

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Gaja VLAJ

**IZDELKI IZ HRUŠK CV. PITURALKA IN NJIHOVA PREHRANSKA  
VREDNOST**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**PRODUCTS OF PEARS CV. PITURALKA AND THEIR  
NUTRITIONAL VALUE**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2007

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

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Marjana Simčiča in za recenzentko prof. dr. Terezijo Golob.

Mentor: prof. dr. Marjan Simčič

Recenzentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Gaja Vlaj

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 634.13: 543: 641.1: 664.8 (043) = 863
KG	hruške / cv. Pituralka / trdota / barva / kemijska sestava / prehranska vrednost / sadni izdelki / vakuumsko pakiranje / termostabilna PA/PP folija / senzorična analiza
AV	VLAJ, Gaja
SA	SIMČIČ, Marjan (mentor) / GOLOB, Terezija (recenzentka)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2007
IN	IZDELKI IZ HRUŠK CV. PITURALKA IN NJIHOVA PREHRANSKA VREDNOST
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XII, 68 str., 9 pregl., 28 sl., 4 pril., 37 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomske naloge je bil poiskati ustrezne načine hranjenja hrušk cv. Pituralka in določiti njihovo prehransko vrednost. Hruške so bile razdeljene na dve osnovni skupini, težje od 30g in lažje od 30g. Meritve so zajemale: merjenje trdote, suhe snovi, barve in škrobni test, analize pa določanje vsebnosti skupnih kislin, sladkorjev, sorbitola, vitamina C, prehranske vlaknine, pepela in beljakovin. Tehnološki načini predelave so obsegali: vlaganje hrušk v sladkorno raztopino, brez ali z dodatkom citronske ali askorbinske kisline, vakuumsko pakiranje presnih hrušk v termostabilno poliamid/polipropilen (PA/PP) folijo ter naknadno termično obdelavo in pečenje ter vakuumsko pakiranje hrušk v termostabilno folijo. Izdelki iz hrušk cv. Pituralka so bili senzorično ocenjeni. Rezultati mehanskih in kemijskih analiz so pokazali, da so hruške cv. Pituralka presne zelo trde, zaradi česar so primerne za uživanje le termično obdelane. Odlikuje jih velika vsebnost prehranske vlaknine (6 – 7 g/100 g) in majhna vsebnost skupnih kislin (12,9 – 15,3 mg/100 g) ter vitamina C (0,5 g/100 g). Poleg tega so zelo dovzetne za oksidacijo, kar je potrebno upoštevati pri postopkih konzerviranja.

### KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDK 634.13: 543: 641.1: 664.8 (043) = 863
CX	pears / cv. Pituralka / firmness / colour / chemical composition / nutritional value / fruit products / vacuum packing / thermostable PA/PP foil / sensorial evaluation
AU	VLAJ, Gaja
AA	SIMČIČ, Marjan (supervisor) / GOLOB, Terezija (reviewer)
PP	SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY	2007
TI	PRODUCTS OF PEARS CV. PITURALKA AND THEIR NUTRITIONAL VALUE
DT	Graduation thesis (University studies)
NO	XII, 68 p., 9 tab., 28 graph., 4 ann., 37 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The aim of this thesis was to find the suitable mode to prolong the usage of the pears cv. Pituralka and to define its nutritional value. The pears were divided in two basic groups, those that weighed more than 30 g and those that weighed less than 30g. The measurements defined: firmness, dry substance, colour and a starch content. Chemical analysis defined contents of common acids, sugars, sorbitol, vitamin C, nutritious fiber, ash and protein. The prolongation process of the usage of pears cv. Pituralka included: preservation in a sugar solution without or with a ascorbic or citric acid, vacuum packing in a thermostable polyamid/polypropilen (PA/PP) foil and thermal treatment (cooking and baking). The products made from pears cv. Pituralka were undergone sensorial evaluation. The results of mechanical and chemical analysis showed that Pituralka pears when raw are very hard which makes them consumable only thermally processed. They contain a high amount of nutritious fiber (6 – 7 g/100 g) and low amount of common acids (12,9 – 15,3 mg/100 g) and vitamin C (0,5 g/100 g). They are very sensitive to oxidation which needs to be taken into consider when planning their conservation.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK</b>	<b>IX</b>
<b>KAZALO PRILOG</b>	<b>X</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI</b>	<b>XI</b>
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	1
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>2</b>
2.1 SPLOŠNO O HRUŠKAH	2
<b>2.1.1 Značilnosti hrušk cv. Pituralka</b>	<b>2</b>
2.2 KEMIJSKA SESTAVA PLODOV SADJA	3
<b>2.2.1 Voda</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2 Ogljikovi hidrati</b>	<b>4</b>
2.2.2.1 Sladkorji	5
2.2.2.2 Škrob	5
2.2.2.3 Prehranska vlaknina	6
2.2.2.4 Pektinske snovi	7
2.2.2.5 Sladkorni alkoholi	7
<b>2.2.3 Organske kisline</b>	<b>8</b>
2.2.3.1 Metabolizem kislin	8
2.2.3.2 Spremembe organskih kislin v hruškah	9
<b>2.2.4 Proteini</b>	<b>9</b>
<b>2.2.5 Barvila</b>	<b>10</b>
<b>2.2.6 Aromatične snovi</b>	<b>10</b>
2.2.6.1 Razdelitev arom	11
<b>2.2.7 Trdota mesa plodov</b>	<b>11</b>
<b>2.2.8 Respiracija</b>	<b>12</b>
2.2.8.1 Etilen	13
<b>2.2.9 Vitamini</b>	<b>13</b>
<b>2.2.10 Minerali</b>	<b>14</b>
2.3 KONZERVIRANJE IN PREDELAVA SADJA	15
<b>2.3.1 Pasterizacija</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2 Konzervansi</b>	<b>15</b>
2.4 EMBALAŽA ZA KONZERVIRANO SADJE	16
<b>2.4.1 Stekljeni kozarci</b>	<b>16</b>
<b>2.4.2 Termostabilna plastična folija PA/PP</b>	<b>17</b>
<b>3 MATERIAL IN METODE DELA</b>	<b>18</b>

3.1 NAČRT DELA	18
3.2 MATERIAL	19
3.3 METODE DELA	19
<b>3.3.1 Mehanske metode</b>	<b>19</b>
3.3.1.1 Merjenje trdote	19
3.3.1.2 Merjenje barve	21
<b>3.3.2 Kemijske metode</b>	<b>23</b>
3.3.2.1 Škrobni test z jodovico	23
3.3.2.2 Določanje vsebnosti skupnih kislin	24
3.3.2.3 Določanje topne suhe snovi	25
3.3.2.4 Določanje zračne sušine	25
3.3.2.5 Določanje vsebnosti vode v zračni sušini	26
3.3.2.6 Izračun vsebnosti vode v svežem vzorcu	26
3.3.2.7 Določanje vsebnosti vlaknine z modificirano encimsko – gravimetrično metodo po Proskyju	27
3.3.2.8 Določanje pepela	28
3.3.2.9 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu	28
3.3.2.10 Določanje vsebnosti sladkorjev in vitamina C z metodo HPLC	29
<b>3.3.3 Tehnološke metode predelave in uporabe hrušk cv. Pituralka</b>	<b>30</b>
3.3.3.1 Priprava hruškovega kompota	30
3.3.3.2 Pečenje hrušk v pečici	31
3.3.3.3 Kuhanje vakuumsko pakiranih hrušk	34
3.3.3.4 Senzorična ocena izdelkov	36
<b>4 REZULTATI</b>	<b>37</b>
4.1 REZULTATI MEHANSKIH ANALIZ	37
<b>4.1.1 Merjenje barve</b>	<b>38</b>
4.2 REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ	45
4.3 SENZORIČNA ANALIZA IZDELKOV IZ HRUŠK CV. PITURALKA	46
<b>4.3.1 Presne hruške</b>	<b>46</b>
<b>4.3.2 Pečene hruške</b>	<b>46</b>
<b>4.3.3 Kuhane hruške</b>	<b>46</b>
<b>4.3.4 Ocena hruškovih kompotov</b>	<b>47</b>
<b>4.3.5 Primerjava arome in vonja vakuumsko pakiranih in vloženi hrušk cv. Pituralka</b>	<b>48</b>
4.4 NAPAKE IZDELKOV IZ HRUŠK CV. PITURALKA	49
<b>4.4.1 Napake hruškovega kompota</b>	<b>50</b>
<b>4.4.3 Napake vakuumsko pakiranih in kuhanih hrušk cv. Pituralka</b>	<b>52</b>
<b>4.4.4 Napake pečenih in vakuumsko pakiranih hrušk cv. Pituralka</b>	<b>54</b>
<b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI</b>	<b>56</b>
5.1 RAZPRAVA	56
<b>5.1.1 Mehanske analize</b>	<b>56</b>
<b>5.1.2 Kemijske analize</b>	<b>56</b>
<b>5.1.3 Izdelki iz hrušk cv. Pituralka in senzorična ocena</b>	<b>57</b>

