

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Milan FARKAŠ

**PREHRANSKE IN FIZIKALNO–KEMIJSKE
LASTNOSTI PLODOV NAVADNE JAGODIČNICE
(*Arbutus unedo*)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Milan FARKAŠ

**PREHRANSKE IN FIZIKALNO–KEMIJSKE LASTNOSTI PLODOV
NAVADNE JAGODIČNICE (*Arbutus unedo*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**NUTRITIONAL AND PHYSICO–CHEMICAL PROPERTIES OF
STRAWBERRY TREE (*Arbutus unedo*) FRUITS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

POPRAVKI

„Dosis facit venenum“

Paracelsus, 1493 - 1541

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologije rastlinskih živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija dodiplomskega študija živilske tehnologije je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Rajka Vidriha, za somentorico prof. dr. Natašo Poklar Ulrich in za recenzentko prof. dr. Terezijo Golob.

Mentor: doc. dr. Rajko Vidrih

Somentorica: prof. dr. Nataša Poklar Ulrich

Recenzentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Milan Farkaš

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 634.65/.66:543(043)=163.6
KG navadna jagodičnica / *Arbutus unedo* / kemijska sestava / topna suha snov / voda / elementi / surove beljakovine / skupne maščobe / vlaknina / fenolne spojine / vitamin C
AV FARKAŠ, Milan
SA VIDRIH, Rajko (mentor) / POKLAR ULRIH, Nataša (somentorica) / GOLOB, Terezija (recenzentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2008
IN PREHRANSKE IN FIZIKALNO–KEMIJSKE LASTNOSTI PLODOV NAVADNE JAGODIČNICE (*ARBUTUS UNEDO*)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 52 str., 22 pregl., 8 slik., 45 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V diplomskem delu smo določali prehranske ter fizikalno – kemijske lastnosti plodov navadne jagodičnice (*Arbutus unedo*). Določali smo vsebnost vode, topne suhe snovi, pepela, maščob, beljakovin, skupnih fenolnih spojin, vlaknine, skupnih kislin, sladkorjev ter vitamina C. Ugotovili smo, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice 46,66 g/100 g vode, 21,05 g/100 g topne suhe snovi, 0,48 g/100 g pepela, 118,61 mg/100g kalija, 20,63 mg/100g natrija, 36,05 mg/100 g kalcija, 9,66 mg/100 g magnezija, 1,29 mg/100 g železa, 19,99 mg/100 g fosforja, 0,45 mg/100 g cinka, < 0,99 mg/100 g mangana, < 0,99 mg/100 g kroma, < 0,10 mg/100 g niklja, < 1,32 mg/100 g svinca ter < 0,10 mg/100 g kadmija, 0,43 g/100 g skupnih maščob, 0,82 g/100 g beljakovin, 0,59 g/100 g skupnih fenolnih spojin, 18,49 g/100 g vlaknine, od tega 14,3 g/100 g netopne ter 4,19 g/100 g topne vlaknine, 5,1 mg/100 g skupnih titracijskih kislin, 6,2 g/100 g glukoze in 17,2 g/100 g fruktoze. Prav tako smo ugotovili, da plodovi vsebujejo 271,46 mg/100 g skupnega vitamina C, od tega 255,29 mg/100 g L – askorbinske kisline in 16,17 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC DC 634.65/.66:543(043)=163.6
CX strawberry tree / *Arbutus unedo* / chemical composition / dry weight / water content / minerals / crude proteins / total fats / fibre / phenols / vitamin C
AU FARKAŠ, Milan
AA VIDRIH, Rajko (supervisor) / POKLAR ULRIH, Nataša (co-advisor) / GOLOB, Terezija (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2008
TI NUTRITIONAL AND PHYSICO–CHEMICAL PROPERTIES OF STRAWBERRY TREE (*ARBUTUS UNEDO*) FRUITS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 52 p., 22 tab., 8 fig., 45 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In the graduation thesis the nutritional and physico – chemical properties of ripe strawberry tree fruits (*Arbutus unedo*) were determined. In ripe strawberry tree fruits water content, dry weight, ash, crude fat, proteins, total phenolic acids, sugar, and the content of vitamin C were analyzed. Fruits contain 46,66 g/100 g of water, 21,05 g/100 g of soluble solids, 0,48 g/100 g of ash, 118,61 mg/100 g of potassium, 20,63 mg/100 g of sodium, 36,05 mg/100 g of calcium, 9,66 mg/100 g of magnesium, 1,29 mg/100 g of iron, 19,99 mg/100 g of phosphorus, 0,45 mg/100 g of zinc, < 0,99 mg/100 g of manganese, < 0,99 mg/100 g of chromium, < 0,10 mg/100 g of nickel, < 1,32 mg/100 g of lead and < 0,10 mg/100 g of cadmium, 0,43 g/100 g of total fat, 0,82 g/100 g of protein, 0,59 g/100 g of total phenols, 18,49 g/100 g of fiber, of which 14,3 g/100 g of insoluble and 4,19 g/100 g of soluble fiber, 5,1 mg/100 g of titratable acids, 6,2 g/100 g of glucose and 17,2 g/100 g of fructose. Ripe fruits contain 271,46 mg/100 g vitamin C, of which 255,29 mg/100 g L – ascorbic acid and 16,17 mg/100 g of dehydroascorbic acid.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
SLOVARČEK.....	X
1 UVOD.....	1
1.1 DELOVNE HIPOTEZE.....	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 NAVADNA JAGODIČNICA (<i>ARBUTUS UNEDO</i>)	2
2.2.1 Izvor in botanična razvrstitev.....	2
2.2.2 Morfološke in fiziološke značilnosti.....	3
2.2.3 Plodovi navadne jagodičnice.....	4
2.2.4 Uporaba navadne jagodičnice.....	6
2.1 KEMIJSKA SESTAVA PLODOV	6
2.2.5 Voda.....	6
2.2.6 Ogljikovi hidrati.....	7
2.2.6.1 <i>Vlaknina</i>	8
2.2.7 Lipidi.....	9
2.2.7.1 <i>Esencialne maščobne kisline</i>	10
2.2.8 Beljakovine.....	10
2.2.9 Organske kisline.....	11
2.2.10 Vitamini	11
2.2.10.1 <i>Vitamin C</i>	12
2.2.11 Fenolne spojine.....	14
2.2.12 Rudninske snovi.....	15
2.2.13 Rastlinski pigmenti	17
2.2.14 Pektinske snovi.....	17
2.2.15 Kemijska sestava plodov navadne jagodičnice.....	17
3 MATERIAL IN METODE	19
3.1 MATERIAL IN PLAN DELA	19
3.2 METODE DELA.....	19

3.2.1	Določanje vsebnosti vode.....	19
3.2.2	Določanje topne suhe snovi z refraktometrom.....	20
3.2.3	Določanje vsebnosti pepela.....	20
3.2.4	Določanje vsebnosti elementov	20
3.2.5	Določanje vsebnosti maščob.....	21
3.2.6	Določanje vsebnosti posameznih maščobnih kislin.....	22
3.2.7	Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu	23
3.2.8	Določanje vsebnosti skupnih fenolnih spojin po Singletonu in Rossiju.....	24
3.2.9	Določanje vsebnosti prehranske vlaknine (modificirana encimsko gravimetrična metoda po Prosky-ju)	25
3.2.10	Določanje skupnih kislin	27
3.2.11	Določanje sladkorjev s HPLC metodo	28
3.2.12	Vsebnosti L – askorbinske kisline s HPLC metodo	29
3.2.13	Določanje vsebnosti L - askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline (vitamina C) s HPLC metodo.....	30
3.2.14	Statistična analiza	31
4	REZULTATI.....	34
4.1	VSEBNOST VODE, TOPNE SUHE SNOVI IN PEPELA V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE	34
4.2	VSEBNOST ELEMENTOV V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE.....	34
4.3	VSEBNOST SKUPNIH MAŠČOB V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE.....	35
4.4	VSEBNOST IN DELEŽI POSAMEZNIH MAŠČOBNIH KISLIN V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE	36
4.5	VSEBNOST BELJAKOVIN V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE	37
4.6	VSEBNOST SKUPNIH FENOLOV V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE.....	37
4.7	VSEBNOST PREHRANSKE VLAKNINE	37
4.8	VSEBNOST SKUPNIH KISLIN V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE	38
4.9	VSEBNOST SLADKORJEV V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE	39
4.10	VSEBNOST VITAMINA C V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE	40
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	42
5.1	RAZPRAVA	42
5.2	SKLEPI.....	46
6	POVZETEK	47
7	VIRI.....	49
	ZAHVALA	51
	PRILOGE.....	52

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Taksonomija navadne jagodičnice (Seliškar, 2002).....	3
Preglednica 2. Pregled vitaminov v živilih (Schlieper in sod., 1997).....	12
Preglednica 3. Vsebnost vitamina C (mg/100 g) v nekaterih živilih (Saxholt in Møller, 2008)	13
Preglednica 4. Vsebnost L – askorbinske kisline ter dehidroaskorbinske kisline (mg/100 g) v nekaterih živilih (Saxholt in Møller, 2008).....	13
Preglednica 5. Pregled elementov, povprečen dnevni vnos, naravni viri ter vloga v telesu (Paš, 2001)	15
Preglednica 6. Kemijska sestava plodov navadne jagodičnice (Özcan in Haciseferogulları, 2007)	18
Preglednica 7. Standardne raztopine galne kisline	25
Preglednica 8. Standardne raztopine glukoze.....	28
Preglednica 9. Standardne raztopine fruktoze	28
Preglednica 10. Standardne raztopine askorbinske kisline.....	29
Preglednica 11. Vsebnost vode, topne suhe snovi ter pepela v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)	34
Preglednica 12. Vsebnost elementov v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g).....	35
Preglednica 13. Vsebnost maščob v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)	35
Preglednica 14. Vsebnost posameznih maščobnih kislin v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g).....	36
Preglednica 15. Delež posameznih maščobnih kislin v skupnih maščobah plodov navadne jagodičnice (utežnih %)	36
Preglednica 16. Vsebnost beljakovin v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g).....	37
Preglednica 17. Vsebnosti skupnih fenolnih spojin (g/100 g).....	37
Preglednica 18. Vsebnosti vlaknin v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)	38
Preglednica 19. Vsebnost skupnih kislin v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g).....	38
Preglednica 20. Vsebnosti glukoze in fruktoze v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g).....	40
Preglednica 21. Vsebnost L – askorbinske kisline v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g)	41
Preglednica 22. Vsebnost L – askorbinske kisline, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C (mg/100 g).....	41

KAZALO SLIK

Slika 1. Navadna jagodičnica (<i>Arbutus unedo</i> L.).....	2
Slika 2. Listi in cvetovi navadne jagodičnice	4
Slika 3. Plodovi navadne jagodičnice.....	5
Slika 4. Prerez plodu, semen in različnih celičnih oblik plodov navadne jagodičnice (Seidemann, 1995)	5
Slika 5. Umeritvena krivulja za določanje glukoze.....	39
Slika 6. Umeritvena krivulja za določanje fruktoze	39
Slika 7. Umeritvena krivulja za določanje L – askorbinske kisline	40
Slika 8. Vsebnost vitamina C v nekaterih živilih	44
Slika 9. Vsebnost L askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline v živilih.....	45

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AK	=	L - askorbinska kislina
DHA	=	dehidroaskorbinska kislina
DNA	=	dezoksiribonukleinska kislina
HPLC	=	visokotlačna tekočinska kromatografija
KV	=	koeficient variacije
P1 – P6	=	oznaka paralelk
R ²	=	koeficient determinacije
RNA	=	ribonukleinska kislina
S1A – S5A	=	oznaka serije standardnih raztopin askorbinske kisline
SD	=	standardni odklon
SF1 – SF6	=	oznaka serije standardnih raztopin fruktoze
SG1 – SG6	=	oznaka serije standardnih raztopin glukoze
ρ	=	Pearsonov koeficient korelacije

SLOVARČEK

1 UVOD

Družina *Ericaceae* je verjetno najbolj poznana po svetu po vpadljivih vrtnih predstavnikih, kot so rododendron in vresje. Vseeno 13 rodov obsega vrste z mesnatimi jagodami, ki so poznani in se uporabljajo bolj lokalno v mnogih predelih po celem svetu. Sadeži teh vrst se pogosto uživajo sveži ali včasih tudi posušeni. Mnogi se uporabljajo za proizvodnjo sokov, vina in drugih proizvodov (Hancock in sod., 1993).

V jesenskem in zimskem času ima navadna jagodičnica majhne bele ali rožnate cvetove na 5 cm dolgem razcvetju. Cveti ob istem času ko zorijo lanskoletni plodovi. Ti neobičajni plodovi imajo kroglasto obliko ter grobo zunanjo površino, iz rumenih plodov med zorenjem postanejo rdeče obarvani in ostanejo na drevesu čez zimo, kar naredi ta drevesa še posebej privlačna. Čeprav so plodovi privlačni na izgled, zaradi blagega okusa niso preveč priljubljeni, razen pri pticah (Gilman in Watson, 1993).

Navadna jagodičnica je bila poznana v ljudski medicini kot sredstvo za strjevanje krvi, diuretik in antiseptik (Grieve, 1967, cit. po Mekhfi in sod., 2004).

Vsebnost sladkorjev in kislin v sadju vpliva izrazito na senzorično kvaliteto. Zato je za prehranske strokovnjake izredno pomembno poznavanje sestave sadja. Plodovi navadne jagodičnice vsebujejo 14 % sladkorjev na svežo maso plodov in med 150 in 280 mg/100 g vitamina C (Hisar 1947, cit. po Ayaz in sod., 2000). Zreli plodovi navadne jagodičnice so dober vir mineralov, zato bodo imeli pomembno vlogo pri prehrani ljudi v prihodnosti (Özcan in Haciseferoğulları, 2007).

1.1 DELOVNE HIPOTEZE

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti prehranske ter fizikalno – kemijske lastnosti plodov navadne jagodičnice.

Na začetku raziskave smo predpostavili naslednji hipotezi:

- plodovi navadne jagodičnice so bogat vir vitamina C,
- plodovi navadne jagodičnice vsebujejo prehransko pomembne vlaknine ter fenolne spojine.

2 PREGLED OBJAV

2.1 NAVADNA JAGODIČNICA (*ARBUTUS UNEDO*)

Navadna jagodičnica (*Arbutus unedo*, L.) je zimzelen, širokolisten grm oziroma drevo, ki raste na višje ležečih obalnih območjih južne Evrope, od zahodnega Mediterana do južnega obalnega območja ob Atlantiku (Bernetti, 1995, cit. po Paoletti, 2005).



Slika 1. Navadna jagodičnica (*Arbutus unedo* L.)

Navadna jagodičnica raste običajno na obalnih in notranjih kopenskih območjih, kjer so mile zime in ni pozebe in previsokih poletnih temperatur. Navadna jagodičnica ima ugodne rastne pogoje na kremenasti ali nekarbonatni podlagi (Torres in sod., 2002).

2.2.1 Izvor in botanična razvrstitev

Navadna jagodičnica (*Arbutus unedo* L.) je vrsta, ki spada v poddružino *Vaccinioideae* (ali *Arbutoideae*, odvisno od avtorja). Ta poddružina zimzelenih grmov, z listi podobnimi lovorjevim, spada v družino *Ericaceae*. Poddružina *Vaccinioideae* je razširjena po celotnem svetu, od obmorskih področij do visokogorskih področij, od tropskih pa vse do arktičnih območij (Axelrod, 1975).

Poznanih je 12 vrst navadne jagodičnice (*Arbutus unedo*) in čez 20 varietet, kot so »Microphyla« z majhnimi listi, kot tudi varieteti »Integerima« in »Rubra« z roza do svetlo rdečimi cvetovi. Razširjene so tudi divje jagodičnice (*Arbutus andracne* L.) in križanci *A. andranoides* (nastali med križanjem *A. unedo* x *A. andrachne*). Varieteto »Pacific madrone« (*Arbutus menzesii*) od leta 1928 gojijo v zahodni Ameriki kot okrasno grmičevje (Seidemann, 1994).

Preglednica 1. Taksonomija navadne jagodičnice (Seliškar, 2002)

Raven	Domače ime	Znanstveno ime
Kraljestvo	Rastline	<i>Plantae</i>
Deblo	Semenke	<i>Spermatophyta</i>
Poddeblo	Kritosemenke	<i>Angiospermae</i>
Razred	Dvokaličnice	<i>Dicotyledones</i>
Red	Vresovci	<i>Ericales</i>
Družina	Vresovke	<i>Ericaceae</i>
Rod	Jagodičnica	<i>Arbutus</i>
Vrsta	Navadna jagodičnica	<i>Arbutus Unedo</i> L.

Pri nas v Sloveniji uspeva navadna jagodičnica (*Arbutus unedo*) na pobočju rta Ronek, kjer navkljub severni legi uspevajo tipične sredozemske rastline. Na rtu Ronek ima navadna jagodičnica edino avtohtono rastišče v Sloveniji (Turk, 1999).

2.2.2 Morfološke in fiziološke značilnosti

Navadna jagodičnica je trdolisten, zimzelen grm, značilen za mediteranska obalna območja, ki je zanimiv za vrtnarstvo, za obnovitev gozdov ter urejanje krajine. Ta rastlina je bila predmet intenzivnih preučevanj zaradi njene stomatalne prevodnosti in fotosinteze, ker kaže veliko občutljivost na visoke temperature in nizko vlažnost (Harley in sod., 1986). Listne reže se zmanjšajo oziroma zaprejo med najbolj vročim delom dneva, da preprečijo izgubo vode (Tenhunen in sod., 1981).

Listi navadne jagodičnice so masivni, usnjati, eliptične oblike, običajno s podaljšano konico, na listih so vidne žile. Listi so 8 - 12 cm dolgi (s pecljem do 15 cm) in do 6 cm široki. Površina listov je temne do olivno zelene barve brez sijaja, spodnja stran pa je svetlo zelene barve. Robovi listov so bolj ali manj nazobčani (Seidemann, 1995).

Za navadno jagodičnico je značilno viseče socvetje, 4 – 10 cm veliko, ki je sestavljeno iz 15 – 30 cvetov. Cvetovi so dvospolni, skledaste oziroma zvončaste oblike, bele do rožnato rdeče barve. Znotraj cveta se nahaja 10 prašnikov na dlakavi prašnikovi niti in plodnica s petimi predelki in številnimi ovuli. Navadna jagodičnica cveti od septembra do marca, skoraj istočasno ko zorijo lanskoletni plodovi. Opraševanje opravijo čebele, ki iz tega peloda delajo specifičen med grenkega okusa (Nieddu in Chessa, 2000).

Navadno jagodičnico je težko razmnožiti s semeni, zaradi genetske variacije in specifičnih zahtev pri kaljenju semen. Poleg tega zelo nizek odstotek potaknjencev požene korenine in se obdrži. Ostale vrste družine *Ericaceae* se uspešno razmnožujejo z mikropropagacijo (Mereti in sod., 2002).



