo povprečno vsebnost pri jabolčni kislini (7,16 g/kg SM). Povprečna vrednost citronske kisline je bila komaj 0,68 g/kg SM (Preglednica 8).

Preglednica 8: Povprečne vsebnosti organskih kislin v g/kg SM v plodovih sort češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Organske kisline	vsebnost (g/kg SM)	vsebnost (g/kg SM)
Citronska kislina	0,68 (0,15-1,17)	0,41 (0,14-0,66)
Jabolčna kislina	7,16 (5,47-9,45)	6,07 (4,52-8,24)

Opomba: v oklepaju sta podani najmanjša in največja vrednost organskih kislin v proučevanih sortah češnje

4.2.1.1 Citronska kislina

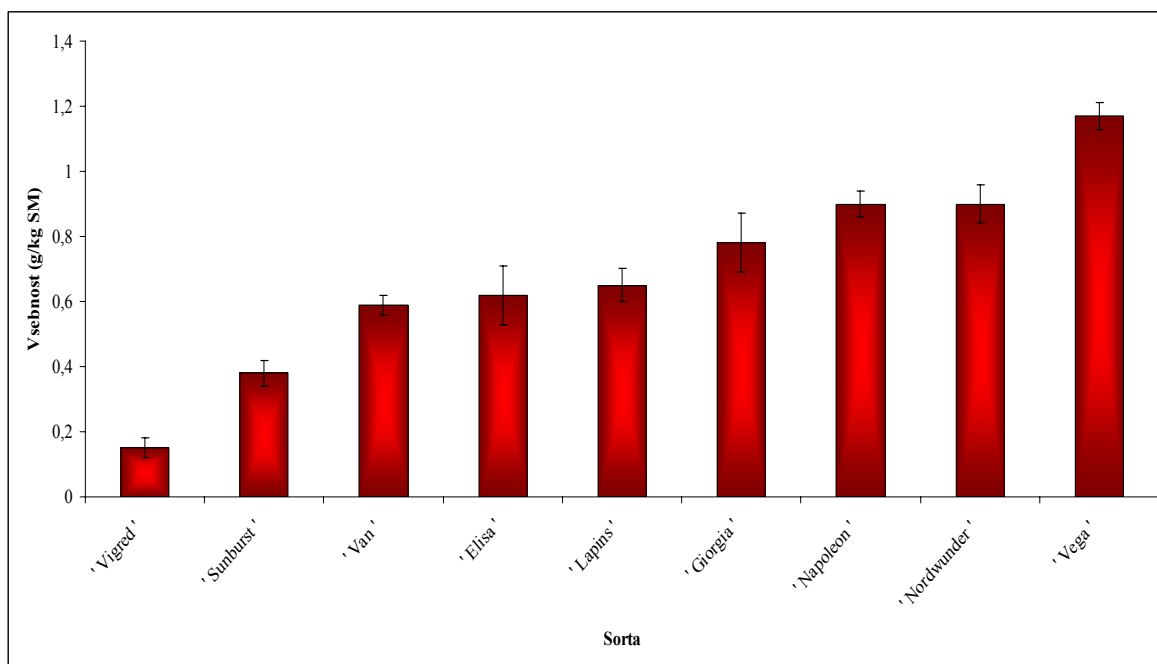
Povprečna vsebnost citronske kisline v proučevanih sortah češnje je bila v letu 2004 0,68 g/kg SM (Preglednica 8). Največjo vsebnost citronske kisline smo izmerili pri sorti 'Vega' (1,17 g/kg SM) in se je statistično značilno razlikovala od vseh sort. Značilno najmanjšo vrednost citronske kisline (0,15 g/kg SM) smo določili pri sorti 'Vigred', ki se je statistično značilno razlikovala od vseh sort (Preglednica 9 in Slika 16).

Preglednica 9: Vsebnost citronske kisline \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

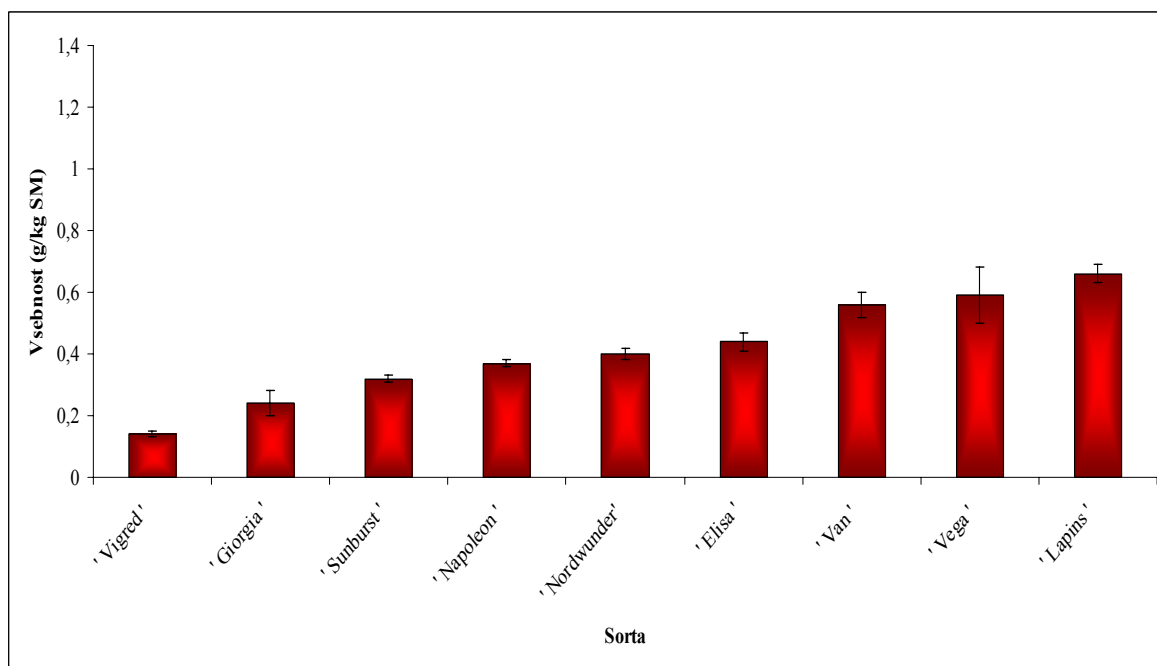
	2004	2005
Sorta	vsebnost (g/kg)	vsebnost (g/kg)
'Elisa'	0,62 \pm 0,09 cd	0,44 \pm 0,03 d
'Giorgia'	0,78 \pm 0,09 de	0,24 \pm 0,04 ab
'Lapins'	0,65 \pm 0,05 cd	0,66 \pm 0,03 e
'Napoleon'	0,90 \pm 0,04 e	0,37 \pm 0,01 cd
'Nordwunder'	0,90 \pm 0,06 e	0,40 \pm 0,02 cd
'Sunburst'	0,38 \pm 0,04 b	0,32 \pm 0,01 bc
'Van'	0,59 \pm 0,03 c	0,56 \pm 0,04 e
'Vega'	1,17 \pm 0,04 f	0,59 \pm 0,09 e
'Vigred'	0,15 \pm 0,03 a	0,14 \pm 0,01 a

Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje (Duncan; $p \leq 0,05$).