5.2 SKLEPI	58
<b>6 POVZETEK</b>	<b>59</b>
<b>ZAHVALA</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCE</b>	<b>62</b>
<b>PRILOGE</b>	<b>65</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Pregl. 1:</b> Ocenjevalni list za hruškove kompote, z razdelanim točkovnim sistemom	36
<b>Pregl. 2:</b> Rezultati mehanskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g)	37
<b>Pregl. 3:</b> Rezultati mehanskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine B (lažje od 30 g)	37
<b>Pregl. 4:</b> Barva površine in prereza hrušk cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g)	38
<b>Pregl. 5:</b> Barva površine in prereza hrušk cv. Pituralka iz skupine B (lažje od 30 g)	38
<b>Pregl. 6:</b> Barva polovic hrušk cv. Pituralka, vloženih v sladkorno raztopino brez ali z dodatkom askorbinske kisline	42
<b>Pregl. 7:</b> Rezultati kemijskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g)	45
<b>Pregl. 8:</b> Rezultati kemijskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine B (lažje od 30 g)	45
<b>Pregl. 9:</b> Rezultati senzoričnega ocenjevanja kompotov hrušk cv. Pituralka	47



## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b> Hruške cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g) na levi in iz skupine B (lažje od 30 g) na desni	18
<b>Slika 2:</b> Merjenje trdote hrušk cv. Pituralka z digitalnim penetrometrom	20
<b>Slika 3:</b> CIE L, a, b barvni sistem (Digital exposure..., 2004)	22
<b>Slika 4:</b> Škrobni test z jodovico	23
<b>Slika 5:</b> Škrobna lestvica EUROFRU (Andrés in López, 2004)	24
<b>Slika 6:</b> Homogeniziran vzorec hrušk cv. Pituralka	26
<b>Slika 7:</b> Hruške cv. Pituralka vložene v sladkorno raztopino	31
<b>Slika 8:</b> Cele, pečene hruške cv. Pituralka	32
<b>Slika 9:</b> Pečene polovice hrušk cv. Pituralka	33
<b>Slika 10:</b> Pečene in vakuumsko pakirane hruške cv. Pituralka	33
<b>Slika 11:</b> Presne, vakuumsko pakirane hruške cv. Pituralka	34
<b>Slika 12:</b> Kuhanje vakuumsko pakiranih hrušk cv. Pituralka	35
<b>Slika 13:</b> Vakuumsko pakirane hruške cv. Pituralka po termični obdelavi	35
<b>Slika 14:</b> Vzorci hrušk cv. Pituralka za senzorično ocenjevanje	36
<b>Slika 15:</b> Sprememba barve (a vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (težje od 30 g) v časovnem zaporedju	39
<b>Slika 16:</b> Sprememba barve (b vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (težje od 30 g) v časovnem zaporedju	40
<b>Slika 17:</b> Sprememba barve (a vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (lažje od 30 g) v časovnem zaporedju	40
<b>Slika 18:</b> Sprememba barve (b vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (lažje od 30 g) v časovnem zaporedju	41
<b>Slika 19:</b> Razlike v barvi vloženih hrušk cv. Pituralka glede na položaj v steklenem kozarcu in glede na količino dodane askorbinske kisline (ASK)	43
<b>Slika 20:</b> Različno obarvanje hrušk cv. Pituralka glede na lego v steklenem kozarcu	44
<b>Slika 21:</b> Senzorično ocenjeni vzorci hrušk cv. Pituralka	48
<b>Slika 22:</b> Polovice hrušk cv. Pituralka, ki so bile vložene v istem kozarcu	50
<b>Slika 23:</b> Barva nalivov hruškovih kompotov	50
<b>Slika 24:</b> Spremembe barve hrušk cv. Pituralka ob različnih dodatkih ASK	51
<b>Slika 25:</b> Vakuumsko pakirane in kuhane hruške cv. Pituralka po 9 mesečnem skladiščenju	52
<b>Slika 26:</b> Izgled vakuumsko pakiranih in vloženih hrušk cv. Pituralka po 9 mesečnem skladiščenju	53
<b>Slika 27:</b> Estetska napaka pečenih in vakuumsko pakiranih hrušk cv. Pituralka	54
<b>Slika 28:</b> Napihovanje embalaže	55

## KAZALO PRILOG

<b>Priloga A 1:</b> Umeritvena krivulja za določitev koncentracije glukoze v hruškah cv. Pituralka	65
<b>Priloga A 2:</b> Umeritvena krivulja za določitev koncentracije fruktoze v hruškah cv. Pituralka	66
<b>Priloga A 3:</b> Umeritvena krivulja za določitev koncentracije sorbitola v hruškah cv. Pituralka	67
<b>Priloga A 4:</b> Umeritvena krivulja za določitev koncentracije vitamina C v hruškah cv. Pituralka	68

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

$\alpha$ – amilaza	alfa amilaza
AFI	Acoustic Firmness Index (enota za indeks trdote ( $10^4 \text{ kg}^{2/3} \text{ s}^{-2}$ ))
ASK	askorbinska kislina (vitamin C)
ATP	adenozintrifosfat (energetsko bogata molekula)
B	beljakovine
CK	citronska kislina
CO <sub>2</sub>	ogljikov dioksid
cv.	kultivar
ČSR	čista sladkorna raztopina
f	resonančna frekvenca
FI	Firmness Index (indeks trdote)
H <sub>2</sub> O	voda
HPLC	High Pressure Liquid Chromatography (visokotlačna tekočinska kromatografija)
kcal	kilokalorija
M	maščobe
M	molarost (oznaka pri formulah in kemijskih spojinah)
m	masa
MFK	metafosforna kislina
MO	mikroorganizmi
N <sub>2</sub>	dušik
O <sub>2</sub>	kisik
OH	ogljikovi hidrati
PA/PP	plastična folija sestavljena iz poliamida in polipropilena
RQ	respiracijski kvocient

SR            sladkorna raztopina

s             sekunda

vol. %       volumski odstotki

## 1 UVOD

Naraščajoči trend obolevnosti za civilizacijskimi boleznimi postavlja v ospredje pomen uživanja sadja in zelenjave. Sodobne prehranske smernice velevajo, da naj bi dnevno zaužili najmanj 600 g svežega sadja in zelenjave, zaradi visoke vsebnosti antioksidantov, vlaknine, vitaminov in mineralov, ki predstavljajo učinkovito preventivo zoper bolezni, kot so debelost, rak, kardiovaskularna obolenja in mnoge druge.

