

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Mirta KADIVEC

TEHNOLOŠKA KAKOVOST JAJČEVCEV ZA PREDELAVO

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**TECHNOLOGICAL QUALITY OF AUBERGINES FOR
PROCESSING**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologije rastlinskih živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Jajčevce so vzgojili v rastlinjaku Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Janeza Hribarja in za recenzenta prof. dr. Marjana Simčiča.

Mentor: prof. dr. Janez Hribar

Recenzent: prof. dr. Marjan Simčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Mirta Kadivec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 635.646:543.06: 664.8.036 (043) = 863
KG	jajčevci/vitamin C/polifenoli/vlaknina/tekstura/topna suha snov/barva/kemijska sestava/toplotna obdelava
AV	KADIVEC, Mirta
SA	HRIBAR, Janez (mentor), SIMČIČ Marjan (recenzent)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2007
IN	TEHNOLOŠKA KAKOVOST JAJČEVCEV ZA PREDELAVO
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 61 str., 1 pregl., 41 sl., 2 pril., 56 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Z nalogo smo želeli ugotoviti, kateri kultivarji jajčevcev so najprimernejši za uporabo v prehrani in tehnološko predelavo. Analizirali smo jajčevce 8 različnih kultivarjev: cv. 'Epic' (iz dveh različnih področij rasti), cv. 'Galine', cv. 'Mirabelle', cv. 'Valentina', cv. 'Domači srednje dolgi', cv. 'BSS 330', cv. 'BSS 332' in cv. 'BSS 385'. Ugotovili smo, da so plodovi cv. 'Epic' najtežji, največji in najprimernejši za pečenje, vsebujejo pa najmanj topne suhe snovi. Plodovi cv. 'BSS 332' vsebujejo največ vitamina C, polifenolov in imajo najvišjo suho snov, so pa zaradi svoje oblike neprimerni za pečenje. Najmanj vitamina C vsebujejo plodovi cv. 'Galine'. Vsebnost vitamina C je odvisna od toplotne obdelave jajčevcev – največ ga vsebujejo sveži plodovi (11 mg/100 g), najmanj pa pečene rezine (3,8 mg/100 g). Vsebnost polifenolov v koži je povezana z barvo kože – temnejša barva plodov nakazuje na večjo vsebnost polifenolov. V sredici plodov je več skupne in netopne vlaknine kot v koži, topne vlaknine pa je več v koži. Pri merjenju trdote mesa smo pri svežih rezinah (vzdolžno na potek vlaken), 5 minut pečenih rezinah (prečno na vlakna) in mariniranih 5 minut pečenih rezinah (prav tako prečno na potek vlaken) izmerili večjo silo pri cv. 'Epic' kot cv. 'Galine'. Pri svežih rezinah (prečno na vlakna) in pri 10 minut pečenih (prečno na vlakna) pa je bila za razrez večja sila potrebna pri cv. 'Galine'.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDK 635.646:543.06: 664.8.036 (043) = 863
CX aubergines/vitamin C/polyphenols/fibre/texture/soluble dry substance/color/chemical composition/heat treatment
AU KADIVEC, Mirta
AA HRIBAR, Janez (supervisor), SIMČIČ, Marjan (reviewer)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2007
TI TECHNOLOGICAL QUALITY OF AUBERGINES FOR PROCESSING
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 61 p., 1 tab., 41 fig., 2 ann., 56 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The objective of this thesis was to find out which aubergine cultivars were the most appropriate for nutrition purposes and technological processing. We analyzed 8 aubergines cultivars: cv. 'Epic' (from two different vegetation areas), cv. 'Galine', cv. 'Mirabelle', cv. 'Valentina', cv. 'Domači srednje dolgi' (Local, of median length), cv. 'BSS 330', cv. 'BSS 332' in cv. 'BSS 385'. We found out that the fruits of cv. 'Epic' have the biggest weight and size and are most appropriate for baking, but have the lowest content of soluble dry substance. The fruits of cv. 'BSS 332' have the highest content of vitamin C, polyphenols and dry substance, but are less suitable for baking because of their shape. The lowest content of vitamin C was found in the fruits of cv. 'Galine'. The content of vitamin C depends on heat treatment of aubergines – the highest content was recorded in fresh fruits (11 mg/100 g) and the lowest (3,8 mg/100 g) in baked for 10 minutes. The polyphenol content in the skin depends on the color of the skin – the darker the skin, the higher the polyphenol content. The core of the fruit contains more common and insoluble fibres than the skin, while the skin contains more soluble fibres. In assessing the hardness of fresh fruits (measured longitudinally, along with the direction of fibres), of slices baked for 5 minutes (transversally to the direction of fibres) and of pickled slices baked for 5 minutes (also transversally to the direction of fibres), we found out that greater force was required for cutting cv. 'Epic' slices than cv. 'Galine' ones; in fresh slices (measured transversally to the direction of fibres) and in slices baked for 10 minutes (also transversally to the direction of fibres) greater force was required for cutting the slices of cv. 'Galine'.

KAZALO

	Ključna dokumentacijska informacija	III
	Key words documentation	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo slik	VII
	Kazalo preglednic	IX
	Kazalo prilog	X
1	UVOD	1
1.1	NAMEN DELA	1
1.2	HIPOTEZA	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	IZVOR IN RAZŠIRJENOST	2
2.2	MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE ZNAČILNOSTI	2
2.3	OBIRANJE IN UPORABA	2
2.4	KEMIJSKA SESTAVA	3
2.5	POLIFENOLI V RASTLINAH	5
2.5.1	Pomen polifenolov	8
2.6	KLOROGENSKA KISLINA	9
2.7	VITAMIN C	10
2.7.1	Nomenklatura vitamina C	11
2.7.2	Struktura vitamina C	11
2.7.3	Biosinteza L-askorbinske kisline	12
2.7.4	Vitamin C v živilih	13
2.7.5	Fizikalne lastnosti L-askorbinske kisline	13
2.7.6	Izgube vitamina C	13
2.7.7	Biokemijska vloga vitamina C	14
2.8	VLAKNINA	14
2.8.1	Komponente netopne vlaknine	15
2.8.1.1	Lignin	15
2.8.1.2	Celuloza	15
2.8.1.3	Hemiceluloze	16
2.8.1.4	Kutin	16
2.8.1.5	Suberin	16
2.8.1.6	Voski	16
2.8.2	Komponente topne vlaknine	16
2.8.2.1	Pektini	16
2.8.2.2	Rezistentni škrob	17
2.8.3	Druge komponente	17
2.8.3.1	Beljakovine	17
2.8.4	Obnašanje vlaknine med prebavo	17
2.9	MERJENJE TRDOTE MESA PLODOV	19
3	MATERIAL IN METODE	22
3.1	NAČRT DELA	22

3.2	MATERIAL	23
3.2.1	Značilnosti kultivarjev	23
3.2.1.1	Značilnosti jajčevcev cv. 'Galine'	23
3.2.1.2	Značilnosti jajčevcev cv. 'Epic'	24
3.2.1.3	Značilnosti jajčevcev cv. 'Valentina'	25
3.2.1.4	Značilnosti jajčevcev cv. 'Mirabelle'	25
3.2.1.5	Značilnosti jajčevcev cv. 'Domači srednje dolgi'	26
3.2.1.6	Značilnosti jajčevcev cv. 'BSS 330'	27
3.2.1.7	Značilnosti jajčevcev cv. 'BSS 332'	27
3.2.1.8	Značilnosti jajčevcev cv. 'BSS 385'	28
3.3	METODE DELA	29
3.3.1	Merjenje teže plodov	29
3.3.2	Merjenje prostornine plodov	29
3.3.3	Merjenje barve kože plodov	30
3.3.4	Mariniranje	32
3.3.5	Merjenje trdote mesa plodov	32
3.3.6	Merjenje vsebnosti topne suhe snovi z digitalnim refraktometrom	36
3.3.7	Merjenje vsebnosti skupnih polifenolov	36
3.3.7.1	Spektrofotometrično določanje skupnih fenolnih spojin	37
3.3.8	Določanje vitamina C s pomočjo HPLC metode	38
3.3.9	Določanje vode s sušenjem	38
3.3.10	Določanje vlaknine z modificirano encimsko gravimetrično metodo	38
3.3.10.1	Določanje pepela	40
3.3.10.2	Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu	40
4	REZULTATI	41
5	RAZPRAVA	54
5.1	VITAMIN C	54
5.2	TEŽA, PROSTORNINA IN GOSTOTA	54
5.3	VSEBNOST VODE	55
5.4	SUHA SNOV	55
5.5	POLIFENOLI	55
5.6	BARVA SKORJE PLODOV	55
5.6.1	Vsebnost polifenolov v lupini in barva kože plodov	56
5.7	TRDOTA PLODOV	56
6	SKLEPI	56
7	LITERATURA	57
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO SLIK

	stran
Slika 1: Enostavna struktura fenola (Boyer, 2002)	6
Slika 2: Shematični prikaz biosinteze fenolnih spojin, prirejeno po Lee (1993); Ibrahim (1993); Stafford (1993)	7
Slika 3: Klorogenska kislina (Boyer, 2002)	9
Slika 4: Dvodimenzionalna strukturna formula vitamina C (Boyer, 2002)	10
Slika 5: Oksidacija L-askorbinske kisline (Basu in Dickerson, 1996)	11
Slika 6: Biosinteza L-askorbinske kisline (Goodhart in Shils, 1980)	12
Slika 7: Strukturna formula lignina (Spiller, 1986)	15
Slika 8: Molekula celuloze (Spiller, 1986)	15
Slika 9: Komponente kutina (a – oleinska, b – palmitinska, c – stearinska kislina) (Spiller, 1986)	16
Slika 10: Amilopektin (levo) in amiloza (desno) (DeMan, 1999)	17
Slika 11: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Galine' v rastlinjaku	23
Slika 12: Primerjava plodov jajčevcev cv. 'Epic' (levo) in cv. 'Galine' (desno)	23
Slika 13: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Epic' v rastlinjaku	24
Slika 14: Plodovi jajčevcev cv. 'Valentina'	25
Slika 15: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Mirabelle' v rastlinjaku	25
Slika 16: Plodovi jajčevca cv. 'Mirabelle'	26
Slika 17: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Domači srednje dolgi'	26
Slika 18: Plodovi jajčevcev cv. 'BSS 330'	27
Slika 19: Plodovi jajčevcev cv. 'BSS 332'	27
Slika 20: Plodovi jajčevcev cv. 'BSS 385'	28
Slika 21: Merjenje prostornine plodov	29
Slika 22: Kromometer Minolta CR 400/41	30
Slika 23: CIE – L, a, b barvni sistem (Echo productions, 1999)	31
Slika 24: Tridimenzionalna predstavitev a, b in L barvnih vrednosti (Echo productions, 1999)	31
Slika 25: Prikaz Kramerjeve celice za merjenje trdote vzorca (Teksture Analyser, 2005)	33
Slika 26: Prikaz merjenja trdote vzorca s pomočjo Kramerjevega nastavka po fazah (Teksture Analyser, 2005)	34
Slika 27: Pečenje rezin svežih jajčevcev na kuhinjskem dvoploščnem žaru	36
Slika 28: Gostota svežih plodov jajčevcev	41
Slika 29: Vsebnost vode v jajčevcih cv. 'Epic' glede na termično obdelavo	42
Slika 30: Vsebnosti topne soli v sredici in koži svežih plodov jajčevcev	43
Slika 31: Vsebnost vitamina C v sredici in koži svežih plodov jajčevcev	44
Slika 32: Vsebnost vitamina C v termično obdelanih rezinah jajčevcev cv. 'Galine'	44

Slika 33:	Trdota rezin plodov cv. 'Epic' glede na termično obdelavo in položaj merjenja	45
Slika 34:	Trdota rezin plodov cv. 'Galine' glede na termično obdelavo in položaj merjenja	46
Slika 35:	Trdota posameznih plodov cv. 'Epic' in cv. 'Galine'	47
Slika 36:	Skupna vsebnost polifenolov v sredici in koži svežih plodov jajčevcev	48
Slika 37:	Vsebnost vlaknine v sredici in koži svežih plodov jajčevcev	49
Slika 38:	Vrednosti parametra L (merjenje barve kože svežih plodov) pri posameznih kultivarjih jajčevcev	50
Slika 39:	Vrednosti parametra a (merjenje barve kože svežih plodov) pri posameznih kultivarjih jajčevcev	51
Slika 40:	Vrednosti parametra b (merjenje barve kože svežih plodov) pri posameznih kultivarjih jajčevcev	52
Slika 41:	Vsebnost polifenolov v koži in barva kože svežih plodov posameznih kultivarjev jajčevcev	53

KAZALO PREGLEDNIC

	stran
Preglednica 1: Kemijska sestava jajčevcev (Souci in sod., 2000; Flick in sod., 1977; Flick in sod., 1978)	3

KAZALO PRILOG

Priloga A:	Umeritvene krivulje
Priloga A1:	Umeritvena krivulja za izračun koncentracije skupnih polifenolov
Priloga A2:	Umeritvena krivulja za izračun koncentracije vitamina C
Priloga B:	Slike pečenih rezin jajčevcev
Priloga B1:	Nemarinirane pečene rezine jajčevcev
Priloga B2:	Marinirane pečene rezine jajčevcev

1 UVOD

Pri današnjem načinu življenja je zdrava prehrana zelo pomembna. Uživali naj bi čim več sadja in zelenjave v najmanj treh obrokih dnevno, kar pa je zaradi napornega urnika vse prej kot lahka naloga.

Zakaj je zelenjava pomembna v prehrani ljudi? Zaradi visoke vsebnosti vitaminov, mineralov, vlaknin ter nizke vsebnosti maščobnih kislin.

Zadnje raziskave dokazujejo, da uživanje dovolj velikih količin različnih vrst zelenjave ščiti pred različnimi obolenji (rak, bolezni srca, kap, astma in bronhitis).

Vitamini so organske snovi, potrebne za normalno delovanje telesa, za uravnavanje presnovnih procesov ter za rast, razmnoževanje in delovanje tkiv in organov. Človeško telo ne more sintetizirati vitaminov ali pa jih sintetizira v nezadostnih količinah.

Prehranska vlaknina vpliva na dinamiko in učinkovitost prebave ter absorpcije hranil na način, ki zmanjšuje možnost nastanka koronarne srčne bolezni, sladkorne bolezni tipa II, zmanjša možnost nastanka zaprtja in visokega krvnega tlaka.

Jajčevci so vrsta zelenjave, ki bi jo na naš jedilnik lahko večkrat uvrstili.

Uporaba jajčevcev se v tehnologiji konzerviranja živil rastlinskega porekla v zadnjem času povečuje. Nova spoznanja o prehranski vrednosti povečujejo interes potrošnikov za uživanje. Glede na pomemben vpliv tehnološke kakovosti za različne predelave smo raziskali vpliv na spremembe o prehranski vrednosti.

Različni kultivarji jajčevcev se med seboj razlikujejo po velikosti, barvi, teži in vsebnosti nekaterih kemijskih elementov. Prav tako se njihova vsebnost spreminja po določenem postopku predelave ter v posameznem delu ploda jajčevca.

Spremembe teh parametrov smo ugotavljali v osmih kultivarjih jajčevcev s kemijskimi in fizikalnimi analizami.

1.1 NAMEN DELA

Zanimalo nas je, kakšne so vsebnosti vitamina C in polifenolov v sredici in koži, kakšne so izgube vitamina med toplotno obdelavo, kakšen vpliv ima mariniranje na teksturo rezin jajčevcev, kakšne so izgube vode med toplotno obdelavo, odvisnosti in povezave med barvo plodov in vsebnostjo določenih kemijskih elementov...

Nenazadnje so se nam zdele zanimive tudi primerjave vseh kultivarjev med seboj glede na različno kemijsko sestavo in glede na to ugotavljanje najbolj primernega kultivarja za določeno uporabo v predelovalni industriji.

1.2 HIPOTEZA

Različne sorte in tehnološka zrelost vpliva na kakovost jajčevcev za predelavo in posredno na prehransko vrednost.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR IN RAZŠIRJENOST

Jajčevce (*Solanum melongena*) je subtropska rastlina in spada med plodovke iz družine razhudnikovk (Osvald in Kogoj - Osvald, 1994).

V Evropo je prišla kot okrasna rastlina pred približno 1500 leti iz južne Indije in Šrilanke, kjer so jo poznali že v prazgodovini, Osvald in Kogoj - Osvald (1994) pa navajata, da so jo za prehrano v Evropi začeli uporabljati šele v 14. stoletju.

V svetu jajčevce gojijo na več kot 1,3 milijona hektarjih in letno pridelajo več kot 22 milijonov ton plodov. Več kot 90 % jih pridelajo na področju Kitajske, Indije in Indonezije, sledita Turčija in Japonska. V Evropi so leta 2005 največ jajčevcev pridelali v Italiji (skoraj 340 tisoč ton) in Španiji (160 tisoč ton), sledijo Grčija (skoraj 70 tisoč ton) in Nizozemska (42 tisoč ton) (FAO..., 2007).

V Sloveniji je leta 2000 jajčevce pridelovalo 131 pridelovalcev na 7,6 hektarjev površin, leta 2003 je bilo 140 pridelovalcev in 9,7 ha površin, leta 2006 se je število pridelovalcev znižalo na 104, površine pa skrčile na 6,1 ha (Pridelava zelenjadnic..., 2007).

V svetu je poznanih približno 770 kultivarjev jajčevcev (Bliss in Elstein, 2004).

2.2 MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Jajčevce je enoletna rastlina, visoka od 40 – 150 cm, velikokrat bodičasta, z velikimi, raskavimi lopatastimi listi, ki so na koncu zašiljeni. Listi so dolgi 10 – 20 cm in široki 5 – 10 cm. Cvetovi so bele do vijolične barve, s petimi krpastimi cvetnimi venci in rumenim prašnikom.

Plod je mesnat, ovalne ali jajčaste oblike, gladke in svetleče površine. V tehnološki zrelosti je običajno temno vijolične, včasih rdeče, redko zelene oziroma bele barve ali celo lisast.

Posamezna rastlina razvije 4 do 5 vejic, na katerih je zasnovanih 4 do 5 plodov. Dobro razvita rastlina jih je prav toliko sposobna sočasno prehraniti. Za pospešen razvoj in debeljenje plodov je priporočljivo na rastlini pustiti prav toliko cvetov – plodov (Osvald in Kogoj - Osvald, 1994).

2.3 OBIRANJE IN UPORABA

Plodove spravljamo v tehnološki zrelosti, ko so normalno razviti, težki od 200 do 1000 g in lesketajočega videza. Obiramo jih postopoma, začnemo približno 20 do 25 dni po oploditvi. Količina pridelka je odvisna od oskrbe (zalivanja, gnojenja), dolžine rastnega obdobja, temperaturnih razmer in znaša od 3 do 10 kg/m². Spravilo pridelka poteka od začetka junija do sredine septembra (Osvald in Kogoj - Osvald, 1994).

Jajčevcec je učinkovit pri slabokrvnosti in čezmerni teži, povečuje izločanje seča, uravnava delovanje srca, izboljšuje prebavo in znižuje količino holesterola (Osvald in Kogoj - Osvald, 1994).

Uporaba te vrtnine v prehranske namene je pestra. Plodove lahko dušimo, pečemo na žaru ali ocvremo. Cenjeni so tudi vloženi v kisu ali olivnem olju.

Posušeno meso plodov so dodajali tudi kot dodatek moki pri peki krekerjev in s tem povečali vsebnost prehranske vlaknine v proizvodu (Perico in Germani, 2007).

2.4 KEMIJSKA SESTAVA

Preglednica 1: Kemijska sestava jajčevcev (Souci in sod., 2000; Flick in sod., 1977; Flick in sod., 1978)

	Souci in sod., 2000	Flick in sod., 1977	Flick in sod., 1978
	v 100 g jajčevcev	v 100 g jajčevcev	v 100 g jajčevcev
voda	92,6 g	93,6 g	93,6 g
skupni dušik	0,2 g	2,02 g	2,0 g
beljakovine	1,24 g	*	*
maščobe	0,18 g	*	*
ogljikovi hidrati	2,49 g	*	*
prehranska vlaknina	2,82 g	10,85 g	10,8 g
organske kisline	0,18 g	*	*
minerali	0,5 g	*	*
pepel	*	4,56 g	3,6 g
		v ppm	v ppm
natrij	4 mg	306	306
kalij	203 mg	17390	17390
magnezij	13 mg	1690	1690
kalcij	12 mg	1450	1450,1
mangan	112 µg	11,7	11,7
železo	370 µg	164	164
baker	90 µg	21,8	21,8
cink	142 µg	6,1	6,1
nikelj	11 µg	*	*
fosfor	21 mg	*	*
klor	55 mg	2060	2060
jod	800 ng	*	*
bor	190 µg	*	*
selen	3,9 µg	2	2
nitriti	20 mg	*	*
aluminij	*	123	123
brom	*	2,66	*
kadmij	*	0,2	*
kobalt	*	0,37	*

Nadaljevanje preglednica 1: Kemijska sestava jajčevcev (Souci in sod., 2000; Flick in sod., 1977; Flick in sod., 1978)

	Souci in sod., 2000	Flick in sod., 1977	Flick in sod., 1978
krom	*	3,4	*
fluor	*	49,5	*
robidi	*	40,2	*
žveplo	*	3800	3800
kositrer	*	4,4	*
vanadij	*	*	1
retinol	7,2 µg	*	*
karotenoidi	43 µg	*	*
beta-karoten	43 µg	*	*
vitamin E	30 µg	*	*
tokoferoli	30 µg	*	*
vitamin K	500 ng	*	*
vitamin B1	38 µg	*	*
vitamin B2	45 µg	*	*
nikotinamid	600 µg	*	*
pantotenska kislina	230 µg	*	*
vitamin B6	75 µg	*	*
folna kislina	31 µg	*	*
vitamin C	5 mg	*	*
		mg/g	mg/g
arginin	42 mg	1,206	1,206
histidin	21 mg	0,475	0,475
izolevcin	63 mg	0,722	0,722
levcin	77 mg	1,266	1,266
lizin	34 mg	0,769	0,769
metionin	7 mg	*	*
fenilalanin	54 mg	0,869	0,869
treonin	43 mg	0,776	0,776
triptofan	11 mg	*	*
valin	73 mg	1,212	1,212
prolin	*	0,784	0,784
glicin	*	0,776	0,776
alanin	*	0,995	0,995
serin	*	0,815	0,815
jabolčna kislina	170 mg	*	*
citronska kislina	10 mg	*	*
oksalna kislina	9,5 mg	*	*
kina kislina	41 mg	*	*
kavna kislina	40 mg	*	*
salicilna kislina	300 µg	*	*

Nadaljevanje preglednica 1: Kemijska sestava jajčevcev (Souci in sod., 2000; Flick in sod., 1977; Flick in sod., 1978)

	Souci in sod., 2000	Flick in sod., 1977	Flick in sod., 1978
glukoza	1037 mg	*	*
fruktoza	1030 mg	*	*
saharoza	200 mg	*	*
škrob	220 mg	*	*
celuloza	910 mg	*	*
skupni steroli	7 mg	*	*
beta-sitosterol	3 mg	*	*
stigmasterol	2 mg	*	*
skupni purini	21 mg	*	*
topna vlaknina	1410 mg	*	*
netopna vlaknina	1410 mg	*	*

* ni podatka

2.5 POLIFENOLI V RASTLINAH

Velika razširjenost polifenolov v rastlinskem svetu je vzrok, da jih s hrano dnevno zaužijemo v izobilju. V razvitih zahodnih državah se dnevni vnosi polifenolov s hrano gibljejo okoli 1000 mg/ dan ob predpostavki, da se oseba prehranjuje z dobro uravnoteženo mešano prehrano.