Povprečna vsebnost citronske kisline v proučevanih sortah češnje je bila v letu 2005 0,41 g/kg SM (Preglednica 6). Največjo vsebnost citronske kisline smo izmerili sorti 'Lapins', ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Vega' in 'Van'. Najmanjšo vsebnost je imela sorta 'Vigred', ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Giorgia' (Preglednica 8 in Slika 17).



Slika 16: Povprečna vsebnost citronske kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 17: Povprečna vsebnost citronske kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.2.1.2 Jabolčna kislina

Povprečna vsebnost jabolčne kisline je bila v letu 2004 7,16 g/kg SM, v letu 2005 6,07 g/kg SM (Preglednica 8).

Iz Preglednice 10 in Slike 18 je razvidno, da je imela v letu 2004 najmanj jabolčne kisline sorta 'Nordwunder', ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Elisa', 'Lapins', 'Vigred' in 'Sunburst'. Največjo vsebnost jabolčne kisline smo izmerili pri sorti 'Giorgia', ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Van' (Preglednica 10 in Slika 18).

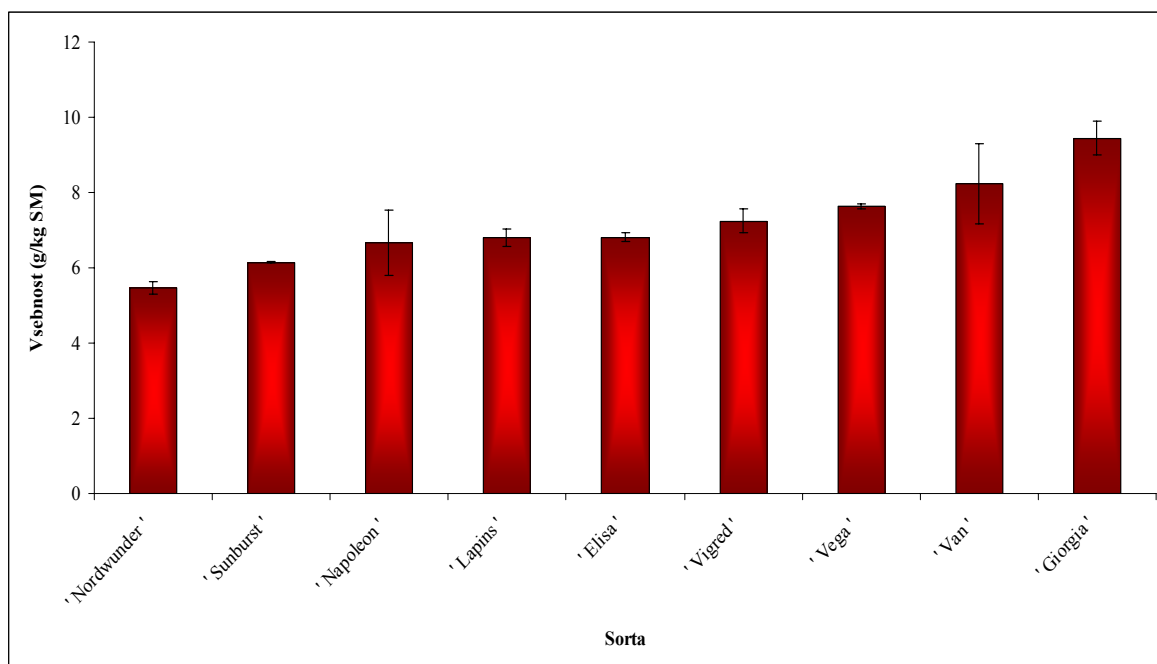
Preglednica 10: Vsebnost jabolčne kisline \pm SN v g/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Sorta	vsebnost (g/kg)	vsebnost (g/kg)
'Elisa'	6,81 \pm 0,11 abc	4,63 \pm 0,26 a
'Giorgia'	9,45 \pm 0,45 d	8,24 \pm 0,39 d
'Lapins'	6,79 \pm 0,23 abc	5,43 \pm 0,29 ab
'Napoleon'	6,66 \pm 0,87 abc	6,58 \pm 0,15 bc
'Nordwunder'	5,47 \pm 0,18 a	6,45 \pm 0,80 bc
'Sunburst'	6,15 \pm 0,01 ab	4,52 \pm 0,15 a
'Van'	8,24 \pm 1,07 cd	7,62 \pm 0,43 cd
'Vega'	7,63 \pm 0,07 bc	5,70 \pm 0,91 ab
'Vigred'	7,25 \pm 0,33 abc	5,48 \pm 0,09 ab

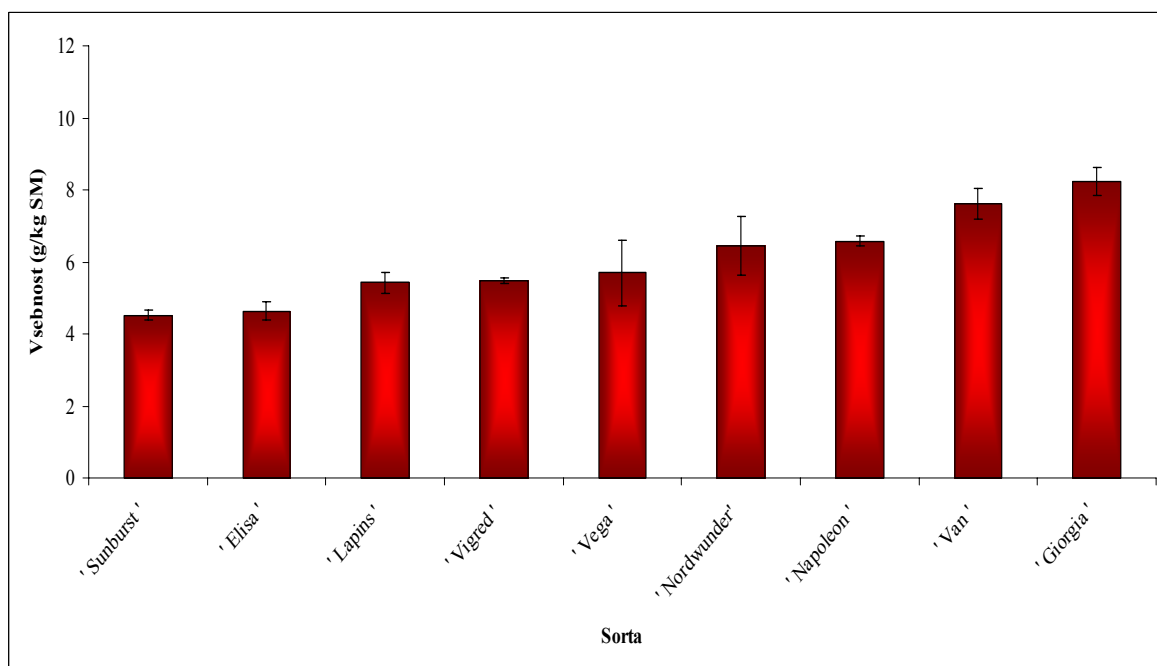
Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje (Duncan; $p \leq 0,05$).

Najmanjšo vsebnost jabolčne kisline v letu 2005 smo izmerili pri sorti 'Sunburst' (4,52 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Elisa', 'Lapins', 'Vigred' in 'Vega'. Največjo vsebnost smo izmerili pri sorti 'Giorgia' (8,24 g/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Van', se je pa statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort (Preglednica 10 in Slika 19).