Slika 2. Listi in cvetovi navadne jagodičnice

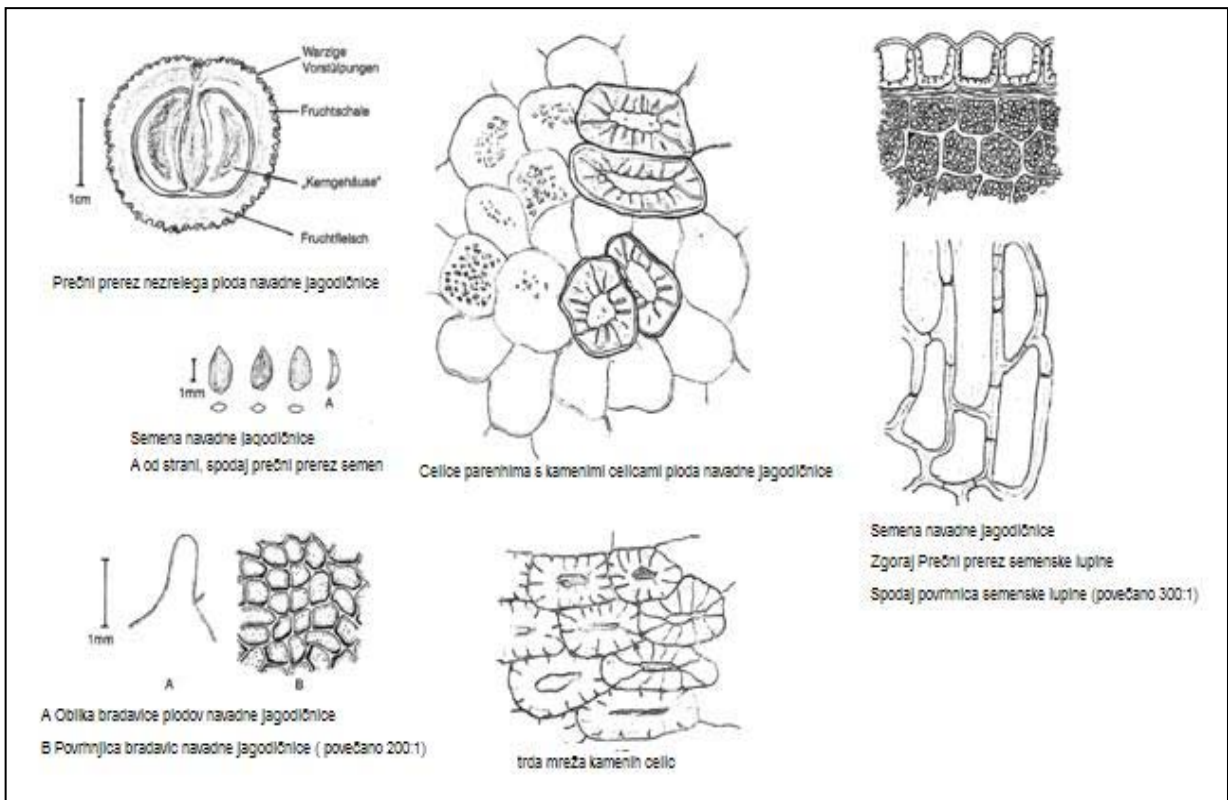
2.2.3 Plodovi navadne jagodičnice

Plodovi navadne jagodičnice so majhni (približno 2 cm premera), zorijo zelo počasi. Plodovi so na začetku zelene barve, potem rumene do oranžno rumene in na koncu močno rdeče barve, s številnimi majhnimi neodstopajočimi »bradavicami«, zato spominjajo plodovi na liči. Na istem drevesu najdemo plodove različnih obarvanosti (Seidemann, 1995).

Pri nezrelih plodovih je še bolj očitno vidno petprekatno peščišče, ki se med zorenjem razpusti. Meso ploda navadne jagodičnice je oranžno do močno rdeče barve, po okusu precej sočno, malo moknato ter lepljivo. V plodu se nahaja veliko do 2,6 mm velikih svetlo rjavih semen. V prerezu so semena četverkotne, trikotne ali ovalne oblike. Povrhnjica plodu vključuje izobčene bradavice, ki so sestavljene iz poligonalnih 20 – 30 μm velikih celic. Prerez ploda, semen ter različnih celičnih struktur je prikazan na sliki 5 (Seidemann, 1995).



Slika 3. Plodovi navadne jagodičnice



Slika 4. Prerez plodu, semen in različnih celičnih oblik plodov navadne jagodičnice (Seidemann, 1995)

Endokarp je sestavljen iz zaokroženih parenhimskih celic s tankimi stenami. Med parenhimskimi celicami so zelo številne 70 – 100 µm velike kamene celice. Mezokarp je sestavljen iz enakih tipov celic, vse so bistveno bolj pomembne kot kamene celice, prav tako ni mreže kamenih celic. Gladka semenska ovojnica je sestavljena iz približno 50 mikrometrov velikih celic povrhnjice (karakterističnih, odebeljenih, podkvastih oblik), ki so značilne za družino *Ericaceae*. Za navadno jagodičnico so značilna zelo trdna (1 – 2 mm velika) rumeno rjava telesa poliedrične oblike, ki so poznana tudi pri hruškah. Ta telesa so sestavljena iz tesno povezanih kamenih celic (Seidemann, 1995).

Zorenje plodov poteka v dveh obdobjih. Prvo obiranje se začne v sredini oktobra in traja nekje do začetka decembra. Drugo obiranje pa se začne nekaj dni po novem letu (Soufleros in sod., 2005).

2.2.4 Uporaba navadne jagodičnice

Navadno jagodičnico so poznali in uporabljali že v davnih časih. Mnogi grški in rimski avtorji so pisali o uporabni vrednosti rastline in plodov in ji dali latinsko ime »Unum edo« (pojem samo enega) kot odraz povprečne jedilne kvalitete plodov (Nieddu in Chessa, 2000).

Plodovi navadne jagodičnice se jedo sveži, vendar se jih največkrat uporablja za proizvodnjo marmelad, džemov, sirupov. Prav tako se uporabljajo pri pripravi slaščic ter tort. Na Korziki in Sardiniji delajo iz plodov vino z 9 – 10 % alkohola, oziroma destilirano pijačo podobno brendy-jem. Zelo poznan je tudi med navadne jagodičnice, ki je zelo aromatičen in grenkega okusa (Bellini in Giordani, 1999).

Plodovi navadne jagodičnice se uporabljajo v ljudski medicini kot antiseptiki, diuretiki in odvajala, medtem ko se listi uporabljajo kot diuretiki, antiseptiki, sredstvo za strjevanje krvi, sredstvo proti driski in proti visokemu krvnemu tlaku (Baytop, 1984, cit. po Pawlowska in sod., 2006).

2.1 KEMIJSKA SESTAVA PLODOV

Sadje ima zelo zapleteno in raznovrstno kemijsko sestavo. Četudi skupino neorganskih snovi sestavljajo voda, plini (CO₂, O₂ in N₂) in rudninske snovi. V skupino organskih snovi pa spadajo sladkorji, pektinske snovi in drugi uronidi, organske kisline, amino kisline, proteini, encimi, lipidi, aromatične snovi in etilen, rastlinski pigmenti (klorofil, karotenoidi, antociani), vitamini, hormoni idr. (Gvozdenović, 1989).

2.2.5 Voda

V skupini neorganskih snovi plodu je najpomembnejša voda. Vsebnost vode je v sadju običajno od 75 do 90 % (jagoda 85 do 90 %, breskev okoli 86 %, jabolko od 84 do 86 %, smokev okoli 80 %), pri orehu, lešniku, mandlju znaša vsebnost vode okrog 12 %. Vsebnost vode v plodovih je odvisna tudi od tega, koliko vode pride v plodove tik pred

obiranjem in lahko niha tekom dne, če so temperaturna nihanja večja ali če so druge razmere neugodne. Da bi bil pridelek čim večji, moramo plodove obirati tedaj, ko je v njih največ vode. Velika vsebnost vode v plodovih pomeni, da so le ti bolj dovzetni za povečano transpiracijo, občutljivejši za otisk ter dovzetnejši za zajedavske in nezajedavske bolezni (Gvozdenović, 1989).

2.2.6 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so polihidroksi aldehidi ali polihidroksi ketoni. Ogljikove hidrate delimo v monosaharide, oligosaharide in polisaharide (Klofutar, 1993).

Monosaharidi ali enostavni sladkorji so primarni oksidacijski produkti polihidroksi alkoholov. Monosaharide delimo na aldoze in ketoze. Monosaharidi so brezbarvne kristalinične spojine sladkega okusa, ki se dobro topijo v vodi, težko v alkoholu in so netopne v etru. Vodne raztopine monosaharidov reagirajo nevtralnno. Monosaharidi pri segrevanju, kakor tudi pri dodatku koncentrirane žveplove kisline, pooglenijo (Klofutar in sod., 1998).

- Glukoza (grozdni sladkor, dekstroza) je aldoza. Nastane pri procesu fotosinteze. Najdemo jo v vseh disaharidih. Ker v nespremenjeni obliki prehaja skozi črevesno steno v kri, je učinkovit vir energije. Najdemo jo v sadju, medu idr.
- Fruktosa (sadni sladkor, levuloza) je ketoza. Je sestavina trsnega in pesnega sladkorja, najdemo jo v svežih sadežih. Je najbolj sladka med naštetimi enostavnimi sladkorji. Mikroorganizmi jo vključujejo v proces vrenja.
- Galaktoza je aldoza. Je sestavina laktoze (mlečnega sladkorja), vsebujejo jo tudi izločki žlez sluznic (mucini). Nima izrazito sladkega okusa. V presnovi se spreminja v glukozo (Schlieper in sod., 1997).

Disaharidi se dobro raztapljajo v vodi. Encimi (invertaza, laktaza, maltaza jih v telesu razgradijo na posamezne molekule monosaharidov.

- Saharoza (trsni ali pesni sladkor) je najpomembnejši disaharid. Kot rezervna snov se pogosto nahaja v plodovih, gomoljih in drugih rastlinskih delih. Pesni sladkor je po sladkosti takoj za fruktozo.
- Maltoza (sladni sladkor) nastane z razgradnjo škroba v kalečem ječmenu, ki jo omogoča encim diastaza. Maltozo lahko glive kvasovke vključijo v proces vrenja.
- Laktoza (mlečni sladkor) se nahaja v mleku. Pridobivamo jo iz sirotke. V prehrani dojenčka je zelo pomembna, saj je v prvih mesecih življenja zanj najpomembnejši in skoraj edini vir ogljikovih hidratov (Schlieper in sod., 1997).

Polisaharidi nastajajo z združevanjem številnih molekul monosaharidov, pri čemer se odceplja voda. Polisaharidi ali sestavljeni sladkorji se močno razlikujejo od monosaharidov in disaharidov. Nimajo sladkega okusa, v vodi se slabo raztapljajo ali pa so celo popolnoma netopni v vodi, glive kvasovke jih neposredno ne morejo vključiti v proces vrenja. Najpomembnejši polisaharidi so škrob, glikogen in celuloza.

- Škrob je oblika rezervnega ogljikovega hidrata pri rastlinah. Škrob v krompirju in nekaterih žitnih vrstah je sestavljen iz dveh različno zgrajenih sestavljenih

sladkorjev, iz amiloze in amilopektina. V celici se škrob s pomočjo encimov lahko razgrajuje v molekule glukoze, ki jih celica potrebuje za lastno presnovo, pridobivanje energije in izgrajevanje drugih snovi. Rastline skladiščijo škrob predvsem v podzemnih delih, v semenih in plodovih.

- Glikogen je vrsta živalskega rezervnega ogljikovega hidrata. Nastaja predvsem v jetrih iz molekul glukoze in se v jetrih ter mišicah tudi kopiči. Nahaja se tudi v gobah, glivah kvasovkah in bakterijah.
- Celuloza je ogrodna snov v celičnih stenah rastlin. Skoraj popolnoma čisto celulozo najdemo v vlaknih bombaža in bezgovem strženu. Les je zgrajen pretežno iz celuloze. Celuloza ni topna v vodi, prebavni sokovi je ne morejo razgraditi. V vodi celuloza nabrekne (Schlieper in sod., 1997).

Ogljikovi hidrati so sladkorji z nizko molekulsko maso (fruktoza, glukoza, saharoza) ali polimeri z visoko molekulsko maso (celuloza, hemiceluloza, pektinske snovi idr.). Najpogosteje zastopani sladkorji, ki jih vsebuje sadje, so fruktoza, glukoza in saharoza. Fruktoze je v sadju običajno največ, saharoze pa je precej manj od fruktoze in glukoze. Skupna količina teh treh sladkorjev se v svežih zrelih plodovih giblje od 2 do 65 % sveže mase. Drugi sladkorji, kot so maltoza, arabinoza, rafinoza in ksiloza, običajno nastanejo kot produkti razpadanja drugih snovi ter hitro izginejo. Zeleni plodovi vsebujejo povečini škrob, zreli pa fruktozo, glukozo in saharozo (Gvozdenović, 1989).

2.2.6.1 VLAKNINA

Pod pojmom prehranska vlaknina razumemo sestavine hrane rastlinskega izvora, ki jih v telesu lastni encimi človeškega želodčno – črevesnega trakta ne razgradijo. Z izjemo lignina gre za neprebavljive ogljikove hidrate, kot so celuloza, hemiceluloza, pektin ipd. Upoštevati je treba tudi škrob, ki ga amilaze ne razcepijo (rezistentni škrob). Zraven sodijo tudi neprebavljivi oligosaharidi, kot so oligofruktoze ali oligosaharidi iz družine rafinoze (rafinoza, stahioza, verbaskoza v stročnicah). Pri izbiri živil, bogatih s prehransko vlaknino, je treba upoštevati, da so učinki posameznih komponent prehranske vlaknine različni. Vir prehranske vlaknine naj bi zato bila tako polnovredna žita (pretežno netopni, bakterijsko malo razgradljivi polisaharidi) kot tudi sadje, krompir in zelenjava (pretežno topni, bakterijsko razgradljivi polisaharidi). S tem se zagotavlja ugodna porazdelitev med netopno in topno vlaknino. Kot orientacijska vrednost za vnos prehranske vlaknine velja pri odraslih količina najmanj 30 g na dan (Referenčne ..., 2004).

V novejšem obdobju, ob spoznanju nekaterih lastnosti prehranske vlaknine, jo delimo na topno prehransko vlaknino (topni pektini, gume, nekatere topne hemiceluloze) in netopno prehransko vlaknino (celuloza, lignin, netopni pektini, netopne hemiceluloze, pentozani). Topna in netopna prehranska vlaknina ima različen vpliv na človeški organizem. Tako topna prehranska vlaknina preprečujejo absorpcijo žolčnih kislin, vpliva na viskoznost črevesne vsebine, upočasnjuje absorpcijo glukoze, zniža potrebo po insulinu, pektin zniža plazemski holesterol in posredno vplivajo na sintezo holesterola v jetrih. Netopna prehranska vlaknina pa deluje na adsorpcijo žolčnih kislin, celuloza reducira aktivnosti lipaze, poveča količino izločenega blata in skrajša čas prehoda skozi prebavni trakt (Koch in sod., 1993).

2.2.7 Lipidi

Lipidov je v plodovih večine sadnih vrst manj kot 1 % sveže mase, v nekaterih sadnih vrstah pa jih je veliko. Tako je v avokadu maščob od 8 do 31,6 % sveže mase oziroma od 30 do 70 % suhe snovi, v plodovih oljke je olja od 15 do 35 % sveže mase, v deblu oljne palme od 75 do 80 % v suhi snovi, v orehu pa od 60 do 65 % v sveži snovi. V plodovih, v katerih je malo maščob, so le te pomembne, ker varujejo kutikulo in zgradbo celičnih membran. V sadju, v katerem je velika količina lipidov (maščob, olj in lipidov), se le ti kopičijo kot rezervne snovi za čas, ko bodo plodovi rasli (Gvozdenović, 1989).

Lipidi so ena izmed treh biološko najpomembnejših vrst molekul. Nahajajo se v vseh živih organizmih in igrajo pomembno vlogo tako v živalskem kakor tudi v rastlinskem svetu. Kot glavna sestavina bioloških membran lipidi ločijo celico od zunanjega sveta. Lipidi so tudi glavni vir energije za celice in delujejo v živih organizmih kot antigeni, receptorji, senzorji, električni izolatorji in kot biološki detergenti (Klofutar, 1992).

Maščoba v hrani je obenem nosilec v maščobi topnih vitaminov ter okusa in arom (Referenčne ..., 2004).

Strukturno so lipidi heterogena zmes. Med lipide uvrščamo naslednje strukturno različne snovi:

- proste karboksilne oziroma maščobne kisline,
- triacilglicerole oziroma nevtralne maščobe,
- fosfolipide,
- glikolipide,
- voske,
- terpene,
- steroide (Klofutar in sod., 1998).

Maščobne kisline vsebujejo dolgo alkilno verigo, ki vsebuje 4 do 24 ogljikovih atomov. Molekula maščobne kisline vsebuje eno samo polarno skupino, to je karboksilno skupino in dolgo nepolarno alkilno verigo. Zaradi take verige so maščobne kisline netopne v vodi. Maščobne kisline se v celicah ne nahajajo proste, ampak so vedno kovalentno vezane na glicerol. S hidrolitskimi reakcijami so doslej izolirali celo vrsto maščobnih kislin. Kisline se med seboj ločijo v dolžini alkilne skupine in v legi dvojne vezi. Vse naravne maščobne kisline vsebujejo sodo število ogljikovih atomov. Najbolj preprosti in najbolj pogosti naravni lipidi so triacilgliceroli, ki jih pogosto imenujemo maščobe, nevtralne maščobe ali trigliceridi. So estri glicerola z maščobnimi kislinami in predstavljajo glavno komponento tako imenovanih depot maščob, bodisi v rastlinskih ali živalskih celicah, niso pa vezani v membranah celic. Triacilgliceroli so nepolarne hidrofobne molekule, saj v svoji strukturi ne vsebujejo močno polarnih skupin. Triacilgliceroli nastopajo v različnih oblikah, odvisno od vrste in lege maščobne kisline, ki je estrsko vezana na glicerol (Klofutar, 1992).

Maščobam podobne snovi se od pravih maščob razlikujejo po svoji sestavi, topnost maščob in maščobam podobnih snovi pa je enaka. K maščobam podobnim snovem štejejo lecitin, kefalin (lecitin in kefalin sestavljata celične membrane, veliko ju je v možganskih in živčnih celicah), holesterol (le ta je pomembna vmesna snov, ki nastane v presnovi pri človeku, saj se lahko pretvarja v žolčne kisline, vitamin D in hormone), ergosterol (holesterolu podobna snov, ki se pod vplivom UV – žarkov sončne svetlobe zaradi sončne

energije, spreminja v vitamin D₂) ter karoten (karoten se v celicah črevesne stene spreminja v vitamin A in ga zato imenujemo tudi provitamin A) (Schlieper in sod., 1997).

Prehranske maščobe so pomembni viri energije, posebej pri večjih energijskih potrebah. Njihova energijska vrednost je mnogo večja kot pri ogljikovih hidratih in beljakovinah. Najpomembnejša komponenta prehranskih maščob so maščobne kisline. Te so lahko nasičene ali nenasičene (enkrat nenasičene ali večkrat nenasičene). Kemijska struktura maščobnih kislin vpliva na fizikalne in biokemijske lastnosti. Nasičene maščobne kisline se sicer večinoma vnašajo s hrano, lahko pa se tvorijo tudi v telesu, z lipogenezo iz glukoze. Enkrat nenasičene in večkrat nenasičene maščobne kisline se prav tako vnašajo s hrano ali se sintetizirajo iz nasičenih maščobnih kislin. Izjema so večkrat nenasičene maščobne kisline s *cis* - konfiguracijo in določenimi pozicijami dvojnih vezi. Te so esencialne, ker jih človeški organizem ne more proizvesti sam (Referenčne ..., 2004).