Polovica omenjene količine polifenolov se absorbira v gastrointestinalnem traktu, ostanek pa metabolizira črevesna mikroflora (Sedlak – Vadoc V., 1998).

Fenolne spojine so sekundarni rastlinski metaboliti. V splošnem jih definiramo kot spojine z aromatskim obročem, na katerem je ena ali več hidroksilnih skupin. Morda je primernejša definicija ta, ki opredeljuje fenolne spojine kot tiste spojine, ki izhajajo iz šikimatne in fenilpropanoidne metabolne poti (Robards in sod., 1999).

Polifenoli se omenjajo tudi kot stresni metaboliti, saj njihov nastanek stimulirajo številni zunanji dejavniki kot so svetloba, kisik, temperatura, pomanjkanje vode in mehanske poškodbe (Swanson, 1993).

Polifenoli dajejo rastlinam karakterističen okus, prehransko vrednost, barvo, antioksidativni potencial in delujejo antimikrobno.

Danes je poznanih več kot 4000 različnih naravnih fenolov (Lee, 1993).

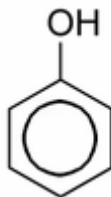
Fenolne spojine vsebujejo eno ali več hidroksilnih skupin, ki so vezane neposredno na aromatsko jedro, poleg – OH skupin so lahko vezane tudi stranske verige.

V naravi so običajne spojine z več – OH skupinami in zato se je zanje uveljavilo tudi drugo ime – polifenoli.

Fenolne spojine lahko razvrstimo na več načinov, uveljavlja pa se klasifikacija po številu C – atomov (Abram in Simčič, 1997).

V sadju in zelenjavi najpogostejše zasledimo naslednje skupine fenolnih spojin:

- benzojske kisline (p-hidroksibenzojska, protokatehinska, vanilinska kislina,...)
- cimetne kisline (p-kumarna, kavna, ferulna kislina)
- flavonole (kamferol, kvercetin, miricetin)
- antocianidine (cianidin, peonidin, delphinidin...)
- taninove prekursorje (katehin, epikatehin, galokatehin) (Štepec, 1998).



Slika 1: Enostavna struktura fenola (Boyer, 2002)

Prisotnost fenolnih spojin v hrani ima pomemben vpliv na oksidativno in mikrobiološko stabilnost proizvoda, saj so nekatere fenolne komponente močni antioksidanti (Wang in sod., 1997).

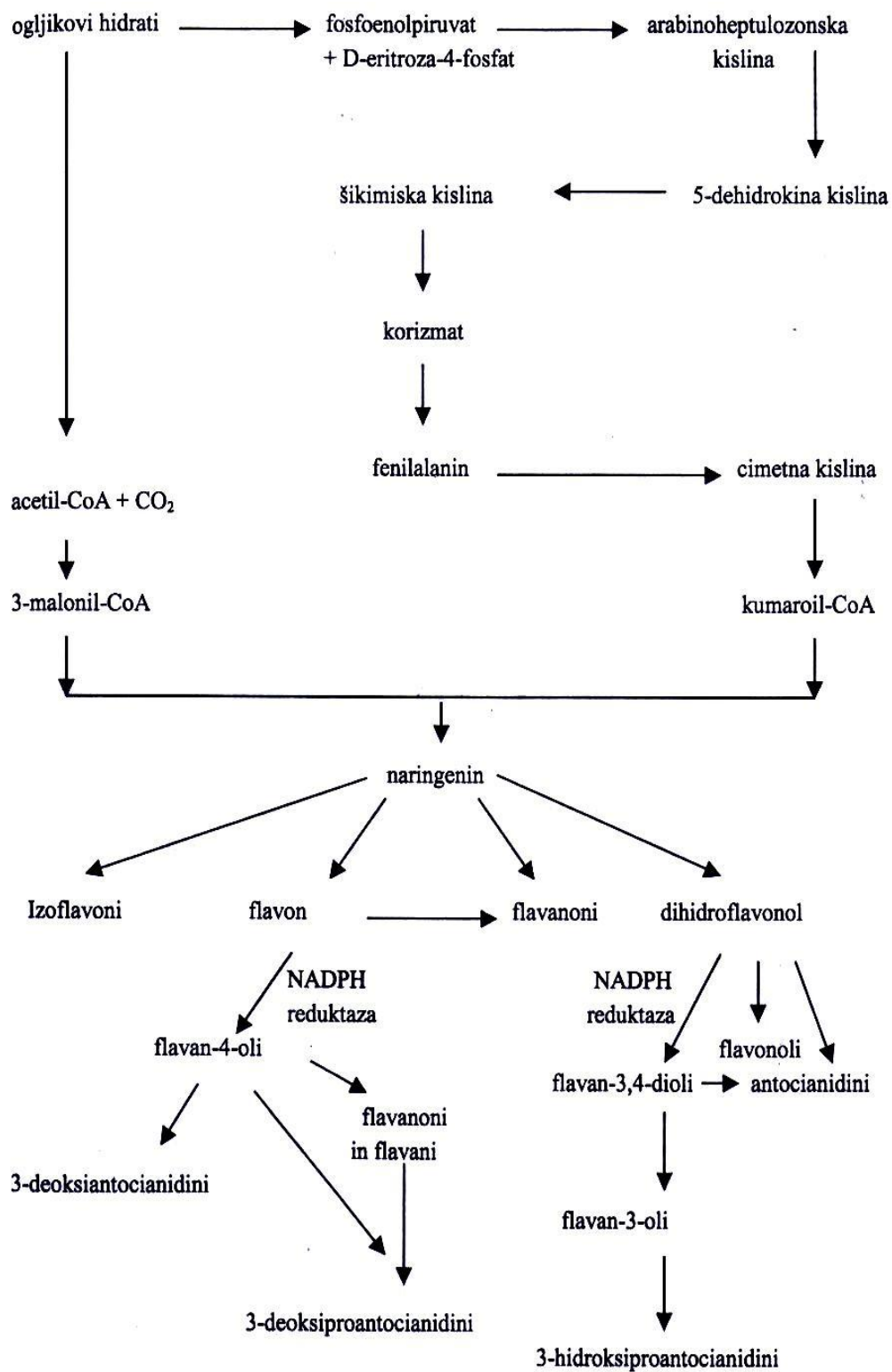
Obstajajo epidemiološke študije, ki kažejo, da uživanje hrane bogate s polifenolnimi komponentami znižuje pogostost srčnih in rakastih obolenj zaradi njihovih velikih antioksidacijskih lastnosti, s katerimi učinkovito preprečijo začetek različnih bolezni v telesu (Mozetič in sod., 2004).

Abram in Simčič (1997) ter Robards in sod. (1999) navajajo, da se fenolne spojine v celicah v glavnem nahajajo v vakuolah, nekateri flavonoidi pa so v kromo- ali kloroplastih. V citoplazmi jih ne najdemo. V majhnih količinah jih zasledimo v medceličnih prostorih. Fenoli so v celici prisotni v topni, suspendirani, koloidni obliki in v kombinaciji s sestavinami celične stene (Robards in sod., 1999).

Biosinteza rastlinskih fenolov

Metabolizem fenolov v rastlinah je kompleksen proces in je rezultat interakcije med vsaj petimi različnimi metabolnimi potmi. Poti, ki so vpletene v biosintezo rastlinskih fenolov so:

- glikoliza (fosfoenolpiruvat),
- pentoza fosfatna pot (eritroza-4-fosfat),
- šikimatna pot (fenilalanin),
- fenilpropanoidni metabolizem (aktivirani derivati cimetne kisline, lignin),
- specifična flavonoidna pot (Hradzina, 1994).



Slika 2: Shematični prikaz biosinteze fenolnih spojin, prirejeno po Lee (1993); Ibrahim (1993); Stafford (1993)

2.5.1 Pomen polifenolov

Značilne kemijske lastnosti fenolnih spojin so reaktivnost, kisli pH, tvorba intra- in intermolekularnih vodikovih vezi (če ni steričnih ovir), sposobnost vezave kovinskih ionov in tvorba kelatnih spojin ter oksidacija (Abram in Simčič, 1997).

Fenolne spojine kot kumarini, stilbeni, flavonoidi imajo v rastlinah pomembno vlogo antibiotika in so tako sposobne zaščititi rastlino pred mikroorganizmi in drugimi rastlinskimi škodljivci. Sodelujejo pri zaščiti rastline pri delovanju anorganskih stresnih dejavnikov iz okolja, kot so npr. onesnaženje, ioni težkih kovin, visoka UV – B radiacija (Heller, 1994). Pomembna je tudi njihova vloga signalnih spojin pri vzpostavitvi rastlinske simbioze, pri cvetenju in oplojevanju (Abram in Simčič, 1997). So sestavina celičnih sten (lignin) in kot strukturni material omogočajo trdnost rastline. Skupaj z dolgoverižnimi karboksilnimi kislinami so sestavina suberina in kutina in tako zagotavljajo celici nepropustnost za pline in vodo (Heldt, 1997).

Fenolne spojine dajejo okus, vonj in barvo rastlinskemu živilu in tako izboljšujejo senzorično in prehransko kakovost živila (Abram in Simčič, 1997; Robards in sod., 1999). Uporabne so kot naravna barvila v živilski industriji (Hollman in Hertog, 1998).

Cheeson in sod. (1998) ter Lee (1993) navajajo, da je sposobnost preprečevanja oksidativnih sprememb v živilih in preprečevanje oksidativnega kvara živila vse bolj pomembna lastnost fenolnih spojin, ki so naravni antioksidanti. V živilih so naravno prisotni ter ustrezajo sodobnim zahtevam po zmanjšanju uporabe sintetičnih antioksidantov v živilski industriji.

Poleg antioksidativnega delovanja fenolnih spojin v živilih lahko fenolne spojine opravljajo svojo vlogo tudi po zaužitju hrane v človeškem telesu, kjer zmanjšujejo učinek reaktivnih kisikovih spojin in drugih prostih radikalov (Cheeson in sod., 1998). Zanimive so predvsem raziskave o povezavah med fenolnimi spojinami (najbolje so proučeni flavonoidi, ker so najbolj razširjeni) in inhibicijo razvoja rakastih obolenj, ter raziskave o zmanjšanju oksidacije LDL in zmanjšanem tveganju za nastanek kardiovaskularnih obolenj (Hollman in Hertog, 1998).

Čeprav so eksperimentalni rezultati večkrat obetavni, pa raziskave *in vivo* največkrat privedejo do zaključka, da sta intestinalna absorpcija fenolnih spojin in koncentracija v plazmi prenizki, da bi lahko fenolne spojine uspešno delovale v ciljnim tkivu (Johnson, 1998; Wiseman, 1998).

Negativni učinek fenolnih spojin se izraža predvsem pri skladiščenju in predelavi živil, ki vsebujejo fenolne spojine. Fenolne spojine so podvržene spremembi barve ker so dober substrat za oksidacijo in ker reagirajo z drugimi sestavinami v hrani, kot so reducirajoči sladkorji in kovine (Lee, 1993). Prav tako negativna je tvorba kompleksnih spojin med polifenoli in proteini. Do interakcije in tvorbe H-vezi pride med o-dihidroksifenoli in karbonilno skupino iz proteina. Te interakcije vplivajo na kakovost prehranskih proteinov, ki postanejo slabše prebavljivi, povzročajo pa tudi motnost in nastanek sedimenta pri skladiščenju nekaterih sokov (Lee, 1993).

2.6 KLOGROGENSKA KISLINA

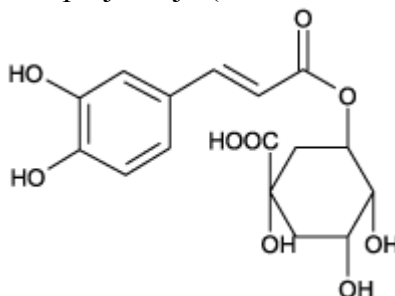
Znanstveniki so odkrili, da je prevladujoča fenolna komponenta v jajčevcih klorogenska kislina (Bliss in Elstein, 2004), kar sta še enkrat potrdila Mattila in Hellström (2007).

S terminom klorogenska kislina označujemo vse estre hidroksicimetne kisline s kina kislino. Posamezne klorogenske kisline se med seboj ločijo po prostih hidroksilnih skupinah. Pozicije in število prostih hidroksilnih skupin vplivajo tudi na topnost (Clifford, 1985).

Trivialno ime klorogenska kislina se v literaturi uporablja za 5-kafeoilkina kislino, ki prevladuje v kavnih zrnih (Sastry, 1993).

Poleg kave je klorogenske kisline veliko v mnogih vrstah sadja. Ugotovljeno je bilo, da se koncentracija klorogenske kisline in nekaterih drugih estrov kavne kisline močno poveča v nekaj dneh po mehanski poškodbi na že pobrani in skladiščeni zelenjavi. Sintetizirana klorogenska kislina se porabi za sintezo celične stene in predstavlja pomemben del obrambe pred patogenimi mikroorganizmi (Tomas — Barberan in sod., 1997).

Klorogenska kislina je dober substrat za encim polifenol-oksido (PPO). Kinon klorogenske kisline, ki je oksidacijski produkt klorogenske kisline s PPO, je pomembna posredna sestavina pri encimskem porjavenju (Tomas — Barberan in sod., 1997).



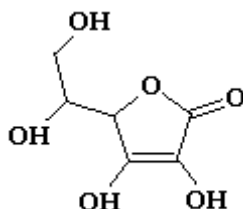
Slika 3: Klorogenska kislina (Boyer, 2002)

2.7 VITAMIN C

Definicija in biološki pomen

Vitamini so biološko aktivne snovi, ki delujejo že v majhnih količinah. Njihovo delovanje je podobno delovanju katalizatorjev, zato jih štejemo med biokatalizatorje. Za razliko od drugih biokatalizatorjev jih človeški in živalski organizem pretežno ne more tvoriti, zato jih mora dobiti s hrano (Golob, 1987).

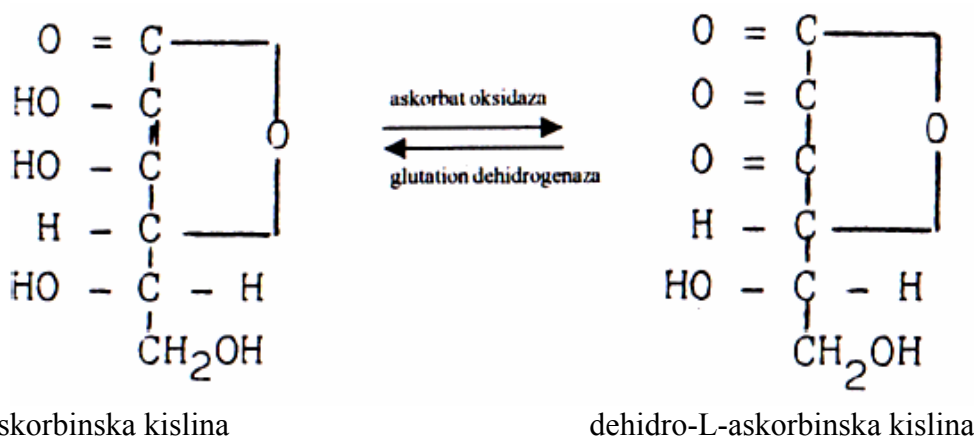
Basu in Dickerson (1996) sta mnenja, da so vitamini heterogena skupina organskih substanc, ki jih uživamo v manjših količinah. So nujno potrebni za normalno rast in vzdrževanje celičnih funkcij. Beseda vitamin je sestavljena iz besede VITA (življenje) in AMIN (dušikova spojina). V hrani se nahajajo v izredno majhnih količinah. Lahko so tudi sestavni deli koencimov, predvsem vitamini skupine B (tiamin, nikotinamid, pirodaksin...).



Slika 4: Dvodimenzionalna strukturna formula vitamina C (Boyer, 2002)

2.7.1 Nomenklatura vitamina C

V literaturi najdemo vitamin C pod različnimi imeni: L-askorbinska kislina, antiskorbutni vitamin, heksuronska kislina, skorbutamin, cevaminska kislina. Njegovo kemijsko ime je (+)1,4-lakton 2,3-dihidrolukonske kisline (Golob, 1987).



Slika 5: Oksidacija L-askorbinske kisline (Basu in Dickerson, 1996)

2.7.2 Struktura vitamina C

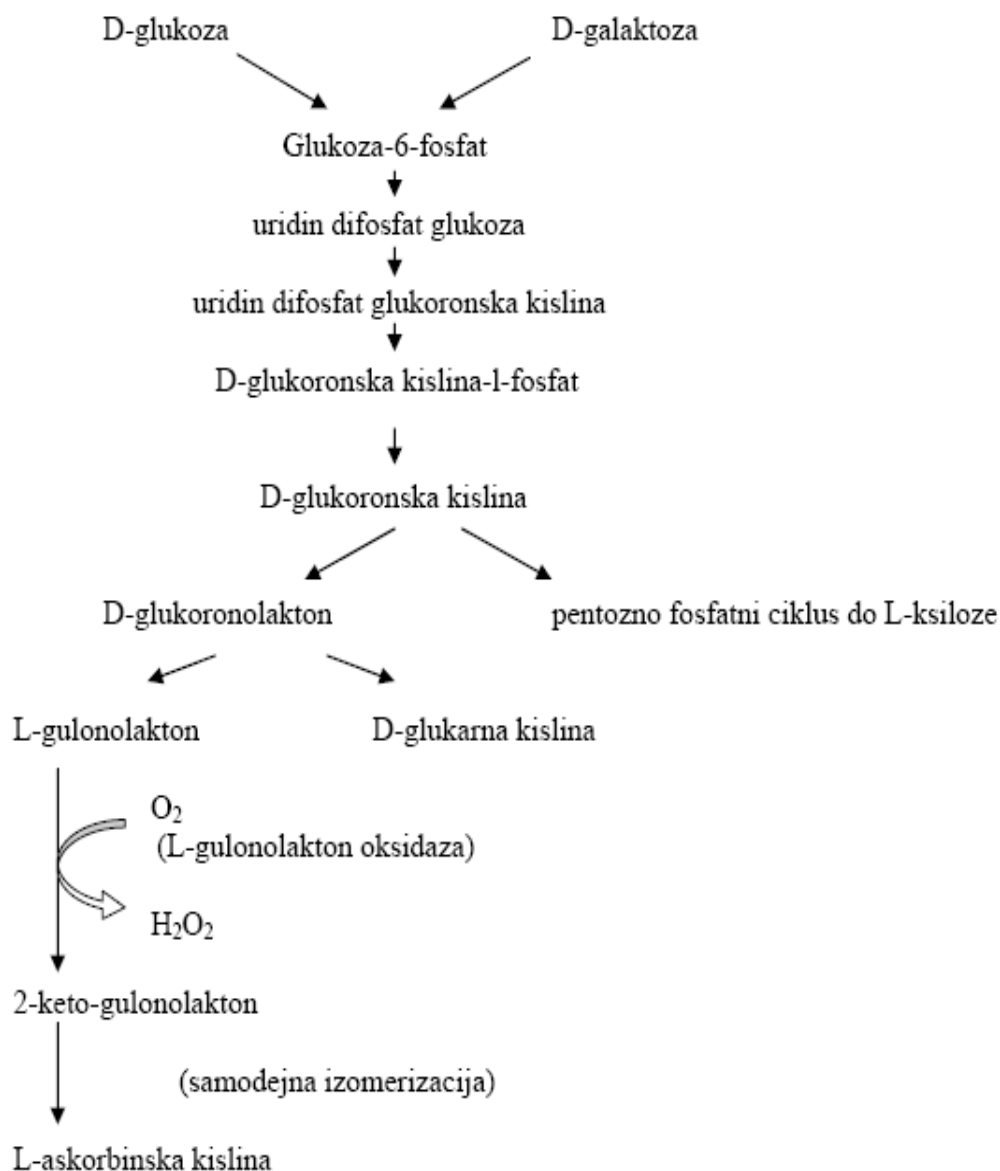
Vitamin C vsebuje dve obliki: L-askorbinsko kislino (AK), močan reducent, in njeno oksidirano obliko L-dehidroaskorbinsko kislino (DHAK). Čeprav se vitamin C nahaja v telesnih tekočinah večinoma v reducirani obliki, imata tako AK kot DHAK biološko aktivnost in se pretvarjata iz ene v drugo obliko v reakcijah oksidacije in redukcije (Basu in Dickerson, 1996). Trdita še, da so za pretvorbo vitamina C odgovorni nekateri encimi, med njimi glutathion dehidrogenaza in askorbat oksidaza.