Prav tako kot v letu 2004 je tudi v letu 2005 povprečna vsebnost jabolčne kisline (6,07 g/kg SM) veliko večja od povprečne vsebnosti citronske kisline (0,41 g/kg SM). (Preglednica 8).



Slika 18: Povprečna vsebnost jabolčne kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 19: Povprečna vsebnost jabolčne kisline v g/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.3 RAZMERJE SLADKORJI / KISLINE V LETIH 2004 IN 2005

Razmerje med sladkorji in kislinami odloča o harmoniji okusa, aromi, ter je odločilno za določanje zrelosti.

Preglednica 11: Povprečne vrednosti razmerja sladkorji/kislina v plodovih češnje v letih 2004 in 2005

Sorta	2004	2005
'Elisa'	15,82	16,25
'Giorgia'	12,03	16,50
'Lapins'	18,43	24,83
'Napoleon'	19,17	10,15
'Nordwunder'	23,65	10,21
'Sunburst'	16,90	12,42
'Van'	17,57	10,30
'Vega'	17,26	13,77
'Vigred'	20,87	7,83

Največja razlika v razmerju med letoma je bila pri sortah 'Nordwunder' in 'Vigred'. Pri sorti 'Nordwunder' je bila vrednost razmerja v letu 2004 več kot dvakrat večja kot v letu 2005, prav tako je bila pri sorti 'Vigred' v letu 2004 skoraj trikrat večja vrednost razmerja kot v letu 2005. Najmanjša razlika v razmerju med letoma je bila pri sorti 'Elisa' (Preglednica 11).

4.4 VSEBNOST FENOLOV

4.4.1 Vsebnost fenolov v plodovih proučevanih sort češnje v letih 2004 in 2005

Iz preglednice 12 je razvidno, da je v plodovih proučevanih sort češnje največja vsebnost neoklorogenske kisline, ki izrazito odstopa od klorogenske kisline.

Preglednica 12: Povprečne vsebnosti fenolov v mg/kg SM v plodovih sort češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Fenol	vsebnost (mg/kg SM)	vsebnost (mg/kg SM)
Klorogenska kislina	105,66 (46,59-156,39)	56,60 (22,30-110,67)
Neoklorogenska kislina	444,42 (236,32-654,95)	376,85 (165,10-840,22)

Opomba: v oklepaju sta podani najmanjša in največja vrednost fenola v sortah češnje

4.4.1.1 Klorogenska kislina

Povprečna vrednost klorogenske kisline v plodovih češnje je bila v letu 2004 105,66 mg/kg SM (preglednica 12).

Najmanj klorogenske kisline smo v letu 2004 izmerili pri sortah 'Vigred' (46,59 mg/kg SM), 'Vega' (81,46 mg/kg SM) in 'Elisa' (82,19 mg/kg SM). Sorta 'Vigred' se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih proučevanih sort (Preglednica 13 in Slika 20).

Največ klorogenske kisline smo v letu 2004 izmerili pri sorti 'Van' (156,39 mg/kg SM), ki je bila statistično značilno enaka sortam 'Napoleon', 'Sunburst' in 'Lapins'. Statistično značilno so si bile enake tudi sorte 'Vega', 'Elisa', 'Nordwunder' in 'Giorgia' (Preglednica 13 in Slika 20).

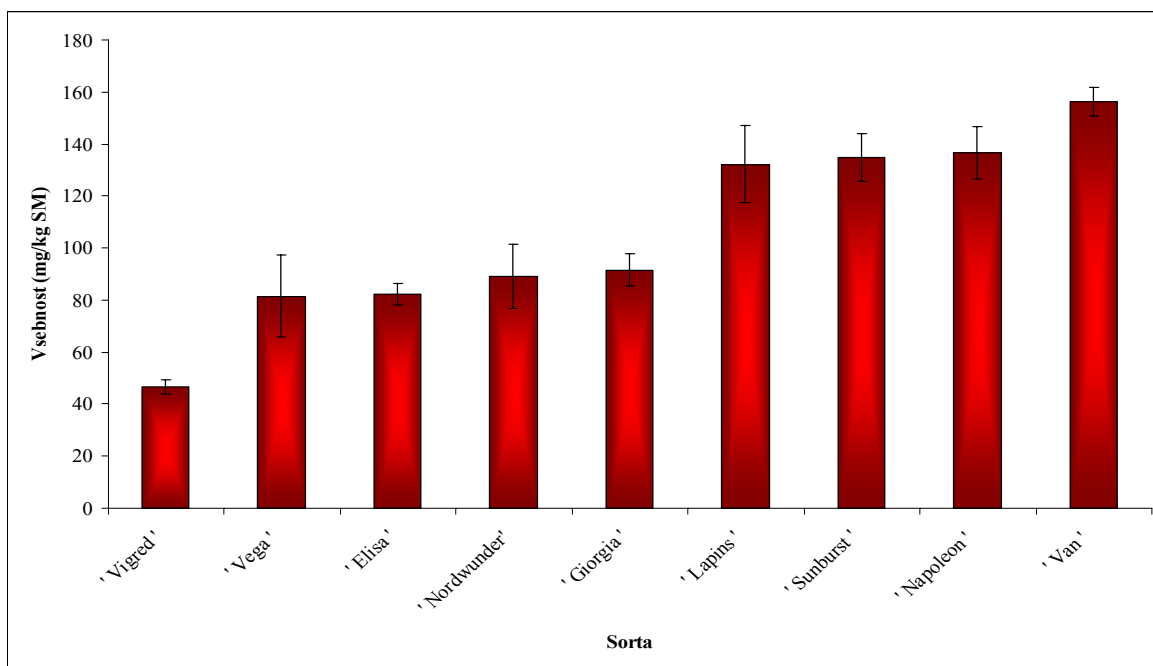
Preglednica 13: Vsebnost klorogenske kisline \pm SN v mg/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Sorta	vsebnost (mg/kg)	vsebnost (mg/kg)
'Elisa'	82,19 \pm 4,20 b	22,30 \pm 3,98 a
'Giorgia'	91,52 \pm 6,26 b	35,15 \pm 1,30 b
'Lapins'	132,19 \pm 14,90 c	110,67 \pm 6,76 g
'Napoleon'	136,51 \pm 9,93 c	87,84 \pm 4,12 f
'Nordwunder'	89,06 \pm 12,40 b	42,75 \pm 1,39 bc
'Sunburst'	134,81 \pm 9,09 c	54,42 \pm 2,06 de
'Van'	156,39 \pm 5,49 c	46,60 \pm 2,42 cd
'Vega'	81,46 \pm 15,72 b	58,68 \pm 3,18 e
'Vigred'	46,59 \pm 2,66 a	51,01 \pm 2,30 cde