Zdrav življenjski slog je danes moderen. Kdor fizično in psihično skrbi za svoje telo stremi za biološko pridelano, organsko ali bio prehrano. Želi si sadja in zelenjave, ki ni tretirana s pesticidi. V želji po zdravem življenju se večja zanimanje sodobnega človeka za tradicionalne oblike prehranjevanja.

Zaradi želje po boljšem in lepšem življenju se vedno več ljudi seli v mesta, zaradi česar se podeželje prazni. Življenje na podeželju mlademu človeku ne prinaša izziva, še manj pa dobička. Naraščajoči trend zdravega načina življenja to lahko spremeni. Z oživitvijo starih avtohtonih sort sadja kot so hruške cv. Pituralka, življenje izven mesta dobi nov izziv, saj poleg prehransko tehnološkega potenciala, predstavlja tudi velik etnološki in antropološki potencial.

### 1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Glavni namen diplomske naloge je bil poiskati primeren tehnološki postopek za podaljšanje uporabe hrušk cv. Pituralka izven sezone. S tem namenom smo izvedli poskus priprave različnih izdelkov iz omenjene surovine, istočasno smo opravili še osnovne analize makrohranil v izbranih vzorcih. Na podlagi teh analiz smo določili okvirno prehransko vrednost hrušk cv. Pituralka.

### 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Hruške cv. Pituralka so primerna surovina za proizvodnjo termično obdelanih izdelkov iz sadja.

Izdelki iz hrušk cv. Pituralka vsebujejo prehransko pomembne sestavine.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 SPLOŠNO O HRUŠKAH

Hruška (*Pyrus*) spada v družino rožnic (*Rosaceae*).

V Sloveniji so najbolj razširjene sorte viljamovka, boskova steklenka in krasanka, vendar se v zadnjem času vse bolj uveljavljajo fetelova, šampionka, pakhamova in druge. Celotna rastlina je zgrajena iz: koreninskega sistema, drevesa, listov, cvetov in plodov. Korenina hruške nastane iz korenice kalčka ali iz adventnih brstov. Korenine, ki nastanejo iz korenice kalčka, so skeletne in so povečini v tleh, do 1 meter globoko, manj korenin pa prodira globlje, včasih tudi do 5 m. Rast koreninskega sistema, njegova razporeditev, oblika in celotna teža je neposredno odvisna od gostote sajenja ali od življenskega prostora, ki ga ima drevo na voljo. Drevo hruške zraste tudi do 20 m visoko, če je cepljeno na sejancu hruške do 15 m, cepljeno na kutini pa, glede na ekološke razmere in agrotehniko, doseže višino od 2 do 3 m. Sestavljajo ga: krošnja, deblo in koreninski vrat. Krošnja je lahko različno izoblikovana, sestavljena je iz ogrodnih vej, na njih so sekundarne in terciarne veje, in iz obraščajočega se lesa. Listi so eden najpomembnejših organov hruške. Razvijejo se iz mešanih in posamičnih vegetativnih brstov. Sestavljajo ga listna ploskev in pecelj. Listna ploskev je lahko okroglasta, elipsasta, suličasta, jajčasta, pernata ipd. Lahko je gladka ali dlakava, na obodu pa deloma nazobčana ali cela. Listni pecelj je različno dolg in v soodvisni povezavi z dolžino peclja plodu. Cvetovi hruške so v resnici skupina preobraženih listov, katerih naloga je spolno razmnoževanje. Iz enega rodnega brsta se razvije 5 do 25 cvetov. Pri hruški se najprej razvijejo bočni cvetovi in šele nato cvetovi pri vrhu. Cvet hruške je sestavljen iz časnih lističev, petih prostih pestičnih listov in iz 15 do 30 prašnikov. Plod hruške je nepravilni plod, ker nastane iz delov cvetišča in pestičev z čašico. Sestavljen je iz epikarpa, parenhima plodu in endokarpa. Lahko je različno velik, tehta pa od dva do tri grame pa tudi do 200 gramov in več. Plodovi so lahko po obliki hruškasti, jabolčasti, jajčasti, ovalni idr. Pecelj plodu je lahko kratek, srednje dolg in dolg; tanek, srednje debel, debel pa tudi mesnat. Čašica je lahko odprta, na pol odprta ali zaprta, njena jamica pa rebrasta, ravna, plitva ali srednje globoka. Meso plodu je lahko različne barve: belo, rumeno, rdeče, roza itd. Po čvrstosti je mehko, hrustljivo, masleno, po konsistenci pa sočno, topno, s posebno aromo ali brez nje. Seme se razvija iz semenske zasnove, največkrat po oploditvi. Semena so lahko zelo drobna srednje velika in velika. Pri diploidnih sortah sta v eni semenski hišici po dve semeni, pri triploidnih pa najdemo tudi manj normalno razvita semena. Pri hruški se pojavljajo tudi plodovi brez semen, ki nastanejo s partenokarpijo brez oploditve (Gvozdenović, 1985).

#### 2.1.1 Značilnosti hrušk cv. Pituralka

Po botanični razvrstitvi sodijo Pituralke v družino *Pyrus communis* L. Po genetskem zapisu naj bi bila najbližje vrsti Bergamotka (Youssef in sod., 2000).

Pituralka je stara, avtohtona sorta, ki divje uspeva na področju Goriških Brd in ožjega dela Vipavske doline, najdemo pa jo tudi v sosednji državi Italiji, kjer uspeva predvsem na območju Emilie in Toscane. V Italiji jo imenujejo Pera Volpina, kar pomeni lisičja hruška. Anekdota namreč pravi, da naj bi se v zimskem času z njimi hranile predvsem lisice v gozdovih.

Drugi sinonimi za Pituralko so še: Pera Volpina, Pera Poppina, Koh (na štajerskem). Ljudje so jih veliko jedli v času vojne, kasneje pa v času kolin. V Italiji se je vse do danes ohranil praznik hrušk Pituralk, ki se odvija vsako leto v mesecu novembru v kraju Brisighella.

Drevo je srednje visoke rasti, odprte krošnje in cveti zadnji teden v aprilu. Produktivnost je velika, sadeže pa lahko obiramo konec oktobra ali v začetku novembra. Plod je majhen, karakteristične jabolčne oblike, premera 3 – 5 cm, tehta pa do največ 100 g. Kožica je tanka, nekoliko zrnate strukture in zelene do zeleno – rjave barve. Pecelj je srednje dolg, raven ali rahlo ukrivljen, vertikalno vsajen v plod. Meso je rumenkasto bele barve, trde konsistence in zrnate strukture. Okus surovega plodu je diskreten, termično obdelan plod pa razkrije čudovit medeni okus (Youssef in sod., 2000).

Pituralko lahko shranjujemo več mesecev v primerno hladnem prostoru, porabiti pa jih moramo do sredine marca. Če je uživanje surovih Pituralk takoj po obiranju nekoliko neprijetno zaradi njihove trdote, pa je uživanje v kasnejših mesecih veliko prijetnejše, saj se plod nekoliko zmehča in postane ravno primerne konsistence. V krajih kjer te hruške divje uspevajo jih uživajo kuhane v vinu in sladkorju, pri čemer jim dodajo še kostanj in začimbe (cimet, klinčki), kuhane v sladkorni raztopini in postrežene s stopljeno čokolado ter pečene. Iz njih pripravljajo tudi sok in marmelado, jih sušijo in kandirajo. Izkušene kuharice znajo iz njih pripraviti sadno omako, ki jo postrežejo k rdečemu mesu.

## 2.2 KEMIJSKA SESTAVA PLODOV SADJA

Kemijske snovi v grobem razdelimo na anorganske in organske (Gvozdenović, 1989).