Obe obliki vitamina C sta v čistem stanju kot bela kristalinična snov, AK vidna v obliki ploščic in DHAK v obliki iglic. Čisti suhi kristali askorbinske kisline so kljub izpostavljenosti na zraku in dnevni svetlobi stabilni pri sobni temperaturi (Bender 1993; Ball, 1998). Matthews in Hall (1978) navajata, da nekatera predelana živila vsebujejo značilne količine DHAK, čeprav v svežem sadju in zelenjavi prevladuje L-AK. DHAK je izpostavljena hidrolizi do diketo-L-glukonske kisline. Pri tej transformaciji se izgubi celotna vitaminska aktivnost.

Obstajata dva enantiomerna para: L-AK in D-AK ter L-izoaskorbinska kislina in D-izoaskorbinska kislina. D-AK in L-izoaskorbinska kislina sta brez vitaminske aktivnosti in se ne nahajata v naravi. Prav tako ne najemo D-izooksorbinske kisline, razen v določenih mikroorganizmih. D-izoaskorbinska kislina vsebuje le 5 % vitaminske aktivnosti L-AK (DeMan, 1999).

2.7.3 Biosinteza L-askorbinske kisline

Večina rastlin in živali ima sposobnost sinteze vitamina C iz D-glukoze in D-galaktoze preko glukuronske kisline.



Slika 6: Biosinteza L-askorbinske kisline (Goodhart in Shils, 1980)

2.7.4 Vitamin C v živilih

Vitamin C najdemo izključno v živilih rastlinskega izvora. Razen ledvic in mleka nobeno živilo živalskega izvora ne vsebuje vitamina C. Količina vitamina je pogojena z različnimi faktorji, kot so vrsta in del rastline (odvisno od sončne svetlobe, ki jo vsak del rastline prejme med rastjo), stopnje zrelosti, klime, metod obiranja in skladiščenja.

2.7.5 Fizikalne lastnosti L-askorbinske kisline

L-askorbinska kislina je bela kristalna snov brez vonja, s kiselkastim okusom. Kemijsko čista L-askorbinska kislina je na zraku relativno dobro obstojna. V vodnih raztopinah je izpostavljena številnim reakcijam razgradnje, ki so odvisne od pH, temperature, prisotnosti kisika, kovinskih ionov (predvsem Fe in Cu), encimov,...

V prisotnosti kisika in toplote hitro oksidira v dehidro-L-askorbinsko kislino. L-AK je najbolj stabilna pri pH 3,5 – 5.

Encimi, ki so prisotni v živilu, kot npr. L-askorbat oksidaza, prav tako povzročijo pretvorbo L-AK v DHAK (Mali, 1999).

2.7.6 Izguba vitamina C

Vitamin C je topen v vodi, med kuhanjem se hitro razgradi. Vnos vitamina C je v splošnem veliko večji, če uživamo presno zelenjavo.

Vitamin C je občutljiv na oksidacijo. Stopnja oksidacije se poveča ob prisotnosti različnih faktorjev, kot so: alkalije, toplota, svetloba, kovinski ioni. Količina vode, ki jo uporabimo pri kuhanju, kakor tudi kislost živila, imajo pomemben vpliv pri ohranjanju vitamina.

Krajši čas kuhanja in čim manjša izpostavljenost zraku ter zmanjšana površina živila zmanjšajo izgube (Basu in Dickerson, 1996).

Dobra topnost vitamina C v vodi in velika labilnost v primerjavi z večino drugih hranil, povzročata izgubo vitamina C v zelenjavi med konzerviranjem. Vitamin C je dovzeten za oksidacijo, ki je pospešena s toploto, poškodbami kože pri zelenjavi, prisotnostjo železa, bakra ali alkalnega pH (Oruňa – Cocha in sod., 1998).

Veliko rastlin ima encim oksidazo, ki vsebuje baker, kar pospeši oksidacijo vitamina v prisotnosti zraka. Encim nima neposredne povezave z vitaminom v rastlini, iz celice se sprostí, kadar poškodujemo list ali plod. Inhibitorji oksidacije vitamina C so flavonoidi (Basu in Dickerson, 1996).

2.7.7 Biokemijska vloga vitamina C

Vitamin C je močan reducent, zato ima pomembno vlogo antioksidanta. Askorbinska kislina se oksidira v DHAK preko slabo obstojnega intermediata mono DHAK.

Glutation in NADH pomagata pri regeneraciji askorbinske kisline iz njene oksidirane oblike (Basu in Dickerson, 1996).

2.8 VLAKNINA

Definicija vlaknine označuje za vlaknino vse tiste sestavine prehrane, ki jih človeški organizem pod vplivom encimov ne prebavi (Koch in sod., 1993).

Poleg te definicije obstajajo še alternativni pojmi za prehransko vlaknino, ki jih navajajo različni avtorji:

- poimenujejo jo kot substanco sten rastlinske celice, ki je neprebavljiva s človeškimi encimi (celuloza, hemiceluloza, pektin, intracelularni polisaharidi – sluzi, gume),
- izraz kompleks prehranske vlaknine ima isto osnovo kot prehranske vlaknine, le da so celulozi, hemicelulozi, pektinu ter intracelularnim polisaharidom prištet še voski, kutin in neprebavljene beljakovine. To so snovi, ki so normalno povezane s prehransko vlaknino in so koncentrirane ob celični steni,
- nekateri definirajo prehransko vlaknino kot vsoto lignina in polisaharidov, ki jo človeški encimi ne hidrolizirajo,
- prehranska vlaknina je vsota rastlinskih neškrobnih polisaharidov in lignina (kem. definicija). Ostanek substanc v živilih rastlinskega izvora, ki jih človeški alimentarni encimi ne hidrolizirajo (fiziološka definicija),
- surova vlaknina pa je ostanek rastlinskih materialov po ekstrakciji s kislino in bazo. Vsebujejo samo variabilni del celuloze, hemiceluloze in lignina v prehranski vlaknini (Koch in sod., 1993).

Vlaknino sestavljajo ostanki rastlinskih celičnih sten – to so mešanice kompleksnih ogljikovih hidratov (neškrobni polisaharidi in lignin), ki so rezistentni na razgradnjo v prebavnem traktu in nimajo očitne vrednosti v prehrani. Dejanska povprečna energijska vrednost vlaknine znaša 2 kcal/g (8,4 kJ), čeprav je energijska vrednost določenih polisaharidov med 0 in 4 kcal/g (16,7 kJ) (Proskey in DeVries, 1992)

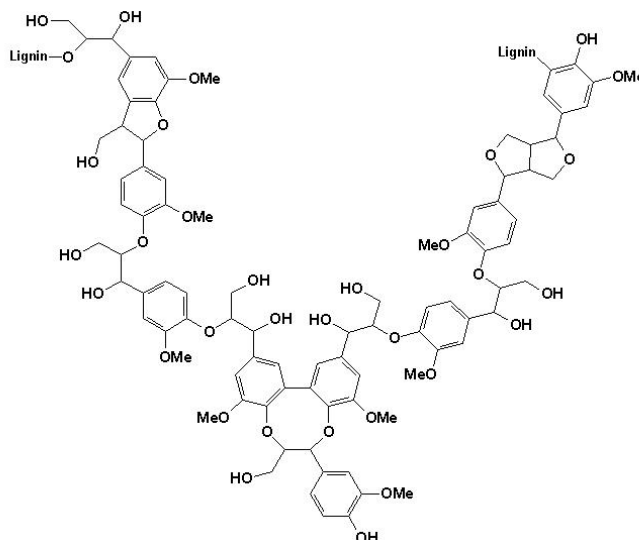
Prehrambeniki so vlaknino ignorirali več let, v preteklih dveh desetletjih pa so ji pripisali velik pomen za zdravje. Vlaknino lahko najdemo le v rastlinskih živilih kot so sadje, zelenjava, orehi in izdelki iz žit. Živila živalskega izvora, mesni in mlečni izdelki vlaknine ne vsebujejo.

Vlaknino lahko klasificiramo na podlagi kemijskih lastnosti posameznih komponent, glede funkcije v rastlini (sestavine celične stene ali rezervne substance) in na osnovi njihovega obnašanja ali fizioloških učinkov pri ljudeh. Skupno vlaknino delimo na dve skupini komponent, na topno in netopno vlaknino (Proskey in DeVries, 1992).

2.8.1 Komponente netopne vlaknine

2.8.1.1 Lignin

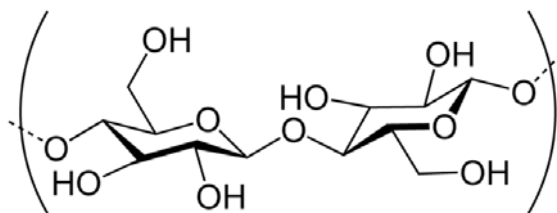
Je polifenol z visoko molekulsko težo. Najpogosteje je osnovna sestavna enota koniferil, ki s kondenzacijo tvori dolge dvo - in tridimenzionalne mreže. Lignin se tudi pod vplivom črevesnih bakterij ne razgradi in je hidrofobni del prehranskih vlaknin (Koch in sod., 1993).



Slika 7: Strukturna formula lignina (Spiller, 1986)

2.8.1.2 Celuloza

Je glavna komponenta rastlinskih celičnih sten in hkrati najmanj topna komponenta vlaknine. Je polimer glukoze, povezane z β -1, 4 glikozidno vezjo. Molska masa lahko doseže 2×10^6 Da. Med seboj je povezanih najmanj 14000 glukoznih molekul (Proske in DeVries, 1992).



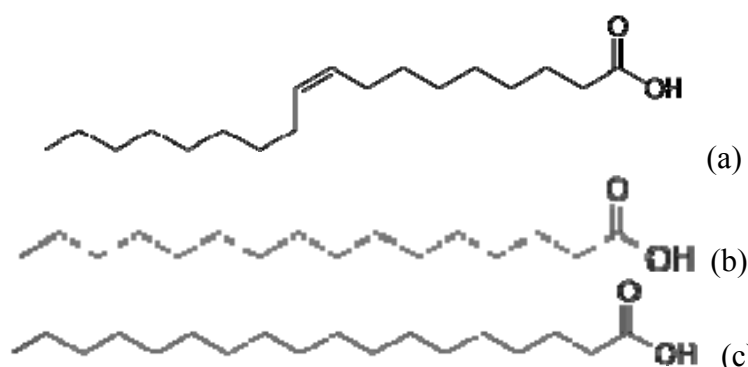
Slika 8: Molekula celuloze (Spiller, 1986)

2.8.1.3 Hemiceluloze

Sestavljajo jo mešanice polisaharidov manana, galaktana, arabana, ksilana in poliuronskih kislin. Največja skupina hemiceluloz vsebuje pentozane, kot so ksilan in arabinoksilan, druga skupina vsebuje polimere heksoze (galaktani), tretjo skupino hemiceluloz pa sestavljajo kisle hemiceluloze, ki vsebujejo galakturonsko kislino (Koch in sod., 1993).

2.8.1.4 Kutin

Je kompleksni polimer, sestavljen iz C16 in C18 alifatskih hidroksilnih kislin (Spiller, 1986). Je visoko hidrofobna snov, za rastlino pomembna predvsem zato, ker združuje steno rastlinske celice z zunanostjo (Koch in sod., 1993).



Slika 9: Komponente kutina (a – oleinska, b – palmitinska, c – stearinska kislina) (Spiller, 1986)

2.8.1.5 Suberin

Je kompleks snovi, ki vsebujejo fenolne komponente, alkohole z dolgimi verigami in različne kisline. Suberin je v plasti pod epidermom v mnogih rastlinskih tkivih (Koch in sod., 1993).

2.8.1.6 Voski

So estri maščobnih kislin in višjih alkoholov. Običajno so zelo kompleksne sestavine, ki vsebujejo ketone, estre, fenolne estre in alkohole (Koch in sod., 1993).

2.8.2 Komponente topne vlaknine

2.8.2.1 Pektini

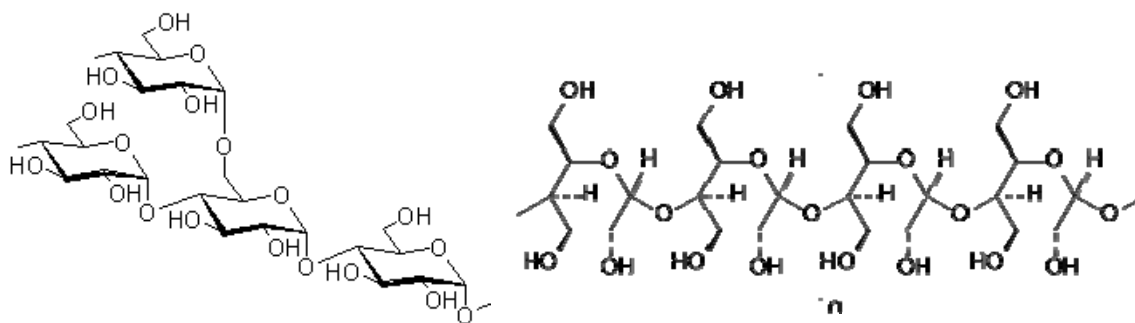
So mešanica kislih in nevtralnih polisaharidov. Vsebujejo veliko D-galakturonske kisline in so galakturonani z različno stopnjo metilne esterifikacije. Molska masa je med 60000 in 150000 Da.

Pektin predstavlja v vodi topne pektinske substance, sestavljene iz ramnogalakturonanov (D-galakturonska kislina in ramnoza). Glavni polimer ima stranske verige, sestavljene iz sladkorjev galaktoze, glukoze, ramnoze in arabinoze – model pektina tako vključuje področja z razvejanimi in nerazvejanimi verigami. Nahaja se v primarni celični steni in intracelični plasti rastlinskih celic. Delež in narava pektina močno vplivata na teksturo

sadja in zelenjave med rastjo, dozorevanjem, skladiščenjem in predelavo (Aman in Westerlund, 1996).

2.8.2.2 Rezistentni škrob

Je definiran kot »vsota škroba in produktov hidrolize škroba, ki se ne absorbirajo v tankem črevesju zdravih oseb.« Vsebnost rezistentnega škroba v živilih bogatih s škrobom je odvisna od izvora (vsebnost amiloze, razmerje amiloza/amilopektin), zrelosti, predelave (temperatura, čas, obseg želiranja škroba, pH), priprave in skladiščenja živil (Saura – Calixto in sod., 1993).



Slika 10: Amilopektin (levo) in amiloza (desno) (DeMan, 1999)

2.8.3 Druge komponente

2.8.3.1 Beljakovine

Beljakovine celične stene imajo pomembno vlogo pri strukturi rastline. Nekatera tkiva so bogata s hidroksiprolinom, večina jih vsebuje glikoproteine.

Vsebnost beljakovin med zorenjem pada, povečuje pa se vsebnost polisaharidov celične stene (Spiller, 1986).

2.8.4 Obnašanje vlaknine med predelavo

Večino živil, ki vsebujejo vlaknino, moramo pred uživanjem na določen način obdelati. Težko je splošiti vpliv predelave na vlaknino, saj se njena sestava razlikuje med živili in v živilu. Pri isti vrsti obdelave se lahko učinki spreminjajo s parametri: temperatura, čas, razmerje čas/temperatura, vsebnost vode. Predelava lahko spremeni vsebnost in sestavo ter tudi fizikalno – kemijske lastnosti vlaknine. Zaradi tega se spremenijo tudi njeni fiziološki učinki, saj so močno odvisni od fizikalno – kemijskih lastnosti (Amado in Schweizer, 1986; Carnovale in Lintas, 1995).

Toplotna obdelava lahko spremeni vlaknino na različne načine, tako da poveča:

- oblikovanje v kislini netopnih materialov, kot so produkti Maillardove reakcije, ki prispevajo k vsebnosti lignina,
- tvorbo rezistentnih frakcij škroba, ki prispevajo k polisaharidom vlaknine,
- fragmentacijo komponent vlaknine s hidrolizo glikozidne vezi v polisaharidih vlaknine ali med polisaharidi in drugimi sestavinami. Posledica tega je lahko večja

topnost vlaknine, manjša vsebnost skupne vlaknine, v kolikor se tvorijo fragmenti z nizko molsko maso in izguba funkcionalnih in fizioloških lastnosti vlaknine (Amado in Schweizer, 1986).

V odvisnosti od pogojev obdelave in oblikovanja rezistentnega škroba se tvorijo kemično spremenjeni derivati škroba. Oba tipa sprememb povečata vsebnost vlaknine in sicer tako topne kot netopne frakcije.

Proces retrogradacije zajema spontane spremembe, ki potečejo med staranjem škrobne raztopine, testa ali gela in je zaradi tega časovno odvisen proces. Rezistentni škrob, ki se tvori, je sestavljen iz močno kristaliničnih verig retrogradirane amiloze. Modifikacije škroba so odvisne od pogojev predelave in od interakcije med molekulami škroba in drugimi komponentami živila, kot so lipidi, beljakovine in drugi ogljikovi hidrati. Prisotnost interakcijskih produktov med amilozo in lipidi poveča vsebnost skupne vlaknine (Carnovale in Lintas, 1995).

Vsebnost vlaknine v toplotno obdelanih živilih povečajo tudi produkti Maillardove reakcije – to so kompleksni polimeri, ki se ne razgradijo s prebavnimi encimi in so pogosto ocenjeni kot netopna frakcija.

Za vlaknino zelenjave je značilen velik delež pektina in celuloze. Ca-pektinski kompleksi v osrednji lameli so pomembni za adhezijo rastlinskih celic, ekstrakcija kalcija pa je glavni mehanizem pri mehčanju zelenjave med kuhanjem (Amando in Schweizer, 1986).

Med predelavo zelenjave lahko pride do izgube topne vlaknine v tekočino. Glikozidne vezi v polisaharidih topne vlaknine se lahko razgradijo, zaradi česar se spremeni struktura – pojavijo se spremembe v teksturi celične stene. Posledica tega je, da se lahko raztaplja tudi netopna vlaknina.

Drug fenomen toplotne obdelave je depolimerizacija topne vlaknine z visoko molsko maso. Cepitev glikozidne vezi je zanimiva s prehranskega stališča (Nyman in Swanberg, 1994).

2.9 MERJENJE TRDOTE MESA PLODOV

Tekstura je lastnost, ki poleg arome in videza najpogosteje sooblikuje kakovost živila. Pri nekaterih izdelkih (krompirjev čips, ekstrudirani izdelki, napolitanke) je tekstura najpomembnejša senzorična lastnost, ki odloča o sprejemljivosti. Pri drugih je pomembna, ni pa odločilna (kruh, zelenjava, bonboni) ali pa je skoraj nepomembna in ne vpliva na sprejemljivost (vino, juhe, umetne brezalkoholne pijače) (Plestenjak in Golob, 1999).

Glede na to, da tekstura sestoji iz različnih fizikalnih doživetij je zaželeno, da se uporablja termin »teksturne lastnosti«, ker le-ta zajema skupino sorodnih lastnosti, medtem ko se termin »tekstura« nanaša le na en parameter.

Velik razpon različnih reoloških in teksturnih lastnosti izhaja iz zahtev potrošnikov po različnosti hrane.

Obstaja nekaj razlogov zakaj znanstveniki iščejo korelacijo med senzoričnimi in instrumentalnimi ocenami:

- potreba za kvalitetno kontrolo instrumentov,
- želja za predviden odziv potrošnikov na proizvod,
- želja za razumevanje senzorične ocene teksture,
- potreba po razvoju izboljšane / optimizirane instrumentalne metode in konstruiranje za analizo teksture, ki bo potrdila senzorično oceno.

Mehanske lastnosti so tiste, ki se nanašajo na odziv proizvoda na obremenitev. To so trdota, vezljivost (kohezivnost), viskoznost, prožnost in sprijemljivost (adhezivnost).

Geometrijske lastnosti so tiste lastnosti, ki se nanašajo na velikost, obliko in razporeditev delcev v proizvodu, npr. zrnatost (gladek, kašast, zrnat), struktura (vlaknast, celičast, kristalen).

Površinske lastnosti so tiste lastnosti, ki se nanašajo na občutek, ki ga povzroči delež vode in/ali maščobe in način, kako se v ustih te sestavine sproščajo.

Tako kot aroma je tudi tekstura rezultat delovanja več različnih parametrov. Zaznana struktura je odvisna od časa, s časom se spreminjajo in nanjo vplivajo tudi drugi dražljaji, predvsem kemični in toplotni.

Poznamo različne mehanske lastnosti. Med njimi so bile pri našem poskusu najpomembnejše naslednje:

- mehanska teksturna lastnost, ki se nanaša na silo, ki je potrebna za določeno deformacijo ali za prediranje izdelka,
- elastičnost, prožnost: je mehanska lastnost teksture, ki se nanaša na hitrost, s katero se deformirana snov povrne v prvotno stanje in obseg, do katerega se deformirana. Snov se povrne v prvotno stanje potem, ko je nehala delovati sila, ki je povzročila deformacijo,
- žvečljivost: mehanska lastnost teksture, ki se nanaša na vezljivost in trajanje žvečenja, ki je potrebno, da se prežveči trdno živilo v stanje primerno za požiranje.