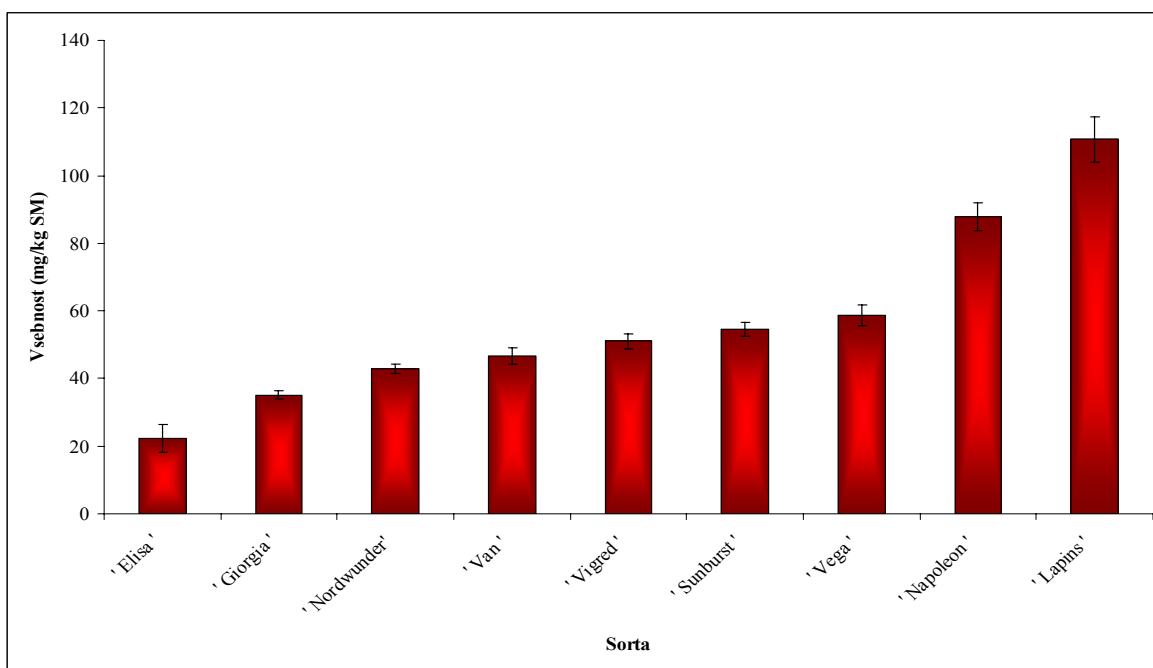
Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje (Duncan; $p \leq 0,05$).

Povprečna vsebnost klorogenske kisline v plodovih proučevanih sort češnje je bila v letu 2005 56,60 mg/kg SM (Preglednica 12).

Najmanjšo vsebnost klorogenske kisline smo v letu 2005 izmerili pri sorti 'Elisa' (22,30 mg/kg SM), ki se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort. Največjo vsebnost je imela sorta 'Lapins' (110,67 mg/kg SM), ki se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort (Preglednica 13 in Slika 21).



Slika 20: Povprečna vsebnost klorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 21: Povprečna vsebnost klorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

4.4.1.2 Neoklorogenska kislina

Povprečna vsebnost neoklorogenske kisline v plodovih proučevanih sort češnje je bila v letu 2004 444,42 mg/kg SM, v letu 2005 pa 376,85 mg/kg SM (Preglednica 12).

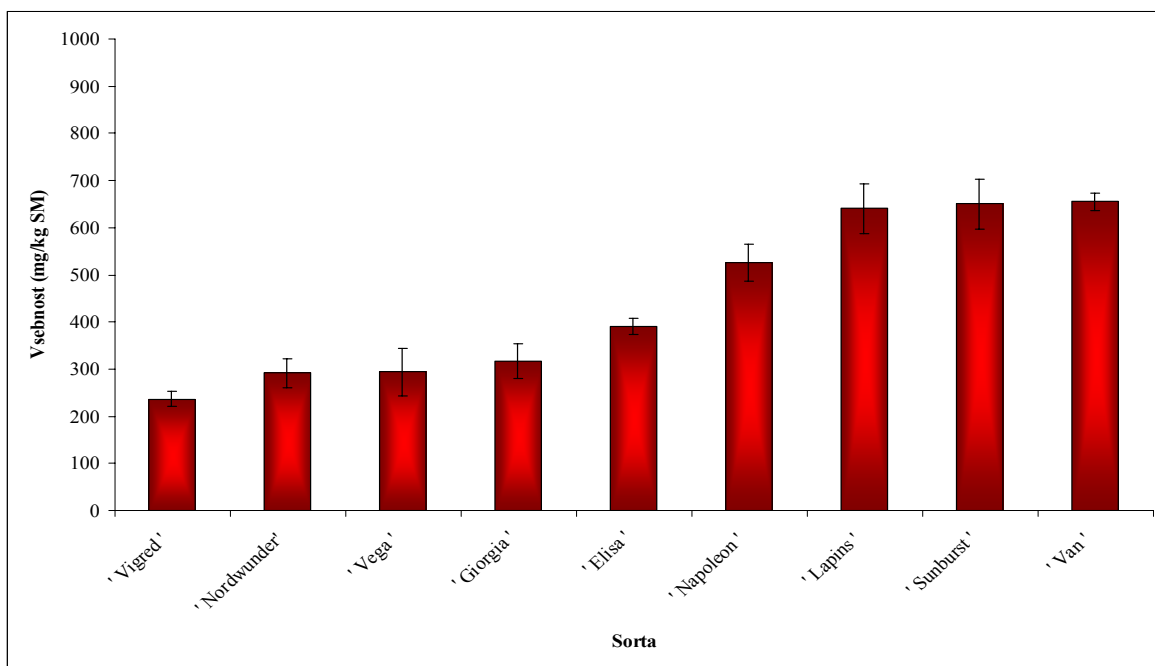
Preglednica 14: Vsebnost neoklorogenske kisline \pm SN v mg/kg SM v plodovih po sortah češnje v letih 2004 in 2005

	2004	2005
Sorta	vsebnost (mg/kg)	vsebnost (mg/kg)
'Elisa'	390,06 \pm 16,70 b	179,68 \pm 17,69 ab
'Giorgia'	315,88 \pm 36,76 ab	165,10 \pm 8,67 a
'Lapins'	640,48 \pm 52,65 d	840,22 \pm 33,07 g
'Napoleon'	525,37 \pm 39,53 c	430,20 \pm 14,77 e
'Nordwunder'	291,94 \pm 30,30 ab	238,09 \pm 6,67 c
'Sunburst'	650,28 \pm 52,68 d	526,28 \pm 21,89 f
'Van'	654,95 \pm 19,09 d	420,72 \pm 21,08 e
'Vega'	294,50 \pm 50,70 ab	365,00 \pm 18,99 d
'Vigred'	236,32 \pm 15,89 a	226,33 \pm 9,34 bc