Skupino anorganskih snovi sestavljajo:

- Voda,
- plini ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  in  $\text{N}_2$ ),
- rudninske snovi,

Skupino organskih snovi sestavljajo:

- sladkorji (fruktoza, glukoza, saharoza),
- pektinske snovi,
- organske kisline,
- aminokisline,
- proteini, encimi,

- lipidi,
- aromatične snovi,
- etilen,
- rastlinski pigmenti (klorofil, karotenoidi in antociani),
- vitamini,
- hormoni,...(Gvozdenović, 1989).

### 2.2.1 Voda

Vode je v sadju najpogosteje od 75 do 90 odstotkov. Količina vode v plodovih je odvisna predvsem od tega, koliko vode pride v plodove pred obiranjem. Večja količina vode v plodovih pa poveča dovzetnost plodov za transpiracijo, zajedalske in nezajedalske bolezni. (Gvozdenović, 1989).

### 2.2.2 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati (OH) nastajajo pri procesu fotosinteze. Proces se odvija v zelenih delih rastline pri čemer iz ogljikovega dioksida ( $\text{CO}_2$ ) in vode ( $\text{H}_2\text{O}$ ), ob prisotnosti sončne svetlobe in klorofila, nastajajo OH v obliki sladkorjev z nizko molekulsko maso (fruktoza, glukoza in saharoza) in visoko molekulsko maso (škrob, celuloza, hemiceluloza in pektinske snovi) (Gvozdenović, 1989).

Poleg sladkorjev so v sadju prisotni tudi sladkorni alkoholi, med katerimi je najbolj znan sorbitol, ki ga v večjih ali manjših količinah vsebuje vse koščičasto in pečkato sadje (Štampar, 2005).

V hruškah je v začetku procesa zorenja več glukoze kot fruktoze, med dozorevanjem in kasneje, po obiranju, pa se količina fruktoze povečuje, količina glukoze pa ostaja stalna. Škrob se med zorenjem hidrolizira, s pomočjo encimov, v enostavne sladkorje in se nazadnje dokončno razgradi, zaradi česar ga v zrelih plodovih najdemo le v sledovih. Precejšen del OH je neprebavljiv (prehranska vlaknina), zato prehaja skozi črevesni trakt in izboljšuje njegovo peristaltiko (celuloza, hemiceluloza, pektinske snovi,...) (Gvozdenović, 1989).



### 2.2.2.1 Sladkorji

Sladkorji so pomemben sestavni del vsakega sadja in predstavljajo tudi večji del suhe snovi. Kakšna bo količina sladkorjev pri določeni vrsti sadja je predvsem odvisno od klimatskih pogojev. Pri hruškah je minimalna količina sladkorjev 6,5 %, optimalna 9,9 % in maksimalna 13,1 % (Hulme, 1970).

Najpogostejši sladkorji v sadju so:

- fruktoza (monosaharid, heksoza, je lahko v prosti ali vezani obliki, je vodotopna)
- glukoza (monosaharid, heksoza, je lahko prosta ali kot del polisaharidov in drugih organskih spojin, vodotopna)
- saharoza (disaharid, anhidrid D-glukoze in D-fruktoze, vodotopna) (Hulme, 1970).

Za hruške in jabolka je značilna do trikrat večja količina fruktoze kot glukoze. Razmerje sladkorjev v hruški naj bi bilo:

- fruktoza 6 – 10 %
- glukoza 2,5 %
- saharoza 0,4 – 2,6 % (Hulme, 1970).

Drugi sladkorji kot so maltoza, arabinoza, rafinoza in ksiloza, običajno nastajajo kot produkti razgradnje drugih snovi ter hitro izginejo (Gvozdenović, 1989).

Vsebnost sladkorjev odločilno vpliva na sladkost plodov. Na zaznavanje sladkega okusa vpliva tudi vsebnost kislin. Tako so npr. plodovi z 10 % vsebnostjo sladkorjev in majhno vsebnostjo kislin lahko bolj sladki kot plodovi z 20 % vsebnostjo sladkorjev in visoko vsebnostjo kislin. Blag okus plodov je posledica manjše vsebnosti kislin in večje vsebnosti sladkorjev, medtem ko se večji delež kislin kaže v kiselkastem okusu plodov. Od sladkorjev je fruktoza bolj sladka, glukoza pa manj sladka kot saharoza. Ko plod doseže svojo dokončno velikost, se njegove potrebe po energiji zmanjšajo, kar pomeni, da se zmanjša izkoriščanje akumuliranih sladkorjev kot vir energije. Takrat se v proces dihanja vključijo kisline, posledica tega pa je zmanjšanje deleža kislin in povečanje deleža sladkorjev v plodu. Med zorenjem je, poleg navedenega, povečanje deleža sladkorjev tudi posledica razgradnje škroba v plodu (Šturm, 2002).

### 2.2.2.2 Škrob

Škrob je polisaharid, ki sestoji iz amiloze in amilopektina, nastaja v amiloplastih in služi kot rezervna snov. Med zorenjem se škrob, s pomočjo delovanja encimov (amilaze in fosforilaze), hidrolizira v enostavne sladkorje (glukoza, fruktoza in saharoza) in šele takrat postanejo plodovi užitni (Gvozdenović, 1989).

Največjo vsebnost škroba dosežejo plodovi približno en mesec pred dozorelostjo. V času zorenja se encimska aktivnost amilaz dvakratno poveča, vsebnost škroba zmanjša in dozorel plod vsebuje le še 1 – 2 % škroba (Hulme, 1970a).

### 2.2.2.3 Prehranska vlaknina

Pod zbirnim pojmom prehranska vlaknina razumemo tisti užitni del rastline, ki je neprebavljiv in se ne absorbira v tankem črevesu človeka; delno ali v celoti pa je fermentabilna v debelem črevesu ljudi. Prehranska vlaknina pospešuje koristne fiziološke učinke, kot so odvajanje, nižanje nivoja krvnega holesterola in nižanje koncentracije glukoze v krvi (Gordon, 1999).

K prehranski vlaknini prištevamo v glavnem neprebavljive polisaharide kot so celuloza, hemiceluloza in pektin. Dodatno v to skupino štejemo še lignin, ki pa ni ogljikov hidrat, pač pa je sestavljen iz kompleksnih fenolnih spojin. Vlaknina predstavlja od 10 – 15 % užitnega dela plodov pečkarjev in koščičarjev. Vse to so gradniki rastlinskih celičnih sten (Štampar, 2005).

Prehransko vlaknino v osnovi delimo na topno in netopno. Netopna prehranska vlaknina zajema tiste snovi, ki jih človeški organizem s svojimi encimi ni sposoben razgraditi in se zato neprebavljene izločijo s fecesom (celuloza, netopna hemiceluloza, lignin, protopektin, netopni pentozani). Topna prehranska vlaknina pa zajema tiste snovi, ki se delno ali v celoti fermentirajo v debelem črevesu (topni pektin, glukantopni pentozani, polisaharidne gume) (Batič, 2001).

Prehranska vlaknina, strogo gledano, ni esencialno hranilo. Zaradi ugodnih vplivov na potek prebave in absorpcije, učinkovanja na črevesno steno in vplivov na presnovne procese pa prehransko vlaknino prištevamo med osnovne sestavine hrane. Delovanje prehranske vlaknine v zgornjem in spodnjem delu prebavil je različno. V zgornjem delu prebavil je pomembno predvsem delovanje topne, viskozne vlaknine, ki vpliva na dinamiko in učinkovitost prebave in absorpcijo hranil na način, ki zmanjšuje možnost nastanka koronarne srčne bolezni, sladkorne bolezni, itd. V spodnjem delu prebavil pa je pomembno tako delovanje fermentabilne kot nefermentabilne vlaknine. Zaradi ugodnega vpliva vlaknine na steno debelega črevesa se zmanjša možnost zaprtja, kolorektalnega raka, vnetja kolona in divertikularne bolezni. Zaradi teh učinkov je prehranska vlaknina tipična sestavina hrane s funkcionalnimi lastnostmi (Salobir J. in Salobir B., 2001).