Za vrednotenje teksture živil se uporabljajo senzorične in instrumentalno – reološke metode. Senzorično vrednotenje teksture zahteva veliko časa, izbrane in usposobljene ocenjevalce in ustrezno opremljene prostore. Reološko merjenje mehanskih lastnosti je lažje, hitrejše in preprostejše. Zvezo med obema vrstama rezultatov pogosto poskušajo podati s pomočjo korelacije. Če korelacije niso v okviru pričakovanega, pade krivda na senzorično analizo, čeprav je pogosto lahko kriva tudi neustrezna izbira ali zasnova instrumentalne metode ali statistične obdelave. Eksperimentalno vrednotenje teksture je težavno, ker težko ustvarimo kontrolirane in ponovljive pogoje. Instrumentalno merjenje teksture je težavno tudi zato, ker se tekstura med grizenjem in žvečenjem zelo hitro spreminja, kar z merjenjem mehanskih lastnosti težko spremljamo (Plestenjak in Golob, 1999).

Tekstura je fizikalna lastnost hrane, ki izhaja iz bistvenih sestavin za strukturo. Teksturne lastnosti so v povezavi z deformacijo, dezintegracijo in utekočinjanjem hrane, če nanjo deluje sila. Merijo se objektivno v funkciji časa, mase in oddaljenosti. Tekstura predstavlja del reologije.

Reologija je veda o deformaciji in utekočinjanju stvari in obsega viskoznost ter teksturo. Viskoznost se lahko definira kot notranje krčenje fluida in njegova odpornost utekočinjanja. Viskoznost se navezuje na tekočo hrano ali hrano, ki teče, medtem ko se tekstura navezuje na trdo hrano. Običajno se instrumentalno merjenje teksture loči na osnovne, instrumentalne in empirične metode.

Osnovne metode so osnovane na fizikalnih lastnostih hrane. To so mehanične lastnosti na osnovi krčenja in raztezanja.

Podatki so lahko koristni za določanje procesnih parametrov. Razvite so metode, ki simulirajo žvečenje. Ta proces običajno zajema vpliv kompresije na hrano na način, da se simulira začetna faza žvečenja. Te metode imajo običajno dobro korelacijo s podatki senzoričnih analiz.

Empirične metode zajemajo vpliv sile, ki ji je hrana podvržena in imajo specifične lastnosti. Podatki so običajno zelo specifični za določeno hrano in jih je težko posploševati. Merjenje teksture je osnovano na povezavi krčenja – raztezanja ali reoloških lastnosti.

Instrumenti za merjenje teksture se lahko razvrščajo na tiste, ki merijo silo, oddaljenost, čas ali energijo. Instrumenti za merjenje sile so eni najsprejemljivejših v prehranski industriji. Pri tem načinu merjenja je spremenljivka sila, medtem ko sta čas in oddaljenost konstanti. Obstaja več vrst instrumentov za merjenje moči odpornosti proti pokanju, ekstruziji, zmikanju, moči pokanja, drobljenju, raztezanju,...

Stiskanje je mera sile na material, to je sila na enoto površine (merjeno v Newtonih). To je mera relativne spremembe med sestavinami materiala.

Raztezanje je sprememba v dimenzijah vzorcev, ki so bili stiskani.

Instrumenti za merjenje teksture so pomembni pri razvoju novega proizvoda, izboljšanju obstoječega, kontroli kvalitete...

Pri razvoju novih proizvodov se dopolnjujejo s senzoričnim testiranjem in se s pomočjo obojih metod proizvodi standardizirajo.

Zelo pogosto se ti instrumenti uporabljajo pri izboljševanju proizvoda. Standardi, pridobljeni s teksturo, pa se uporabljajo kot referenčni vzorci.

Instrumenti za merjenje sil so najpogostejši instrumenti za merjenje teksture. Z merjenjem moči se lahko meri: pokanje, kompresija, ekstruzija, rezanje – izmikanje, raztegljivost, torzija, zavijanje, pokanje in deformacija (Giese, 2003).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 NAČRT DELA

Za poskus smo uporabljali jajčevce cv. 'Galine', cv. 'Epic' iz dveh različnih področij rasti (oznaka A so plodovi, vzgojeni v rastlinjaku, oznaka Š pa plodovi, ki so uspevali na polju), cv. 'Valentina', cv. 'Mirabelle', cv. 'BSS 330', cv. 'BSS 332', cv. 'BSS 385' in cv. 'Domači srednje dolgi' jajčevci.

Opravili smo fizikalne in kemijske analize.

Fizikalne analize:

- merjenje teže svežih plodov,
- merjenje prostornine svežih plodov,
- merjenje barve kože plodov,
- merjenje trdote mesa plodov.

Kemijske analize:

- merjenje vsebnosti topne suhe snovi z digitalnim refraktometrom,
- merjenje vsebnosti polifenolov s spektrofotometrom,
- merjenje vsebnosti vitamina C s HPLC metodo,
- merjenje vsebnosti vlaknine z encimsko metodo.

3.2 MATERIAL

3.2.1 Značilnosti kultivarjev

Kultivarje ločimo po obliki in velikosti plodov, zgodnosti ter načinu rasti (velikosti). Glede na obliko in velikost plodov ločimo:

- sorte z okroglastimi težkimi plodovi (400 do 500 g),
- sorte z ovalnimi srednje težkimi plodovi (300 do 400 g),
- sorte s podolgovatimi plodovi manjše teže (150 do 300 g).

3.2.1.1 Značilnosti jajčevcev cv. 'Galine'

Sorta z okroglastimi, težkimi plodovi, svetlo do temno vijolične barve. Zaradi svoje velikosti primerna za pečenje, cvrtje in vlaganje.



Slika 11: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Galine' v rastlinjaku



Slika 12: Primerjava plodov jajčevcev cv. 'Epic' (levo) in cv. 'Galine' (desno)

3.2.1.2 Značilnosti jajčevcev cv. 'Epic'

Epic F1 je hibrid jajčevca, primeren za vzgojo na prostem ter v pokritih prostorih. Višina rastline je okrog 90 cm. Ima velik rodnostni potencial. Plodovi so temno vijolične do črne barve v obliki kaplje in dimenzije 10 x 22 cm. Po obiranju dolgo časa ohranja prvovrstno kvaliteto (Semenarna, 2007).



Slika 13: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Epic' v rastlinjaku

3.2.1.3 Značilnosti jajčevcev cv. 'Valentina'

Dolgi, podolgovati, lahki plodovi, ki zaradi svoje oblike niso primerni za pečenje. Lahko jih uporabljamo kot sestavino ajvarja ali namazov. Plodovi so vijolično do zeleno obarvani.



Slika 14: Plodovi jajčevcev cv. 'Valentina'

3.2.1.4 Značilnosti jajčevcev cv. 'Mirabelle'



Slika 15: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Mirabelle' v rastlinjaku

Plodovi cv. 'Mirabelle' so podolgovati, lahki, temno vijolično obarvani. Tudi ta kultivar zaradi oblike ni primeren za pečenje.



Slika 16: Plodovi jajčevca cv. 'Mirabelle'

3.2.1.5 Značilnosti jajčevcev cv. 'Domači srednje dolgi'

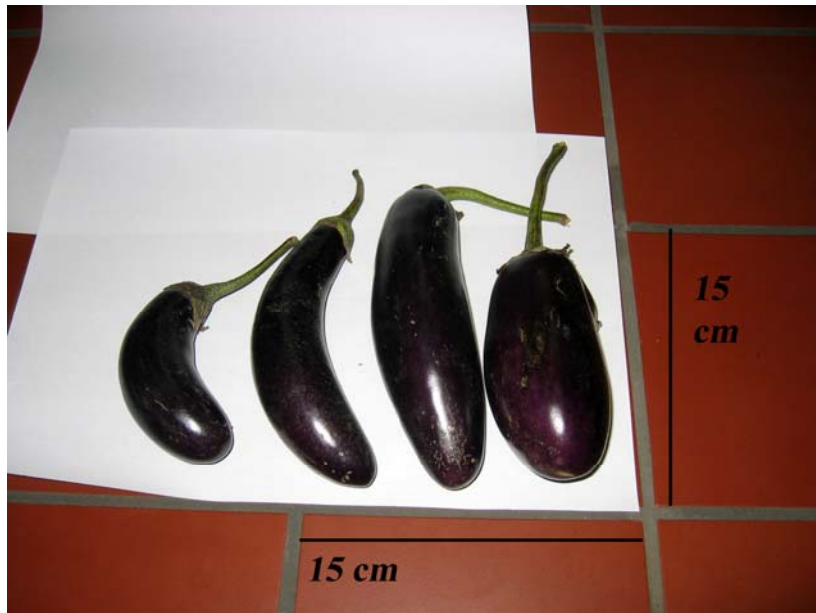
Zgodnja sorta, primerna za vzgojo v plastenjakih, rastlinjakih in na prostem. Srednje dolgi plodovi so dušeni in pečeni zelo slastni.



Slika 17: Rastlina in plod jajčevca cv. 'Domači srednje dolgi'

3.2.1.6 Značilnosti jajčevcev cv. 'BSS 330'

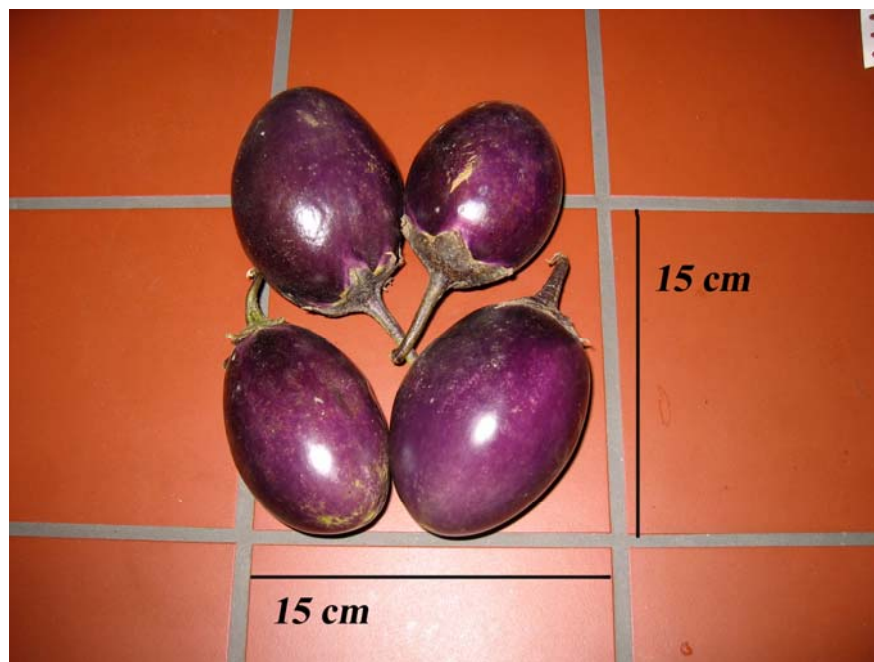
Manjši podolgovati do okrogli plodovi temno vijolične barve z značilnim dolgim pecljem.



Slika 18: Plodovi jajčevcev cv. 'BSS 330'

3.2.1.7 Značilnosti jajčevcev cv. 'BSS 332'

Majhni, okrogli in lahki plodovi s premerom okoli 7 cm, svetlejše vijolične barve.



Slika 19: Plodovi jajčevcev cv. 'BSS 332'

3.2.1.8 Značilnosti jajčevcev cv. 'BSS 385'

Majhni, okrogli plodovi. Zanje je značilna vijolično zelena progasta obarvanost. Plodovi zaradi velikosti niso primerni za pečenje, uporabimo pa jih lahko na drugačne načine.



Slika 20: Plodovi jajčevcev cv. 'BSS 385'

3.3 METODE DELA

3.3.1 Merjenje teže plodov

Svežim plodovom smo odrezali pecelj tako, da smo s tem izgubili čim manj mesa posameznega ploda. Suh in čist plod smo stehali s kuhinjsko tehtnico.

Pribor:

kuhinjski nož

kuhinjska tehtnica

3.3.2 Merjenje prostornine plodov

Stehtanim plodovom smo določili tudi prostornino. To smo naredili tako, da smo plod potopili v vodo in izmerili prostornino izpodrinjene tekočine. Prostornina izpodrinjene tekočine je enaka prostornini potopljenega ploda.

Pribor:

merilni valj



Slika 21: Merjenje prostornine plodov

3.3.3 Merjenje barve kože plodov

Za merjenje barve smo uporabili kromometer Minolta CR 400/410. Meritve temeljijo na merjenju barve vzorca v izpeljanem L, a, b sistemu barv, kjer L vrednost opisuje svetlost vzorca (+L svetlejši, -L temnejši), parametra a in b pa določata odtenek barve (+a bolj rdeč, -a bolj zelen, +b bolj rumen, -b bolj moder). Spekter od vzorca odbite barve se analizira v detektorju in primerja z odbojem od bele površine, s katero je pred meritvijo instrument potrebno umeriti. Rezultat meritve podamo v obliki treh parametrov L, a, b, s katerimi na osnovi spektra odbite svetlobe opišemo barvo površine (Simčič, 1995).

Razlike posameznih komponent pomenijo:

+L svetlejši

-L temnejši

+a bolj rdeč (manj zelen)

-a bolj zelen (manj rdeč)

+b bolj rumen (manj moder)

-b bolj moder (manj rumen)

Kromometer Minolta CR 400/410 ima priključen procesor za obdelavo podatkov. S tem kromometrom lahko merimo barvo vzorca v osnovnem sistemu X, Y, Z s koordinatami Y, x, y ali pa v izpeljanih sistemih barv, med katerimi je najpomembnejši L, a, b sistem. V tem sistemu smo barvo kože plodov merili tudi mi. Uporabljeni kromometer Minolta CR 400/410 ima premer 8 mm in na tej površini izmeri barvo. Pred vsako meritvijo je potrebno aparat umeriti na beli standard. Vse tri parametre smo merili na najširšem delu ploda, na štirih različnih točkah.

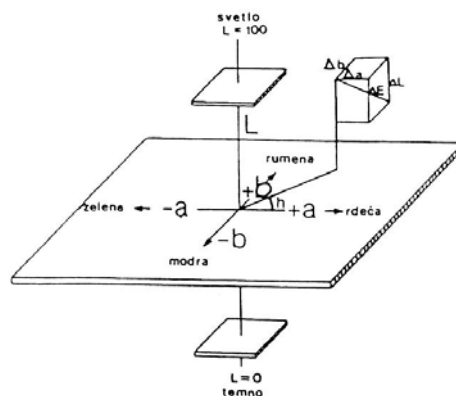


Slika 22: Kromometer Minolta CR 400/41

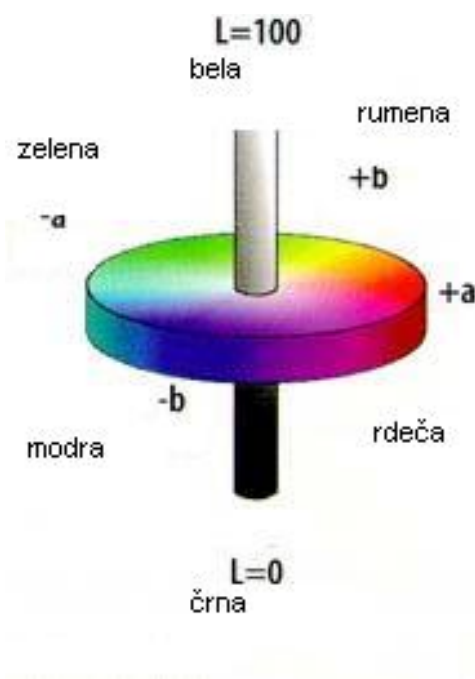
Izvedba:

Barvo jajčevcev vseh osmih kultivarjev smo merili na površini ploda. Vsak plod smo izmerili štirikrat, na najširšem delu, podatke smo statistično obdelali.

Pri vsakem kultivarju smo merili najmanj dva različna plodova.



Slika 23: CIE – L, a, b barvni sistem (Echo productions, 1999)



Slika 24: Tridimenzionalna predstavitev L, a in b barvnih vrednosti (Echo productions, 1999)

3.3.4 Mariniranje

Jajčevce smo marinirali tri ure. Marinado smo pripravili po naslednjem postopku:

- 300 g morske soli
- 90 g citronske kisline
- 25 ml vinskega kisa
- do 10 l dopolnimo z vodo

Rezine debeline 12 mm smo narezali na mesoreznico in jih naložili v plastično posodo. V posodo smo nalili marinado v razmerju 1: 3 (kilogram jajčevcev in tri litre marinade) in obtežili, da so bile rezine ves čas potopljene.

Rezine jajčevcev smo pekli na dvoploščnem kuhinjskem žaru. Ploščo smo segreli do temperature 300 °C. Rezine smo pekli 5 in 10 minut, središčna temperatura je bila 98,9 do 100 °C.

Tako pripravljenim rezinam smo določali trdoto.

3.3.5 Merjenje trdote mesa plodov

Za instrumentalno merjenje trdote mesa plodov smo uporabili aparat Texture analyser.

Meritve smo opravljali na različnih rezinah jajčevcev velikosti 6,4 x 8,2 cm in debeline 12 mm. Trdoto smo merili na surovih, surovih mariniranih, nemariniranih pečenih 5 min, mariniranih pečenih 5 min, nemariniranih pečenih 10 min in mariniranih pečenih rezinah 10 min.

Določanje trdote in indeksa teksture s pomočjo Kramerjeve celice

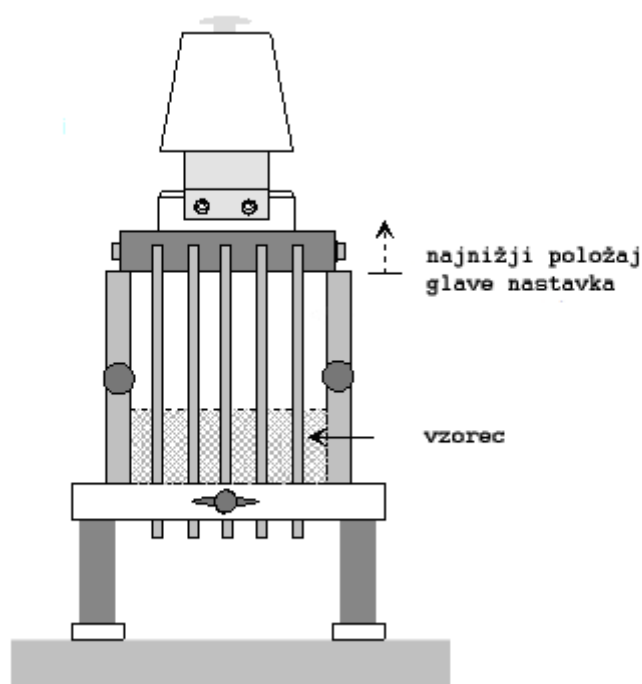
Določanje čvrstosti in indeksa teksture se uporablja za analizo vzorcev, ki so sestavljeni iz več komponent ali nehomogenih vzorcev, kot so liofilizirano sadje in vrtnine, paštete, polnila za peciva, pekarski izdelki...

Da se izognemo razlikam v rezultatih za isti vzorec, se uporablja Kramerjev nastavek za rezanje, ki ima 5 ali 10 rezil (uporabljali smo nastavek s 5 rezili). Na ta način dobimo ponovljive rezultate za različne vzorce.

S spuščanjem rezil Kramerjevega nastavka se vzorec hrane stiska.

Ko se deformacija začne, pride do stiskanja vzorca navzgor med rezila in navzdol skozi odprtine na dnu nastavka. Ko pridejo rezila do odprtin nastavka na spodnjem delu, se začne vzorec izmikati. Sila, ki je potrebna za pomikanje rezil je v direktni povezavi s teksturo.

Sile pri različnih stadijih merjenja (kompresija, ekstruzija...) zagotavljajo dodatne informacije o teksturnih lastnostih.