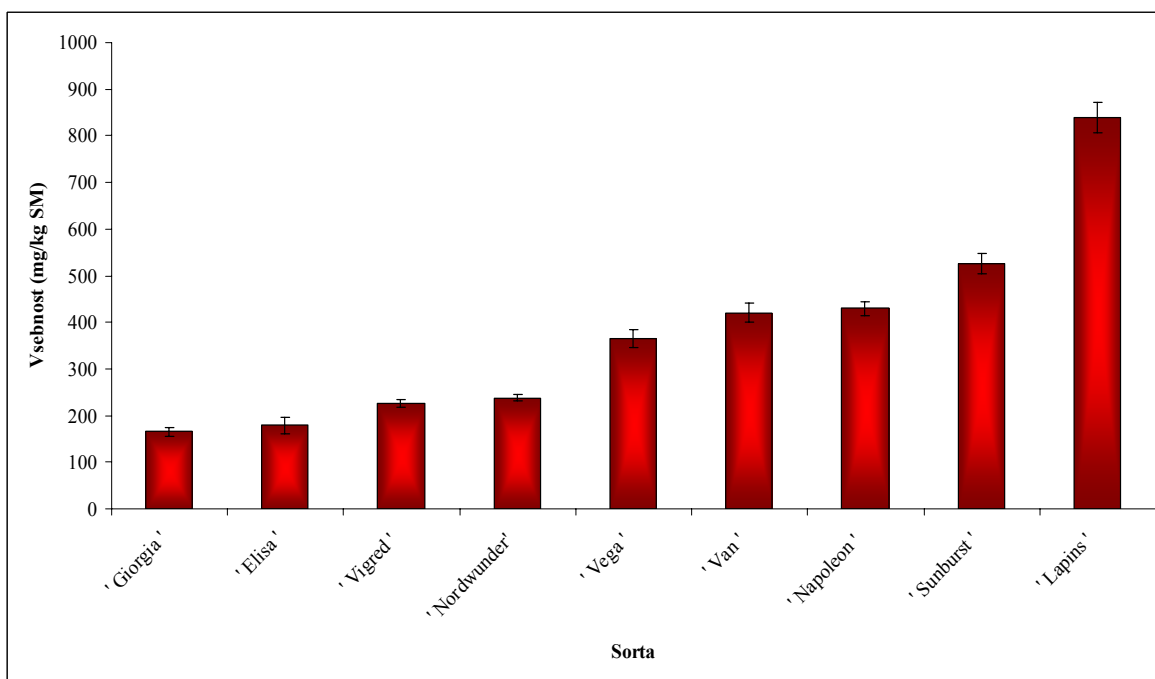
Opomba: Prikazana so povprečja \pm SN. Različne črke prikazujejo statistično značilne razlike med proučevanimi sortami češnje (Duncan; $p \leq 0,05$).

Najmanjšo vsebnost neoklorogenske kisline smo v letu 2004 izmerili pri sorti 'Vigred' (236,32 mg/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sort 'Nordwunder', 'Vega', 'Giorgia'. Največjo vsebnost neoklorogenske kisline smo določili pri sorti 'Van' (654,95 mg/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od 'Sunburst' in 'Lapins' (Preglednica 14 in Slika 22).

Najmanjšo vsebnost neoklorogenske kisline smo v letu 2005 izmerili pri sorti 'Giorgia' (165,10 mg/kg SM), ki se statistično značilno ni razlikovala od sorte 'Elisa', se je pa statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort. Največjo vsebnost neoklorogenske kisline smo izmerili pri sorti 'Lapins' (840,22 mg/kg SM), ki se je statistično značilno razlikovala od vseh ostalih sort (Preglednica 14 in Slika 23).



Slika 22: Povprečna vsebnost neoklorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2004



Slika 23: Povprečna vsebnost neoklorogenske kisline v mg/kg SM in SN v plodovih po sortah češnje v letu 2005

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V Sloveniji se povpraševanje po češnjah v zadnjih letih povečuje, saj imajo češnje mnoge zdravilne učinke: delujejo pomlajevalno, pomagajo do lepe kože, delujejo blažilno na vnetja, pomagajo pri paradentozni, blažijo revmatična obolenja sklepov in putiko, pomagajo pri hujšanju (Cortese, 2000). Na trgu se pojavlja velika izbira različnih sort češnje, ki se razlikujejo po okusu, barvi, aromi. Te lastnosti so odvisne predvsem od vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolnih spojin.

Okus je povezan z vodotopnimi snovmi in je odvisen od razmerja med jabolčno kislino in citronsko kislino ter celotno vsebnostjo sladkorjev, saharoze, sorbitola, jabolčne kisline. Sladkost je odvisna od razmerja med sladkorji in organskimi kislinami ter od vsebnosti citronske kisline. Manj sladko sadje ima višje vsebnosti citronske kisline. Aroma je povezana s celotno vsebnostjo organskih kislin, saharozo, sorbitolom in jabolčno kislino (Colarič in sod., 2005).

Češnje so ena najbolj čistilnih vrst sadja, saj spodbujajo delovanje ledvic in jeter, razgibajo debelo črevo in tako bistveno pripomorejo k izločanju odpadnih snovi iz telesa (Cortese, 2000). Vsebujejo okoli 15 % sladkorjev, od ostalega sadja pa izstopajo po vsebnosti silicija in železa, ne manjka jim rudnin, kot so kalij, kalcij, magnezij in fosfor, ter vitaminov B-skupine in vitamina C, pomembna pa so tudi antocianska barvila. Vsebujejo tudi fenolne snovi, ki imajo antioksidativne lastnosti, ki preprečujejo nastajanje določenih rakavih in srčno žilnih obolenj, vplivajo pa tudi na okus, aromo in obarvanost plodov (Oberbeil in Lentz, 1998).

V našem poskusu smo v plodovih proučevanih sort češnje analizirali štiri sladkorje (glukoza, saharoza, fruktoza, sorbitol), dve kislini (citronska, jabolčna) in dve fenolni kislini (klorogenska kislina, neoklorogenska kislina) v letih 2004 in 2005.

Vreme je odločilen dejavnik pri rasti, kakovosti plodov ter različnih vsebnostih sladkorjev, organskih kislin in fenolov. V našem poskusu smo ugotovili, da so bile med letoma 2004 in 2005 razlike v vsebnosti sladkorjev, organskih kislin kot tudi fenolnih kislin pri posameznih sortah češnje. Prav tako so bile razlike v razmerju sladkorji / kisline (glej stran 37). Menim, da do teh razlik prihaja zaradi okoljskih dejavnikov - klimatskih dejavnikov (temperaturnih nihanj, različnih količin padavin, osvetlitve, lege, dolžine dneva in noči, dolžine sončnega obsevanja). Večina teh razlik je bila statistično značilna.

Iz naših rezultatov lahko ugotovimo, da je bila v letu 2004 povprečna vsebnost glukoze, fruktoze in sorbitola večja kot v letu 2005, saharoze pa je bilo v letu 2005 dvakrat več kot v letu 2004. Po vsebnosti fruktoze med letoma izstopa sorta 'Vigred', saj jo je v letu 2004 imela 55,75 g/kg SM, v letu 2005 pa več kot pol manj, 24,31 g/kg SM. Prav tako v najbolj različni vsebnosti glukoze med letoma izstopa sorta 'Vigred', ki jo je v letu 2004 imela 67,46 g/kg SM, v letu 2005 pa skoraj za polovico manj, 39,36 g/kg SM. V vsebnosti saharoze izstopa sorta 'Giorgia', ki je je bilo v letu 2004 7,95 g/kg SM, v letu 2005 pa skoraj dvakrat več, 16,78 g/kg SM. Tudi v najbolj različni vsebnosti sorbitola izstopa sorta 'Vigred', v letu 2004 ga je bilo približno dva in polkrat več, 25,79 g/kg SM, kot v letu 2005, ko ga je bilo 10,37 g/kg SM.