2.2.7.1 ESENCIALNE MAŠČOBNE KISLINE

Večkrat nenasičene maščobne kisline s *cis* - konfiguracijo in določeno pozicijo dvojnih vezi so esencialne hranilne snovi, ker jih človeški organizem ne more sintetizirati sam. Poleg $n - 6$ maščobnih kislin (linolna kislina = C 18 : 2 in iz nje tvorjene maščobne kisline z daljšimi verigami, npr. arahidonska kislina = C 20 : 4) organizem potrebuje tudi $n - 3$ maščobne kisline (α - linolenska kislina = C 18 : 3 in njeni derivati z daljšimi verigami, posebej eikozapentanojska kislina = C 20 : 5) in dokozaheksanojska kislina = C 22 : 6). Obe skupini maščobnih kislin služita za tvorbo funkcionalno pomembnih strukturnih lipidov v tkivih in regulatorskih eikozidov. Človek pa lahko sintetizira $n - 9$ maščobne kisline (npr. oleinsko = C 18 : 1) in njihove derivate z daljšimi verigami. Arahidonska kislina, eikozapentanojska kislina in dokozaheksanojska kislina so pomembne sestavine celičnih membran. Iz arahidonske kisline ($n - 6$) in eikozapentanojske kisline ($n - 3$) tvorjeni eikozanoidi vplivajo na funkcije gladkih mišic, endotelov, monocitov, trombocitov ter na vnetne imunske reakcije. Pri tem deloma učinkujejo antagonistično (Referenčne ..., 2004).

2.2.8 Beljakovine

Beljakovin je v večini sadnih plodov od 0,3 do 2 % sveže mase, plodovi nekaterih sadnih vrst pa jih vsebujejo tudi 12 do 18 % (npr. oreh, mandelj in lešnik). Četudi so beljakovine največkrat v majhnih koncentracijah, so zelo pomembne ne le kot sestavina zgradbe jedra in citoplazme, pač pa tudi encimov, ki sodelujejo v metabolizmu plodov tedaj, ko ti rastejo, se razvijajo in zorijo (Gvozdenović, 1989).

Beljakovine so visokomolekulske spojine, sestavljene iz kemijskih elementov ogljika, kisika, dušika, vodika, izjemoma pa tudi žvepla in fosforja. Beljakovine so v osnovi dolge polipeptidne verige, sestavljene iz 100 do več 1000 aminokislinskih ostankov, ki so med seboj povezane s peptidnimi verigami. Poznamo na tisoče različnih beljakovin, vendar vsaka igra vnaprej določeno vlogo, ki je zapisana v aminokislinskem zaporedju 20 različnih α - aminokislin (Nelson in Cox, 2005). Nebeljakovinske aminokisline, katerih poznamo danes več kot 900, so izolirali iz rastlin ali mikroorganizmov in so deloma

sestavni del peptidnih učinkovin (peptidni antibiotiki, toksini ipd.), so pa tudi metaboliti ali predstopnje v sintezi v živalskem organizmu (Tišler, 1991).

Prehranske beljakovine oskrbujejo organizem z aminokislinami in drugimi dušikovimi spojinami, ki so potrebne za izgradnjo telesu lastnih beljakovin in drugih metabolno aktivnih substanc. Samo za aminokislino obstajajo biokemijsko utemeljene potrebe. Vendar pa so priporočila formulirana za beljakovine, saj vnos aminokislin pri zdravem človeku poteka izključno po tej poti. Pri odraslem človeku obstajajo potrebe po devetih esencialnih aminokislinah, in sicer histidinu, izolevcinu, levcinu, lizinu, metioninu, fenilalaninu, treoninu, triptofanu in valinu. Priporočen vnos beljakovin znaša 0,8 g na kg telesne mase na dan (Referenčne ..., 2004).

2.2.9 Organske kisline

V sadju so organske kisline v celični tekočini, nevezane ali v obliki soli, estrov, glukozidov idr. Včasih je koncentracija teh kislin tako velika, da se začne kristalizacija, na primer kalcijevega oksalata v mladih plodovih. Organske kisline imajo izredno pomembno vlogo v metabolizmu plodov. Znana je na primer vloga fosfoglicerinske kisline pri fotosintezi, vloga organskih kislin, ki so pomemben vir energije pri celičnem dihanju, idr. Stopnja zrelosti plodov je pogosto povezana s količino organskih kislin ali pa z razmerjem med vsemi sladkorji in vsemi kislinami. V sadju je največ citronske in jabolčne kisline, v grozdju pa vinske kisline. Robida ima največ izocitronske kisline, agrumi pa citronske kisline. Te kisline je v agrumih od 3 do 5 %, jabolčne v jabolku od 0,3 do 0,9 %, v hruški od 0,1 do 0,5 % in v kutini od 0,85 do 1,94 % (Gvozdenović, 1989).

2.2.10 Vitamini

Vitamini sodelujejo v biokemičnih procesih izmenjave snovi v rastlinah. Rastlinski encimi so sestavljeni iz beljakovin in vitaminov ali mikroelementov (koencimov). Vitaminov je v rastlinah običajno malo. Zelo pomembni so za človeško prehrano (ker jih človekov organizem ne more ustvarjati). Če v hrani ni dovolj vitamina C, se pojavi skorbut, če pa dlje časa primanjkuje vitamina A (ki se v naravi pojavlja kot provitamin karoten), se lahko pojavi celo slepota. Vitamin E je znan kot antisterilitetni vitamin, folna kislina sodeluje pri sintezi RNA (ribonukleinska kislina), njen primankljaj pa povzroči anemičnost. Folna kislina sodi v sestavo vitaminov B – kompleksa. Je nujna za razvoj krvnih celic, za rast in za pravilno delovanje kostnega mozga. Vitamini v človeškem organizmu so sestavni del posameznih encimov. Znani so kot aktivatorji encimov. Sodelujejo pri sintezi RNA in DNA (dezoksiribonukleinska kislina) oziroma ključnih procesih, povezanih z reprodukcijo, rastjo in razvojem. Sodelujejo v procesih razgrajevanja ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin, v katerih se sprošča energija, nujna za biokemične in fiziološke procese. Vitamini spodbujajo učinek hormonov (Gvozdenović, 1989).

Preglednica 2. Pregled vitaminov v živilih (Schlieper in sod., 1997)

Vitamin	Dnevne potrebe*	Naravni viri	Način delovanja	Hipovitaminoza (avitaminoza)	Hipervitaminoza (antivitamini)
Vitamin A retinol Provitamin karoten	0,8 – 1 mg	Ribje olje, jetra, palmovo olje, jajčni rumenjaki, korenje, špinača, marelice	Pospešuje sintezo beljakovin in s tem vpliva na rast celic, sestavni del vidnega pigmenta	Poroženitev kože in sluznic, hujšanje, <u>kurja slepota</u>	Bruhanje, driska, krvavitev iz sluznic, krhkost kosti, pretirana razdražljivost,
Vitamin D kalciferol obstaja provitamin	5 µg pomanjkanje zaradi nezadostne svetlobe, nastaja v koži	Ribje olje, jetra, jajčni rumenjaki, gobe, ribe, maslo	Pospešuje resorpcijo kalcija v tankem črevesju in kopičenje kalcija v kosteh	Spremembe v okostju, <u>rahitis</u> pri otrocih, <u>osteomalacija</u> pri odraslih	Odlaganje kalcija na žilne stene v pljučih in ledvicah,
Vitamin E tokoferol	10 – 15 mg pomanjkanje ni poznano	Margarina, rastlinska olja, jetra, soja	Antioksidant, ščiti celične membrane, preprečuje nastanek prostih radikalov	Ni poznan	Pri zelo velikih odmerkih
Vitamin K filokinon	60 – 80 µg pomanjkanje ni poznano	Špinača, zelje, cvetača, jetra, ribje olje, sojino olje	Omogoča strjevanje krvi	Motnje pri strjevanju krvi	Ni poznana, <u>antivitamin dikumarol</u>
Vitamin B ₁ tiamin	1,3 – 1,6 mg pomanjkanje je pogosto	Kvas, polnozrnat izdelki, jetra, svinjsko meso, stročnice	Sestavina koencima, sodeluje pri razgradnji ogljikovih hidratov, vpliva na delovanje živčevja	Zaostajanje v rasti, hujšanje, motnje v delovanju živčevja, pešanje spomina, <u>bolezen beriberi</u>	**
Riboflavin***	1,7 – 1,8 mg	Kvas, polnozrnat izdelki, jetra, svinjsko meso, jajca, mleko	Sestavina koencimov, ki sodelujejo v presnovi	Zaostajanje v rasti, hujšanje, motnje v delovanju živčevja, <u>dermatitis</u>	**
Nikotinska kislina***	15 – 20 mg pomanjkanje je redko	Kvas, polnozrnat izdelki, jetra, meso, ribe, zelenjava	Sestavina koencimov, ki sodelujejo v presnovi	Vnetje in sprememba barve kože, vnetje sluznic, motnje v delovanju živčevja, <u>pelagra</u>	**
Folna kislina***	0,3 mg pomanjkanje je redko	Meso, polnozrnat izdelki, pšenični kalčki, zelenjava	Sestavina koencimov, ki sodelujejo v presnovi aminokislin	Vnetje sluznic, motnje v nastajanju krvi, <u>anemija</u>	**
Panto-tenska kislina***	8 – 10 mg pomanjkanje pri jemanju sulfonamidov	Skoraj v vseh živilih	Sestavina koencimov, ki sodelujejo v presnovi maščob	Zaostajanje v rasti, hujšanje, motnje v delovanju živčevja, poškodbe na koži in sluznicah	**
Vitamin B ₆	1,8 – 2,1 mg pomanjkanje je redko	Kvas, svinjsko meso, pšenični kalčki, orehi, ribe, zelenjava	Sestavina koencimov, ki sodelujejo v presnovi aminokislin	Poškodbe na koži in sluznicah, motnje v delovanju živčevja	**
Vitamin B ₁₂	3 µg pomanjkanje pri vegetarijancih	Jetra, jajčni rumenjaki, meso, ribe	Sodeluje pri sintezi ribonukleinskih kislin, omogoča nastanek eritrocitov	Zmanjšano število eritrocitov, upočasnjena delitev celic, <u>perniciозна anemija</u>	**
Vitamin C askorbinska kislina	75 – 100 mg pomanjkanje pri nezadostnem uživanju sadja in zelenjave	Sadje, zelenjava, krompir, jetra	Omogoča sintezo kolagena, sodeluje pri presnovi železa in folne kisline	Krvavitve v koži, sklepov, notranjih organih, spremembe na kosteh, zobeh, <u>skorbut</u>	**
Vitamin H biotin	0,15 mg pomanjkanje je redko	Jetra, kvas, sojina omaka, cvetača, jajčni rumenjaki, polnozrnat izdelki	Sestavina koencimov, sodeluje pri presnovi	Izguba teka, utrujenost, razdražljivost, mišična oslabelost, spremembe na koži in sluznicah	**

* Priporočljiva dnevna količina za odraslega človeka

** Hipervitaminoz pri vitaminih, topnih v vodi, ne poznamo, obstajajo pa antivitamini (razen za vitamin C)

*** Vitamin B₂

2.2.10.1 VITAMIN C

Vitamin C je leta 1928 izoliral Albert Szent – Györgi in substanco imenoval heksuronska kislina. Istočasno je C. Glen King odkril podobno substanco v kristalinični obliki v

limoninem soku. V letih 1932 – 1933 so ugotovili, da sta obe substanci identični. Spojini so dali novo ime askorbinska kislina in določili njeno molekulska formulo ($C_6H_8O_6$). Vitamin C uvrščamo v skupino vodotopnih vitaminov. Vitamin C nastane iz glukoze. Ni termično obstojen in pri daljšem segrevanju pri temperaturi 100 °C popolnoma izgubi vitaminski učinek (Klofutar in sod., 1998).

Preglednica 3. Vsebnost vitamina C (mg/100 g) v nekaterih živilih (Saxholt in Møller, 2008)

Živilo*	Vsebnost (mg/100 g)
	Povprečna vrednost
banane	14,3
breskve	6,6
brokoli	121,0
cvetača	76,8
jabolka	10,0
jagode	76,0
kivi	92,7
krompir	119,0
limone	129,0
paprika rdeča	191,0
paprika zelena	104,0
pomaranče	60,8
solata kristalka	8,1
zelje	45,8

*Podatki so podani za sveže sadje in zelenjavo.

Pod pojmom vitamin C razumemo spojine s prehodom dveh elektronov povezanega redoks sistema, ki je sestavljen iz L - askorbinske kisline, njenega monoaniona askorbata, v obliki prostega radikala kot vmesni produkt nastopajoče semidehidro-L-askorbinske kisline (askorbat) in dehidro-L-askorbinske kisline. Reverzibilnosti transferja elektronov pa ni več, če obročna struktura dehidroaskorbinske kisline ob tvorbi 2,3-dioksi-L-gulonske kisline hidrolitično razpade. Pri tem se izgubi aktivnost vitamina C (Referenčne ..., 2004).

Preglednica 4. Vsebnost L – askorbinske kisline ter dehidroaskorbinske kisline (mg/100 g) v nekaterih živilih (Saxholt in Møller, 2008)

Živilo*	Vsebnost (mg/100 g)	
	L - askorbinska kislina	Dehidroaskorbinska kislina
banane	11,0	3,3
brokoli	114,0	7,7
cvetača	68,1	8,7
solata kristalka	5,1	3,0
krompir	119	3,0
paprika rdeča	187	4,0
paprika zelena	99,1	5,0
pomaranče	52,5	8,3

*Podatki so podani za sveže sadje in zelenjavo.

Klasični stanji pomanjkanja vitamina C sta pri dojenčku Moeller-Barlowova bolezen in pri odraslem človeku skorbut. V glavnem se izražata v obliki motenj tvorbe kosti in rasti pri

otroku ter v kasnejših življenjskih obdobjih v obliki nagnjenja do krvavitev v koži, sluznicah, mišičevju in notranjih organih. V industrializiranih državah se takšna stanja pomanjkanja praktično ne pojavljajo več. V njih na nezadostno preskrbo z vitaminom C večinoma kažejo le predklinični znaki, od katerih najprej nastopi splošna utrujenost. Pridružijo se lahko zmanjšana storilnost in motnje v duševnem dobrem počutju ter počasnejše okrevanje po boleznih, neredko pa tudi dovzetnost za infekcije in slabo celjenje ran (Referenčne ..., 2004).

Najboljši viri vitamina C so sadje in zelenjava in iz njih izdelani sokovi. Posebej bogati viri so jagode rakitovca in njihov sok, rdeča in zelena paprika, brokoli, žižola, črni ribez, kosmulje, koromač in citrusi (agrumi). Količinsko pa so za preskrbo z vitaminom C pomembni tudi krompir, ohrovt, brstični ohrovt, rdeče in belo zelje, špinača in paradižnik. Dnevne vnosa 200 mg z ustrezno izbiro živil ni težko doseči (Referenčne ..., 2004).

2.2.11 Fenolne spojine

Običajno je fenolnih spojin v rastlinah okrog 1 do 2 %, le včasih tudi več, v zrelih sadežih pa do 8,5 % (Abram in Simčič, 1997).

Fenoli so aromatske spojine, ki imajo eno ali več hidrolitskih skupin vezanih neposredno na aromatsko jedro (Klofutar in sod., 1998). Pri poimenovanju spojin je v literaturi dokajšnja zmeda, zato se priporoča porazdelitev po številu ogljikovih atomov v molekuli.

- Enostavni fenoli (C_6). Niso razširjeni, včasih naletimo na zanimive derivate, npr. urušinol, ki je toksin rastline *Toxicoderndron radician* (octovec).
- Fenolne kisline ($C_6 - C_1$). V rastlinah skoraj povsod najdemo fenolne kisline, kot so vanilinska, siriginska in galna kislina, ki je običajno v polimerizirani obliki (topni tanini).
- Flavonoidi ($C_6 - C_3 - C_6$). So zelo razširjena skupina v vodi topnih fenolnih spojin. Nekateri viri navajajo, da je poznanih več kot 5000 flavonoidov. Od teh je več antocianov, katehinov, procianidov, flavonov in flavonolov. Mnogi od njih so obarvani, običajno so v vakuolah, nekatere najdemo tudi v kromoplastih in kloroplastih (Abram in Simčič, 1997).

Ekonomsko so rastlinski fenoli pomembni, ker prispevajo k okusu, vonju, barvi živil ter pijač. V naravi so fenolne spojine pomembne za zaščito rastlin pred rastlinojedci, delujejo kot kemijske signalne spojine pri cvetenju, oplojevanju in rastlinski simbiozi. V telo vsak dan vnašamo fenolne spojine s hrano, približno 1 g. Zelo verjetno vplivajo na normalno delovanje organizma (Abram in Simčič, 1997).

Fenolne spojine kažejo širok biološki učinek, kot antioksidanti, protivnetno delovanje, protialergijsko delovanje ter antibakterijske lastnosti. Antioksidativne fenolne spojine imajo preventivno vlogo pri razvoju srčnih ter rakavih obolenj. Epidemiološke raziskave so potrdile, da je pomembna korelacija med povečanim uživanjem sadja in zelenjave in zmanjšanjem tveganja za nastanek srčno - žilnih bolezni in nekaterimi vrstami rakavih obolenj (Hertog in sod., 1993; Hertog in sod., 1994; Hertog in sod., 1995; Hertog in sod., 1997).

2.2.12 Rudninske snovi

Rudninske snovi so makroelementi kalij (K), fosfor (P), kalcij (Ca), žveplo (S), magnezij (Mg), železo (Fe) in mikroelementi bor (B), mangan (Mn), cink (Zn), baker (Cu), molibden (Mo) in kobalt (Co). Makroelementi imajo pomembno vlogo v izmenjavi snovi, povečujejo pa tudi odpornost proti boleznim. Vplivajo na nastajanje beljakovin in ogljikovih hidratov ter njihove transformacije v plodovih, rast plodov, nastajanje karotenoidov (bor), pospešujejo nastajanje vitamina C in fotosintezo, zboljšujejo skladiščno sposobnost jabolk ter vplivajo na aktivnost fitohormona avksina (cink) (Gvozdenović, 1989).