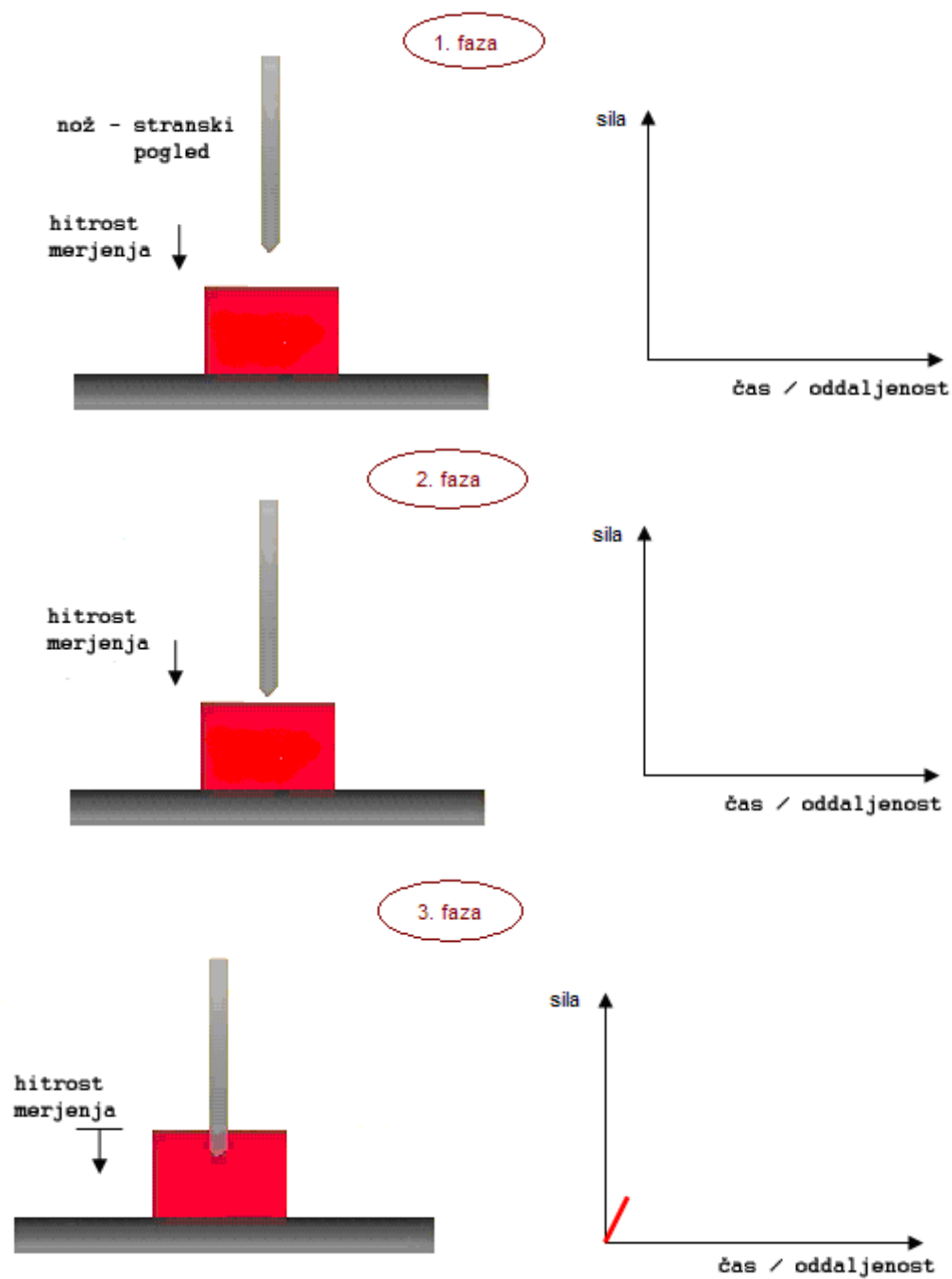


Slika 25: Prikaz Kramerjeve celice za merjenje trdote vzorca (Teksture Analyser, 2005)

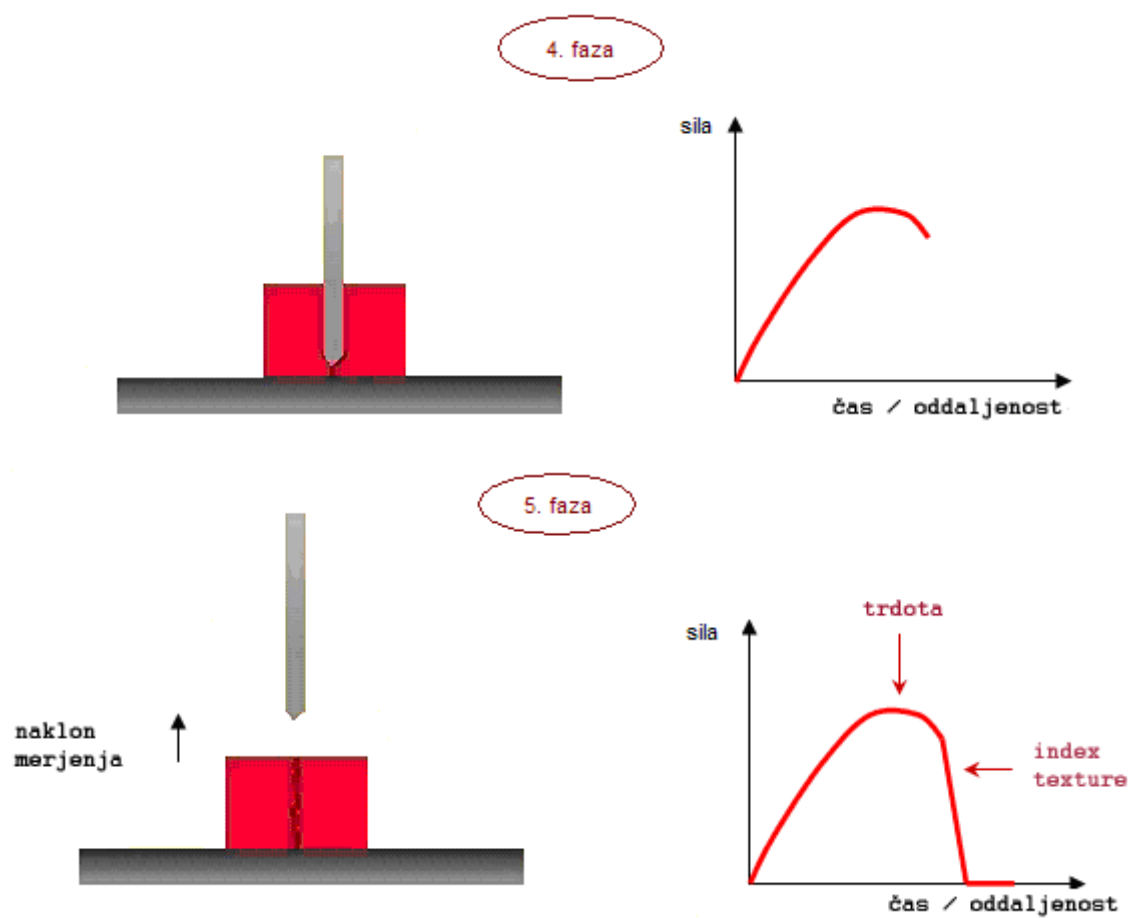
Rezna trdnost je podana v sili (v Newtonih) s katero mora delovati nož, da pri stalni hitrosti zareže v rezino do globine 10 mm, to je 2 mm nad podlago. Meritve smo opravljali prečno in vzdolžno na vlakna rezine.

Trdoto smo merili na rezinah jajčevcev kultivarjev cv. 'Epic' in cv. 'Galine'.

Surove rezine obeh kultivarjev smo odrezali na določeno velikost in debelino. Trdoto smo merili prečno in vzdolžno na potek vlaken.



Slika 26: Prikaz merjenja trdote vzorca s pomočjo Kramerjevega nastavka po fazah (Texture analyser, 2005)



Nadaljevanje slike 26: Prikaz merjenja trdote vzorca s pomočjo Kramerjevega nastavka po fazah (Teksture analyser, 2005)



Slika 27: Pečenje rezin svežih jajčevcev na kuhinjskem dvoploščnem žaru

3.3.6 Merjenje vsebnosti topne suhe snovi z digitalnim refraktometrom

Topno suho snov smo določali z digitalnim refraktometrom ATAGO PR – 1. Refraktometer nam poda rezultat koncentracije topne suhe snovi v odstotkih. Topno suho snov smo merili pri vseh osmih kultivarjih v sredici in koži svežih plodov.

3.3.7 Merjenje vsebnosti skupnih polifenolov

Skupne fenolne spojine smo ekstrahirali z metanolom iz sredice in kože jajčevcev. Ekstrakcijo smo izvedli po modificiranem postopku Fukumota in sod. (2002). V plastično epruveto smo zatehtali 10 g narezane sredice ali kože jajčevcev in odpipetirali 20 ml metanola. Jajčevce smo homogenizirali z ultraturaksom 60 sekund pri najvišjih obratih ter pustili stati 15 minut na sobni temperaturi. Homogenizat smo prefiltrirali skozi filter papir in ekstrakt pipetirali v več mikrocentrifugirke ter centrifugirali v Eppendorf centrifugi 10 minut pri 12000 min^{-1} . Po centrifugiranju smo supernatant odpipetirali v čiste centrifugirke in jih do analize shranili pri temperaturi -20°C .

Reagenti:

- 99,9 % metanol

3.3.7.1 Spektrofotometrično določanje skupnih fenolnih spojin

Določitev skupnih fenolov temelji na spektrofotometrični metodi z uporabo Folin – Ciocalteaujevega (F – C) reagenta (Stout in sod., 1998). V alkalni raztopini se fenolne spojine oksidirajo s F – C reagentom. Določene komponente F – C reagenta v reducirani obliki absorbirajo pri valovni dolžini okoli 750 nm. Njihova koncentracija je premo sorazmerna s koncentracijo fenolnih spojin v vzorcu. Ker se absorbanca linearno spreminja s koncentracijo, saj velja Beer – Lambertov zakon, lahko s standardnimi raztopinami določenega polifenola pripravimo umeritveno krivuljo, iz katere odčitamo skupno koncentracijo fenolnih spojin v vzorcu.

Reagenti:

- Folin – Ciocalteaujev reagent, razredčen z destilirano vodo v razmerju 1:2
- klorogenska kislina ($C_{16}H_{18}O_9$, Mw = 354,3 g/mol)
- 20 % raztopina Na_2CO_3
- destilirana voda

Priprava umeritvene krivulje:

3,54 mg klorogenske kisline smo raztopili v 100 ml 10 % metanola (v/v). Iz te raztopine smo pripravili standardne raztopine, ki so vsebovale od 0 – 250 μ l klorogenske kisline. Vsem standardnim raztopinam smo dodali destilirano vodo do končnega volumna 725 μ l, premešali in dodali 125 μ l F – C reagenta, predhodno razredčenega z destilirano vodo v razmerju 1:2 ter po 5 minutah dodali še 125 μ l 20 % raztopine Na_2CO_3 . Absorbanco smo merili po 90 minutah.

3.3.8 Določanje vitamina C s pomočjo HPLC metode

V plastično epruveto smo zatehtali 8 g sredice oziroma kože jajčevcev (kožo smo odrezali približno 0,5 cm debelo s titanovim nožem). V epruveto smo nato dodali do 24 g 2 % metafosforne kisline (HPO_3). Homogenizirali smo z ultraturaksom 60 sekund pri najvišjih obratih, homogenizat odpipetirali v centrifugirke in centrifugirali še 15 min pri 14000 min^{-1} . Supernatant smo prefiltrirali skozi Nalgene® cellulose acetate milipore filter ($0,45 \mu\text{m}$) v vialo. Tako pripravljene vzorce smo injicirali na HPLC kolono.

Priprava metafosforne kisline:

Zatehtali smo 20 g metafosforne kisline (HPO_3) in jo raztopili v 1000 ml destilirane vode. Hranili smo jo v hladilniku, zaradi hidrolize v orto - fosforno kislino po določenem času pa smo pripravljali vsak teden svežo raztopino.

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_2SO_4
- pretok mobilne faze: 0,6 ml/min
- volumen injiciranja: 10 μl
- detektor: UV-VIS, 245 nm, Knauer

3.3.9 Določanje vode s sušenjem

Vzorec smo sušili v sušilniku pri 105°C do konstantne teže.

3.3.10 Določanje vlaknine z modificirano encimsko gravimetrično metodo

Metoda temelji na encimski razgradnji škroba in beljakovin, filtraciji in gravimetrični določitvi ostanka vlaknine. S to metodo določamo skupno, topno in netopno prehransko vlaknino.

Regenti:

Fosfatni pufer pH 6,0: 1,5 g Na_2HPO_4 in 10 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ raztopimo v 700 ml vode, naravnamo pH na 6,0 z NaOH ali H_3PO_4 in dopolnimo z vodo do 1000 ml.

0,287 N NaOH: 5,7 g NaOH raztopimo v vodi in dopolnimo do 500 ml.

0,329 M H_3PO_4 : 37,9 g 84 % H_3PO_4 razredčimo z vodo do 1000 ml.

Encimi: α -amilazna raztopina (Termamyl, Bioquant, Merck)

proteazna raztopina (Termamyl, Bioquant, Merck)

amiloglukozidazna raztopina (Termamyl, Bioquant, Merck)

etanol (96 %, v/v)

aceton

dietileter

Priprava vzorcev:

Zračno suhe vzorce svežih jajčevcev smo zmleli v kavnem mlinčku.

Postopek določanja:

Delali smo v štirih vzporednih določitvah. V vsako erlenmajerico (250 ml) smo zatehtali 1 g vzorca ($\pm 0,1$ mg) ter dodali 50 ml fosfatnega pufru pH 6,0.

Z mikropipeto smo dodali 50 μl termostabilne α -amilaze, dobro premešali, pokrili z alufolijo in inkubirali na vreli vodni kopeli 30 minut. Čas inkubacije smo začeli meriti, ko je raztopina v erlenmajerici dosegla 90 °C.

Raztopino smo ohladili na sobno temperaturo (okrog 20 °C) in naravnali pH na 7,5 ($\pm 0,1$) z dodajanjem 0,287 N NaOH.

Nato smo dodali 50 μl proteaze, dobro premešali, pokrili z alufolijo in med stalnim stresanjem inkubirali 30 minut pri 60 °C. Čas inkubacije smo začeli meriti, ko je raztopina v erlenmajerici dosegla 60 °C.

Raztopino smo ohladili na sobno temperaturo (približno 20 °C) in naravnali pH na 4,5 ($\pm 0,2$) z dodajanjem 0,329 M H_3PO_4 .

Odpipetirali smo 150 μl amiloglukozidaze, dobro premešali in pokrili z alufolijo. Med stalnim stresanjem smo inkubirali pri 60 °C 30 minut, čas inkubacije smo začeli meriti, ko je raztopina dosegla temperaturo 60 °C.

Nato smo raztopino filtrirali skozi stehtan in s filtrirnim papirjem obložen filtrirni lonček G1. Postopek za določitev topne in netopne vlaknine poteka ločeno.

Netopna vlaknina:

Ostanek v filtrirnem lončku smo dvakrat sprali z 10 ml destilirane vode, odvzeli filtrat in spirali še z 20 ml etanola, 20 ml acetona in 20 ml etra. Posušili smo na zraku, nato še v termostatu pri 105 °C čez noč. Po ohladitvi v eksikatorju smo vzorec stehali do 0,1 mg natančno. Ostanek, ki ga na ta način določimo, še ne predstavlja vsebnosti netopne vlaknine, ki se uporablja za deklaracijo živil. Zato ga moramo korigirati za vsebnost pepela (prva vzporedna določitev) in za vsebnost neprebavljivih beljakovin (druga vzporedna določitev).

Topna vlaknina:

Filtrat v presesalni buči smo skupaj z izpiralno vodo prenesli v 500 ml elrenmajerico. Dodali smo etanol (96 %, v/v) v prebitku (280 ml, segret na 60 °C, pri čemer volumen alkohola izmerimo pred segrevanjem) in pustili obarjati eno uro. Po obarjanju smo raztopino filtrirali skozi stehtan filtrirni lonček G1, ki smo ga v notranjosti obložili s filtrirnim papirjem. Spirali smo z 20 ml etanola, 20 ml acetona in 20 ml etra, posušili na zraku in nato v termostatu pri 105 °C čez noč. Ohladili smo v eksikatorju in stehtali do 0,1 mg natančno. Tudi tukaj ta ostanek še ne predstavlja dejanske vsebnosti topne vlaknine v jajčevcih in ga moramo korigirati za vsebnost pepela (prva vzporedna določitev) in za vsebnost neprebavljivih beljakovin (druga vzporedna določitev).

3.3.10.1 Določanje pepela

Filtrirni papir s sedimentom (ostanek topne in netopne vlaknine iz prve vzporedne določitve) smo prenesli v stehtan žarilni lonček, ga sežgali na gredni plošči in žarili v žarilni peči pri 525 °C 5 ur. Ohladili smo ga v eksikatorju in stehtali.

3.3.10.2 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu

Metoda temelji na določanju beljakovin posredno preko dušika (ob upoštevanju, da ves organski dušik, ki je prisoten v živilu, izvira iz beljakovin). Za preračunavanje dušika v beljakovine se uporablja empirični faktor.

$$m(\text{beljakovin}) = m(\text{N}) \cdot F$$

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 HCl
- v določeno količino kisline znane koncentracije; prebitek kisline titriramo z bazo znane koncentracije

Reagenti:

koncentrirana H_2SO_4

katalizator KJELTABS Cu/3,5 (3,5 g K_2SO_4 + 0,4 g $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$)

nasičena raztopina H_3BO_4 (3 %)

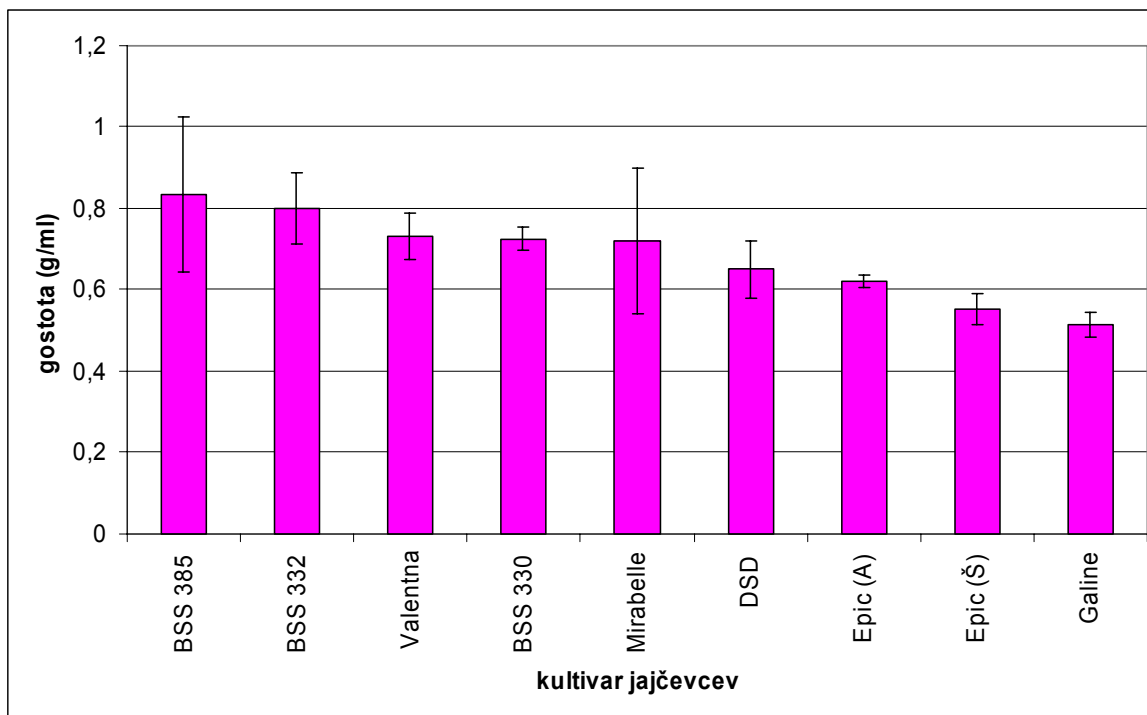
30 % raztopina NaOH

15 % raztopina NaOH

indikator bromtimolmodro

0,1 M HCl

4 REZULTATI

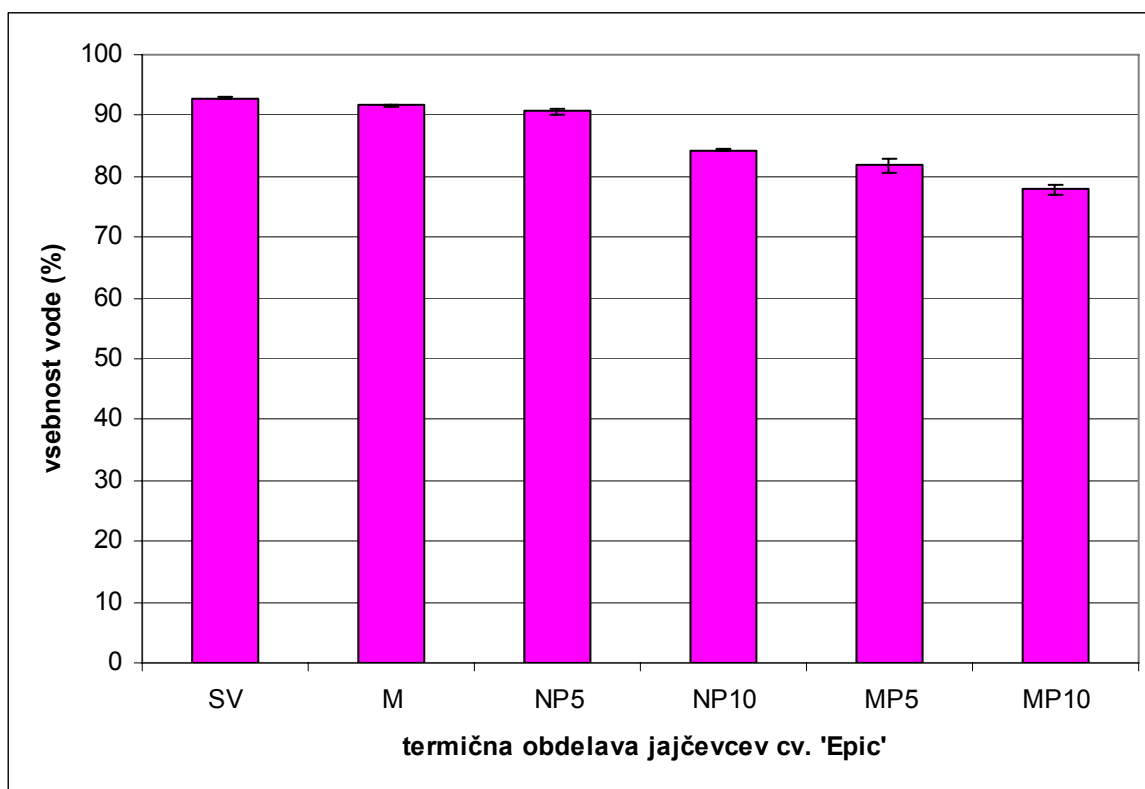


Slika 28: Gostota svežih plodov jajčevcev

Gostoto svežih plodov jajčevcev smo izračunali iz izmerjenih prostornin in mas posameznih plodov. Ker se kultivarji jajčevcev razlikujejo po velikosti in teži, se posledično razlikuje tudi njihova gostota.