Iz izmerjenih vrednosti organskih kislin lahko vidimo, da je bilo citronske in jabolčne kisline več v letu 2004 kot v letu 2005. Največja razlika med letoma v vsebnosti citronske kisline se vidi pri sorti 'Vega', saj je njena vsebnost v letu 2004 (1,17 g/kg SM) dvakrat večja kot v letu 2005 (0,59 g/kg SM). Prav tako je pri tej sorti največja razlika med letoma v vsebnosti jabolčne kisline. V letu 2004 je je bilo 7,63 g/kg SM, v letu 2005 5,70 g/kg SM.

Tudi fenolnih kislin je bilo več v letu 2004. V vsebnosti klorogenske in neoklorogenske kisline je bila največja razlika med letoma pri sorti 'Van'. V letu 2004 je bilo klorogenske kisline 156,30 mg/kg SM, v letu 2005 le 46,60 mg/kg SM, neoklorogenske 645,95 mg/kg SM in v letu 2005 420,72 mg/kg SM.

Do razlik med letoma v vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolnih kislin prihaja predvsem zaradi klimatskih dejavnikov. Iz Priloge A lahko vidimo, da so bile med letoma 2004 in 2005 temperaturne razlike in razlike v količini padavin.

Herrmann (2001) navaja, da se vsebnost fruktoze v plodovih češnje giblje med 53,5 – 102,2 g/kg SM. Naše vsebnosti fruktoze so se gibale med 39,71 in 64,10 g/kg SM za leto 2004 in med 24,70 in 52,61 g/kg SM za leto 2005. Prav tako so Alique in sod. (2004), določili vsebnost fruktoze pri češnjah 'Ambrunes' 37 g/kg SM. Z našimi primerljive vsebnosti fruktoze so določili tudi Esti in sod. (2001), pri sorti 'Sciazza' 64 g/kg SM in pri sorti 'Ferrovia' 51 g/kg SM. Naše izmerjene vsebnosti fruktoze pri sorti 'Vigred' in 'Nordwunder', so primerljive tudi z vsebnostmi po Dolenc in Štampar (1997a). Njuna vrednost pri sorti 'Vigred' je bila 57 g/kg SM, naša vrednost v letu 2004 55,75 g/kg SM, pri sorti 'Nordwunder' 62 g/kg SM; naša 64,10 g/kg SM.

Največje vsebnosti pri proučevanih sortah češnje je dosegala glukoza, od 51,77 – 67,70 g/kg SM za leto 2004 in od 38,20 – 77,32 g/kg SM za leto 2005. Večji razpon vsebnosti glukoze pri češnjah je ugotovil tudi Herrmann (2001). Ta se giblje med 47,0 in 161,4 g/kg SM. Nižje vsebnosti glukoze so določili tudi Alique in sod (2004) za češnje 'Ambrunes' 36 g/kg SM. Esti in sod. (2001) so izmerili skupno vrednost glukoze in sorbitola pri sorti 'Sciazza' 75 g/kg SM in pri sorti 'Ferrovia' 64 g/kg SM. Naše vrednosti glukoze so primerljive tudi z vrednostmi, ki sta jih dobila Dolenc in Štampar (1997a). Najbolj so se naše vrednosti zblížale pri sorti 'Lapins', pri kateri sta določila vsebnost glukoze, 66 g/kg SM, naša vrednost pa je bila v letu 2004 62,66 g/kg SM.

Pri proučevanih sortah češnje je bilo najmanj saharoze v obeh letih. Vrednosti za leto 2004 se gibljejo med 5,12 in 8,27 g/kg SM, za leto 2005 pa med 7,75 in 16,67 g/kg SM. Po Herrmann-u (2001) se vrednosti saharoze pri češnjah gibljejo med 0 in 6,4 g/kg SM. Pri Esti in sod. (2001) je bila izmerjena vsebnost saharoze pri sorti 'Sciazza' 0,5 g/kg SM in pri sorti 'Ferrovia' 0,6 g/kg SM.

Po Herrmann-u (2001) so vrednosti sorbitola okoli 14 g/kg SM, naše vrednosti pa so bile od 7,80 – 23,13 g/kg SM za leto 2004 in 8,55 – 22,67 g/kg SM za leto 2005. Alique in sod. (2004) so določili vsebnost sorbitola pri češnjah 'Ambrunes' 10 g/kg SM. Vsebnosti sorbitola po Dolenc in Štampar (1997a) so zelo primerljive z našimi vsebnostmi. Pri sorti 'Van', sta izmerila 20 g/kg SM, naša vrednost je bila v letu 2004 18,31 g/kg SM, pri sorti 'Nordwunder' sta izmerila 13 g/kg SM sorbitola, mi pa v letu 2004 14,80 g/kg SM.

V letu 2004 je najmanj fruktoze, glukoze in sorbitola vsebovala sorta 'Sunburst', najmanj saharoze pa sorta 'Nordwunder'. V letu 2005 je najmanj glukoze, saharoze in sorbitola vsebovala sorta 'Elisa', najmanj fruktoze pa sorta 'Vigred'.

Največ glukoze in saharoze je v letu 2004 vsebovala sorta 'Van', največ sorbitola sorta 'Vigred' in največ fruktoze sorta 'Nordwunder'. Za leto 2005 so bile največje vrednosti glukoze in fruktoze pri sorti 'Van', največ saharoze pri sorti 'Giorgia' in največ sorbitola pri sorti 'Vega'.

V češnjah največji delež prostih sladkorjev zavzema glukoza, saj nanjo pade okoli 45 %, sledi ji fruktoza s 40 %. Manj je sorbitola, še manj pa saharoze. Takšno zaporedje navaja tudi Herrmann (2001).

Organski kislini, ki smo ju določali v proučevanih sortah češnje, sta: citronska kislina in jabolčna kislina.

Herrmann (2001) je ugotovil prisotnost citronske kisline pri češnjah v vrednosti med 0,09 in 2,0 g/kg SM. Naše ugotovitve ne odstopajo od njegovih, gibljejo se med 0,15 – 1,17 g/kg SM za leto 2004 in 0,14 – 0,66 za leto 2005. Tudi ugotovitve Alique in sod. (2004) ne izstopajo od naših vrednosti, saj so pri češnjah 'Ambrunes' določili vsebnost citronske kisline 0,6 g/kg SM.

Veliko več je bilo jabolčne kisline od 5,47 pa do 9,45 g/kg SM za leto 2004 in od 4,52 – 8,24 g/kg SM za leto 2005. Tudi Herrmann (2001) ugotavlja, da so vrednosti jabolčne kisline pri češnjah od 7,3 – 11,1 g/kg SM. Vrednosti jabolčne kisline, primerljive z našimi, so določili tudi Alique in sod. (2004), pri češnjah 'Ambrunes' 6,9 g/kg SM, ter Esti in sod. (2001) pri sorti 'Sciazza' 7,7 g/kg SM in pri sorti 'Ferrovia' 6,4 g/kg SM.

V letu 2004 je imela največjo vsebnost citronske kisline sorta 'Vega', najmanjšo pa sorta 'Vigred'. Prav tako je najmanjšo vsebnost citronske kisline v letu 2005 imela sorta 'Vigred', največjo pa sorta 'Lapins'. Jabolčne kisline v letu 2004 je bilo največ pri sorti 'Giorgia', najmanj pa pri sorti 'Nordwunder'. Tudi v letu 2005 je bilo največ jabolčne kisline pri sorti 'Giorgia', najmanj pa pri sorti 'Sunburst'.