Preglednica 5. Pregled elementov, povprečen dnevni vnos, naravni viri ter vloga v telesu (Paš, 2001)

Elementi	RDA / (povprečni dnevni vnos)	Naravni viri	Vloga v telesu	Posledice pomanjkanja	Posledice presežka
Bor	* 0,35 – 0,42 mg	Sir, ribe, temna listnata zelenjava, sezamovo seme	V kosteh; sodeluje pri vezavi mineralov, hormoni, estrogen in testosteron	Nespečnost, mišični krči, bolečine v kosteh in hrbtu, težave med menstruacijo in menopavzo	Interference z vezavo riboflavina in fosforja
Kalcij	1200 mg 743 mg	Sir, ribe, temna listnata zelenjava, sezamovo seme	V kosteh, zobeh, nohtih, krvi, srcu, mehkih tkivih; oblikovanje zobovja in kosti, strjevanje krvi, delovanje srca in živčevja, rast in kontrakcija mišic	Nepravilno bitje srca, nespečnost, mišični krči, živčna napetost, otroplost okončin, zobna gniloba	Nastanek ledvičnih kamnov
Krom	50 – 200 µg 25 µg	Kvas, cela semena, piščančje meso, školjke, koruzno olje, nerafiniran trsni sladkor	Nahaja se v krvi; sodeluje v metabolizmu glukoze (inzulin) in maščob, povečuje HDL holesterol	Arterioskleroza, glukoza netoleranca, diabetesu podobni simptomi	Cr ⁶⁺ deluje toksično predvsem na kožo in pljuča
Kobalt	3 – 4 µg **	Vsa temna listnata zelenjava, školjke, jetra, mleko, rdeče meso	Nahaja se v krvi; je sestavni del vitamina B12 sodeluje pri nastanku hemoglobina, sodeluje pri nastanku ščitničnega hormona	Počasna rast in razvoj	**
Baker	1,5 – 3,0 mg 1,2 mg	Goveja jetra, drobovina, školjke, suhe slive, mandlji, stročnice, temna listnata zelenjava	Nahaja se v krvi, kosteh, možganih, veznem tkivu, koži, živcih; razvoj barve las in kože, nastanek eritrocitov in hemoglobina, nastanek elastina in kolagena, sodeluje pri celjenju ran, zdravljenju	Bolezni srca in ožilja, povišan LDL holesterol, anevrizem, poškodba sten arterij, splošna oslabelost, možganske motnje, znaki prezgodnjega staranja, slabokrvnost, oslavljen imunski sistem, plešavost, počasno celjenje ran, bolečine v sklepih	Inhibicija absorpcije cinka
Flor	* **	Mleko, korenje, česen, morski sadeži	Močnejše kosti, manj zobne gnilobe	***	***
Železo	15 mg 10 mg	Banane, suhe slive, rozine, cela ržena zrna, orehi, alge, leča, drobovina, rdeče meso, ostrige, surove školjke	Nahaja se v krvi, kosteh, nohtih, koži, zobeh; nastanek hemoglobina, odpornost proti stresu in boleznim	Težave pri dihanju, lomljivi nohti, anemičnost (bledoličnost, utrujenost), zaprtje	Povečana možnost nastanka infekcij, številni toksični stranski učinki
Kalij	3500 mg 2500 mg	Zelena listnata zelenjava, banane, paradižnik, vodna kreša, cela zrna	Nahaja se v krvi, srcu, ledvicah, mišicah, živcih, koži; hitra rast, pomiritev živcev	Akne, konstantna žeja, suha koža, zaprtje, splošna oslabelost, utrujenost, poškodbe mišic, nervoja, počasno in nepravilno bitje srca, slabi refleksi	**
Jod	150 µg 250 µg	Morski sadeži, morske alge, olje iz ribjih jeter, jajčni rumenjaki, meso citrusov, česen	Nahaja se v laseh, nohtih, ščitnici, možganih, koži, zobeh; nastanek ščitničnih hormonov, fizični in mentalni razvoj, presnova (preveč maščob)	Suhi lasje, golšavost, intelektualna nezmožnost, zaostajanje v rasti, vzdražljivost, nervoja, debelost	Ni toksičen, vendar lahko povzroči nastanek aken

* Vrednost ni določena

** Ni podatka

*** Ni poznano

»se nadaljuje«

Preglednica 5. Pregled elementov, povprečen dnevni vnos, naravni viri ter vloga v telesu (Paš, 2001)
»nadaljevanje«

Elementi	RDA / (povprečni dnevni vnos)	Naravni viri	Vloga v telesu	Posledice pomanjkanja	Posledice presežka
Germanij	* **	Česen, aloa, gabez, alge, ginseng, vodna kreša	Sodeluje pri nastanku imunskih celic, antioksidant (prenos kisika do celic), omili bolečine, daje energijo	***	***
Litij	* **	Morski sadeži, morske alge	V živcih, mišicah, možganih; sodeluje pri transportu natrija	Težave z živci, duševne motnje	**
Magnezij	350 mg 329 mg	Mineralna voda, listnata zelenjava	V arterijah, kosteh, srcu, mišicah, živcih, zobeh; nastopa v več kot 300 encimskih reakcijah, sodeluje pri nastanku kosti (pretvorba vitamina D v aktivno obliko), vzdrževanje pH, vzdrževanje krvnega sladkorja	Zmedenost, težave z orientacijo, vzdražljivost, nervoja, hiter utrip, drhtavica, utrujenost	**
Mangan	2,0 – 2,5 mg 2,7 mg	Žitna zrna, oreški, špinača, pesa, brstični ohrovt, alge	V možganih, ščitnici, mlečni žlezi, mišicah, živcih; nastanek kosti in hrustanca; nastopa v metabolizmu glukoze, aktivacija encimov, rast in razmnoževanje, produkcija spolnih hormonov, tvorba sečnine, metabolizem proteinov, sinteza maščobnih kislin	Nekoordiniranost gibov (ataksija), omotica, šumenje v ušesih, oglušitev	Industrijski manganov prah, možnost pojava blaznosti
Molibden	50 – 250 µg 109 µg	Rjavi riž, proso, ajda, stročnice, listnata zelenjava, žitarice	Nahaja se v krvi; sestavni del encimov, ki nastopajo v oksidacijskih procesih	***	Putiki podobne bolezni
Natrij	0,5 g 5,0 g	Morska sol, alge, školjke, korenje, ledvice	V krvi, limfnem sistemu, želodcu, mišicah, živcih; eden izmed treh osnovnih elektrolitov v telesu, normalizira izločanje žlez	Prekomerno potenje, kronična diareja, slabost, motnje v dihanju, toplotna izčrpanost, slabša presnova ogljikovih hidratov	Zavira absorpcijo riboflavina in fosforja
Fosfor	* 1500 mg	Mlečni izdelki, žitarice, semena in oreški, jajca, ribe, perutnina	V kosteh, možganih, srcu, ledvicah; rast in obnavljanje celic, proizvodnja energije (ATP), metabolizem, kontrakcija srčne mišice, aktivnost mišic	Izguba apetita, utrujenost, nepravilno dihanje, nepravilnost v delovanju živčevja, debelost, izguba telesne mase	Izgubljanje kalcija iz telesa zaradi interakcij z metabolizmom kalcija
Selen	70 µg 108 µg	Pšenični kalčki, otrobi, česen, alge, morski sadeži	V krvi, membranah, celicah, organih, prostati, modih, jetrih; močan antioksidant, ki ščiti celične membrane pred prostimi radikali, upočasnjuje staranje kože in organov, nadzor delovanja ščitnice, stimulacija celularne imunosti	Bolezni srca, srčna kap, znaki prezgodnjega staranja, nepravilno delovanje mišic, mišični revmatizem, težave z imunskim sistemom	Toksično delovanje (primeri izgube las in nohtov)
Silicij	* 329 mg	Lanena semena, oves, oreški, semena, jabolka	V kosteh, laseh, nohtih, zobeh; pomaga pri zdravljenju, krepi imunski sistem, stabilizacija kolagena in elastina, razvoj in kalcifikacija hrustanca in vezivnega tkiva	Znaki staranja na koži, tanjšanje in izpadanje las, slab razvoj kosti, mehki ali lomljivi nohti	Pri bolnikih z Alzheimerjevo boleznijo so odkrili povečane koncentracije silicija
Vanadij	10 – 60 µg **	Ribe	Nahaja se v krvi in krvnih žilah; zavira sintezo holesterola v žilah, lastnosti podobne inulinu, stimulacija delitve in diferenciacije celic, oksidacijsko-redukcijske reakcije	Visok krvni tlak, neelastičnost arterij,	Krči, diareja
Cink	15 – 19 mg 8,6 mg	Kvasna biomasa	Nahaja se v krvi, možganih, srcu, prostati, vseh celicah; kofaktor v več kot 200 encimih, celjenje ran in opeklin, presnova ogljikovih hidratov, pravilno delovanje prostate, rast in dozorevanje spolnih organov, metabolizem vitamina B1, fosforja in proteinov, sodeluje pri rasti kosti	Zapoznala spolna zrelost, utrujenost, izguba okusa, slab apetit, daljše celjenje ran, sterilnost, zaostajanje v rasti	**

* Vrednost ni določena
** Ni podatka
*** Ni poznano

2.2.13 Rastlinski pigmenti

Rastlinski pigmenti so v kloroplastih, v »tovarni« za absorpcijo sončne energije, s pomočjo katere poteka proces fotosinteze. Od rastlinskih pigmentov je v kloroplastih največ klorofilov a in b, karotenoidov (okoli 30) in antocianov. V listih so klorofili predvsem v palisadnem in manj v plutastem tkivu. V plodovih so v kožici, ko pa so plodovi majhni in zeleni, so v parenhimu plodov. Plodovi večine sadnih vrst (npr. jabolka, hruške, breskve, banane idr.) z zorenjem izgubljajo klorofil (zeleno barvo). Iz skupine rumenih pigmentov so najpogostejši karotenoidi (v glavnem karoteni in ksantofili). V lupini agrumov sta citroksantin (vrsta karotenoida) in β - citraurin. Karoten obarva plodove z oranžno, rumeno barvo, likopen z rdečo, ksantofil pa z rumeno (npr. pri breskvi z rumenim mesom). Antociani so večinoma v celični tekočini in dajejo plodovom različno barvo (npr. jagodam in malinam – rdečo, črnemu grozdju – črno in rdeče - črno). Običajno so v kožici plodov, pri nekaterih vrstah sadja pa tudi v parenhimu (Gvozdenović, 1989).

2.2.14 Pektinske snovi

Pektinske snovi so sestavni deli primarne celične stene in srednje lamele tkiva višjih rastlin. Pektin v srednji lameli pogosto imenujemo »medcelični cement«. Pektinske snovi vsebuje tudi meristemsko lupinsko tkivo. V celičnih stenah zrelih plodov je povprečno 0,5 % pektina. V tkivih plodov najdemo pektin v treh oblikah, in sicer netopni pektin (protopektin), topni pektin in pektinsko kislino.

- Protopektin je zapletene sestave, ki ni popolnoma preučena. Sestavljen je iz galakturonske kisline, ostankov fosforjeve kisline, ostankov celuloze, sladkorja in oetne kisline idr. Od kovin sodita v njegovo sestavo kalcij in magnezij. Protopektin lahko ob navzočnosti kislin (npr. jabolčne) preide v topni pektin.
- Topni pektin je sestavljen iz v vodi topnih poligalakturonskih kislin, ki so deloma ali popolnoma zaestrene z metanolom. Pri segrevanju lahko iz teh snovi skupaj s sladkorjem in kislino nastane žele. Sposobnost želiranja raztopljenega pektina se krepi s povečevanjem molekulske mase in števila delcev, večjih od 0,2 mikrona, pa tudi s povečevanjem števila metoksilnih skupin. Če je v sadnih plodovih manj kot 0,35 do 0,40 % pektinskih snovi, tedaj želiranje ni mogoče.
- Pektinska kislina je oblika pektinske snovi, ki ne morejo želirati. Izraz pektinska kislina označuje pektinske snovi, zgrajene večinoma iz koloidnih poligalakturonskih kislin, večinoma nevezanih z metilestrskimi skupinami (Gvozdenović, 1989).

2.2.15 Kemijska sestava plodov navadne jagodičnice

Do sedaj se, kljub uporabi plodov v razne namene (marmelade, želeji,..), fizikalno-kemijskih lastnosti ni veliko raziskovalo oziroma določalo, zato se zdi pomembno, da se razišče vsaj tiste komponente, ki vplivajo na končne izdelke iz plodov navadne jagodičnice (Alarcão-E-Silva in sod., 2001).

Plodovi navadne jagodičnice vsebujejo veliko sladkorjev, od 42 do 52 % (Ayaz in sod., 2000). Plodovi so dober vir elementov, še posebej kalcija (Özcan in Haciseferogulları,

2007). V plodovih so identificirali mlečno, jabolčno, fumarično kislino ter druge, kakor tudi galno, vanilinsko in druge fenolne kisline (Ayaz in sod, 2000). Skupna vsebnost fenolnih spojin je 14,6 mg/g suhe mase plodov, od katerih je 1,01 mg/g antocianinov (Alarcão-E-Silva in sod., 2001). Tanini skupaj z ostalimi fenolnimi spojinami verjetno dajejo značilen grenek okus plodovom. Cianidin med vsemi antocianini največ prispeva k značilni rdeči barvi plodov (Proloiac in Raynaud, 1981, cit. po Pallauf in sod., 2008).

V preglednici 6 so zbrani nekateri podatki o kemijski sestavi plodov navadne jagodičnice. V tabeli so podane srednje vrednosti.

Preglednica 6. Kemijska sestava plodov navadne jagodičnice (Özcan in Haciseferogullari, 2007)

Komponenta	Vsebnost
Vsebnost vode (%)	53,72 ± 2,10
Surove beljakovine (%)	3,36 ± 0,12
Surove maščobe (%)	2,1 ± 0,10
Surova celuloza (%)	6,4 ± 1,10
Energijska vrednost (kcal/g)	327 ± 13
Pepel (%)	2,824 ± 0,124
pH	4,6 ± 0,10
Vsebnost kislin (%)	0,4 ± 0,10
Esencialne maščobne kisline (%)	0,02 ± 0,00
	Vsebnost v mg/kg
Aluminij - Al	20,11 ± 2,69
Bor - B	16,03 ± 2,12
Kalcij - Ca	4959,02 ± 150
Krom - Cr	2,41 ± 0,96
Baker - Cu	1,65 ± 0,41
Železo - Fe	12,15 ± 1,11
Kalij - K	14909,08 ± 1687
Magnezij - Mg	1315,57 ± 129,19
Mangan - Mn	4,44 ± 0,55
Natrij - Na	701,26 ± 80
Fosfor - P	3668,56 ± 0,14
Vanadij - V	16,63 ± 4,27

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL IN PLAN DELA

Pri raziskavi za diplomsko delo smo uporabili plodove navadne jagodičnice (*Arbutus unedo* L.), ki so bili nabrani v Istri novembra 2007.

Plodove smo do začetka raziskave imeli shranjene v zamrzovalniku pri $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Določali smo fizikalno – kemijsko sestavo plodov. V ta namen smo opravili naslednje fizikalno-kemijske analize:

- določanje vsebnosti vode,
- določanje vsebnosti topne suhe snovi z refraktometrom,
- določanje vsebnosti pepela,
- določanje vsebnosti posameznih elementov,
- določanje vsebnosti maščob,
- določanje vsebnosti posameznih maščobnih kislin,
- določanje vsebnosti beljakovin,
- določanje vsebnosti skupnih fenolnih spojin,
- določanje vsebnosti vlaknine,
- določanje vsebnosti skupnih kislin,
- določanje vsebnosti L-askorbinske in dehidroaskorbinske kisline (vitamin C),
- določanje vsebnosti sladkorjev.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Določanje vsebnosti vode (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip

Sušenje vzorca plodov navadne jagodičnice pri temperaturi $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ do konstantne mase.

Izvedba

V predhodno posušen (v sušilniku pri temperaturi $105\text{ }^{\circ}\text{C}$), ohlajen (v eksikatorju) ter stehšan tehtič, smo odtehtali $15 - 20\text{ g}$ ($\pm 0,1\text{ mg}$) zmletih plodov in jih sušili v sušilniku pri temperaturi $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ do konstantne mase. Po sušenju smo tehtiče z vzorcem ohladili v eksikatorju, stehštali in izračunali vsebnost vode v plodovih po enačbi (2).

Račun

$$\text{vsebnost suhe snovi (g/100 g)} = b/a \times 100 \quad \dots (1)$$

$$\text{vsebnost vode (g/100 g)} = 100 - \text{vsebnostsuhe snovi} \quad \dots (2)$$

$a = \text{odtehta vzorca (g)}$

$b = \text{masa vzorca po sušenju (g)}$

3.2.2 Določanje topne suhe snovi z refraktometrom (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip

Z refraktometrom odčitamo lomni količnik med 1,30 in 1,70 oziroma odčitamo neposredno odstotek topne suhe snovi.

Izvedba

Vsebnost topne suhe snovi plodov navadne jagodičnice smo določali z digitalnim refraktometrom proizvajalca ATAGO PR-1. Refraktometer smo predhodno umerili z destilirano vodo na 0,00 % topne suhe snovi. Nato smo senzor osušili in nanj kapnili vzorec, ki smo ga stisnili iz plodov. Na refraktometru smo odčitali vsebnost topne suhe snovi v %.

3.2.3 Določanje vsebnosti pepela (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip

Sežig vzorca plodov navadne jagodičnice pri temperaturi 550 °C.

Izvedba

V predhodno prežarjen, ohlajen in stehtan žarilni lonček smo dali 3 g ($\pm 0,1$ mg) zmletih plodov in jih sušili 1 uro pri 105 °C. Nato smo žarilni lonček z vzorcem previdno žarili nad gorilnikom do pojava konstantnega belega dima. Žarjenje smo nadaljevali v žarilni peči pri temperaturi 550 °C dokler pepel ni postal svetlo sive barve. Žarilni lonček smo ohladili v eksikatorju ter stehali in izračunali vsebnost pepela v plodovih po enačbi (3).

Račun

$$\text{vsebnost pepela (g/100 g)} = b/a \times 100 \quad \dots (3)$$

$$a = \text{odtehta vzorca (g)}$$

$$b = \text{masa pepela (g)}$$

3.2.4 Določanje vsebnosti elementov

Princip

Za določanje K, Na, Ca, Mg, Fe, P, Zn, Mn, Cr, Ni, Pb, Cd smo opravili razklop organske snovi po sežigu pri 550 °C. V nadaljevanju smo jih določali na principu atomske absorpcijske spektrometrije (Mg, Ca, Fe, Zn, Mn, Cd, Pb) in emisije (Na, K).

Izvedba

Po določitvi vsebnosti pepela smo naredili razklop pepela. Pepel smo prelili s 3 ml raztopine klorovodikove kisline 1 : 1 in 2 ml destilirane vode ter izparevali do suhega na vodni kopeli. Dodali smo 5 ml dušikove kisline 1 : 1, segrevali 15 minut in kvantitativno prenesli v 100 ml merilno bučko in dopolnili do oznake.

Magnezij, kalcij, železo, baker, cink, mangan, kadmij in svinec so bili določeni s plamensko tehniko atomske adsorpcijske spektroskopije na aparatu Perkin – Elmer 1100B. Natrij in kalij pa sta bila določena na plamenskem fotometru FLAPO 40.

Analize so bile opravljene v centru za pedologijo in varstvo okolja na oddelku za agronomijo, Biotehniške fakultete.

3.2.5 Določanje vsebnosti maščob (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip

Hidroliza vzorca s klorovodikovo kislino (HCL), filtriranje, sušenje in ekstrakcija v Soxhletovem aparatu.