Topna in netopna prehranska vlaknina ima različen vpliv na človeški organizem.

Tako topna prehranska vlaknina:

- preprečuje absorpcijo žolčnih kislin,
- vpliva na viskoznost črevesne vsebine,
- upočasni (zavira) absorpcijo glukoze,

- znižuje potrebo organizma po insulinu,
- znižuje plazemski holesterol,
- posredno vpliva na sintezo holesterola v jetrih.

Netopna prehranska vlaknina pa:

- vpliva na absorpcijo žolčnih kislin,
- celuloza reducira aktivnost lipaz,
- poveča količino fecesa,
- skrajša čas prehoda hrane skozi prebavni trakt (Koch in sod., 1993).

#### 2.2.2.4 Pektinske snovi

Pektinske snovi so sestavni del primarne celične stene in srednje lamele tkiva višjih rastlin. V tkivih plodov se pektinske snovi nahajajo v treh oblikah: netopni pektin (protopektin), topni pektin in pektinska kislina (Gvozdenović, 1989).

Protopektin je v osnovi sestavljen iz galakturonske kisline, ostankov fosforjeve kisline, ostankov celuloze, sladkorjev in očetne kisline. Od kovin sodita v njegovo sestavo kalcij (Ca) in magnezij (Mg). Med segrevanjem, ob prisotnosti kislin, protopektin preide v topni pektin. Topni pektin sestoji iz vodotopnih galakturonskih kislin, ki so delno ali popolnoma zaestrene z metilno skupino. Pri segrevanju, ob prisotnosti sladkorjev in kislin, topni pektin želira. Pektinska kislina je oblika pektinskih snovi, ki nimajo sposobnosti želiranja. To so snovi, ki so večinoma zgrajene iz koloidnih poligalakturonskih kislin, ki nimajo vezanih metilestrskih skupin. Med dozorevanjem prehaja protopektin v topni pektin, kar ima za posledico zmanjševanje čvrstosti plodov. Pri jabolkih in hruškah, ki so precej zreli, se hkrati zmanjšujeta čvrstost parenhima plodov in skupna količina pektina (Gvozdenović, 1989).

#### 2.2.2.5 Sladkorni alkoholi

Sladkorni alkoholi sorbitol, manitol in ksilitol se uporabljajo kot nadomestki sladkorja v prehrani. Kljub temu, da prispevajo določen del energije v organizem (3 kcal/g), se za razliko od ostalih sladkorjev presnavljajo bistveno počasneje. Ker imajo laksativni učinek, povzročajo diarejo, če jih zaužijemo v večjih količinah (50 g in več) (Wardlaw in sod., 2004).

Sorbitol je alkoholni derivat glukoze, ki se počasi absorbira v tankem črevesu. V večjih koncentracijah se nahaja predvsem v hruškah in slivah (Fourie, 1996). Uporablja se ga kot nadomestek sladkorja v nekaterih žvečilnih gumijih brez sladkorja in v nekaterih dietetičnih živilih. Bakterije v ustih ga ne zmorejo presnavljati, kar posledično vodi v preprečevanje nastanka kariesa.

### 2.2.3 Organske kisline

V sadju so organske kisline v celični tekočini nevezane ali v obliki soli, estrov, glukozydov, idr. Včasih je koncentracija tako velika, da se začne kristalizacija kar je opazno predvsem v mladih plodovih. Organske kisline imajo pomembno vlogo v metabolizmu plodov saj predstavljajo pomemben vir energije pri celičnem dihanju (Gvozdenović, 1989).

Najbolj razširjene kisline so:

**Alifatske monokarboksilne kisline:**

- mravljinčna kislina,
- očetna kislina.

**Alifatske monokarboksilne kisline z alkoholno, ketonsko ali aldehidno skupino:**

- glikolna kislina (v nizki koncentraciji prisotna v nezrelih plodovih hrušk in jabolk),
- glicerinska kislina (produkt fotosinteze, v zelenih plodovih nastopa kot fosfoglicerinska kislina),
- piruvična kislina,
- glikosilna kislina (v nedozorelih plodovih).

**Alifatske di- in tri-karboksilne kisline:**

- oksalna kislina (kot netopen Ca-oksalat tvori posamezne kristale v nezrelih plodovih hruške),
- jabolčna kislina (v večji količini prisotna v več vrstah sadja),
- citronska kislina (zelo razširjena v vseh vrstah sadja),
- izocitronska kislina,
- oksalocetna kislina.

**Kisline, ki izhajajo iz sladkorjev:**

- galakturonska kislina (prisotna v plodovih hrušk).

**Ciklične monokarboksilne kisline:**

- klorogenska kislina (v mladih plodovih hrušk in jabolk),
- šikimska kislina (prisotna v hruškah, jabolkih in kutinah) (Hulme, 1970a).

Največji delež kislin, ki jih določimo v plodu, prihaja preko koreninskega sistema in iz zelenih delov rastline. To se dokazuje s tem, da je v centru ploda večja kislost kot v zunanem delu plodu, da fotosinteza v samem plodu ni preveč aktivna, da po obiranju ni zaslediti naraščanja organskih kislin in v primeru, ko se med obiranjem odstranijo listi, je v plodu manj kislin (Hulme, 1970a).

#### 2.2.3.1 Metabolizem kislin

Glavne poti metabolizma organskih kislin so respiratorna oksidacija, karboksilacija in dekarboksilacija. Izvor kislin so med drugim tudi sladkorji, ki nastanejo v zelenih delih rastlin v procesu fotosinteze. Sladkorji se v zgodnji fazi rasti akumulirajo v obliki kislin. V tem obdobju je dosežena maksimalna vrednost le-teh.

Celice plodu so sposobne uporabljati organske kisline kot respiratorni substrat, kar dokazujemo z merjenjem respiratornega koeficienta (RQ). RQ je razmerje med volumnom nastalega CO<sub>2</sub> in volumnom porabljenega O<sub>2</sub>. Iz vrednosti RQ lahko razberemo vrsto uporabljene snovi:

- RQ = 1,33 (popolna oksidacija jabolčne in citronske kisline)
- RQ = 1,60 (popolna oksidacija vinske kisline)
- RQ = 1,00 (popolna oksidacija čistih ogljikovih hidratov) (Hulme, 1970a).

Krebsov cikel je glavna pot metabolizma organskih kislin v živih celicah in je glavni izvor ATP, ki predstavlja energijo za sintezo novih spojin. Vse kisline cikla so prisotne v samem plodu, nekatere le v sledovih, druge pa v večjih količinah.

#### 2.2.3.2 Spremembe organskih kislin v hruškah

Med razvojem plodu so kisline podvržene številnim metabolnim spremembam, ki vodijo do zmanjšanja koncentracije le-teh.

V zgodnji fazi dozorevanja prihaja do akumulacije kislin v plodu. V tem obdobju se doseže maksimalna vrednost, ki nato pada. Vzrok padanja koncentracije kislin je v njihovi porabi v Krebsovem ciklu in dekarboksilaciji z malatnim encimom. Kisline, poleg sladkorjev, predstavljajo rezervni izvor energije in pri veliki metabolni aktivnosti tudi respiratorni substrat. Ugotovljeno je, da sočasno z naraščanjem dihanja, narašča tudi poraba jabolčne kisline. V obdobju klimakterija je encimska aktivnost in dihanje največje, posledica tega pa je hitrejša razgradnja kislin. Po klimakteriju poteka razgradnja jabolčne kisline še nekaj časa zelo aktivno, kar je Hulme (1970a) poimenoval "malat efekt", ki je posledica aktivnosti malat encima.