Herrmann (2001) navaja, da je v češnjah vsebnost jabolčne kisline veliko večja kot vsebnost citronske kisline, kar se ujema z našimi analizami. V obdobju zorenja plodov češenj se vsebnost jabolčne kisline večja, medtem ko se vsebnost citronske kisline manjša .

Od fenolnih spojin smo analizirali klorogensko in neoklorogensko kislino.

Pri analizi fenolov je bila vsebnost neoklorogenske kisline veliko večja od vsebnosti klorogenske kisline. Naše vrednosti so precej višje od Herrmann-ovih (2001), ki se gibljejo med 73 in 628 mg/kg SM za neoklorogensko kislino in med 11 in 40 mg/kg SM za klorogensko kislino.

V letu 2004 je imela sorta 'Vigred' najmanjšo vsebnost klorogenske kisline in neoklorogenske kisline, največjo pa sorta 'Van'.

V letu 2005 je izstopala sorta 'Elisa' z najmanjšo vsebnostjo klorogenske kisline, največ klorogenske kisline pa je imela sorta 'Lapins'. V plodovih sorte 'Lapins' je bilo največ neoklorogenske kisline, najmanj pa pri sorti 'Giorgia'.

Analiza plodov je pokazala, da prihaja do razlik med sortami v vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolov, kar je pomembno tudi iz zdravstvenega vidika. Upoštevati

moramo razmerje med sladkorji in organskimi kislinami ter razmerje med samimi sladkorji (glukoza, fruktoza, saharoza).

Fruktoza je 1,8 – krat bolj sladka kot saharoza, medtem ko je glukoza manj sladka kot saharoza (Versari in sod., 2002). Tukaj je zelo pomemben glikemični indeks, ki nam pove, kako hitro hrana vpliva na dvig krvnega sladkorja in je lahko v pomoč pri določanju krvnih sladkorjev. GI hrane je ob izdelkih podan v razmerju glede na glukozo, kar je pri ogljikovih hidratih ena od najprimernejših zadev. Glukoza je podana kot vrednost 100, drugi ogljikovi hidrati pa so v številkah primerjani z glukozo. Različna živila z enako vsebnostjo ogljikovih hidratov lahko povzročijo popolnoma različne ravni krvnega sladkorja, kar je odvisno od GI. Živila z visokim glikemičnim indeksom povzročajo hiter in drastičen skok krvnega sladkorja. Nasprotno pa se ogljikovi hidrati živil z nizkim glikemičnim indeksom vsrkavajo počasneje, tako da povzročajo postopno in počasno zviševanje krvnega sladkorja (Diabetes zveza, 2006).

Živila z glikemičnim indeksom pod 55 spadajo med živila z nizkim glikemičnim indeksom, medtem ko tista z glikemičnim indeksom, višjim od 70, spadajo med visoke (Diabetes zveza, 2006). Češnje imajo glikemični indeks 22 in tako spadajo v skupino živil z nizkim GI, zato so primerne za sladkorne bolnike in so priporočene ob vzdrževanju ali nižanju telesne teže.

Pomembna je tudi vsebnost fenolov, saj te snovi delujejo zaviralno na različne oblike raka, kot so rak debelega črevesja, ledvic, pljuč, kože. Fenolne kisline preprečujejo in delujejo zaviralno na razvoj raka (Kawabata in sod., 2000; Mori in sod., 1986; Mori in sod., 1996; Kasai in sod., 2000). Flavonoidi znižujejo LDL holesterol (low density lipoproteins – LDL), ki je odgovoren za razvoj arterioskleroze in s tem srčno žilnih bolezni (Anderson in sod., 2001). Tanini delujejo zaviralno na nastanek kariesa na zobeh (Mahoney in sod., 2000).

5.2 SKLEPI

V nalogi smo proučevali vsebnosti ogljikovih hidratov, organskih kislin in fenolov v različnih sortah češnje v letih 2004 in 2005.

Ugotovili smo, da obstajajo razlike med proučevanimi sortami češnje, tako v vsebnosti posameznih sladkorjev, kislin in fenolov.

Na osnovi rezultatov, ki smo jih dobili z določanjem sladkorjev, organskih kislin in fenolnih spojin v proučevanih sortah češnje, lahko sklepamo:

- med sortami so razlike v sladkorjih
- med sortami so razlike v kislinah
- med sortami so razlike v fenolih
- so razlike med letoma v vsebnosti sladkorjev, kislin in fenolov pri posameznih sortah
- med sladkorji je v češnjah v obeh letih v povprečju največ glukoze, ki ji sledita fruktoza in sorbitol, najmanj pa je saharoze
- v češnjah je med organskimi kislinami največ jabolčne kisline, ki ji sledi citronska, tudi med letoma 2004 in 2005 je malo razlik med njima
- med analiziranimi fenoli je bilo v obeh letih največ neoklorogenske kisline, veliko manj je klorogenske
- največ sladkorja vsebujeta sorti 'Van' in 'Vega', zato sta primerni za ljudi, ki imajo raje slajše sadje

- med bolj kisle sorte sodita 'Giorgia' in 'Van' in sta primerni za ljudi, ki imajo raje bolj kiselkast, osvežujoč okus

- sorti 'Sunburst' in 'Elisa' vsebujeta najmanjše količine sladkorjev v primerjavi z drugimi proučevanimi sortami, zato sta primerni tudi za ljudi s sladkorno boleznijo

Predlagamo nadaljnje raziskave kemične sestave plodov še drugih sort češnje. Zanimive bi bile raziskave tudi drugih fenolov.

6 POVZETEK

V diplomskem smo določali vsebnost sladkorjev, organskih kislin in fenolnih spojin v devetih sortah češnje ('Vega', 'Lapins', 'Vigred', 'Van', 'Giorgia', 'Nordwunder', 'Sunburst', 'Elisa', 'Napoleon') v letih 2004 in 2005. Proučevane sorte češnje so rasle pod enakimi agrotehničnimi ukrepi, geografskimi in klimatskimi razmerami v Poskusnem sadovnjaku Brdo pri Lukovici. Plodovi češenj so bili obrani v tehnološki zrelosti.

Določali smo sladkorje, organske kisline in fenolne snovi v celotnem plodu češnje. Analizirali smo štiri sladkorje (glukoza, fruktoza, saharoza in sorbitol), dve organski kislini (jabolčna in citronska), ter dve fenolni spojini (klorogenska in neoklorogenska kislina). Vsebnosti proučevanih snovi smo izmerili s pomočjo HPLC.

Od sladkorjev je bilo v češnjah v obeh letih največ glukoze, kateri sledita fruktoza in sorbitol, najmanj pa je saharoze, ki je je bilo v letu 2005 dvakrat več kot v letu 2004. Med analiziranimi organskimi kislinami je bilo v obeh letih 10,5 do 14,8-krat več jabolčne kisline od citronske kisline. Od fenolnih spojin je bilo največ neoklorogenske kisline v obeh letih, sledi ji klorogenska, ki pa je je bilo v letu 2004 dvakrat več kot v letu 2005.

Z analizo variance smo ugotovili statistično značilne razlike v vsebnosti posameznih sladkorjev, organskih kislin in fenolov med posameznimi sortami v posameznem letu.