Izvedba

V 250 ml čašo odtehtamo 5 g ($\pm 0,001$ g) vzorca (ki smo ga prej fino zdrobili v tarilnici s pomočjo tekočega dušika), dodamo 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane HCL ter pustimo vreti 30 minut na kuhalniku (pokrito z urnim stekelcem in po potrebi premešamo). Še vroče razredčimo z vodo, speremo urno stekelce in takoj filtriramo skozi naguban vlažen filtrirni papir. Spiramo z vročo vodo (do negativne reakcije na Cl⁻ ion). Filtrirni papir položimo na urno stekelce in sušimo 40 minut pri 105 °C.

Suh filtrirni papir z vsebino damo v ekstrakcijski tulec, pokrijemo z vato, tulec vstavimo v ekstrakcijski nastavek Soxhletovega aparata, namestimo čisto, stehtano bučko in prelijemo s topilom. Topila mora biti dovolj, da se v ekstraktorju lahko pretaka. Ekstrahiramo 4 – 6 ur, nato topilo oddestiliramo, ostanek bučke sušimo eno uro pri 105 °C, ohladimo in stehtamo ter izračunamo vsebnost maščob po enačbi (4).

Račun

$$\text{vsebnost maščobe (g/100 g)} = (b - c)/a \times 100 \quad \dots (4)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa bučke z ostankom (g)

c = masa prazne bučke (g)

3.2.6 Določanje vsebnosti posameznih maščobnih kislin

Princip

Maščobe istočasno ekstrahiramo in zaestriramo. Metilni estri so po končani reakciji prisotni le v heptanski plasti na vrhu raztopine, ki jo analiziramo na plinskem kromatografu.

Izvedba

V epruvete z navoji (Hach-ove epruvete) smo odtehtali 100 μ l raztopine internega standarda in 0,2 g homogeniziranega vzorca (zdrobljenega s pomočjo tekočega dušika). Dodali smo 300 μ l metilen klorida (CH_2Cl_2) in 3 ml 0,5 M sveže pripravljene raztopine NaOH v metanolu. Epruvete smo tesno zaprli in jih premešali. Dobro premešane vzorce smo segrevali pri 90 °C, približno 1 uro, da se nam je vzorec raztopil, in jih vmes večkrat premešali. Po segrevanju smo epruvete ohladili. Ohlajeni zmesi smo dodali 3 ml 14 % raztopine BF_3 v metanolu ter ponovno segrevali 10 minut pri 90 °C. Po končanem segrevanju smo epruvete ohladili in dodali 3 ml 10 % raztopine NaCl za povečanje ionske jakosti (lažje ločevanje vodne in heksanske faze) ter 1 ml heksana. Raztopino smo močno stresali s pomočjo mešalnika vorteks, da pride do čim boljše ekstrakcije MEMK iz vodne v nepolaro heksansko fazo. Nato smo 10 minut centrifugirali. Po centrifugiranju smo previdno odpipetirali heksansko fazo v temne penicilinke in jih shranili pri temperaturi – 20 °C do analize na plinskem kromatografu. Po končani analiz smo s pomočjo internega standarda iz kromatografskih vrhov izračunali po enačbi (5) količino posamezne maščobne kisline.

Standardi

Kot interni standard smo uporabili heptadekanojsko kislino (17:0). Natančno odtehtani količini internega standarda smo dodali mešanico metanola in heptana.

Plinski kromatogram

Plinski aparat:	Agilent Technologies 689 N
Kolona:	SUPELCO – SPB PUFA, 30 m \times 0,25 mm \times 0,2 μ m
Detektor:	FID
Temperatura kolone:	210 °C
Temperatura detektorja:	260 °C
Temperatura injektorja:	250 °C (split 1:100)
Tlak na injektorju:	31,6 psi
Nosilni plin:	He
Pretok He:	1 ml/min
Pretok N ₂ :	45 ml/min
Pretok H ₂ :	40 ml/min
Pretok zraka:	450 ml/min
Volumen injiciranja:	1,0 μ l
Program za obdelavo podatkov:	GC Chem Station

Račun

$$C \text{ (mg/100g)} = (A_i \times F_{Ai} \times m_{is} \times 100 / A_{is} \times F_{Ais} \times m_{vz}) \quad \dots (5)$$

C = vsebnost posamezne maščobne kisline (mg/100 g)

A_i = površina vrha posamezne maščobne kisline

F_{Ai} = koeficient posamezne maščobne kisline

m_{is} = masa internega standarda (g)

A_{is} = površina vrha internega standarda

F_{Ais} = koeficient internega standarda

m_{vz} = masa vzorca (g)

3.2.7 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip

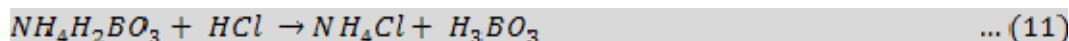
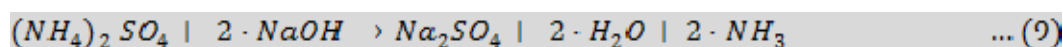
Metoda temelji na določanju beljakovin neposredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, prisoten v živilu, beljakovinski). Za preračunavanje dušika v beljakovine uporabljamo ustrezne faktorje; enačba (6) in (7).

$$\text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} = \text{vsebnost N (g/100 g)} \times F \quad \dots (6)$$

$$F = \text{empirični faktor} = 100 / (\text{vsebnost N v beljakovini živila}) \quad \dots (7)$$

Vzorec razklopimo z mokrim sežigom s pomočjo kisline (H_2SO_4), katalizatorja in visoke temperature. Z destilacijo z vodno paro ob dodatku močne baze sprostimo NH_3 , ki ga lovimo v prebitek borne kisline in nato titriramo amonijev borat s standardno klorovodikovo kislino.

Kemizem



Združimo enačbi (10) in (11).



Izvedba

V sežigno epruveto damo zmlate plodove navadne jagodičnice in 2 tableti bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane H_2SO_4 . Epruvete postavimo v stojalo in pokrijemo s

steklenimi zvonci. Vse skupaj postavimo v ogreto enoto za razklop (Digestion Unit), kjer je temperatura 370 °C. Z vodno črpalko odvajamo zdravju škodljive hlapne pare preko enote imenovane Scrubber, kjer se del hlapov utekočini, preostanek se nevtralizira v približno 15 % raztopini NaOH in končno vodi prek aktivnega oglja.

Vzorec v epruveti ohladimo na sobno temperaturo. Epruveto postavimo v destilacijsko enoto (Distillation Unit), kjer poteče doziranje 50 ml destilirane vode in 70 ml baze (NaOH) v vzorec. V destilacijsko predložko se dozira 60 ml borne kisline (H₃BO₄). Nato se začne uvajati para v vzorec.

Raztopino nastalega amonborata titriramo v predložki z 0,1 M HCl do vrednosti pH 4,65. Titracija poteče avtomatsko po vnosu odtehte vzorca v titracijsko enoto (Titrino). V končni točki se zabeleži poraba kisline, iz katere se izračuna vsebnost dušika v vzorcu, ter odstotek beljakovin v vzorcu (uporabi se splošni empirični faktor za preračun dušika v beljakovine, ki je enak 6,25) po enačbi (13).

Račun

$$\text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} = \frac{\text{ml 0,1 M HCl} \times 1,4 \times f}{\text{mg (odtehta)}} \times 100 \times 6,25 \quad \dots (13)$$

f = faktor molarnosti HCl

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl za vzorec . poraba ml 0,1 M HCl za slepi poskus

1,4 = ekvivalent (1 ml 0,1 M HCl 1,4 mg N

6,25 = empirični faktor za preračun dušika v beljakovine

3.2.8 Določanje vsebnosti skupnih fenolnih spojin po Singletonu in Rossiju (Košmerl in Kač, 2004)

Princip

Fenolne spojine absorbirajo predvsem svetlobo UV spektra in vidnega spektra. Zato lahko odčitano vrednost absorbance pri primerni valovni dolžini uporabimo za oceno koncentracije skupnih fenolov, skupnih antocianov, obarvanih antocianov, deleža antocianov v obarvani obliki, skupnih hidroksimetnih kislin in ekvivalenta kavne kisline.

Za določanje koncentracije skupnih fenolnih snovi dodamo v vzorec Folin – Ciocalteujev reagent, ki v alkalni raztopini (dodatek natrijevega karbonata) oksidira fenolne snovi. Reagent Folin – Ciocalteu je vodna raztopina natrijevega volframata (VI), natrijevega molibdata (VI) in litijevega sulfata (VI), slednji prepreči obarjanje Folin – Ciocalteujevega reagenta. Dodatek natrijevega karbonata je potreben za alkalnost reakcijske zmesi. Redukcija volframata (VI) in molibdata (VI) poteče le v prisotnosti fenolatnega aniona. Raztopina, ki vsebuje reducirani volframat (VI) in ali molibdat (VI), je modro obarvana, medtem ko je raztopina nereducirane oblike rumene barve. Absorbanco reakcijske mešanice izmerimo pri valovni dolžini 765 nm. Masno koncentracijo skupnih fenolnih spojin odčitamo iz umeritvene krivulje in rezultat izrazimo kot mg galne kisline/l.

Izvedba

Standardne raztopine galne kisline

Iz osnovne raztopine galne kisline pripravimo z ustreznim razredčevanjem matične standardne raztopine galne kisline: v 100 ml merilne bučke odpipetiramo od 0 do 10 ml osnovne raztopine galne kisline, dopolnimo do oznake z deionizirano vodo ter premešamo.

Iz vsake merilne bučke odpipetiramo po 1 ml standardne raztopine v 100 ml merilno bučko, dodamo približno 60 ml deionizirane vode, raztopino premešamo in dodamo 5 ml razredčenega Folin – Ciocalteujevega reagenta. Raztopino dobro premešamo in po 30 sekundah dodamo 15 ml 20 % raztopine natrijevega karbonata. Premešamo in dopolnimo do oznake z deionizirano vodo. Raztopino pustimo stati točno 2 uri pri temperaturi 20 °C. Po tem času vsebino merilne bučke še enkrat premešamo, prenesemo v 10 mm kivete in izmerimo absorbanco proti slepemu vzorcu pri valovni dolžini 765 nm.

Preglednica 7. Standardne raztopine galne kisline

Oznaka bučke	Končna koncentracija galne kisline v standardni raztopini (mg/l)	Absorbanca ($\lambda = 765$ nm)
0	0	0,000
1	50	0,055
2	100	0,110
3	150	0,168
4	250	0,260
5	500	0,502

Enačba (14) je enačba premice umeritvene krivulje za določanje skupnih fenolnih spojin.

$$y = 0,001 \times x \quad (R^2 = 0,9976) \quad \dots (14)$$

Za določanje vzorcev smo odtehtali 5 g ($\pm 0,001$ g) vzorca (zdrobljenega s pomočjo tekočega dušika). Dodali smo 10 g vode, pustili ekstrahirati in centrifugirali. Odpipetirali smo 1 ml vzorca in dodali 60 ml deionizirane vode. Vzorec smo razredčili v razmerju 1 : 10 in postopali naprej enako kot pri umeritveni krivulji.

3.2.9 Določanje vsebnosti prehranske vlaknine (modificirana encimsko gravimetrična metoda po Prosky-ju) (Prosky in sod., 1994)

Princip

Encimska razgradnja škroba in beljakovin, filtracija in gravimetrična določitev ostanka vlaknine. S to metodo določamo skupno, topno in netopno prehransko vlaknino.

Izvedba

V erlenmajerico odtehtamo 1 g ($\pm 0,0001$ g) vzorca ter dodamo 50 ml fosfatnega pufru pH 6,0.

Z mikropipeto dodamo 50 μ l termostabilne α – amilaze, dobro premešamo, pokrijemo s folijo in inkubiramo na vreli vodni kopeli 30 minut, od trenutka ko raztopina doseže 90 °C. Raztopino ohladimo na sobno temperaturo in naravnamo pH na 7,5 z dodajanjem 0,287 M NaOH.

Z mikropipeto dodamo 50 μ l encima proteaze, dobro premešamo, pokrijemo z alu-folijo in med stalnim stresanjem inkubiramo 30 minut pri 60 °C. Čas inkubacije začnemo meriti, ko raztopina v erlenmajerici doseže 60 °C. Ohladimo na sobno temperaturo in naravnamo pH na 4,5 z dodajanjem 0,329 M H₃PO₄.

Dodamo 150 μ l encima amiloglukozidaze, dobro premešamo, pokrijemo z alu-folijo in med stalnim stresanjem inkubiramo 30 minut pri 60 °C. Čas inkubacije začnemo meriti, ko raztopina doseže 60 °C. Nato raztopino prefiltriramo skozi stehtan in s filtrirnim papirjem obložen filtrirni lonček G1. Postopek za določanje topne in netopne vlaknine poteka ločeno.

Netopna prehranska vlaknina

Ostane v filtrirnem lončku speremo 2 krat s po 10 ml destilirane vode, odvzamemo filtrat in spiramo še s po 20 ml etanola, acetona in etra. Filtrirne lončke posušimo na zraku in nato sušimo še v termostatu pri 105 °C približno 1 uro. Po ohladitvi v eksikatorju stehtamo filtrirni lonček in ostanek. Če od te mase odštejemo maso praznega filtrirnega lončka s filtrirnim papirjem, dobimo maso netopne vlaknine.

Topna prehranska vlaknina

Filtrat v presesalni buči skupaj z izpiralno vodo prenesemo v erlenmajerico, dodamo etanol (96 %) v prebitku (280 ml, segret na 60 °C, pri čemer volumen alkohola izmerimo pred segrevanjem) in pustimo obarjati 1 uro. Po obarjanju raztopino prefiltriramo skozi stehtan filtrirni lonček G1, ki smo ga v notranjosti obložili s filtrirnim papirjem. Spiramo s po 20 ml etanola, acetona in etra, posušimo na zraku in nato v termostatu 1 uro pri 105 °C. Ohladimo v eksikatorju in stehtamo. Če od te mase odštejemo maso praznega filtrirnega lončka s filtrirnim papirjem, dobimo maso ostanka topne vlaknine.

Določanja pepela prehranske vlaknine

Filtrirni papir s sedimentom (ostanek netopne vlaknine) iz dveh vzporednih določitev, prenesemo v stehtan žarilni lonček, ga sežgemo na grelni plošči in žarimo v žarilni peči 5 ur pri 525 °C. Ohladimo v eksikatorju in stehtamo. Če od te mase odštejemo maso praznega žarilnega lončka, dobimo maso pepela.

Določanje beljakovin v ostanku netopne vlaknine

Iz drugih dveh vzporednih določitev določimo delež beljakovin z metodo po Kjeldahlu.

Postopek je opisan pod točko 3.2.5

Račun

$$\text{vsebnost netopne vlaknine (g/100 g)} = \frac{b - c - d}{a} \times 100 \quad \dots (15)$$

a = masa vzorca (odtehta)

b = masa ostanka netopne vlaknine

c = masa pepela v netopnem ostanku

d = masa beljakovin v netopnem delu

$$\text{vsebnost topne vlaknine (g/100 g)} = \frac{b}{a} \times 100 \quad \dots (16)$$

a = masa vzorca (odtehta)

b = masa ostanka topne vlaknine

3.2.10 Določanje skupnih kislin (AOAC 942.15, 2005)

Princip

Potenciometrična titracija (do pH 8,2), titracija z indikatorjem fenolftalein oziroma lakmusom.

Izvedba

Vzorec smo zmleli s pomočjo kuhinjskega mešalnika in ga razredčili z vodo v razmerju 1:10. Vzorec smo izluževali približno 30 minut in ga filtrirali preko filtrirnega papirja. Vzeli smo 5 ml razredčenega vzorca, dodali poljubno količino destilirane vode ter nekaj kapljic indikatorja in titrirali z 0,1 M NaOH do preskoka v rožnato barvo oziroma do pH 8,2.

V vzorcu je prisotnih več različnih kislin, ki jih s to metodo ne moremo ločeno ugotavljati. Zaradi tega preračunavamo rezultat v tisto kislino, ki jo je v vzorcu največ.

Račun

$$\text{vsebnost kislin (g/kg)} = \frac{a \times f \times R \times E}{10\,000} \quad \dots (17)$$

a = poraba ml 0,1 M NaOH

f = faktor korelacije normalitete 0,1 M NaOH

R = razredčitev vzorca

E = gramekvivalent kisline, ki se titrira z 0,1 M NaOH

3.2.11 Določanje sladkorjev s HPLC metodo

Izvedba

Že pripravljene vzorce za določanje askorbinske kisline (glej točko 3.2.10) smo vzeli še za določanje sladkorjev s HPLC metodo.

Standardi

Za fruktozo in glukozo smo uporabili standarde proizvajalca Kemika.

Preglednica 8. Standardne raztopine glukoze

Glukoza	Koncentracija mg/l	Površina
SG1	0,5	5,25
SG2	1,5	15,71
SG3	5	50,84
SG4	7,5	76,64
SG5	15	152,41

Preglednica 9. Standardne raztopine fruktoze

Fruktoza	Koncentracija mg/l	Površina
SF1	0,5	5,15
SF2	1,5	15,44
SF3	5	50,32
SF4	7,5	75,41
SF5	15	150,33

Kromatografski pogoji

Gradientna črpalka:	Maxi Star, Knauer
Kolona:	Aminex HPX – 87 H, 300 x 7,8 mm; Bio Rad
Mobilna faza:	0,004 M H ₂ SO ₄
Pretok mobilne faze:	0,6 ml/min
Volumen iniciranja:	20 µl
Detektor:	RI DETECTOR K-2301, Knauer

Račun

Koncentracija sladkorjev v vzorcih je bila izračunana s primerjavo dobljenih površin in s primerjavo površin standardov naših raziskovanih snovi (glukoza, fruktoza).

3.2.12 Vsebnosti L – askorbinske kisline s HPLC metodo (Plestenjak in Golob, 2000)

Princip

Stabilizacija L – askorbinske kisline z metafosforno kislino ter določitev vsebnosti vitamina C z uporabo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (Plestenjak in Golob, 2000).

Izvedba

Iz treh paralelk homogeniziranih vzorcev, ki smo jih predhodno odtalili, smo vzeli 4 paralelke vzorcev in jih prelili v epice, po približno 1,5 ml vzorca v vsako ter jih centrifugirali 15 minut pri 16,1 rpm/rcf (Eppendorf centrifuga 5415D). Po centrifugiranju smo supernatant prefiltrirali skozi filter (0,45 μ m) v 3 vial. Zaradi prevelike količine vitamina C smo vzorec razredčili z metafosforno kislino v razmerju 1:10 (1 ml vzorca : 9 ml HPO₃).

Priprava standardnih raztopin askorbinske kisline

Zatehtali smo 0,2006 g L (+) – askorbinske kisline (proizvajalec Kemika) v 25 ml bučko in dopolnili do oznake z 2 % raztopino metafosforne kisline (5 g HPO₃ v 250 ml bučko in dopolnili do oznake z dvakrat destilirano vodo).

Preglednica 10. Standardne raztopine askorbinske kisline

Askorbinska kislina	Masa askorbinske kisline (g)	Koncentracija (mg/l)
S1AA	0,5	5,015
S2AA	2	20,060
S3AA	5	50,150
S4AA	10	100,300
S5AA	20	200,600

Po končani kromatografski ločbi dobimo kromatogram. Iz znanih površin kromatografskega vrha L – AK za standardne raztopine L – AK, njihovih koncentracij in površin kromatografskih vrhov, ki jih dobimo pri analizi vzorcev plodov navadne jagodičnice, izračunamo koncentracijo vitamina C v plodovih.