#### 2.2.4 Proteini

Proteini običajno predstavljajo manj kot 1 % sveže teže sadja. Sestavljeni so iz aminokislin, od katerih so v sadju najpogosteje zastopane arginin, asparagin in glutamin ter njihove kisline asparaginska in glutaminska kislina. Vsebnost asparagina je še posebno visoka v jabolkih in hruškah (Fourie, 1996).

Proteini običajno ne določajo jedilne kakovosti sadja in njegovega okusa. V sadju nastopajo predvsem kot encimi in njihova pomembnost izvira iz tega vidika. Med zorenjem in klimakteričnim dihanjem, do klimakterijskega maksimuma, količina prostih aminokislin v plodu hruške upada, količina proteinov pa narašča. Potem se v obdobju staranja plodov zvečuje količina aminokislin, kar je posledica hidrolitičnih procesov (Gvozdenović, 1989).

### 2.2.5 Barvila

Barva sadja je le eden od parametrov, ki določa stopnjo zrelosti. Barva epiderma in ostalih rastlinskih organov sestoji iz klorofila, karotenoidov in antocianov.

Zelena barva izhaja iz pigmentov klorofila, od katerih je največ klorofilov a in b, ki so v kožici plodov v razmerju 3:1. Nekaj tednov pred obiranjem se prične klorofil razgrajevati, nastajajo pa karotenoidi in ksantofili, ki dajejo plodovom rumene do oranžne barvne odtenke. Karotenoidi sicer nastajajo že med samim razvojem plodu, vendar so prikriti zaradi prisotnosti klorofila. V kožici zrelih plodov, pri nekaterih vrstah sadja tudi v parenhimu, nastajajo še antociani, ki so odgovorni za rdečo, modro in vijolično obarvanje. Antociani so vodotopni, nahajajo se v vakuolah, njihova intenzivna barva pa običajno prekrije tako klorofile kot karotenoide. Sinteza antocianov je odvisna od svetlobe, zato so deli plodov, ki so bolj osončeni tudi bolj intenzivno obarvani (Gvozdenović, 1989).

Hruška prične rumeneti v klimakterijskem maksimumu in svojo barvo obdrži tudi na začetku staranja (Zavrtanik, 1989).

### 2.2.6 Aromatične snovi

Pod pojmom aroma razumemo zmes spojin, ki so odgovorne za čutilno značilnost določene vrste kultivarja sadja in zelenjave.

K značilni aromi plodov določene vrste poleg sladkorjev in organskih kislin prispevajo še različne hlapne snovi, ki nastajajo med zorenjem plodov. Skupina snovi, ki prispevajo k aromi je številna in pripada različnim kemijskim skupinam (alkoholi, kisline, estri, aldehidi, ketoni) (Štampar in sod., 2005).

Vsebnost aromatičnih snovi je zelo različna. Največji delež teh snovi je skoncentriran pod kožico ploda, pri sadju s semeni pa so aromatične komponente tudi v semenih in se med predelavo sadja lahko ekstrahirajo (Kološa, 1995).

Aromatične snovi so praviloma prisotne le v manjših količinah, sestavlja jih veliko število različnih komponent. Za prevladujočo, tipično sortno aromo je odgovorno le manjše število teh komponent, vendar so te v večji količini. Poleg koncentracije posameznih aromatičnih snovi pa k oblikovanju skupne arome prispeva še prag zaznavnosti le-teh. Zaradi tega samo del hlapnih snovi dejansko pripomore k aromi, ki jo uživalec občuti. Burton (1982) navaja, da imajo nekatere snovi, ki so v nižji koncentraciji večji vpliv na skupno aromo kot snovi, ki so v višji koncentraciji. Zato se učinka neke aromatične snovi ne da oceniti le na podlagi podatkov o koncentraciji.

### 2.2.6.1 Razdelitev arom

Arome različnega sadja imajo lahko v svoji sestavi veliko število enakih komponent, a se vendarle med seboj razlikujejo. Obstajajo primeri, ko imajo spojine z isto funkcionalno skupino in podobno kemijsko sestavo popolnoma različne aromatske lastnosti in obratno, ko imajo spojine s popolnoma različno kemijsko sestavo enake aromatske lastnosti. Zaradi tega je nemogoče arome klasificirati le na podlagi kemijske sestave, prav tako pa ima lahko določena spojina različne aromatske lastnosti pri različnih koncentracijah.

Zavrtanik (1989) navaja, da je za praktično proučevanje aromatskih snovi sadja in zelenjave najprimernejša klasifikacija po Gierschner-ju. Aromatske snovi je namreč razdelil na aromatske komplekse, in sicer:

- Aromatski kompleks, ki je značilen za določeno sorto sadja in zelenjave. Pri tem kompleksu daje ena kemijska spojina določene značilnosti proučevani sorti v kvalitativnem ali v kvantitativnem smislu.
- Aromatski kompleks, ki je specifičen za vrsto sadja in zelenjave. Ta kompleks sestoji iz večjega števila aromatskih spojin, ki določajo aromo sadja in zelenjave in pripadnost posamezni vrsti.
- Splošni aromatski kompleks. To so snovi, ki dajejo splošni čutilni vtis sadja ali zelenjave, ne glede na vrsto kateri pripadajo. So slabo hlapne snovi, v večini primerov ostanejo v plodu tudi po predelavi.
- Nosilec arome. To so v glavnem lipidi. V nosilcu arome je koncentracija aromatskih snovi največja.
- Nezaželeni aromatski kompleks. To je skupina spojin, ki nastanejo pri nezaželenih biokemijskih procesih v času shranjevanja ali predelave sadja in zelenjave (diacetil, metanol, etanol, očetna kislina,...).

Aromatična sestava posamezne sadne vrste je zelo odvisna od sorte, klime, lege, stopnje zrelosti in skladiščenja (Štampar, 2005). Primarna aroma sestoji iz aromatskih snovi, ki se nahajajo v zrelih, zdravih in nepoškodovanih plodovih, sekundarno aromo pa sestavljajo snovi, ki so posledica encimskih reakcij v procesu predelave. Burton (1982) navaja, da glavnino arome hrušk predstavljajo:

- metil-trans-2, cis-4 dekadienoat,
- etil-trans-2, cis-4 dekadinoat,
- n-heksil acetat.

### 2.2.7 Trdota mesa plodov

Čvrstost plodov se z zorenjem konstantno zmanjšuje. To je odvisno od sestave celičnih sten in količine pektinov, celuloze in hemiceluloze, pa tudi od količine sladkorjev (pentoz in heksoz). Na čvrstost vplivajo velikost, oblika in turgor celic (Gvozdenović, 1989).

V času zorenja prihaja do povečanih encimskih aktivnosti predvsem poligalakturonaz, celulaz in pektin-metil-esteraze. Ti encimi razgrajujejo polimere v snovi z manjšo molekulsko maso, ki so bolj topne. Poligalakturonaza povzroča razgradnjo protopektina v topni pektin in tako prispeva k mehčanju ploda. Pektin-metil-esteraza omogoča delovanje poligalakturonaze. Aktivnost poligalakturonaze narašča z zorenjem toliko časa, dokler se plod mehča. Na mehčanje vpliva tudi celulaza, katere aktivnost narašča v obdobju zorenja do neke točke, nato pa njena aktivnost pada ne glede na trdoto ploda (Ben – Arie in Sonogol, 1979).