Največjo gostoto imajo jajčevci kultivarja 'BSS 385', zelo podobno gostoto imajo kultivarji 'Valentina', 'BSS 330' in 'Mirabelle' (malo nad 0,7 g/ml). Najmanjšo gostoto imajo jajčevci cv. 'Galine' (nekaj nad 0,5 g/ml).

Razlika v gostoti plodov je bila opazna že med samim rezanjem plodov za nadaljnje analize.



Slika 29: Vsebnost vode v sredici plodov jajčevcev cv. 'Epic' glede na termično obdelavo

SV... sveži jajčevci

M... marinirani jajčevci

NP5... nemarinirani jajčevci, pečeni 5 minut

NP10... nemarinirani jajčevci, pečeni 10 minut

MP5... marinirani jajčevci, pečeni 5 minut

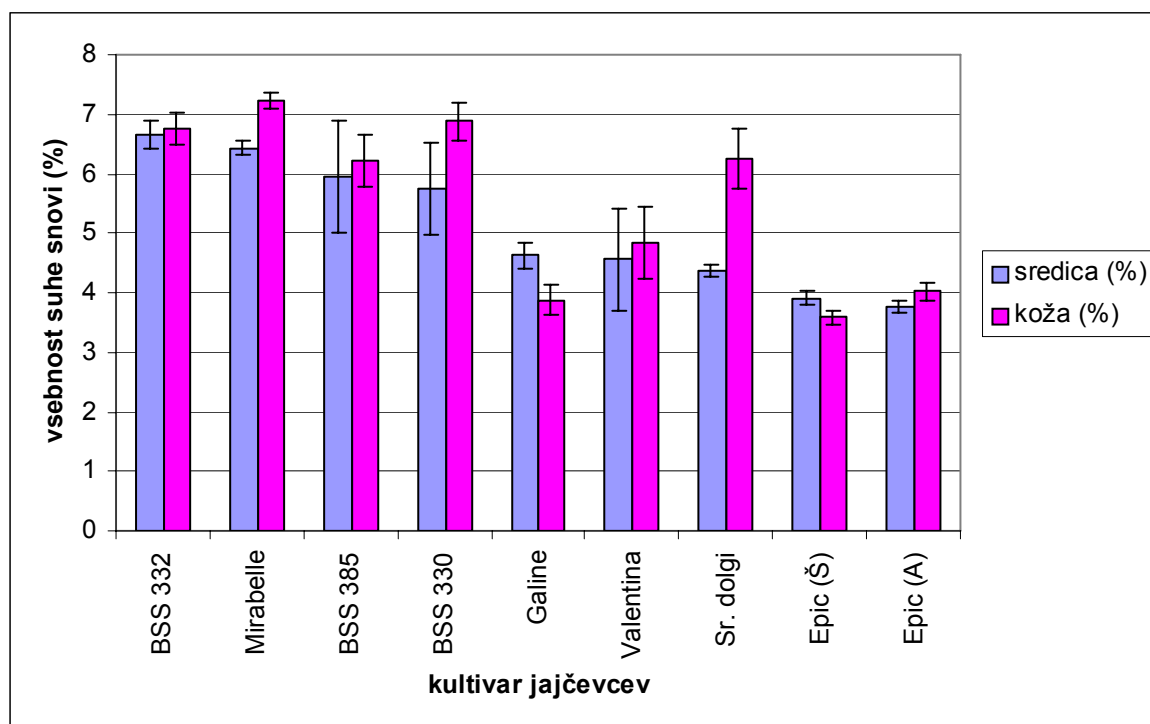
MP10... marinirani jajčevci, pečeni 10 minut

Zanimalo nas je, kakšne so spremembe vsebnosti vode med termično obdelavo rezin jajčevcev. Za neodvisen poskus smo izbrali plodove cv. 'Epic'. Med seboj smo primerjali rezine svežih, mariniranih, mariniranih pečenih in nemariniranih pečenih jajčevcev.

Pričakovali smo, da največ vode vsebujejo sveži jajčevci, kar se je izkazalo tudi pri poskusu. V povprečju vsebujejo sveži jajčevci skoraj 93 % vode.

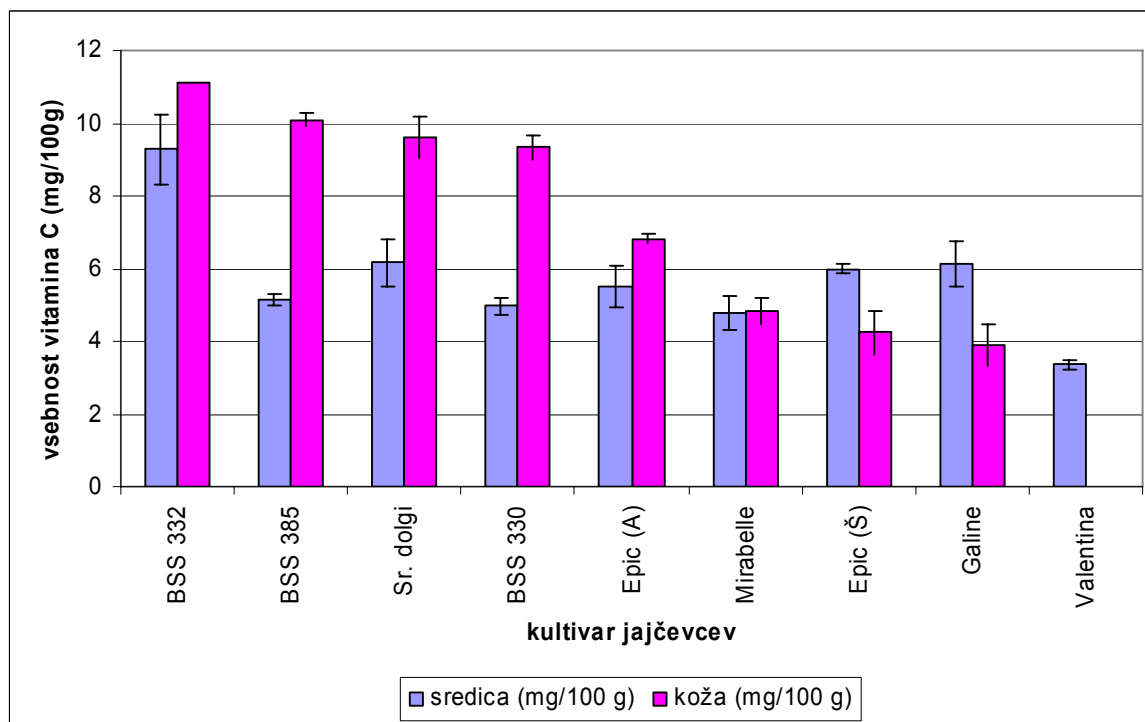
Pričakovali smo, da marinirani jajčevci vsebujejo več vode kot pečeni in tudi to smo dokazali s poskusom.

Po pričakovanjih najmanj vode vsebujejo marinirani in 10 minut pečeni jajčevci – v povprečju 77 %.

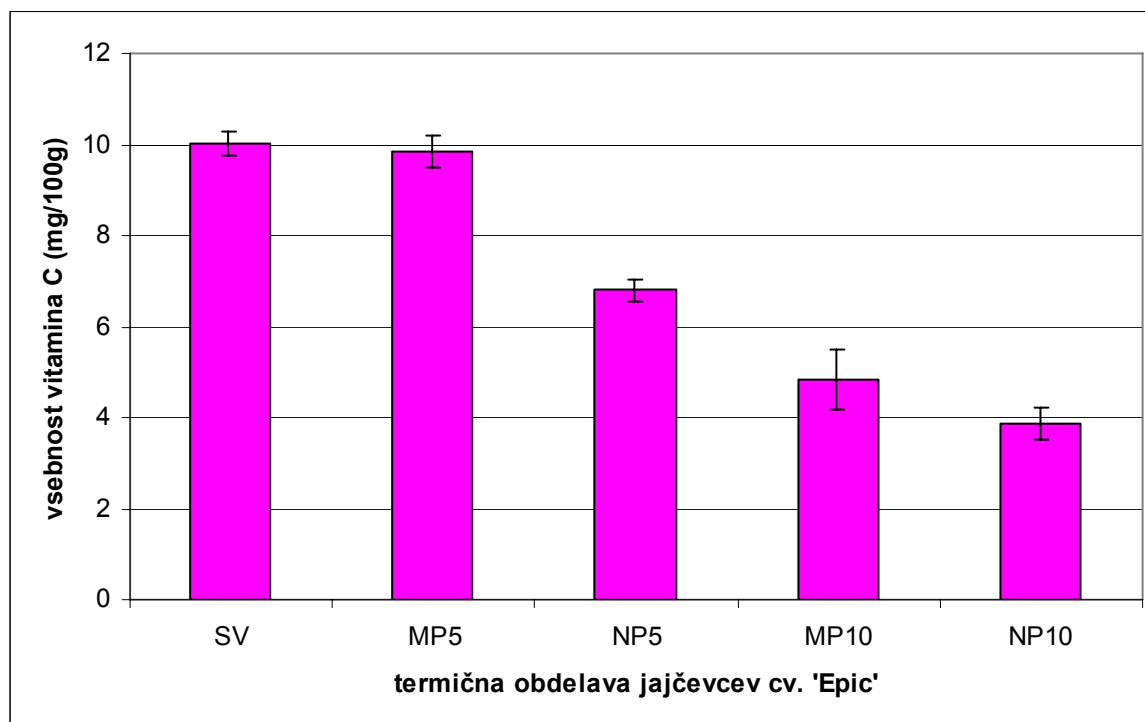


Slika 30: Vsebnosti topne suhe snovi v sredici in koži svežih plodov jajčevcev

Ugotovili smo, da je vsebnost topne suhe snovi v koži svežih plodov višja od vsebnosti suhe snovi v sredici jajčevcev, razen pri plodovih cv. 'Galine' in cv. 'Epic'. To sta tudi kultivarja, ki se največ uporabljata v proizvodnji pri predelavi.



Slika 31: Vsebnost vitamina C v sredici in koži svežih plodov jajčevcev



Slika 32: Vsebnost vitamina C v termično obdelanih rezinah jajčevcev cv. 'Epic'

SV...sveži jajčevci

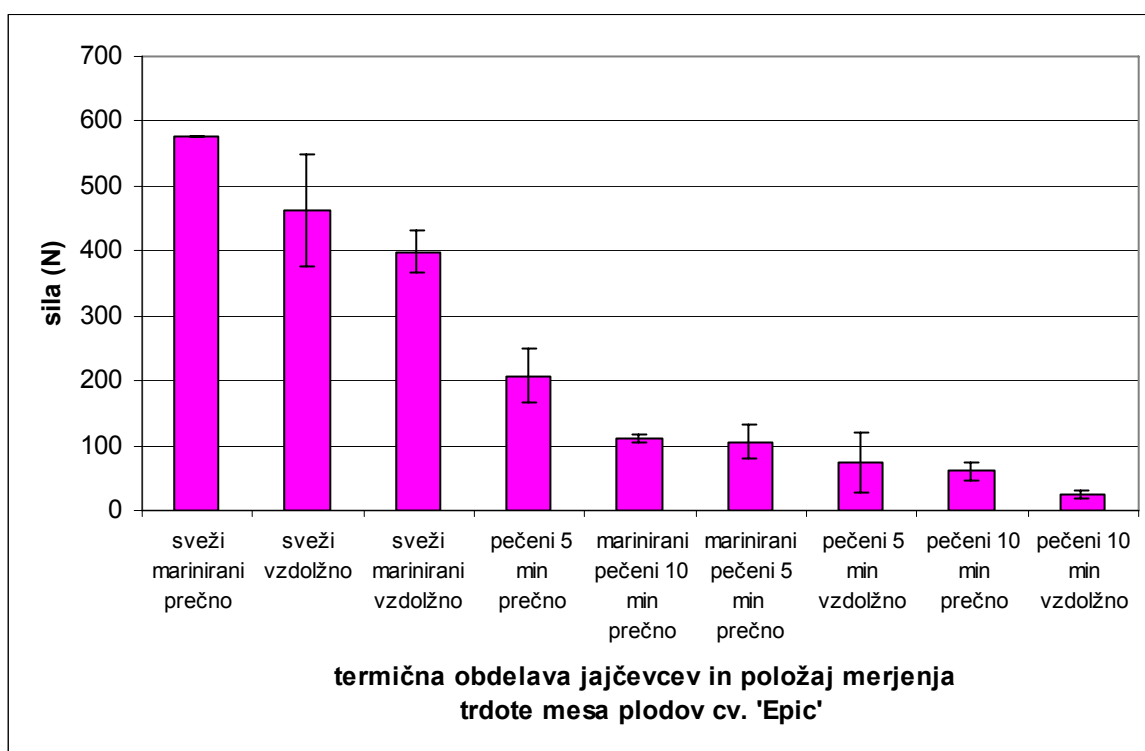
MP5...marinirani jajčevci, pečeni 5 minut

NP5... nemarinirani jajčevci, pečeni 5 minut

MP10...marinirani jajčevci, pečeni 10 minut

NP10... nemarinirani jajčevci, pečeni 10 minut

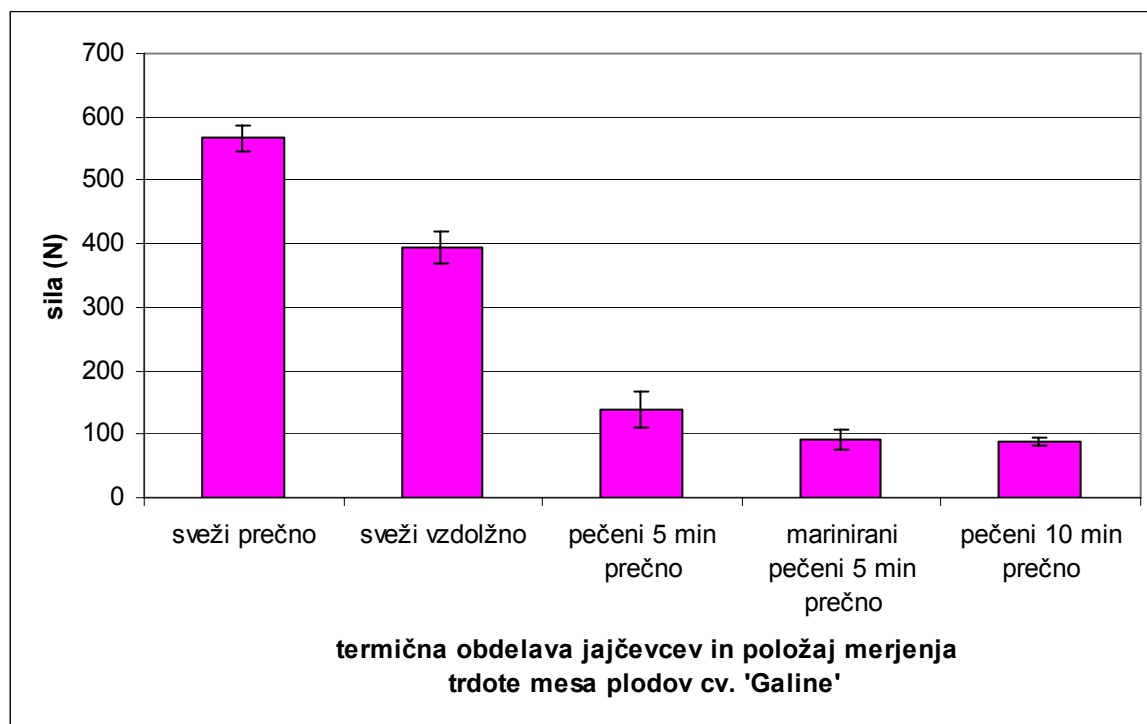
Največ vitamina C smo pričakovali v svežih jajčevcih, naše domneve smo potrdili s poskusom. Pri pečenju se vitamin C izgublja – dalj časa pečemo, večje so izgube. Nekaj vitamina ohranimo tako, da jajčevce predhodno mariniramo, saj kislo okolje pozitivno vpliva na ohranitev količine vitamina C v živilu.



Slika 33: Trdota rezin plodov cv. 'Epic' glede na termično obdelavo in položaj merjenja

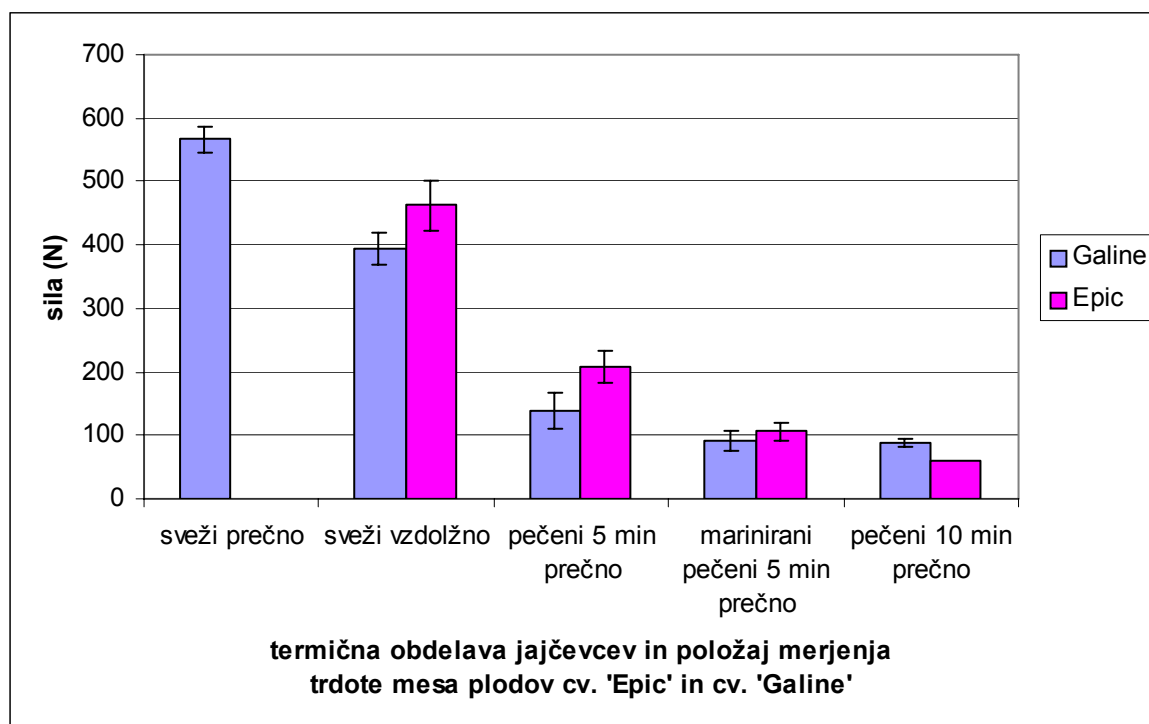
Rezinam plodov cv. 'Epic' smo merili trdoto različno na potek vlaken in po različnih časih toplotne obdelave.

Največjo silo smo izmerili pri svežih mariniranih rezinah jajčevcev, prečno na potek vlaken (576 N), najmanjšo pa pri 10 minut pečenih rezinah vzdolžno na potek vlaken (skoraj 24 N), kar je tudi pričakovano. Jajčevci med toplotno obdelavo postajajo vse bolj mehki, prav tako je sila odvisna od poteka vlaken – za prerez prečno na vlakna potrebujemo veliko večjo silo kot za prerez rezine vzdolžno na potek vlaken.



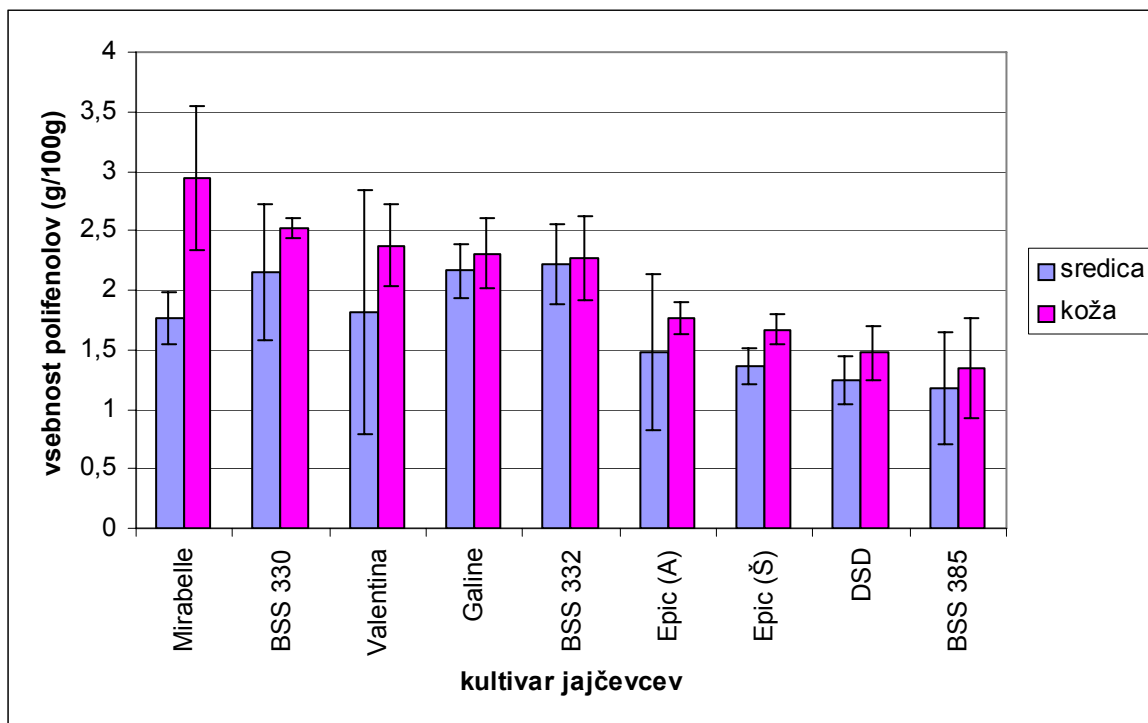
Slika 34: Trdota rezin plodov cv. 'Galine' glede na termično obdelavo in položaj merjenja

Tudi pri rezinah plodov cv. 'Galine' smo pričakovali in dobili podobne rezultate kot pri cv. 'Epic'. Največjo silo za prerez smo potrebovali pri svežih rezinah, prečno na potek vlaken (566 N), najmanjšo pa tudi tu za 10 minut pečene rezine, prav tako prečno na potek vlaken (88 N).