Kromatografski pogoji

Gradientna črpalka:	Maxi Star, Knauer
Kolona:	Aminex HPX – 87 H, 300 x 7,8 mm; Bio Rad
Mobilna faza:	0,004 M H ₂ SO ₄

Pretok mobilne faze: 0,6 ml/min
Volumen iniciranja: 20 µl
Detektor: UV – VIS, 245 nm, Knauer

Račun

$$\text{vsebnost L - askorbinske kisline (mg/100g)} \\ = \frac{c \times (a + b) \times R}{a \times 10} \quad \dots (18)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa HPO_3 (g)

R = razredčitev vzorca

c = koncentracija AK v raztopini (mg/l) – izračunano iz umeritvene krivulje

3.2.13 Določanje vsebnosti L - askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline (vitamina C) s HPLC metodo

Princip

Dehidroaskorbinska kislina skupaj z askorbinsko kislino predstavlja vitamin C, saj se v telesu v oksido-redukcijskih reakcijah reverzibilno pretvarjata (Poredoš, 2006).

Izvedba

Iz treh paralelk homogeniziranih vzorcev, ki smo jih predhodno odtalili, smo vzeli 4 paralelke vzorcev in jih prelili v epice, po približno 1,5 ml vzorca v vsako ter jih centrifugirali 15 minut pri 16,1 rpm/rcf (Eppendorf centrifuga 5415D). Po centrifugiranju smo supernatant prefiltrirali skozi filter (0,45 µm) v 6 vial. Zaradi prevelike količine vitamina C smo vzorec razredčili z metafosforno kislino v razmerju 1:10 (2 ml vzorca : 18 ml HPO_3). Vzeli smo 400 µl razredčenega ekstrakta in dodali 800 µl TCEP reagenta. V 15 ml plastično centrifugirko mo zatehtali 34,4 mg TCEP in raztopili v 12 ml 2 % MFK. Vse skupaj smo dobro premešali. Na ta način smo določili skupno vsebnost DHA (dehidroaskorbinska kislina) + AK (askorbinska kislina). V druge vial smo dodali 800 µl 2 % MFK in 400 µl razredčenega ekstrakta. Na ta način smo določili askorbinsko kislino. Skupno vsebnost (DHA + AK) smo izračunali po enačbi (19), vsebnost AK smo izračunali po enačbi (20) in vsebnost DHA po enačbi (21).

Priprava standardnih raztopin askorbinske kisline

Uporabili smo standardne raztopine, opisane pod točko 3.2.12.

Račun

$$\text{dehidroaskorbinska kislina + L - askorbinska kislina (mg/100g)} \\ = \frac{c \times (a + b) \times R}{a \times 10} \quad \dots (19)$$

$a =$ odtehta vzorca (g)
 $b =$ masa HPO_3 (g)
 $R =$ razredčitev vzorca
 $c =$ koncentracija DHA + AK v raztopini (mg/l) – izračunano iz umeritvene krivulje

$$L - \text{askorbinska kislina (mg/100g)} \\ = \frac{c \times (a + b) \times R}{a \times 10} \quad \dots (20)$$

$a =$ odtehta vzorca (g)
 $b =$ masa HPO_3 (g)
 $R =$ razredčitev vzorca
 $c =$ koncentracija AK v raztopini (mg/l) – izračunano iz umeritvene krivulje

$$\text{dehidroaskorbinska kislina (mg/100g)} \\ = \text{DHA} + \text{AK (mg/100 g)} - \text{AK (mg/100 g)} \quad \dots (21)$$

3.2.14 Statistična analiza

Dobljene rezultate smo statistično obdelali z računalniškim programom Microsoft Excel 2007. Izračunali smo parametre opisne statistike: povprečje, minimum, maksimum, standardni odklon ter koeficient variabilnosti.

Povprečna vrednost ali aritmetična sredina

To povprečje je najpogosteje uporabljena srednja vrednost. Aritmetična sredina, enačba (22), ali povprečje je vsota vseh vrednosti deljena s številom enot v vzorcu. Primerna je za številske, približno normalno porazdeljene spremenljivke (Ferligoj, 1997).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots (22)$$

$x_i =$ posamezna vrednost številske spremenljivke x
 $n =$ število enot v vzorcu

Aritmetična sredina je postavljena tako, da je vsota vseh odklonov enaka 0 (Košmelj, 2001).

Standardni odklon ali standardna deviacija

Varianca, enačba (23) je osnovna mera razpršenosti podatkov okoli aritmetične sredine. Opredeljena je na osnovi vsote kvadriranih odklonov od aritmetične sredine. Če imamo podatke iz vzorca in ne iz celotne populacije, izračunamo vzorčno varianco (Košmelj, 2001).

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \dots (23)$$

x_i = posamezna vrednost številske spremenljivke x

\bar{x} = aritmetična sredina

n = število enot v vzorcu

$$SD = \sqrt{s^2} \quad \dots (24)$$

Vzorčni standardni odklon (SD), enačba (24), je kvadratni koren iz vzorčne variance (Ferligoj, 1997). Standardni odklon ima iste merske enote kot spremenljivka (Košmelj, 2001).

Koeficient variacije ali variabilnosti

Relativne mere variabilnosti omogočajo primerjavo variabilnosti različnih spremenljivk. Najpomembnejša relativna mera variabilnosti je koeficient variacije (KV). Koeficient variacije, enačba (25), meri, kolikšen odstotek aritmetične sredine predstavlja standardni odklon (Košmelj, 2001).

$$KV \% = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100 \quad \dots (25)$$

SD = standardni odklon

\bar{x} = aritmetična sredina

Koeficient variacije je relativna mera variabilnosti in omogoča medsebojno primerjavo variabilnosti različnih spremenljivk (Košmelj, 2001).

Pearsonov koeficient korelacije (ρ)

Koeficient korelacije je merilo stopnje povezanosti med opazovanima spremenljivkama, ki sta med seboj povezani, vendar ne nujno odvisni ena od druge. Koeficient korelacije lahko zavzame vrednosti v intervalu [-1, 1]. Če se z večanjem vrednosti prve spremenljivke večajo vrednosti tudi druge spremenljivke, gre za pozitivno povezanost. Tedaj je koeficient korelacije pozitiven in blizu 1. Če pa se z večanjem vrednosti prve spremenljivke vrednosti druge spremenljivke manjšajo, gre za negativno povezanost. Koeficient korelacije je tedaj negativen in blizu -1. Če ne gre za pozitivno in ne za negativno povezanost, rečemo, da spremenljivki nista povezani in koeficient korelacije je blizu 0. Koeficient korelacije je enak razmerju med kovarianco (C_{xy}), ki jo izračunamo po enačbi (27) in zmnožkom standardnih odklonov obeh spremenljivk x in y (SD_x in SD_y), kot je prikazano v enačbi (26) (Ferligoj, 1997).

$$\rho = \frac{C_{xy}}{SD_x \times SD_y} \quad \dots (26)$$

SD_x, SD_y = standardni odklon spremenljivk x in y
 C_{xy} = kovarianca

$$C_{xy} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y}) \quad \dots(27)$$

Koeficient determinacije (R^2)

Koeficient determinacije je merilo povezanosti in izraža odstotek variabilnosti odvisne številske spremenljivke, ki je pojasnjen z regresijskim modelom (Košmelj, 2001). Koeficient determinacije je definiran na intervalu [0, 1]. V primeru linearne regresijske odvisnosti je determinacijski koeficient enak kvadratu Pearsonovega koeficienta korelacije (Ferligoj, 1997).

$$R = \rho^2 \quad \dots(28)$$

ρ = korelacijski koeficient

4 REZULTATI

4.1 VSEBNOST VODE, TOPNE SUHE SNOVI IN PEPELA V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Plodovom navadne jagodičnice smo najprej s sušenjem določili vsebnost vode, ker smo v nadaljnjih raziskavah podajali nekatere rezultate preračunane na suho snov. Vsebnost vode smo določevali v treh paralelkah.

Sok iz zmletih plodov smo kapnili direktno na refraktometer s pomočjo stiskalnice. Refraktometer smo prej umerili z destilirano vodo na vrednost 0. Na refraktometru smo odčitali vsebnost topne suhe snovi v %. Merjenje je potekalo v 2 paralelkah.

Vsebnost pepela smo določali z žarjenjem zmletega vzorca plodov navadne jagodičnice.

Preglednica 11. Vsebnost vode, topne suhe snovi ter pepela v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)

Paralelka	Vsebnost (g/100 g)		
	Voda	Topna suha snov	Pepel
P1	42,23	21,10	0,48
P2	48,32	21,00	0,50
P3	49,42		0,46
Povprečno (%)	46,66 ± 3,88	21,05 ± 0,07	0,48 ± 0,02
Koeficient variabilnosti (%)	8,31	0,33	3,77

Eksperimentalno smo ugotovili, da plodovi navadne jagodičnice vsebujejo v povprečju 53,34 g/100 g sušine oziroma 46,66 g/100 g vode. Razlika v vsebnosti vode, med paralelkami, se je verjetno pojavljala zaradi različne zrelosti plodov.

Z refraktometrom smo določili, da je povprečna vsebnost topne suhe snovi v plodovih navadne jagodičnice 21,05 g/100 g.

Določili smo, da je povprečna vsebnost pepela v plodovih navadne jagodičnice 0,48 g/100 g.

4.2 VSEBNOST ELEMENTOV V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Elemente smo določali v plodovih navadne jagodičnice in rezultat podali kot vsebnost elementov v mg na 100 g svežega vzorca. Določali smo jih z atomsko absorpcijsko

spektroskopijo razen Na in K, ki sta bila določena s plamensko fotometrijo in P, ki je bil določen spektrofotometrično.

Preglednica 12. Vsebnost elementov v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g)

Elementi	Paralelka			Povprečno (mg/100 g)	Koefficient variabilnosti (%)
	P1	P2	P3		
K	115,61	109,64	130,59	118,61 ± 10,79	9,1
Na	22,14	20,87	18,89	20,63 ± 1,64	7,94
Ca	30,61	44,05	33,48	36,05 ± 7,08	19,64
Mg	9,28	11,10	8,62	9,66 ± 1,28	13,27
Fe	1,24	1,36	1,26	1,29 ± 0,06	4,99
P	18,56	23,19	18,23	19,99 ± 2,77	13,86
Zn	0,39	0,56	0,40	0,45 ± 0,10	21,65
Mn	< 0,98	< 0,99	< 0,99	< 0,99 ± 0,01	1,00
Cr	< 0,98	< 0,99	< 0,99	< 0,99 ± 0,01	1,00
Ni	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10 ± 0,00	1,00
Pb	< 1,30	< 1,32	< 1,32	< 1,32 ± 0,01	1,00
Cd	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10 ± 0,00	1,00

V preglednici 12 so podane povprečne vsebnosti 12 mineralov v plodovih navadne jagodičnice. Iz preglednice je razvidno, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice med vsemi analiziranimi elementi največ kalija (118,61 mg/100 g) ter najmanj niklja in kadmija (< 0,1 mg/100 g).

4.3 VSEBNOST SKUPNIH MAŠČOB V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Vsebnost skupnih maščob v vzorcih smo določali z ekstrakcijo po Soxhletu, kjer smo kot topilo uporabili petroleter.

Preglednica 13. Vsebnost maščob v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)

Paralelka	Vsebnost maščob (g/100 g)
P1	0,47
P2	0,38
Povprečna vsebnost maščob (g/100 g)	0,43 ± 0,06
Koefficient variabilnosti (%)	14,97

Povprečna vsebnost skupnih maščob je bila 0,43 g/100 g.

4.4 VSEBNOST IN DELEŽI POSAMEZNIH MAŠČOBNIH KISLIN V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Maščobne kisline smo določili kot metilne estre s pomočjo plinske kromatografije.

V preglednici 14 so predstavljene povprečne vrednosti rezultatov maščobnokislinske sestave plodov navadne jagodičnice z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.

Preglednica 14. Vsebnost posameznih maščobnih kislin v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g)

Paralelka	Palmitinska kislina C16:0	Oleinska kislina C18:1	Linolna kislina C18:2	α -linolenska kislina C18:3
P1	51,0	50,2	98,0	102,3
P4	49,1	36,7	85,0	74,3
P5	49,9	32,7	93,4	74,0
Povprečno (mg/100 g)	50,0 \pm 1,0	39,9 \pm 9,2	92,1 \pm 6,6	83,5 \pm 16,3
Koeficient variabilnosti (%)	1,9	23,0	7,2	19,5

V preglednici 15 so predstavljeni podatki o deležih (utežni %) posameznih maščobnih kislin glede na vse analizirane maščobne kisline v plodovih navadne jagodičnice.

Preglednica 15. Delež posameznih maščobnih kislin v skupnih maščobah plodov navadne jagodičnice (utežnih %)

Paralelka	Palmitinska kislina C16:0	Oleinska kislina C18:1	Linolna kislina C18:2	α -linolenska kislina C18:3
P1	16,9	16,6	32,5	33,9
P4	20,0	15,0	34,7	30,3
P5	20,0	13,1	37,4	29,6
Povprečno (%)	19,0 \pm 1,8	14,9 \pm 1,8	34,8 \pm 2,4	31,3 \pm 2,3
Koeficient variabilnosti (%)	9,4	11,8	7,0	7,4

Kot je razvidno, vsebujejo plodovi navadne jagodičnice največji delež linolne kisline (34,8 %) ter α – linolenske kisline (31,3 %), manj je palmitinske kisline (19,0 %) ter oleinske kisline (14,9 %).

4.5 VSEBNOST BELJAKOVIN V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Vsebnost beljakovin v plodovih navadne jagodičnice smo določali po Kjeldahlu.

Preglednica 16. Vsebnost beljakovin v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)

Paralelka	Vsebnost beljakovin (g/100 g)
P1	0,82
Povprečno beljakovin (g/100 g)	0,82

Povprečna vsebnost beljakovin je 0,82 g/100 g.

4.6 VSEBNOST SKUPNIH FENOLOV V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Fenolne spojine smo iz plodov navadne jagodičnice ekstrahirali z etanolom. V ekstraktih smo nato spektrofotometrično določili vsebnost fenolnih spojin. Po metodi Singletona in Rossija (opisano v točki 3.2.6) smo izdelali umeritveno krivuljo.

Iz enačbe premice smo izračunali koncentracijo skupnih fenolnih snovi, izraženo kot mg galne kisline na liter vzorca.

Preglednica 17. Vsebnosti skupnih fenolnih spojin (g/100 g)

Paralelka	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (g/100 g)
P1	0,59
P2	0,58
P3	0,59
Povprečna vsebnost fenolnih spojin (g/100 g)	0,59 ± 0,01
Koeficient variabilnosti (%)	0,98

Povprečna vsebnost skupnih fenolnih spojin je 0,59 g/100 g.

4.7 VSEBNOST PREHRANSKE VLAKNINE

Vsebnost vlaknine v vzorcih navadne jagodičnice smo določali po modificirani encimsko gravimetrični metodi po Prosky-ju. Določanje vlaknine smo opravili v šestih ponovitvah.

Preglednica 18. Vsebnosti vlaknin v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)

Paralelka	Vsebnost (g/100 g)		
	Netopne vlaknine	Topne vlaknine	Skupne vlaknine
P1	15,22	4,12	19,34
P2	13,93	4,53	18,45
P3	12,80	5,22	18,03
P4	14,91	4,09	19,00
P5	13,93	4,02	17,96
P6	15,03	3,17	18,20
Povprečno (g/100 g)	14,30 ± 0,92	4,19 ± 0,67	18,49 ± 0,56
Koeficient variabilnosti (%)	6,46	16,06	3,03

V vzorcu smo določili 18,49 g/100 g skupne vlaknine, 14,30 g/100 g netopne vlaknine ter 4,19 g/100 g topne vlaknine.

4.8 VSEBNOST SKUPNIH KISLIN V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Vsebnost skupnih kislin v vzorcu smo določili s potenciometrično titracijo z indikatorjem fenolftalein.

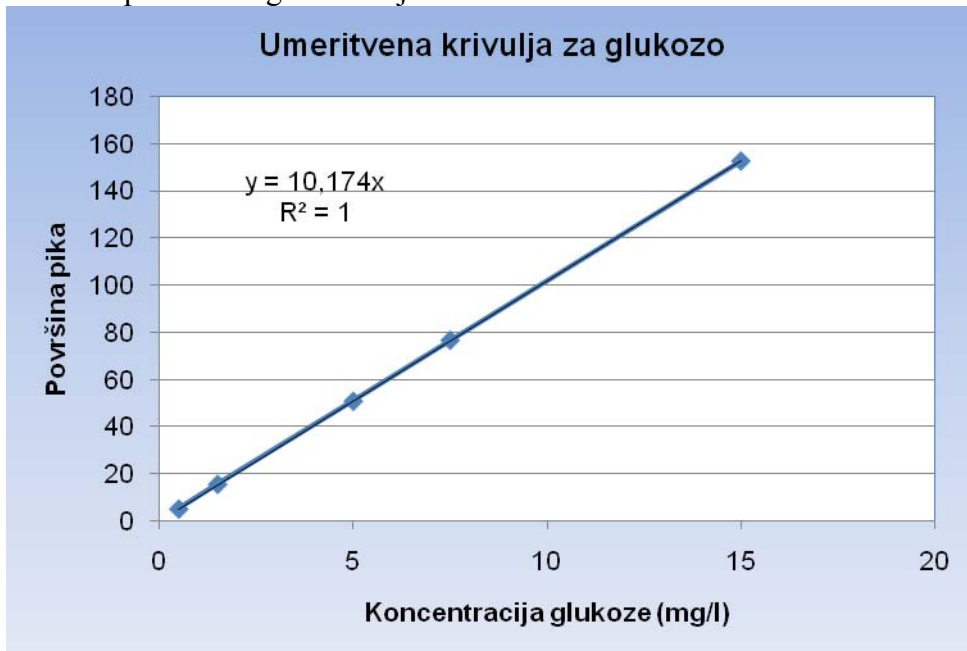
Preglednica 19. Vsebnost skupnih kislin v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g)

Paralelka	Vsebnost skupnih kislin (mg/100 g)
P1	5,1
P2	5,0
P3	5,2
Povprečna vsebnost skupnih kislin (mg/100 g)	5,1 ± 0,1
Koeficient variabilnosti (%)	2,0

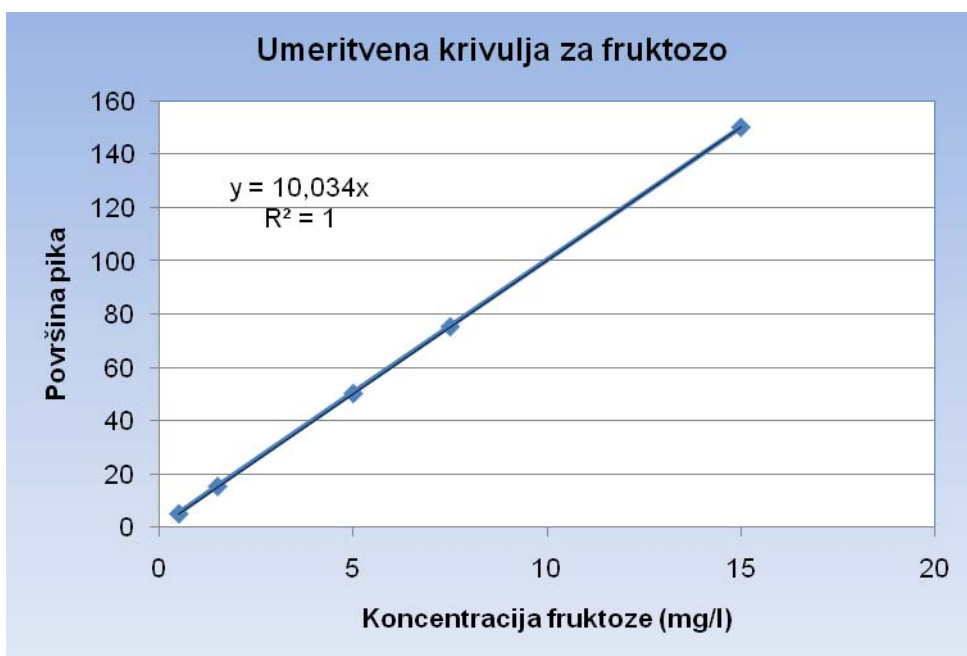
V vzorcu smo določili povprečno 5,1 mg/100 g vzorca skupnih kislin.