V nedozoreli hruški aktivnosti, prej omenjenih, encimov niso zasledili. Vzrok temu je prisotnost in delovanje inhibitorjev, ki so v zgodnjem obdobju prisotni in se s časom razgradijo (so tudi termolabilni) (Zavrtanik, 1989).

Obdelava plodov hrušk z aktinomicinom – D v obdobju pred klimakterijem prepreči mehčanje plodov saj je preprečena sinteza nekaterih encimov (Burton, 1982).

### **2.2.8 Respiracija**

Vsa živa rastlinska tkiva dihajo. Sadni plodovi dihajo tudi po tem, ko so obrani, med transportom, shranjevanjem, pa vse do končne porabe ali predelave. Z dihanjem se sprošča energija, ki je nujno potrebna živim bitjem za procese metabolizma, prenos metabolitov v druga tkiva ter za vzdrževanje propustnosti membran. V normalnih razmerah poteka aerobno dihanje. Gre za oksidativno razgradnjo predvsem ogljikovih hidratov (pa tudi kislin, taninskih snovi in proteinov). Pri tem se sprošča CO<sub>2</sub> (posledica dekarboksilacijskih procesov), voda (posledica oksidacijskih procesov) in toplota, ki se delno troši za endogene biokemijske procese, del pa se je sprosti v okolje (Gvozdenović, 1989).

Dihanje je najintenzivnejše takoj po oploditvi, nato se znižuje. Po določenem času spet naraste in doseže svoj maksimum. Med največjo intenziteto dihanja hruška rumeni, tkivo postane mehko in sočno, izoblikuje se aromatičen in harmoničen okus. V nasprotju z jabolki, ki dosežejo največjo intenziteto dihanja neposredno pred užitno zrelostjo, se maksimalno dihanje in optimalna užitna zrelost pri hruškah, obranih med trgatveno zrelostjo, časovno ujemata (Zavrtanik, 1989). Intenziteta dihanja nato pada vse do propada plodu. Periodičnost naraščanja in padanja intenzitete dihanja imenujemo klimakterij. Klimakterij dejansko pomeni prehod plodu iz rasti v staranje (Gvozdenović, 1989). Najnižja intenzivnost dihanja se imenuje klimakterijski minimum, najvišja intenzivnost dihanja pa klimakterijski maksimum. Tako tudi sadje delimo na klimakterijske in neklimakterijske vrste. Slednje ne kažejo takšnih aktivnosti dihanja.



#### Klimakterijsko sadje:

- avokado,
- banana,
- breskev,
- hruška,
- jabolko,
- lubenica,
- mango,
- marelica,
- papaja,
- sliva.

#### Neklimakterijsko sadje:

- ananas,
- borovnice,
- češnja,
- grapefruit,
- grozdje,
- jagoda,
- liči,
- limona,
- pomaranča... (Teixeira in Ferreira, 2003).

Aerobni procesi se v dozorelem sadju postopno zmanjšujejo, tkivo propada. S propadanjem tkiva se znižuje koncentracija kisika v tkivih. Ko je koncentracija kisika le še 1 % nastopi anaerobno dihanje, pri čemer nastajajo etanol, acetaldehid, CO<sub>2</sub> in druge spojine. Nastali alkohol se kopiči v tkivih in, ko doseže določeno koncentracijo, začne delovati toksično na žive celice parenhima plodu. Tako plod kmalu odmre.

#### 2.2.8.1 Etilen

Intenzivnejše dihanje sadja med zorenjem spremlja tudi povečano sproščanje hlapnih snovi, od katerih je najpomembnejši etilen, ki pospešuje zorenje. Ta rastlinski plinski hormon pri klimakterijskih vrstah sadja inducira sintezo hidrolitičnih encimov na mestu, kjer se zasnuje delitvena plast (abscisna plast). To pa povzroči degradacijo celične stene (srednje lamele) in posledično odpadanje plodov (Gvozdenović, 1989).

#### 2.2.9 Vitamini

Za številne fiziološke funkcije so v organizmu potrebne minimalne količine kemično različnih snovi, ki jih imenujemo vitamini.

Te snovi mora telo dobiti s hrano, saj jih zmore sintetizirati v zanemarljivih količinah, ki ne zadovoljujejo normalnih fizioloških potreb organizma. Vitamini delujejo kot kofaktorji v encimih, ki omogočajo številne biokemijske procese sinteze, presnove OH, maščob (M) in beljakovin (B) (Pokorn, 1996).

Vitamine delimo v vodotopne (vitamini B kompleksa in vitamin C) in lipofilne, torej topne v maščobah (vitamini A, D, E in K). Vodotopni vitamini se izločajo preko ledvic in se v telesu, z izjemo vitamina B12, ne nalagajo v večjih količinah. Lipofilni vitamini pa se iz telesa lahko izločijo le s predhodno presnovo v jetrih (biotransformacija), zato je njihovo kopičenje v organizmu bistveno večje (akumulirajo se v jetrih in v adipoznem tkivu) (Pokorn, 1996).

V sadju je vsebnost posameznih vitaminov zelo različna. Njihove koncentracije variirajo glede na vrsto, sorto in kultivar sadnih rastlin ter glede na klimo, lego in sestavo tal.

Pri sadju je najpomembnejši vitamin C, čeprav je njegova količina glede na različne sadne vrste zelo raznolika. Največji vir tega vitamina so tropski sadeži, sledijo jagode, črni ribez, kivi in kaki, srednje vrednosti vsebujejo citrusi, najnižje vrednosti pa imajo jabolka, hruške, češnje in slive (Fourie, 1996).

Vitamin A se nahaja v sadju, ki je rumeno do rdeče obarvano (večinoma koščičarji), vendar ne v obliki retinola, ampak v obliki provitamina A, torej v obliki alfa- in betakarotena. Na splošno je vsebnost lipofilnih vitaminov v sadju nizka, večje količine najdemo le v lupinarjih in oljkah. Tudi vsebnost vitaminov B kompleksa je v sadju zmerna do majhna. Edina vitamina, ki ju v sadju ne najdemo sta vitamin B12 in vitamin D.

### **2.2.10 Minerali**

Človeško telo vsebuje 70 elementov: 22 makro- in mikroelementov je za življenje nujno potrebnih. Makroelementi so elektroliti in minerali: natrij, kalij, klor, kalcij, magnezij, fosfor, žveplo. Mikroelementi so železo, jod, baker, cink, kobalt, krom, molibden, selen, fluor, mangan, silicij in vanadij (Pokorn, 1996).

Mineralne snovi so v sadju v bistveno nižjih koncentracijah kot pri zelenjavi. Vendar ne glede na to, predstavljajo minerali v sadju okrog 0,5 odstotka sveže mase. V jabolkih in hruškah je ta delež še nekoliko manjši.

V sadju prevladuje predvsem kalij, ki skupaj z organskimi kislinami, uravnava pH v tkivih plodu. Kalcij vedno nastopa kot del pektinskih snovi v celičnih stenah, magnezij je pomemben del klorofilnih molekul in fosfor igra pomembno vlogo pri metabolizmu OH.

Mineralne snovi imajo zelo veliko in pomembno vlogo pri kvaliteti sadnih proizvodov (Fourie, 1996).

## 2.3 KONZERVIRANJE IN PREDELAVA SADJA

Konzerviranje in predelava sadja se je razvilo, da bi njihovo uporabnost čim bolj podaljšali, saj je dozorevanje sadja omejeno le na kratek čas.

Cilj vseh postopkov konzerviranja sadja je podaljšati obstojnost in ohraniti čim višjo hranilno vrednost, barvo in aromo dobljenih proizvodov ter preprečiti mikrobiološke in encimske spremembe, ki povzročajo kvarjenje proizvodov (Suwa – Stanojević, 1995).