Slika 35: Trdota rezin plodov cv. 'Epic' in cv. 'Galine'

Za lažjo primerjavo trdote rezin obeh plodov smo silo, potrebno za razrez rezine, prikazali še na skupnem grafu. V treh primerih so jajčevci cv. 'Epic' trši od jajčevcev cv. 'Galine'. Rezine cv. 'Epic' so trše pri svežih vzorcih (vzdolžno na vlakna), 5 min pečenih (prečno na vlakna) in mariniranih 5 minut pečenih (prav tako prečno na potek vlaken). Pri 10 minut pečenih rezinah (prečno na potek vlaken) so rezine cv. 'Galine' trše od rezin cv. 'Epic'.



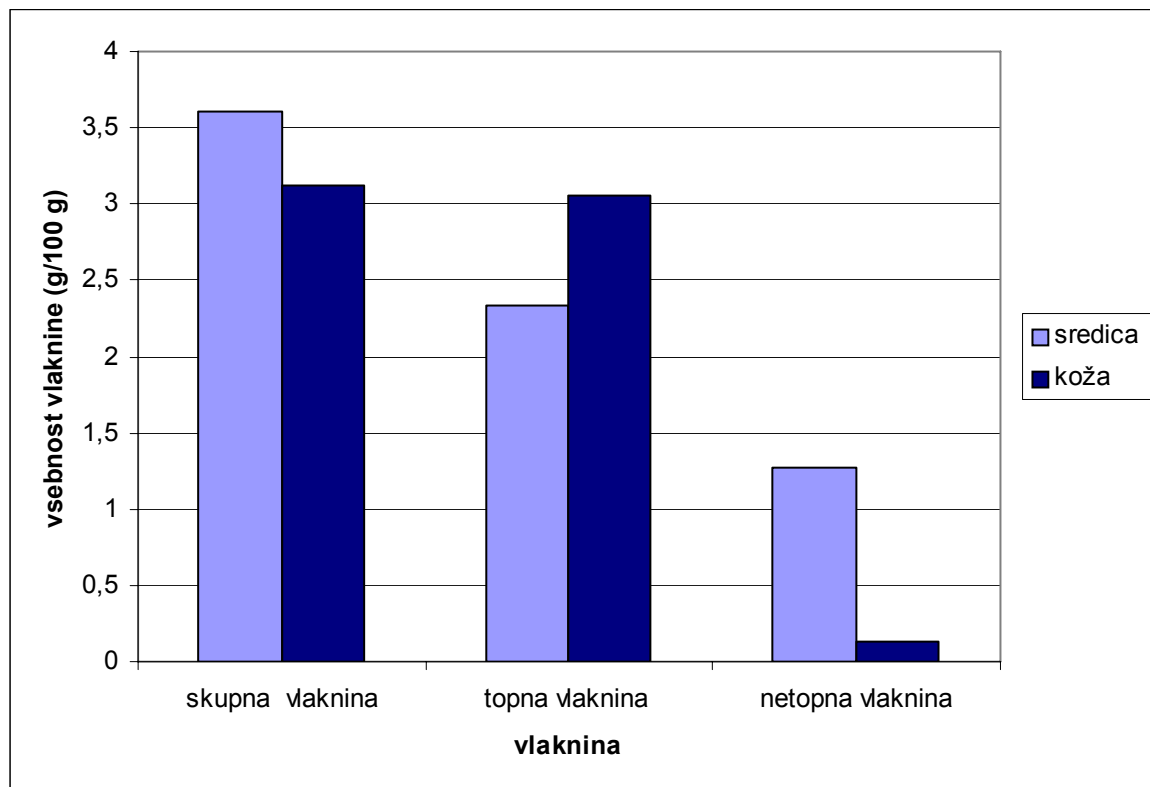
Slika 36: Skupna vsebnost polifenolov v sredici in koži svežih plodov jajčevcev

Največjo vsebnost polifenolov smo zasledili v sredici cv. 'BSS 332' (2,2 g/100 g), nekaj manj pri plodovih cv. 'Galine' (2,16 g/100 g) in cv. 'BSS 330' (2,15 g/100 g). Najmanjša vsebnost polifenolov je v sredici cv. 'BSS 385' (1,1 g/100 g).

Največ polifenolov v koži smo zasledili pri cv. 'Mirabelle' (2,9 g/100 g), najmanj pa pri rezinah plodov cv. 'BSS 385' (1,3 g/100 g).

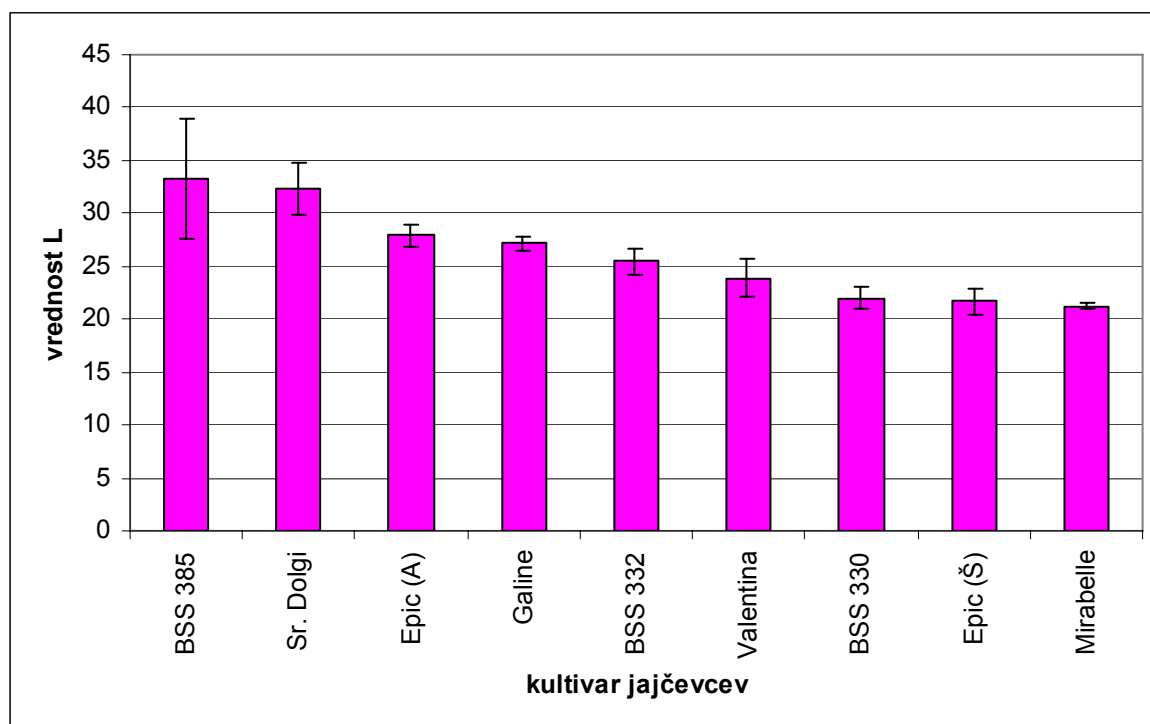
Skupno imajo tako najmanj polifenolov prav plodovi cv. 'BSS 385'.

Največ polifenolov vsebujejo plodovi cv. 'Mirabelle' in cv. 'BSS 330', nekaj manj cv. 'Galine' in cv. 'BSS 332'. Kot smo že omenili, je najmanj polifenolov prisotnih pri plodovih jajčevcev cv. 'BSS 385'.



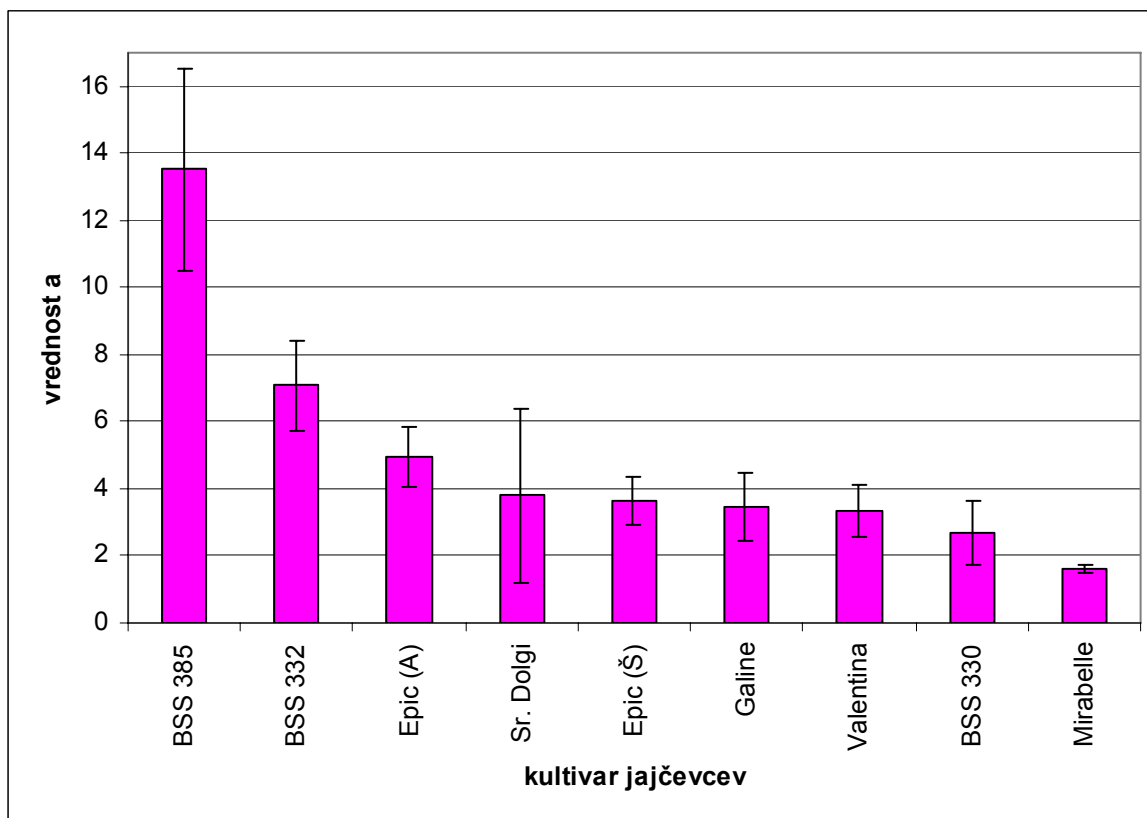
Slika 37: Vsebnost vlaknine v sredici in koži svežih plodov jajčevcev cv. 'Epic'

Po dobljenih podatkih vidimo, da je vsebnost skupne vlaknine večja v sredici kot v koži jajčevca, drugače je s topno vlaknino. Vsebnost topne vlaknine je v koži večja kot v sredici, pri vsebnosti netopne vlaknine pa je ponovno obratno – njena vsebnost v sredici je nekajkrat večja kot vsebnost netopne vlaknine v koži.



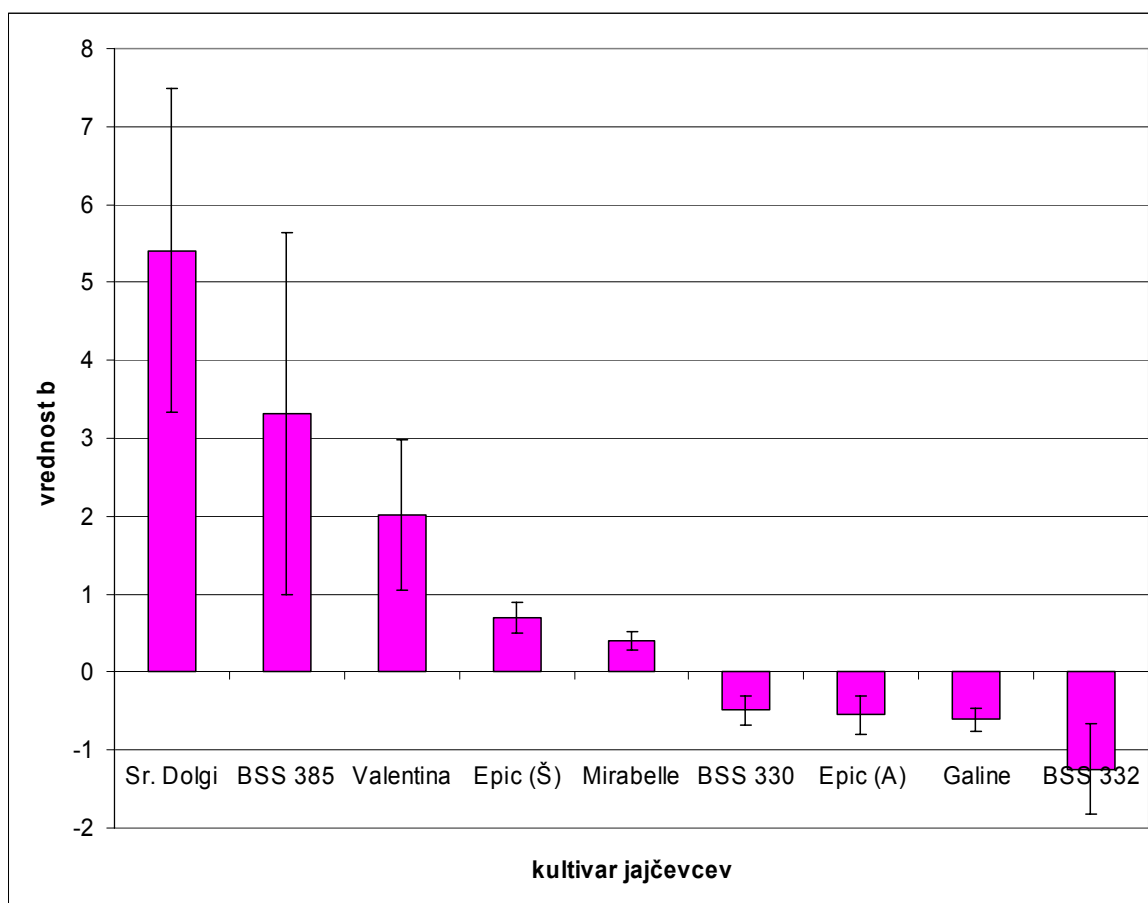
Slika 38: Vrednosti parametra L (merjenje barve kože svežih plodov) pri posameznih kultivarjih jajčevcev

Plodovi cv. 'BSS 385' so po naših meritvah najsvetlejši (izmerjeni parameter L je največji), najtemnejše obarvani pa so plodovi cv. 'Mirabelle'. Barvne razlike so bile vidne že s prostim očesom s primerjanjem posameznih plodov različnih kultivarjev.



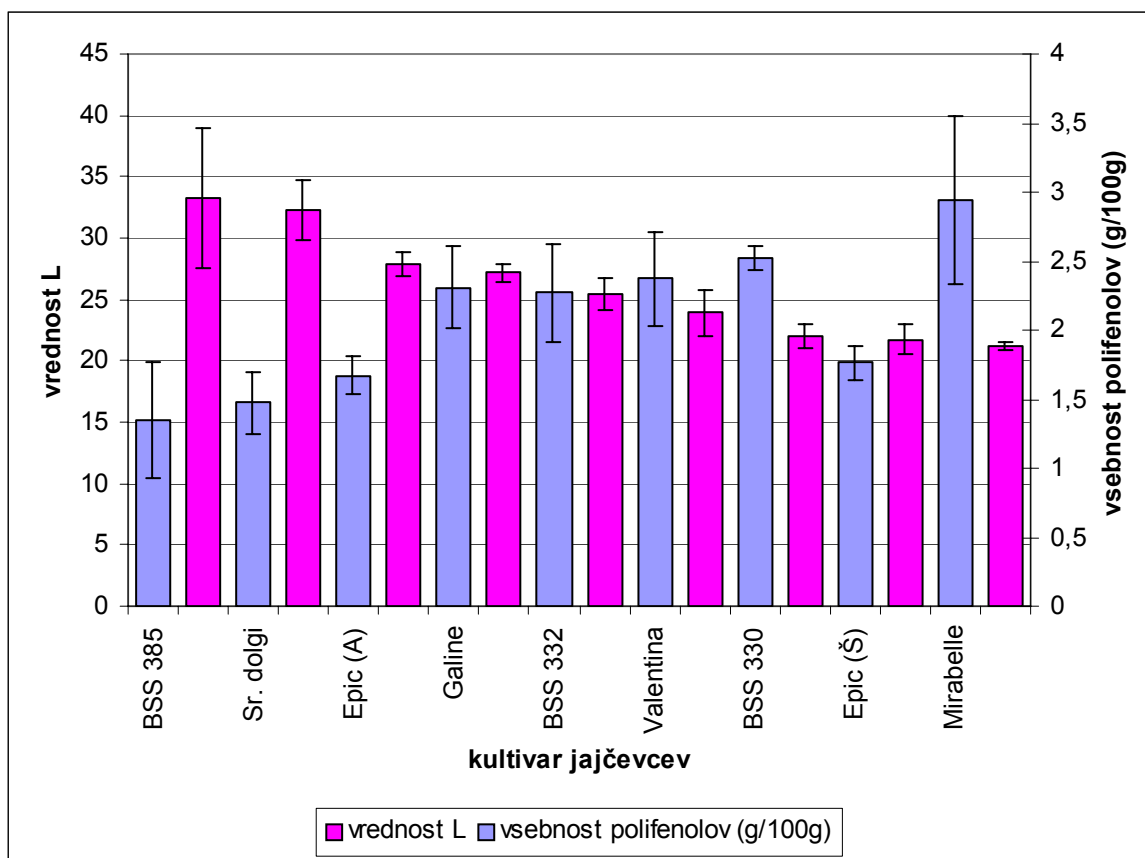
Slika 39: Vrednosti parametra a (merjenje barve kože svežih plodov) pri posameznih kultivarjih jajčevcev

Opazovali in merili smo parameter a, ki nam poda intenzivnost od rdečih do zelenih odtenkov. Večja je vrednost a, bolj je koža ploda rdeče obarvana in manjša je vrednost a, bolj je plod zeleno obarvan. Plodovi cv. 'BSS 385' so po naših rezultatih merjenja najbolj rdeče obarvani (in hkrati najmanj zeleno), najbolj zeleno in hkrati najmanj rdeče pa so obarvani plodovi cv. 'Mirabelle'.



Slika 40: Vrednosti parametra b (merjenje barve kože svežih plodov) pri posameznih kultivarjih jajčevcev

Opazovali in merili smo tudi parameter b, ki nam poda intenzivnost od rumenih do modrih odtenkov. Večja je vrednost b, bolj je koža ploda rumeno obarvana in manjša je vrednost b, bolj je plod modro obarvan. Plodovi cv. 'Domači srednje dolgi' so po naših rezultatih merjenja najbolj rumeno obarvani (in hkrati najmanj modro), najbolj modro in hkrati najmanj rumeno pa so obarvani plodovi cv. 'BSS 332'.



Slika 41: Vsebnost polifenolov v koži in barva kože svežih plodov posameznih kultivarjev jajčevcev

Opazovali smo parameter L v povezavi z vsebnostjo polifenolov v koži svežih plodov. Rezultati kažejo tendenco povezave med svetlostjo barve kože jajčevcev in vsebnostjo polifenolov. Temnejša barva kože je običajno povezana z večjo vsebnostjo polifenolov.

5 RAZPRAVA

5.1 VITAMIN C

Vsebnost vitamina C smo določali v sredici in koži jajčevcev s HPLC metodo pri vseh osmih kultivarjih.

Poleg razlike v količini vitamina C med sredico in kožo nas je zanimalo tudi, koliko vitamina se ohrani med termično obdelavo.

Največjo vsebnost vitamina C smo zasledili v sredici in koži svežih plodov cv. 'BSS 332' (sredica dobrih 9 mg/100 g in koža 11 mg/100 g). Najnižja vsebnost vitamina je v sredici plodov cv. 'Valentina' (3,4 mg/100 g) in v koži plodov cv. 'Galine' (nekaj manj kot 4 mg/100 g).

Ker nas je zanimalo, koliko vitamina C se izgubi med toplotno obdelavo, smo izvedli še samostojen poskus samo z eno sorto jajčevca.

Marinirane in nemarinirane rezine jajčevcev smo pekli na dvoploščnem kuhinjskem žaru pri središčni temperaturi 100 °C 5 in 10 minut ter prišli do naslednjih ugotovitev:

- največ vitamina C se izgubi pri nemariniranih jajčevcih, pečenih 10 minut,
- pri nemariniranih pečenih 5 minut je vsebnost vitamina C približno enaka kot pri mariniranih 10 minut pečenih rezinah,
- največ vitamina se ohrani pri mariniranih 5 minut pečenih rezinah,
- med pečenjem se izgubi 2-3 kratna vsebnost vitamina C svežih jajčevcev,
- na manjše izgube vitamina C pri mariniranih rezinah vpliva kisela pH marinade.

Ostali rezultati so grafično prikazani na slikah 31 in 32.