4.9 VSEBNOST SLADKORJEV V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Iz že pripravljenih vzorcev za določanje vitamina C smo določili še vsebnost glukoze in fruktoze v našem vzorcu. Najprej smo naredili umeritvene krivulje za standardne raztopine glukoze in fruktoze, iz katerih smo iz umeritvenih krivulj (slika 5 in slika 6) določili vsebnost posameznega sladkorja.



Slika 5. Umeritvena krivulja za določanje glukoze



Slika 6. Umeritvena krivulja za določanje fruktoze

V preglednici 20 so zbrani podatki o vsebnosti glukoze in fruktoze v vzorcu plodov navadne jagodičnice.

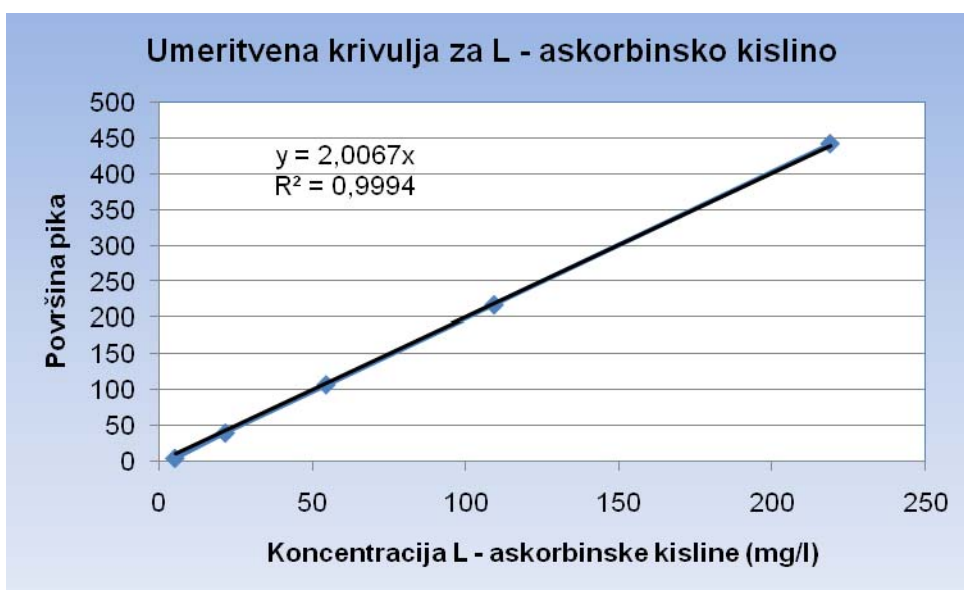
Preglednica 20. Vsebnosti glukoze in fruktoze v plodovih navadne jagodičnice (g/100 g)

Paralelka	Vsebnost (g/100 g)	
	Glukoze	Fruktoze
P1	6,89	21,52
P2	5,54	19,52
P3	3,82	13,11
P4	7,61	16,43
P5	7,13	17,00
P6	6,20	15,58
Povprečna vsebnost (g/100 g)	6,20 ± 1,37	17,20 ± 2,97
Koeficient variabilnosti (%)	22,17	17,26

Povprečna vsebnost glukoze v našem vzorcu je 6,20 g/100 g vzorca in fruktoze 17,20 g/100 g vzorca.

4.10 VSEBNOST VITAMINA C V PLODOVIH NAVADNE JAGODIČNICE

Vsebnost vitamina C smo določali s pomočjo HPLC metode. V prvem poskusu smo določili celokupno količino vitamina C. Izdelali smo umeritveno krivuljo (slika 7).



Slika 7. Umeritvena krivulja za določanje L – askorbinske kisline

Iz enačbe premice umeritvene krivulje smo izračunali skupno vsebnost L – askorbinske kisline v vzorcu plodov navadne jagodičnice.

Preglednica 21. Vsebnost L – askorbinske kisline v plodovih navadne jagodičnice (mg/100 g)

Paralelka	Vsebnost AK (mg/100 g)
P1	249,55
P2	283,67
P3	278,85
Povprečna vsebnost AK (mg/100 g)	270,69 ± 18,47
Koeficient variabilnosti (%)	6,82

* Vzorci so bili razredčeni v razmerju 1 : 10

V prvem poskusu smo določili povprečno 270,69 mg/100 g vzorca L – askorbinske kisline.

V drugem poskusu pa smo določali vsebnost posebej L – askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline v našem vzorcu.

Iz enačbe premice smo izračunali najprej celokupno vsebnost L – askorbinske kisline + dehidroaskorbinske kisline in nato še vsebnost samo L – askorbinske kisline.

Preglednica 22. Vsebnost L – askorbinske kisline, dehidroaskorbinske kisline in celokupnega vitamina C (mg/100 g)

Paralelka	Vsebnost (mg/100 g)		
	Celokupni vitamin C	AK	DHA
P1	268,18	246,22	21,96
P2	274,11	259,54	14,57
P3	272,09	260,11	11,98
Povprečno (mg/100 g)	271,46 ± 3,01	255,29 ± 7,86	16,17 ± 5,18
Koeficient variabilnosti (%)	1,11	3,08	32,04

V vzorcu smo določili vsebnost celokupnega vitamina C 271,46 mg/100 g vzorca.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Strokovnjaki za prehrano vedo, da so nekatera hranila velikega pomena za naše zdravje in dobro počutje. Prav tako so pomembna razmerja med komponentami, npr. sladkorjev in kislin, ki vplivajo na senzorične lastnosti. Zato so nas zanimale prehranske ter fizikalno – kemijske lastnosti plodov navadne jagodičnice (*Arbutus unedo* L).

Opravili smo vrsto raziskav, ki so zajemale določanje vsebnosti vode, topne suhe snovi, pepela, maščob, beljakovin, skupnih fenolnih spojin, vlaknin, skupnih kislin, vitamina C ter sladkorjev. Lastne podatke smo primerjali s podatki iz literature, ki so na voljo. Podatki iz literature so zelo skopi, saj je na tem plodu bilo narejenih zelo malo raziskav.

Eksperimentalno smo ugotovili, da v povprečju plodovi navadne jagodičnice vsebujejo 46,66 g/100 g vode. Rezultate smo primerjali s tistimi iz literature. Seidemann (1995) je ugotovil vsebnost vode 74,5 – 93,4 g/100 g plodov in Özcan in Haciseferogullari (2007) sta ugotovila, da je vsebnost vode 53,72 g/100 g. Do razlik v vsebnosti vode prihaja verjetno zaradi različne stopnje zrelosti plodov.

Prav tako smo ugotovili, da plodovi navadne jagodičnice vsebujejo 21,05 g/100 g topne suhe snovi, za določanje topne suhe snovi smo uporabili metodo za določanje suhe snovi z refraktometrom.

Plodovi navadne jagodičnice vsebujejo 0,48 g/100 g pepela. Seidemann (1995) je ugotovil vsebnost pepela med 0,7 – 1,1 g/100 g plodov, Özcan in Haciseferogullari (2007) pa sta ugotovila, da je vsebnost pepela 2,82 g/100 g. Do razlike je prišlo verjetno zaradi različne stopnje zrelosti plodov oziroma različne vsebnosti vode. Med drugim so plodovi navadne jagodičnice tudi vir nekaterih prehransko pomembnih elementov. V naši raziskavi smo določili vsebnost 12 elementov. Ugotovili smo, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice največ kalija (118,61 mg/100 g), sledijo: kalcij (36,05 mg/100 g), natrij (20,63 mg/100 g) ter fosfor (19,99 mg/100 g). Özcan in Haciseferogullari (2007) pa sta ugotovila, da je vsebnost kalija 14909 mg/kg, kalcija 4959 mg/kg, fosforja 3668 mg/kg, magnezija 1315 mg/kg ter natrija 701 mg/kg.

Vsebnost maščob smo določali z ekstrakcijo po Soxhletu in ugotovili, da plodovi vsebujejo 0,43 g/100 g maščob ter 0,82 g/100 g beljakovin, ki smo jih določili z metodo po Kjeldahlu. Seidemann (1995) je ugotovil vsebnost beljakovin od 0,8 do 1,0 g/100 g. Özcan in Haciseferogullari (2007) sta ugotovila vsebnost surovih beljakovin 3,36 g/100 g ter maščob 2,1 g/100 g. Prav tako smo določili deleže (%) posameznih maščobnih kislin v skupnih maščobah vzorca, rezultati pa so naslednji: linolna kislina (34,8 %), α – linolenska kislina (31,3 %), palmitinska kislina (19,0 %), oleinska kislina (14,9 %). Podatkov o vsebnosti posameznih maščobnih kislin v tuji literaturi nismo zasledili.

Vsebnost fenolnih spojin smo določali spektrofotometrično in ugotovili, da vsebujejo plodovi 0,59 g fenolnih spojin/100 g vzorca. Fenolne spojine smo določali kot vsebnost galne kisline, ki smo jo uporabljali kot standardno referenčno spojino za določanje skupnih fenolnih spojin. Fenolne spojine so ugotavljali tudi Ayaz in sod. (2000) in ugotovili, da je vsebnost skupnih fenolov v plodovih 10,7 mg/g suhe snovi plodov ter Alarcão-E-Silva in sod. (2001) so določali skupne fenolne spojine izražene kot katehin. Ugotovili so, da je vsebnost fenolnih spojin v nezrelih plodovih 15,5 mg/g suhe snovi, medtem ko ta vsebnost v zrelih plodovih nekoliko pade in znaša 14,6 mg/g suhe snovi.

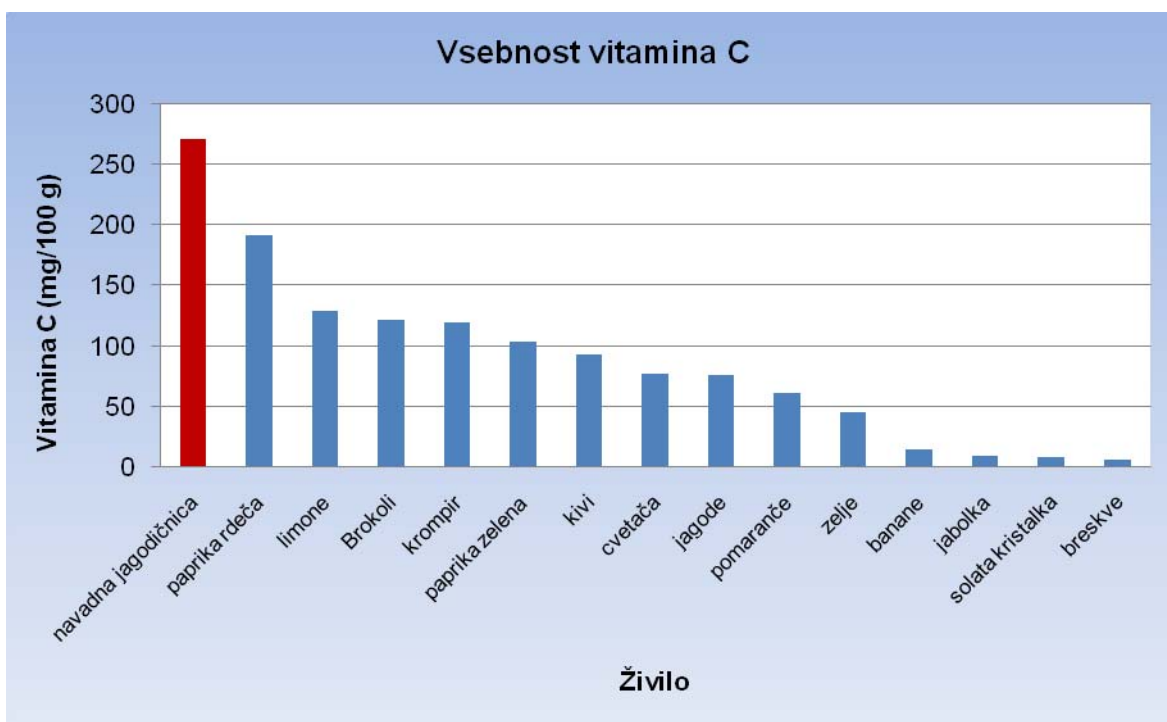
V plodovih smo določali tudi vsebnost prehranske vlaknine. Vsebnost skupne prehranske vlaknine je 18,49 g/100 g od tega je netopne prehranske vlaknine 14,3 g/100 g in topne prehranske vlaknine 4,19 g/100 g. Özcan in Haciseferogullari (2007) sta ugotovila, da plodovi navadne jagodičnice vsebujejo 6,4 g/100 g celuloze. Z dnevnim uživanjem 100 g plodov navadne jagodičnice pokrijemo več kot 50 % dnevnih potreb po prehranski vlaknini, saj je priporočen vnos glede na Referenčne ... (2004) 30 g/dan.

Vsebnost skupnih kislin smo določali s potenciometrično titracijo in ugotovili, da plodovi vsebujejo 5,1 mg/100 g skupnih titracijskih kislin. Nizko vsebnost skupnih kislin v našem vzorcu smo potrdili s senzorično analizo, saj plodovi nimajo kislega okusa. Po podatkih iz literature se vsebnost kislin zelo razlikuje. Tako so Ayaz in sod. (2000) ugotovili, da plodovi navadne jagodičnice vsebujejo (podatki so na g suhe snovi) 1,94 mg/g fumarne kisline, 0,49 mg/g mlečne kisline, 0,84 mg/g jabolčne kisline ter v sledovih citronske kisline. V svoji raziskavi so Alarcão-E-Silva in sod. (2001) ugotovili (vsi podatki so v g/100 g suhe snovi) vsebnosti jabolčne kisline 1,95 g/100 g v nezrelih ter 2,63 g/100 g v zrelih plodovih, kina kisline 7,35 g/100 g v nezrelih ter 5,99 g/100 g v zrelih plodovih in v sledovih fumarne kisline.

V plodovih smo ugotavljali tudi vsebnost sladkorjev, posebej glukoze in fruktoze ter ugotovili, da vsebujejo plodovi 6,2 g/100 g glukoze in 17,2 g/100 g fruktoze. Saharozе v naših vzorcih nismo dokazali. Po podatkih Benk (1981) vsebujejo plodovi navadne jagodičnice 8 – 16 % sladkorjev. Alarcão-E-Silva in sod. (2001) so v svoji raziskavi ugotovili (vsi podatki so v % suhe snovi), da vsebujejo nezreli plodovi 8,7 % saharoze, 3,95 % glukoze ter 2,33 % fruktoze, medtem ko vsebujejo zreli plodovi 8,68 % saharoze, 12,5 % glukoze ter 20,8 % fruktoze. Ayaz in sod. (2000) so v svoji raziskavi ugotovili (vsi podatki so v % suhe snovi), da je v plodovih 27,8 % fruktoze, 21,5 % glukoze, 1,8 % saharoze ter 1,11 % maltoze, kar je najbližje našim podatkom (11,62 % glukoze in 32,24 % fruktoze v sušini).

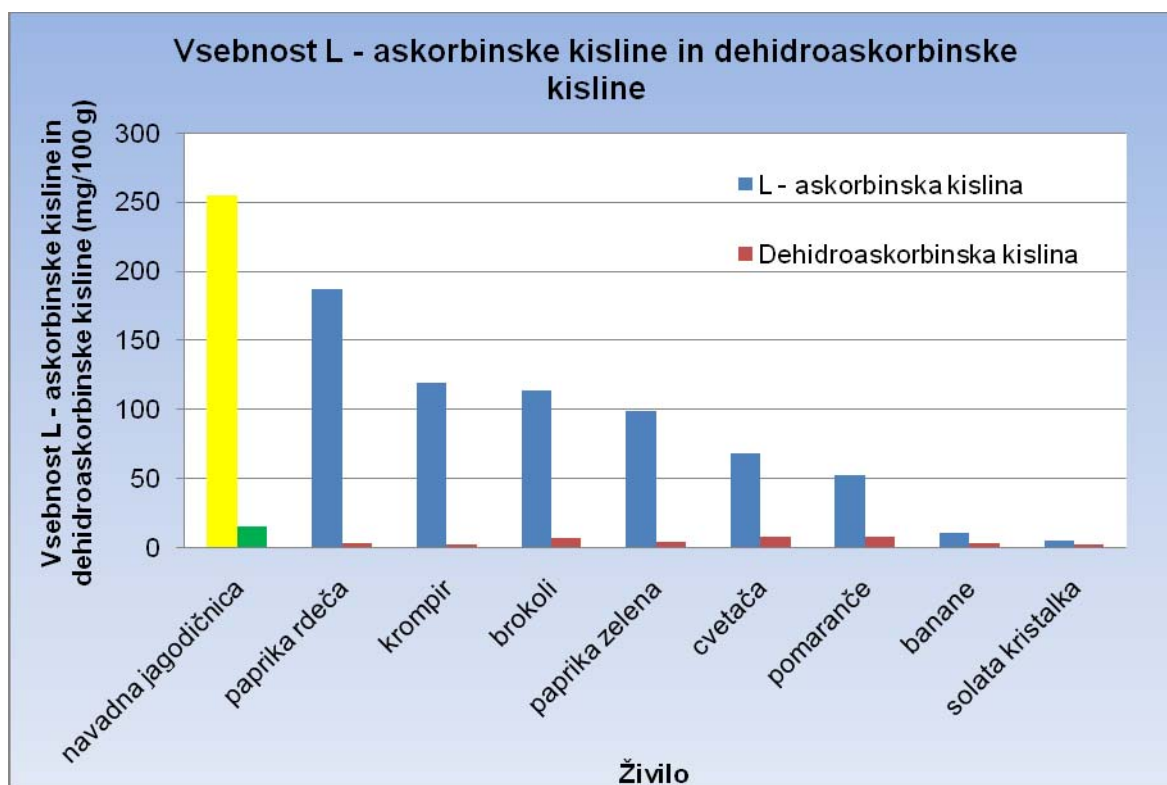
Med najpomembnejšimi komponentami navadne jagodičnice je vitamin C, saj na podlagi podatkov iz literature, ker vsebujejo plodovi veliko vitamina C. V naši raziskavi smo ugotovili, da plodovi vsebujejo 270,69 mg vitamina C/100 g vzorca. Pri drugi analizi, kjer smo ugotavljali posebej vsebnost L – askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline, pa smo določili vsebnost celokupnega vitamina C 271,46 mg/100 g, od tega je 255,29 mg/100 g L – askorbinske kisline in 16,17 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline. Alarcão-E-Silva in sod. (2001) so ugotovili, da vsebujejo (podatki so v mg/100 g suhe snovi) nezreli plodovi 542 mg/100 g vitamina C ter zreli plodovi 346 mg/100 g. Naši plodovi vsebujejo 478,63 mg/100 g askorbinske kisline v sušini.