Češnje so gledano z vidika prehrane zelo zdravo in okusno živilo, zaradi primerne razmerja sladkorjev in organskih kislin. Imajo manj fruktoze in saharoze, večja je le količina glukoze. Od kislin pa je veliko več jabolčne kot citronske kisline. Poleg vseh koristnih vitaminov in rudnin so pomembne tudi fenolne snovi, zaradi katerih so češnje tako zdravo, okusno, aromatično in na pogled privlačno sadje.

7 VIRI

Abram V., Simčič M. 1997. Fenolne spojine kot antioksidanti. Farmaceutski vestnik, 48: 573-587

Alique R., Zamorano J.P., Martinez M.A., Alonso J. 2004. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv 'Ambrunes'. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35, 153-165

Anderson K.J., Teuber S.S., Gobeille A., Cremin P., Waterhouse A.L., Steinberg F.M. 2001. Walnut polyphenolic inhibit in vitro human plasma and LDL oxidation. Journal of Nutrition, 131, 11: 224-230

Babnik M. 1994. Sadno drevje. Sajenje, gnojenje in rez. Ljubljana, Kmečki glas: 125 str.

Bielecki R.L. 1969. Accumulation and translocation of sorbitol in apple floem. Australian Journal of Biology Science, 22: 611-620

Brockway B.E., Edmondson M.S. 1993. Sugar alcohols. V: Encyclopaedia of Food science, Food Tehnology and Nutrition, 7: 4460-4496

Bulatović S. 1979. Savremeno vočarstvo, Beograd, Nolit: 544 str.

Colarič M., Veberič R., Štampar F., Hudina M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 15, 85: 2611-2616

Cortese D. 2000. Sadje – moč naravne hrane. Ljubljana, Kmečki glas: 317 str.

Craig W., Beck L. 1999. Phytochemicals: Health Protective Effects. Canadian Journal of Dietetic Practice and Research, 16, 2: 78-84

Diabetes zveza. 2006

<http://diabetes-zveza.si>

Dolenc K., Štampar F. 1997a. Determining the quality of different cherry cultivars using the HPLC method. *Acta Horticulturae*, 468: 705-712

Dolenc K., Štampar F. 1997b. An investigation of the application and conditions of analyses of HPLC methods for determining of sugars and organic acid in fruits. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo*, 69: 99-106

Dziezak J.D. 1993. Acids. *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. Macrae R., Robinson R.K., Sadler M.J. (eds.). London, Academic Press: 7-15

Escarpa A., Gonzales M. C. 2000. Optimization, strategy and validation of one chromatographic method as approach to determine the phenolic compounds from different sources. *Journal of chromatography*, 897: 161-170

Esti M., Cinquanta L., Sinesio F., Moneta E., Di Matteo M. 2001. Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. *Food Chemistry*, 76: 399-405

Fogle H.W. 1975. Cherries. V: *Advances in fruit breeding*. West Lafayette. Ind. Purdue University Press: 348-366

Food and Agriculture Organization of The United Nations, *FAO Statistical Databases*. 2006

<http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN>

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

Herrmann K. 2001. Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse: 50 Tabellen und Übersichten.
Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.: 200 str.

Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Babnik M., Koron D. 1995. Sadni vrt. Ljubljana, Kmečki glas: 475 str.

Kasai H., Fukuda S., Yamaizumi Z., Sugie S., Mori H. 2000. Brief communication: action of chlorogenic acid in vegetables and fruits as an inhibitor of 8-hydroxydeoxyguanosine formation *in vitro* and in a rat carcinogenesis model. Food and Chemical Toxicology, 38: 467-471

Kawabata K., Yamamoto T., Hara A., Shimizu M., Yamada Y., Matsunaga K., Tanaka T., Mori H. 2000. Modifying effects of ferulic acid on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in F344 rats. Cancer Letters, 157: 15-21

KIS- Kmetijski inštitut Slovenije. 2006

<http://www.kis.si/pls/kis/kis.web>

Leksikon Cankarjeve založbe. 1994. 3. izdaja. Ljubljana, ČGP Delo: 1216 str.

Liebrand J.T. 1992. Acidulants. Encyclopaedia of food science and technology, 1: 1-6

Loescher W.H. 1987. Physiology and metabolism of sugars alcohols in higher plants.
Physiologia Plantarum, 70: 553-557

Macheix J-J., Fleuriet A., Billot J. 1990. Fruit phenolics. Boca Raton, CRS Press: 378 str.

- Mahoney N., Molyneux R.J., Campbell B.C. 2000. Regulation of aflatoxin production by naphthoquinones of walnut (*Juglans regia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4418-4421
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije. Ključ za določevanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.
- Mindell E. 2000. Vitaminska biblija za novo tisočletje. Ljubljana, Mladinska knjiga: 422 str.
- Mlakar J. 1985. Drevesa in grmi Slovenije. Ljubljana. Tehniška založba Slovenije: 164 str.
- Mori H., Sugie S., Tanaka T., Makita H., Yoshimi N. 1996. Suppressive effects of natural antioxidants on carcinogenesis in digestive organs. *Environmental Mutagen Research Communications*, 18: 73-77
- Mori H., Tanaka T., Shima H., Kuniyasu T., Takahashi M. 1986. Inhibitory effect of chlorogenic acid methylazoxymethanol and liver in hamsters. *Cancer Letters*, 30: 49-54
- Oberbeil K., Lentz C. 1998. Zdravilna moč sadja in zelenjave. Ljubljana. Prešernova družba d.d.: 272 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. 1. izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.
- Ravnik V. 1993. Splošna botanika za študente živilske tehnologije. Skripta. Ljubljana, samozaložba: 90 str.
- Rehder A. 1974. *Manual of Cultivated Trees and Shrubs*. Second edition. Macmillan Co. Inc. New York. Cambridge: Cambridge University Press: 86 str.

Smole J. 2000. Češnje in višnje-pridelovanje in uporaba. Ljubljana, Založba kmečki glas: 146 str.

Štampar F., Veberič R., Usenik V., Hudina M., Solar A., Osterc G., Koron M., Lešnik M. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Taiz L., Zeiger E. 1998. Plant Physiology. 2nd edition. USA, Sunderland (Massachussets), Sinaur Associates: 792 str.

Tišler M. 1991. Organska kemija. Ljubljana, DZS: 527 str.

Usenik V., Štampar F., Smole J. 1998. Pridelava češenj-nova priložnost v slovenskem sadjarstvu. SAD, 6: 2-5

Versari A., Castellari M., Parpinello G. P., Riponi C., Galassi S. 2002. Characterisation of peach juices obtained from cultivars Redhaven, Suncrest and Maria Marta grown in Italy. Food Chemistry, 76: 181-185

ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Franciju ŠTAMPARJU, doc. dr. Robertu VEBERIČU in prof. dr. Valentini USENIK za vse napotke, strokovne nasvete in mnenja pri izdelavi diplomskega dela.

PRILOGA A

Mesečni meteorološki podatki (povprečna temperatura zraka in povprečna količina padavin) za meteorološko postajo Brdo pri Lukovici za leto 2004 in 2005.

Mesec	Leto 2004		Leto 2005	
	PT	RR	PT	RR
April	11	9	14	11
Maj	14	9,6	17	13
Junij	21	16	21	10

LEGENDA:

PT: povprečna temperatura zraka (°C)

RR: količina padavin (mm)