5.2 TEŽA, PROSTORNINA IN GOSTOTA

V proizvodnji je pri predelavi jajčevcev ključnega pomena njihova velikost. Za pečenje morajo biti rezine primerno velike, hkrati pa z rezanjem ne smemo imeti preveč izgub.

Zato so najprimernejši plodovi cv. 'Epic' in cv. 'Galine'. Njihova povprečna teža se giblje med 370 g (cv. 'Galine') in 400 g (cv. 'Epic'), prostornina pri obeh kultivarjih pa znaša okrog 700 cm³.

Plodovi ostalih kultivarjev so po obliki in velikosti neprimerni za pečenje rezin.

Gostoto smo izračunali iz pridobljenih podatkov o teži in prostornini posameznega plodu. Ker se oba parametra spreminjata, se spreminja tudi gostota, ki je različna med posameznimi kultivarji. Zanimivo je, da imajo največjo gostoto plodovi cv. 'BSS 385', najmanjšo pa največja kultivarja – cv. 'Epic' in cv. 'Galine'. Povprečna izračunana gostota pri cv. 'BSS 385' je 0,8 g/ml, pri cv. 'Epic' 0,6 g/ml in pri cv. 'Galine' 0,5 g/ml.

5.3 VSEBNOST VODE

Zanimalo nas je, koliko vode vsebujejo sveži jajčevci in kakšne so izgube med pečenjem. Vsebnost vode smo določali v sredici plodov.

Največ vode smo pričakovali v svežih plodovih, najmanj pa v pečenih po 10 minutah.

Sveži jajčevci vsebujejo skoraj 93 % vode, najmanj jo vsebujejo marinirani pečeni 10 minut (nekaj manj kot 77 %).

Samo marinirane rezine (brez pečenja) vsebujejo 1 % manj vode kot sveže, razlika med vsebnostjo vode v nemariniranih in mariniranih rezinah po petih in desetih minutah pečenja pa je grafično prikazana na sliki 29.

5.4 TOPNA SUHA SNOV

Topno suho snov smo merili v sredici in koži vseh osmih kultivarjev jajčevcev.

Vsebnost topne suhe snovi v sredici se giblje med 3,8 in 6,7 % in med 3,6 in 7,2 % v koži plodov.

Najmanj topne suhe snovi vsebuje sredica svežih plodov cv. 'Epic' (A), največ pa sredica cv. 'BSS 332'.

Največ topne suhe snovi vsebuje koža plodov cv. 'Mirabelle', najmanj pa koža cv. 'Epic'.

Ostali rezultati so grafično prikazani na sliki 30.

5.5 POLIFENOLI

Fenolne spojine dajejo okus, vonj in barvo rastlinskim živilom in tako izboljšujejo senzorično in prehransko kakovost živila (Abram in Simčič, 1997).

Prav zato nas je zanimalo, koliko polifenolov vsebuje sredica in koliko koža posameznih kultivarjev jajčevcev.

Največ polifenolov v koži vsebujejo plodovi cv. 'Mirabelle', najmanj pa koža cv. 'BSS 385'.

Vsebnost polifenolov v koži se giblje med 1,3 in skoraj 2 g/100 g.

Tudi v sredici plodov je najmanj polifenolov pri cv. 'BSS 385' (skoraj 1,2 g/100 g), največ pa jih vsebuje sredica cv. 'BSS 332' – 2,2 g/100 g.

Ostali podatki o vsebnosti polifenolov so prikazani na sliki 36.

5.6 BARVA KOŽE PLODOV

Barvo jajčevcev vseh osmih kultivarjev smo merili na površini vsaj dveh plodov na štirih različnih mestih ploda.

Ugotovili smo, da so najtemnejše obarvani jajčevci cv. 'Mirabelle', najsvetlejši pa so bili plodovi cv. 'BSS 385'.

Podatki o izmerjenih parametrih L, a in b so prikazani na slikah 38, 39 in 40.

5.6.1 Vsebnost polifenolov v koži in barva kože plodov

Primerjali smo vsebnost polifenolov v koži ploda in izmerjeni parameter L. (Parameter L predstavlja svetlost oziroma temnost barve. Večja kot je vrednost parametra L, svetlejša je skorja ploda). Ugotovili smo, da je vsebnost polifenolov v razmerju z barvo – večja kot je vsebnost polifenolov v koži, temnejša je barva kože.

Rezultati so grafično prikazani na sliki 41.

5.7 TRDOTA MESA PLODOV

Trdoto mesa plodov smo merili vzdolžno in prečno na vlakna plodov kultivarjev cv. 'Epic' in cv. 'Galine'. Najnižjo silo pri cv. 'Epic' smo izmerili pri 10 minut pečenih rezinah vzdolžno na vlakna (24 N), največjo pa pri mariniranih rezinah, prečno na potek vlaken (576 N).

Pri jajčevcih cv. 'Galine' je bila največja izmerjena sila prečno na potek vlaken pri svežih rezinah (566 N), najmanjša pa prečno na potek vlaken po 10 minutnem pečenju (88 N).

Ostali rezultati so prikazani na slikah 33, 34 in 35.

6 SKLEPI

Pri predelavi jajčevcev (pečenje) najpogosteje uporabljamo cv. 'Epic' in cv. 'Galine', predvsem zaradi velikosti plodov – rezine so primerno velike, hkrati pa pri rezanju nimamo prevelikih izgub.

Pri raziskavah smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- jajčevci vsebujejo majhno količino vitamina C (okoli 10 mg/100 g). Pri analiziranih vzorcih ima največ vitamina C cv. 'BSS 332 (11,1 mg/100 g),
- največ polifenolov v koži vsebujejo plodovi cv. 'Mirabelle' (2,9 g/100 g), sledijo cv. 'BSS 330' z 2,5 g/100 g, najmanj polifenolov vsebuje koža cv. 'BSS 385'
- koža jajčevcev vsebuje več vitamina C in polifenolov kot sredica, prehranske vlaknine pa je več v sredici kot v koži.

Jajčevci predstavljajo vrsto zelenjave, ki zaradi svoje sestave pripomore k nujno potrebnim raznolikosti prehrane.

7 LITERATURA

- Abram V., Simčič M., 1997. Fenolne spojine kot antioksidanti. *Farmacevtski vestnik*, 48; 573 – 589
- Amado R., Schweizer T. F. 1986. *Nahrungsfasern = Dietary Fibres*. London, Academic Press: 252 str.
- Aman P., Westerlund E. 1996. Cell wall polysaccharides: Structural, chemical and analytical aspects. V: Eliasson A. C. (ed.). *Carbohydrates in food*. New York, Marcel Dekker, Inc.: 191 – 226
- Basu T. K., Dickerson J. W. T. 1996. *Vitamins in human health and disease*. Wallingford, CAB International: 125 - 146
- Ball G. F. M. 1998. *Bioavailability and analysis of vitamins in foods*. London, Chapman and Hall: 517 – 560
- Bender D. A. 1993. Ascorbic acid. V: *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. Vol. 1. Macrae R., Robinson R. K., Sadler M. J. (eds.). London, Academic Press: 269 – 280
- Bliss R. M., Elstein D. 2004. Scientists get under eggplant's skin. *Agricultural Research (US)*, 52, 1: 12 – 18
- Boyer R. F. 2002. *Concepts in biochemistry*. 2nd ed. New York, J. Wiley & Sons: 626 str.
- Carnovale E., Lintas C. 1995. Dietary fibre: Effect of processing and nutrient interactions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 49, supplement 3: 307 – 311
- Chesson A., Russel W. R., Provan G. J. 1998. Metabolites of the polypropanoid pathway - common origin, common properties? V: *Polyphenols in Food. First Workshop*, Aberdeen, Scotland, April 1997. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 17 – 23
- Clifford M. N. 1985. Chlorogenic acids. V: *Coffee*. Clarke R. J., Macrae R. (eds.). London and New York, Elsevier Applied Science Publishers: 153 – 202
- DeMan J. 1999. *Principles of food chemistry*. 3rd ed. Maryland, An Aspen Publication: 520 str.
- Echo production – CIE L* a* b* color system. 1999. Zurich, Echo Productions. www.colorsystm.com (november 2006): 1 str.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. Rome, FAO, Faostat, Agricultural data. <http://faostat.fao.org/site/336/DesktopDefault.aspx?PageID=336> (maj 2007): 1 str.

- Flick G. J. Jr., Ory L. R. Angelo St. J. A.. 1977. Comparison of nutrient composition and of enzyme activity in purple, green, and white eggplants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25, 1: 117 – 120
- Flick G. J. Jr., Burnette S. F., Aung H. L., Ory L. R., Angelo St. J. A. 1978. Chemical composition and biochemical properties of Mirlitons (*Sechium edule*) and purple, green and white eggplants (*Solanum melongena*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 5: 1000 - 1005
- Fukumoto L. R., Toivonen P.M. A., Delaquis P. J. 2002. Effect of wash water temperature and chlorination on phenolic metabolism and browning of stored Iceberg lettuce photosynthetic and vascular tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 4503 - 4511
- Golob T. 1987. Določanje vitamina C v krompirju – primerjava encimske metode s klasičnimi. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 5 – 9
- Goodhard R. S., Shils M. E. 1980. Modern nutrition in health and disease. Philadelphia, Lea and Febiger: 259 – 272
- Giese J. 2003. Texture measurement in foods. *Food Technology*, 57, 3: 63 - 67
- Heldt H. W. 1997. Plant biochemistry & molecular biology. 1st ed. New York, Oxford University Press: 352 – 414
- Heller W. 1994. Topics in the biosynthesis of plant phenols. *Acta Horticulturae*, 381: 46 – 73
- Hollman P. C. H., Hertog M. G. L. 1998. Epidemiological evidence on potential health Effects of flavonoids. V: Polyphenols in Food. First Workshop, Aberdeen, Scotland, April 1997. Luxemborug, Office for Official Publications of the European Communities: 137 – 138
- Hradzina G. 1994. Compartmentation in phenolic metabolism. *Acta Horticulturae*, 381: 86 – 96
- Ibrahim R. K. 1993. Enzymatic conjugation of flavonoids. V: Polyphenolic phenomena. Paris, INRA Editions: 81 – 85
- Johnson I. T. 1998. Plant polyphenols: the problem of bioavailability. V: Polyphenols in Food. First Workshop, Aberdeen, Scotland, April, 1997. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 83 – 84

- Koch V., Pavčič M., Salobir K. 1993. Vlaknine v prehrani. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi 1993, 10. in 11. junij 1993, Ljubljana. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik Blatnik M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31 – 37
- Lee C. Y. 1993. Phenolic compounds. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 3. Hui Y. H. (ed.). New York, Wiley & Sons, Inc.: 2055 – 2061
- Macheix J.-J., Fleuriet A., Billot J. 1990. Fruit phenolics. Boca Raton, CRC Press: 378 str.
- Mali B. 1999. Vsebnost L-askorbinske kisline v izdelkih iz paprike. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 64 str.
- Mathews R. F., Hall J. W. 1978. Ascorbic acid, dehydroascorbic acid and diketogulonic acid in frozen green peppers. Journal of Food Science, 43: 532 – 534
- Mattila P, Hellström J. 2007. Phenolic acids in potatoes, vegetables and some of their products. Journal of Food Composition and Analysis, 20, 3-4: 152 – 160
- Mozetič B., Trebše P., Hribar J. 2004. Polifenolni potencial domačih kultivarjev češenj. Sad, 15, 4: 3 – 5
- Nyman E. M. G. L., Svanberg S. J. M., Asp N. G. L. 1994. Molecular weight distribution and viscosity of water – soluble dietary fibres isolated from green beans, brussels spouts and green peas following different types of processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 66: 83 - 91
- Oruña – Concha M. J., Gonzales – Castro M. J., Lopez – Hernandez J., Simal – Lozano J. 1998. Monitoring of the vitamin C content of frozen green beans and padron peppers by HPLC. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76: 477 – 480
- Osvald J., Kogoj – Osvald M. 1994. Pridelovanje zelenjave na vrtu. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 241 str.
- Perico Perez P. M., Germani R. 2007. Making crackers with high level of dietary fiber using dehydrated eggplant flout (*Solanum melongena*, L.). Ciencia e Tecnologia de Alimentos., 27, 1: 186 – 192
- Plestenjak A., Golob T. 1999. Tekstura – senzoriča lastnost. V: Reologija živil. 19. Bitenčevi Živilski dnevi 1999, 10. in 11. junij 1999, Ljubljana. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53 - 60

Pridelava zelenjadnic po vrstah na prostem in v zaščitenem prostoru, Slovenija, po letih.

Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije (8.5.2007)

http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1512434S&ti=Pridelava+zelenjadnic+po+vrstah+na+prostem+in+v+za%9A%E8itenem+prostoru%2C+Slovenija%2C+po+letih&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/04_rastlinska_pridelava/02_15124_popis_vrtnarstva/&lang=2 (maj 2007): 6 str.

Prosky L., DeVries J. 1992. Controlling dietary fiber in food products. *Journal of Food Quality*, 25, 3: 239 - 243

Robards K., Penzler D. P., Tucker G., Swatsitang P., Glover W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*, 66: 405 – 410

Sastry C. S. P. Phenolic compounds. 1993. V: *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. Vol. 6. Macrae R., Robinskon R. K., Sadler M. J. (eds.). London, Academic Press: 3548 – 3553

Saura – Calixto F., Goni I., Bravo L., Manas E. 1993. Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues. *Journal of Food Science*, 58, 3: 642 – 643

Sedlak – Vadoc V. 1998. Ortomolekularna medicina – korak u treći milenium. Polifenoli in bioflavonoidi. Novi Sad, Medicinski fakultet.

<http://www.angelfire.com/pro/flavin/service30.html> (september 2006): 22 str.

Semenarna Ljubljana. 2007. Jajčevcevec. Ljubljana, Semenarna Ljubljana (maj 2007)

http://www.semenarna.si/semenarna/trzni_pridelovalci/semena_vrtnin/jajcevec.htm, (maj 2007): 1 str.

Simčič M. 1995. Interaktivnost postopkov skladiščenja in antioksidantov na porjavenje eksokarpa jabolka (*Malus domestica* Borkh). Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 80 str.

Souci W. S., Fachmann W., Kraut H. 2000. Food composition and nutrition tables. 6th ed. Boca Raton, London, New York, CRC Press: 757 - 758

Spiller G. A. 1986. Handbook of dietary fiber in human nutrition. Boca Raton, CRC Press Inc: 483 str.

Stafford H. A. 1993. Proanthocyanidin and flavan-3-ol biosynthesis: comparison with the antocyanidin pathway and future needs. V: *Polyphenolic phenomena*. Paris, INRA Editors: 73 – 80

Stout M., Brovont R. A., Duffey S.A. 1998. Effect of nitrogen availability on expression Of constitutive and inducible chemical defenses in tomato. *Journal of Chemical Ecology*, 24: 945 - 963

Swanson B. G. 1993. Tannins and polyphenols. V: Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition. Vol. 7. Macrae R., Robinson R. K., Sadler M. J. (eds.). London, Academic Press: 4513 - 4517

Štepec A. 1998. Indukcija fenolaz v netresku z metil jasmonatom. Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 55 str.

Teksture Analyser TA – XT plus. 2005. London, Stable Micro System
<http://www.stablemicrosystem.com> (november 2006): 8 str.

Tomás – Barberán F. A., Gil M. I., Castañer M., Artés F., Saltveit M. E. 1997. Effect of selected browning inhibitors on phenolic metabolism in stem tissue of harvest lettuce. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45, 3: 583 - 589

Wang H., Cao G., Prior L. R. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45: 304 – 309

Wiseman S. A. 1998. Bioavailability of antioxidant activity of tea polyphenols in humans. V: Polyphenols in Food. First Workshop, Aberdeen, Scotland. April 1997. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 115 - 116

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Janezu Hribarju za strokovno pomoč in skrben pregled diplomskega dela. Hvala, ker ste z mano delili svoje dragoceno znanje in izkušnje.

Recenzentu prof. dr. Marjanu Simčiču za nujno potrebne nasvete pri nastajanju pisnega izdelka in iznajdljivost med laboratorijskim delom ter seveda nepogrešljive življenjske nauke, ki so mi včasih spremenili pogled na svet.

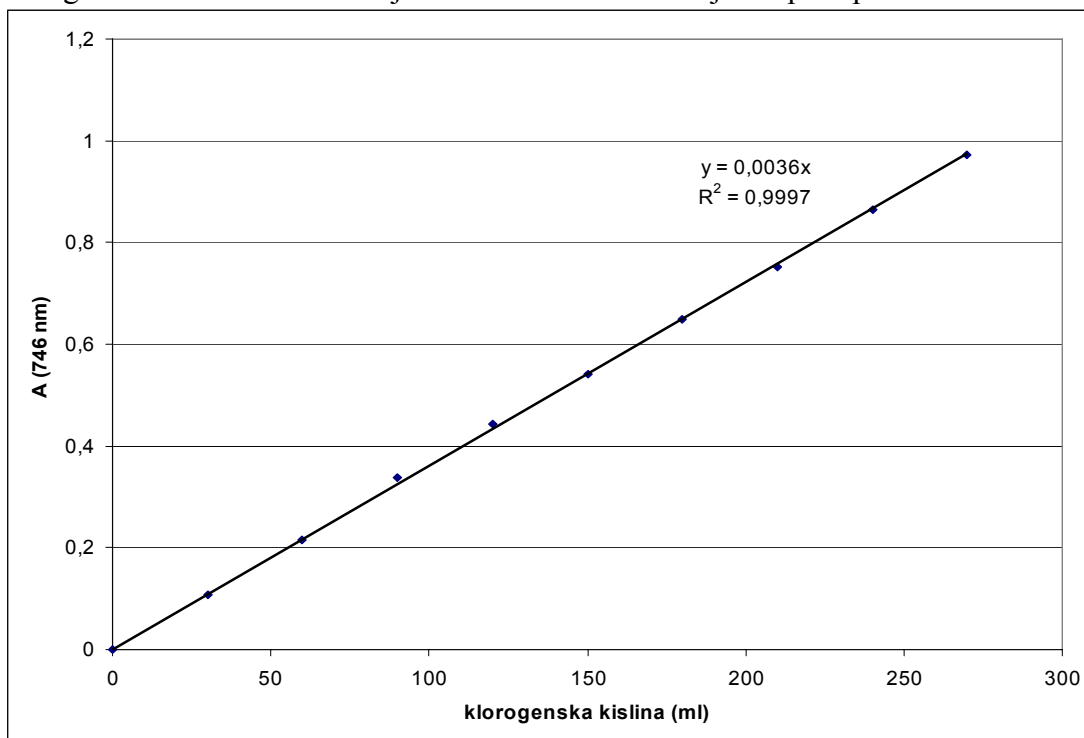
Brez mag. Tomaža Požrla, univ. dipl. inž. živ. tehnol., moja diplomska naloga verjetno ne bi postala takšna kot je. Hvala za vse strokovne nasvete ter pomoč med izvedbo, pisanjem in popravljanjem pisnega izdelka. Nekaterih stvari se ne da opisati z besedami, zato samo še enkrat – hvala.

Za dobro voljo, veliko smeha, prijetno delovno vzdušje, dobrodošle nasvete med laboratorijskim delom in tople besede najlepša hvala Marinki Jan, univ. dipl. inž. živ. tehnol.

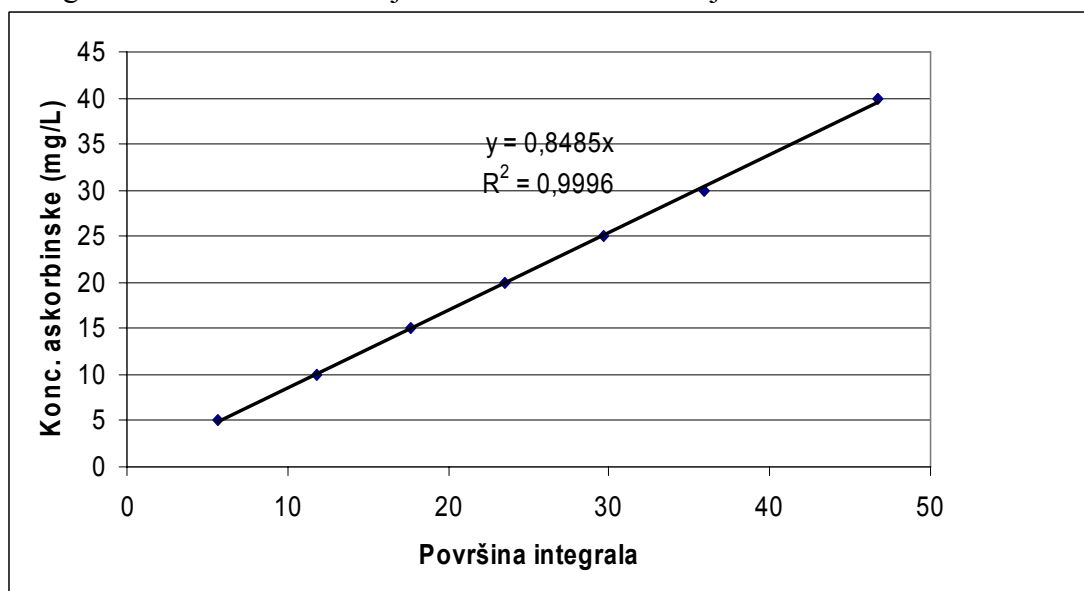
Hvala družini, ki mi nudi vse in še več.

PRILOGA A

Priloga A1: Umeritvena krivulja za izračun koncentracije skupnih polifenolov



Priloga A2: Umeritvena krivulja za izračun koncentracije vitamina C



PRILOGA B

Priloga B1: Nemarinirane pečene rezine jajčevcev



Priloga B2: Marinirane pečene rezine jajčevcev