Na spodnji sliki (slika 8) so prikazane povprečne vsebnosti celokupnega vitamina C v nekaterih živilih. Podatki so podani kot povprečne vsebnosti vsebnosti v živilih povzetih po Saxholt in Møller (2008).



Slika 8. Vsebnost vitamina C v nekaterih živilih

Na spodnji sliki (slika 9) so prikazane vsebnosti posebej L – askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline v nekaterih živilih. Podatki so podani kot povprečne vrednosti v živilih povzeti po Saxholt in Møller (2008). Prikazano je razmerje med AK in DHA v posameznem živilu.



Slika 9. Vsebnost L askorbinske kisline in dehidroaskorbinske kisline v živilih

Dnevni priporočen vnos za vitamin C znaša: dojenčki od 50 – 55 mg/dan, otroci do 15 leta 60 – 100 mg/dan, mladostniki in odrasli 100 mg/dan, nosečnice 110 mg/dan, doječe matere 150 mg/dan (z upoštevanjem s 750 ml materinega mleka izločene količine vitamina C) ter kadilci 150 mg/dan (Referenčne..., 2004). Na podlagi teh podatkov pokrijemo s 100 g svežih plodov navadne jagodičnice med 490 % dnevnih potreb pri otrocih in približno 270 % dnevnih potreb pri odraslih ter 180 % dnevnih potreb pri kadilcih.

Če primerjamo vsebnost vitamina C v 100 g svežih plodov navadne jagodičnice z vsebnostjo vitamina C v 100 g nekaterega sadja in zelenjave, lahko ugotovimo, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice 1,3 krat več vitamina C kot rdeča paprika, 3,2 krat več kot cvetača, 2,7 krat več kot kivi oziroma 4,1 krat več kot pomaranče ter 17,5 krat več kot banane.

Potrditev hipotez:

S tem je bila potrjena tudi naša hipoteza, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice veliko vitamina C, saj z zaužitjem 100 g svežih plodov navadne jagodičnice pokrijemo približno 270 % dnevnih potreb po vitaminu C pri odraslem človeku.

Plodovi imajo veliko prehransko vrednost za zdravje ljudi, saj vsebujejo npr. 4 krat več vitamina C kot pomaranče, s prehranskega stališča pa so zanimivi tudi zaradi vsebnosti nekaterih drugih sestavin.

5.2 SKLEPI

Na podlagi kemijskih analiz plodov navadne jagodičnice (*Arbutus unedo* L.), nabranih v Istri, smo prišli do naslednjih sklepov. Analizirani plodovi vsebujejo:

- 46,66 g/100 g vode,
- 21,05 g/100 g topne suhe snovi (merjeno z refraktometrom),
- 0,48 g/100 g pepela,
- 118,61 mg/100 g kalija, 20,63 mg/100 g natrija, 36,05 mg/100 g kalcija, 9,66 mg/100 g magnezija, 1,29 mg/100 g železa, 19,99 mg/100 g fosforja, 0,45 mg/100 g cinka, < 0,99 mg/100 g mangana, < 0,99 mg/100 g kroma, < 0,10 mg/100 g niklja, < 1,32 mg/100 g svinca ter < 0,10 mg/100 g kadmija,
- 0,43 g/100 g skupnih maščobnih kislin,
- maščobnih kislin kot utežni delež skupnih maščobnih kislin: 34,8 % linolne kisline, 31,3 % α – linolenske kisline, 14,9 % oleinske kisline, 19,0 % palmitinske kisline
- 0,82 g/100 g beljakovin,
- 0,59 g/100 g skupnih fenolnih spojin,
- 18,49 g/100 g prehranske vlaknine, od tega 14,3 g/100 g netopne ter 4,19 g/100 g topne prehranske vlaknine,
- z dnevnim vnosom 100 g svežih plodov navadne jagodičnice pokrijemo približno 61 % dnevnih potreb po prehranski vlaknini,
- sveži plodovi vsebujejo 5,1 mg/100 g skupnih kislin,
- vsebujejo 6,2 g/100 g glukoze in 17,2 g/100 g fruktoze,
- skupna vsebnost vitamina C je 271,46 mg/100 g plodov, od tega je 255,29 mg/100 g L – askorbinske kisline in 16,17 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline,
- z dnevnim vnosom 100 g svežih plodov pokrijemo približno 270 % dnevnih potreb po vitaminu C, če računamo podatke za priporočen dnevni vnos vitamina C za zdravega odraslega človeka in nekadilca.

6 POVZETEK

Navadna jagodičnica (*Arbutus unedo* L.) je zimzeleni grm oziroma drevo in spada v družino *Ericaceae*. V jesenskem in zimskem času ima majhne bele ali rožnate cvetove. Istočasno s cvetenjem zorijo lanskoletni plodovi. Plodovi so kroglaste oblike, premera približno 2 cm, zeleni na začetku zorenja in v polni zrelosti intenzivno rdeče barve. Plodovi zaradi številnih izobčenih »bradavic« spominjajo na liči.

Listi navadne jagodičnice se uporabljajo kot zelišča zaradi njihovih antiseptičnih, odvajalnih in diuretičnih lastnosti in v kozmetični industriji zaradi njihove visoke vsebnosti taninov. Listi kažejo prav tako visoko antioksidativno aktivnost.

Plodovi navadne jagodičnice (*Arbutus unedo* L.) so edinstveni plodovi po okusu in pri nas relativno neznani. Plodovi se ne uporabljajo toliko za uživanje sveži, ampak za pripravo marmelad, džemov, sirupov. V nekaterih državah se iz plodov pripravlja vino oziroma destilirane pijače.

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti prehranske ter fizikalno – kemijske vrednosti plodov navadne jagodičnice, saj so lete relativno neraziskane tako pri nas, kot tudi drugod po svetu. Iz literature je poznanih le malo podatkov o sestavi plodov navadne jagodičnice.

V ta namen smo opravili vrsto raziskav, ki so zajemale določanje vsebnosti vode, topne suhe snovi, pepela, maščob, beljakovin, skupnih fenolnih spojin, vlaknin, skupnih kislin, sladkorjev ter vitamina C.

Eksperimentalno smo ugotovili, da plodovi navadne jagodičnice v povprečju vsebujejo 46,66 g/100 g vode, 21,05 g/100 g topne suhe snovi – merjeno z refraktometrom, 0,48 g/100 g pepela, 118,61 mg/100 g kalija, 20,63 mg/100 g natrija, 36,05 mg/100 g kalcija, 9,66 mg/100 g magnezija, 1,29 mg/100 g železa, 19,99 mg/100 g fosforja, 0,45 mg/100 g cinka, < 0,99 mg/100 g mangana, < 0,99 mg/100 g kroma, < 0,1 mg/100 g niklja, < 1,32 mg/100 g svinca, < 0,10 mg/100 g kadmija. Plodovi vsebujejo 0,43 g/100 g skupnih maščob ter naslednje deleže maščobnih kislin 31,3 % α – linolenske kisline, 34,8 % linolne kisline, 14,9 % oleinske kisline, 19,0 % palmitinske kisline. V plodovih smo določili 0,82 g/100 g beljakovin, 0,59 g/100 g skupnih fenolnih spojin, 18,49 g/100 g vlaknine, od tega 14,3 g/100 g netopne ter 4,19 g/100 g topne vlaknine, 5,1 mg/100 g skupnih kislin, 6,2 g/100 g glukoze in 17,2 g/100 g fruktoze.

Eksperimentalno smo določali tudi vsebnost vitamina C, saj je iz literaturnih podatkov znano, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice veliko vitamina C, nekje med 150 mg/100 g in 350 mg/100 g. V naši raziskavi smo ugotovili, da vsebujejo plodovi navadne jagodičnice 255,29 mg/100 g L – askorbinske kisline in 16,17 mg/100 g dehidroaskorbinske kisline oziroma 271,46 mg/100 g plodov skupne askorbinske kisline.

Senzorično pa so plodovi navadne jagodičnice sladkega okusa in na okus nič kisli, oziroma je razmerje med sladkorji in kislinami zelo v prid sladkorjem.

Na osnovi dosedanjih raziskav lahko sklepamo, da so plodovi navadne jagodičnice še relativno neraziskani in zaradi tega tudi niso široko poznani oziroma zastopani v naši prehrani.

7 VIRI

- Abram V., Simčič M. 1997. Fenolne spojine kot antioksidanti. *Farmaceutski vestnik*, 48: 573 – 589
- AOAC Official method 942.15. Acidity (Titratable) of fruit products. 2005. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). 16th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 37: 10 – 11
- Alarcão-E-Silva M. L. C. M. M., Leitao A. E. B., Azinheira H. G., Leitao M. C. A. 2001. The *Arbutus* berry: Studies on its color and chemical characteristic at two mature stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 27 – 35
- Axelrod D. I. 1975. Evolution and biogeography of Madren – Tethyan sclerophyll vegetation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 62: 280 – 344
- Ayaz F. A., Kucukislamoglu M., Reunanen M. 2000. Sugar, non-volatile and phenolic acids composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L. var. *ellipsoidea*) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13: 171 – 177
- Baytop T. 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Gecmiste ve Günümüzde) [(Therapy with medical plants in Turkey (past and present)]. 1st ed. Istanbul, Publication of the Istanbul University Yayinlari, 3255: 99 – 100. Cit. po: Pawlowska A. M., De Leo M., Bracca A. 2006. Phenolics of *Arbutus unedo* L. (*Ericaceae*) fruits: Identification of anthocyanins and galic derivates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 10234 – 10238
- Bellini E., Giordani E. 1999. Riscopriamo i fruttiferi minori. *Frutticoltura*, 10: 53 – 59
- Benk E. 1981. Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis ausländischer Obstfrüchte. *Flüssiges Obst*, 48: 184 – 186

- Bernetti G. 1995. *Selvicoltura Speciale*. Torino, UTET: 415 str. Cit. po: Paoletti E. 2005. Ozone slows stomatal response to light and leaf wounding in a Mediterranean evergreen broadleaf, *Arbutus unedo*. *Environmental Pollution*, 134: 439 – 445
- Ferligoj A. 1997. *Osnove statistike na prosojnicah*. 1. izd. Ljubljana, Samozaložba Zenel Batagelj: 210 str.
- Gilman E. F., Watson D. G. 1993. *Arbutus unedo*: Strawberry – Tree. Gainesville, Environmental Horticulture Department, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida (november 1993)
<http://hort.ifas.ufl.edu/trees/arbunea.pdf> (maj 2008): 3 str.
- Grieve M. 1967. *A modern herbal*. Volume 1. New York, Hafner Publishing Co: 53 – 53. Cit. po: Mekhfi H., El Haouari M., Legssyer A., Bnouham M., Aziz M., Atmani F., Remmal A., Ziyat A. 2004. Platelet anti-aggregant property of some Moroccan medical plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 94: 317 – 322.
- Gvozdrenović D. 1989. *Od obiranja sadja do prodaje*. Ljubljana, Kmečki glas: 291 str.
- Hancock J. F., Beaudry M., Luby J. J. 1993. *Fruits of Ericaceae*. V: *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. Volume 3. Macrae R., Robinson R. K., Sadler M. J. (eds.). London, Academic Press limited: 2091 – 2097
- Harley P. C., Tenhunen J. D., Lange O. L. 1986. Use of an analytical model to study limitations on net photosynthesis in *Arbutus unedo* under field conditions. *Oecologia (Berlin)*, 70: 393 – 401
- Hertog M. G. L., Feskens E. J. M., Hollman P. C. H., Katan M. B., Kromhout D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study. *Lancet*, 342: 1007 – 1011
- Hertog M. G. L., Feskens E. J. M., Hollman P. C. H., Katan M. B., Kromhout D. 1994. Dietary flavonoids and cancer risk in the Zutphen Elderly Study. *Nutrition and Cancer*, 22: 175 – 184
- Hertog M. G. L., Kromhout D., Aravanis C., Blackburn H., Buzina R., Fidanza F., Giampaoli S., Jansen A., Menotti A., Nedeljkovic S, Pekkarinen M., Simic B. S., Toshima H., Feskens E. J. M., Hollman P. C. H., Katan M. B. 1995. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Archives of Internal Medicine*, 155: 381 – 386
- Hertog M. G. L., Sweetnam P. M., Fehily A. M., Elwood P. C., Kromhout D. 1997. Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a Welsh population of men: the Caerphilly Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65, 5: 1489 – 1494
- Hisar R. 1947. *Sebze ve meyvalarimizdaki C – vitamin miktarinin tayini*. *Türk Hijyen ve Tecrubi Biyoloji D*, 6: 42 – 42. Cit. po: Ayaz F. A., Kucukislamoglu M., Reunanen

- M. 2000. Sugar, non – volatile and phenolic acid composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L. var. *ellipsoidea*) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13: 171 – 177
- Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi: 30 let študija živilske tehnologije. 14. Bitenčevi živilski dnevi 1992. Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 11 – 16
- Klofutar C. 1993. Fizikalno kemijske lastnosti ogljikovih hidratov. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi 1993, Ljubljana, 10. in 11. junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik - Blatnik M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 1 – 10
- Klofutar C., Šmalc A., Rudan Tasič D. 1998. Laboratorijske vaje iz kemije. 3. izd. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 293 str.
- Koch V., Pavčič M., Salobir K. 1993. Vlakinine v prehrani. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi 1993. Ljubljana, 10. in 11. Junij 1993. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik-Blatnik M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 39 – 58
- Košmelj K. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 249 str.
- Košmerl T., Kač M. 2004. Osnovne kemijske analize mošta in vina: laboratorijske vaje za predmet Tehnologija vina. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.
- Mereti M., Grigoriadou K., Nanos G. D. 2002. Micropropagation of the strawberry tree, *Arbutus unedo* L. *Scientia Horticulturae*, 93: 143 – 148
- Nelson D. L., Cox M. M. 2005. Lehninger principles of biochemistry. 4th ed. New York, W. H. Freeman and Company: 1119 str.
- Nieddu G., Chessa I. 2000. Il Corbezzolo. Il progetto Europeo sui frutti feri minori genres 29. *L'Informatore Agrario*, 24: 77 – 81
- Özcan M. M., Haciseferoğulları H. 2007. The strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering*, 78: 1022 – 1028
- Paš M. 2001. Minerali v funkcionalnem prehranjevanju. V: Funkcionalna hrana: 40 let živilstva. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 67 – 78
- Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.

- Poredoš T. 2006. Stabilnost askorbinske in dehidroaskorbinske kisline v vodnih raztopinah. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 54 str.
- Proloiac A., Raynaud J. 1981. Les pigments anthocyaniques des fruits d'*Arbutus unedo* L. (Ericaceae) [Anthocyanic pigments of fruit of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae)]. *Plantes Medicinales et Phytotherapie*, 15: 109 – 125. Cit. po: Pallauf K., Rivas-Gonzalo J. C., del Castillo M. d., Cano M. P., de Pascual-Teresa S. 2008. Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 273 – 281
- Prosky L., Asp N. G., Schweizer T. F., De Vries J. W., Furda I., Lee S. C. 1994. Determination of soluble dietary fiber in foods and food products: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 77,3: 690 – 694
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izd.. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.
- Saxholt E., Møller A. 2008. Danish food composition databank (Revision 7.00). Søborg, Danish Veterinary and Food Administration (december 2008)
http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_foodcomplist.asp?CompId=0050
(december, 2008): 12. str.
- Schlieper C., Gregori E., Lindner G. 1997. Pravilna prehrana. Hranoslovje. 1. natis. Celovec, Ljubljana, Dunaj, Mohorjeva založba: 126 str.
- Seidemann J. 1995. Zur Kenntnis von wenig bekannten exotischen Früchten: Baumerdbeere (*Arbutus unedo* L.). *Deutsche Lebensmittel – Rundschau*, 91,4: 110 – 113
- Seliškar T. 2002. *Arbutus unedo* L. Ljubljana, Fito – info, Informacijski sistem za varstvo rastlin, Biotehniška fakulteta in Fitosanitarna uprava Republike Slovenije (2002)
<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/cirsium/FITOINFO/takson.asp?CODE=83821299-A112-49FF-A9FF-9C0E6698ACD1> (januar 2008): 1 str.
- Soufleros E. H., Mygdalia S. A., Natskoulis P. 2005. Production process and characterization of traditional Greek fruit distillate »Koumaro« by aromatic and mineral composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 699 – 716
- Tenhunen J. D., Lange O. L., Braun M. 1981. Midday stomatal closure in Mediterranean type sclerophylls under simulated habitat condition in an environmental chamber. *Oecologia* (Berlin), 50: 5 - 11
- Tišler M. 1991. Organska kemija. 3. popravljena in dopolnjena izd. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 538 str.

Torres J. A., Valle F., Pinto C., Garcia-Fuentes A., Salazar C., Cano E. 2002. *Arbutus unedo* L. communities in southern Iberian Peninsula Mountains. *Plant Ecology*, 160: 207 – 223

Turk R. 1999. Naravni rezervat Strunjan. Koper, HisTer za Kulturno društvo CAPRIS (oktober 1999)

<http://dragonja.mbss.org/Strunjan/indexS.html>

(junij 2008): 2 str.

ZAHVALA

Mnogo let je tega, odkar sem prvič prestopil vrata Oddelka za živilsko tehnologijo. Dolg bi bil spisek vseh, ki so kdajkoli stopili skozi ta vrata in prav tako dolg bi bil moj spisek vseh, ki so mi kadarkoli, na kakršenkoli način pomagali v času študija.

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Rajku Vidrihu za vso strokovno pomoč pri izdelavi diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi somentorici prof. dr. Nataši Poklar Ulrich in recenzentki prof. dr. Tereziji Golob.

Pri izvajanju praktičnega dela in za neprecenljivo pomoč hvala Sonji Čerpič in diplomantki Ivanki Vergan.

Za pomoč pri iskanju in oblikovanju bibliografskih virov se zahvaljujem univ. dipl. ing. Ivici Hočevar ter univ. dipl. ing. Lini Burkan.

Hvala prof. dr. Janezu Hribarju in univ. dipl. ing. Darji Pitako za pomoč pri predmetu Matematike.

Hvala Katji iz fotokopirnice za protekcijo in hitro kopiranje mimo vrste.

Največja zahvala gre mojim staršem, ki so me skozi leta študija podpirali na vse možne načine in pomagali po najboljših močeh.

Hvala Alešu in Tinki za vso pomoč pred, med in po študiju.

Hvala Marjani za vse.

Hvala sodelavcem Bashkimu, Kemal, Robiju, Matiji, Zorici, ki so me nadomeščali v času moje odsotnosti in mi na kakršenkoli način pomagali pri diplomu. Hvala Markotu in Perici, ker sta prenašala mojo zamujanje v službo in odobreni dopust.

Hvala vsem prijateljem skozi vsa ta leta, vtisnili ste se mi v spomin.

Vsem skupaj hvala.

PRILOGE