V nekaterih primerih lahko iz vrste sadja, ki ima na tržišču nizko ceno izdelamo kakovosten in cenjen proizvod z višjo tržno vrednostjo ter tako vzpodbudimo in povečamo pridelavo sadja.

### 2.3.1 Pasterizacija

Pasterizacija je postopek konzerviranja s toploto, pri katerem živila segrevamo do 100 °C. Utemeljitelj pasterizacije je bil Louis Pasteur, ko je leta 1860 ugotovil, da se je v segretem moštu prenehala alkoholno vrenje (Suwa – Stanojević, 1995).

Cilj pasterizacije je:

- uničenje vegetativnih oblik bakterij, plesni in kvasovk,
- preprečitev delovanja encimov, ki povzročajo nezaželjene spremembe v živilu,
- ohranitev hranilne vrednosti živila,
- ohranitev ali izboljšanje senzorične lastnosti živila (Suwa – Stanojević, 1995).

S pasterizacijo ne dosežemo sterilnosti živilskega izdelka in se zato v živilo dodajajo še konzervansi, ki preprečujejo delovanje mikroorganizmov (MO). Toplotno obdelavo preživijo spore in termostabilni encimi. Ravno ta dva dejavnika sta tista, ki kasneje povzročata neželjene spremembe pasteriziranih izdelkov.

### 2.3.2 Konzervansi

Konzervansi zmanjšajo mikrobiološko okvaro živil zaradi delovanja kvasovk, bakterij in plesni. Zaradi vsebnosti MO v živilu naraste koncentracija toksinov, aflatoksinov in bakterijskih toksinov. Pri konzervansih ločimo splošne konzervanse (sol, sladkor in kis) ter konzervanse za prav določen namen, kot so askorbinska kislina, citronska kislina, benzojska kislina in žveplova (IV) kislina.

Razlika med obema skupinama je predvsem v uporabljeni koncentraciji. Splošne konzervanse dodajamo v koncentracijah od 0,5 do 1 %, določene konzervanse pa pod 0,5 % (Klofutar, 1994).

Konzervansi so dobrodošli tudi pri preprečevanju porjavenja sadja. Poznamo neencimsko in encimsko porjavenje.

Encimsko porjavenje je posledica delovanja oksidacijskih encimov (polifenoloksidaze, peroksidaze, oksidaze), ki v sadju povzročajo dehidrogenacijo fenolnih snovi. S spremembo barve se spremeni okus, vonj in hranilna vrednost. Oksidacijski encimi so katalizatorji pri oksidaciji organskih snovi, katerim odvzamejo vodik in ga prenašajo na akceptor, ki je lahko druga organska snov ali kisik. Aktivnost encimov zmanjšamo s toploto, s spremembo pH, z antioksidanti in s sladkorji.

Neencimsko porjavenje pa se prične že med samo predelavo sadja. Reakcije neencimatskega porjavenja so oksidativne in neoksidativne, ki prevladujejo. Višja temperatura, svetloba in kisik pospešujejo Maillardovo reakcijo. To je reakcija med reducirajočimi sladkorji in amino skupinami beljakovin in poteka v treh fazah, končni produkt so temno obarvani melanoidini (Suwa – Stanojević, 1995).

Sladkor poveča osmotski pritisk v proizvodu in tako onemogoči delovanje MO. V kislem okolju se konzervirajoča moč sladkorja poveča, zato ga dodamo manj (Suwa – Stanojević, 1995).

Askorbinska kislina deluje kot reducent, ki veže kisik in preprečuje oksidativne spremembe barve in okusa v konzerviranih proizvodih.

Citronska kislina zniža pH medija in tako onemogoči delovanje oksidativnih encimov.

## 2.4 EMBALAŽA ZA KONZERVIRANO SADJE

V tehnologiji predelave sadja se za embaliranje najpogosteje uporabljajo stekleni kozarci, folije in pločevinke, za zapiranje pa različne izvedbe pokrovov.

### 2.4.1 Stekleni kozarci

Steklo je zaželen embalirni material predvsem iz stališča potrošnika, ki tako lahko dejansko vidi izdelek, ki ga želi kupiti. Poleg tega je steklo inerten material, ki ne vpliva na sestavo živila in se ga lahko reciklira. Problem je le njegova propustnost za svetlobo in krhkost.

Kozarcev za vlaganje je več vrst. Razlikujejo se predvsem po obliki grla, ki ima navojnice za različne pokrove, s katerimi kozarce hermetično zapremo. Tako ločimo Omnia in Twist off kozarce s pripadajočimi, istoimenskimi pokrovi.

#### **2.4.2 Termostabilna plastična folija PA/PP**

##### **Polipropilen (PP)**

PP odlikuje najnižja gostota in najvišja točka taljenja (160 °C), zaradi česar je zelo uporaben za vroča polnjenja in za embalažo gotovih jedi, ki se jih lahko pogreva v mikrovalovnih pečicah. Iz kemijskega vidika je inerten material, ki je odporen na večino poznanih kemičnih, organskih in anorganskih snovi. Je nepropusten za vodne pare, olja in maščobe, vendar pa je zelo propusten za pline (Kirwan in Strawbridge, 2003).

##### **Poliamid (PA)**

PA je splošno bolj poznan pod imenom najlon, vendar pa to ni generično ime. PA je ugoden za izdelavo napihljivih filmov, lahko se ekstrudira in uporablja skupaj z drugimi plastičnimi masami. Lahko se ga oblikuje v željene oblike pri čemer nudi kot steklo prosojno površino. Je zelo lahek material, ki je odporen na udarce. Zagotavlja dobro bariero za okus in vonj, odporen je na olja in maščobe, vendar je težko varljiv in propusten za vodne pare. Povečanje vodnih par vpliva na kemijske vezi PA, zaradi česar postane PA močnejše propusten za pline. Zato je najpogosteje uporabljen kot del laminatov in ne kot samostojna plastična embalaža (Kirwan in Strawbridge, 2003).

Za termostabilno folijo PA/PP je šibka točka vlažno okolje, ki vpliva na večjo propustnost embalaže za pline.

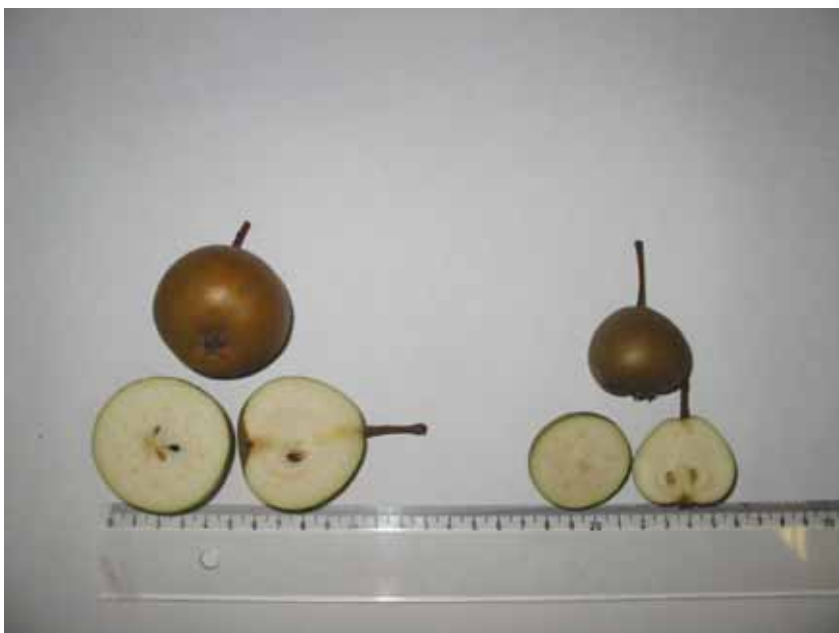
### 3 MATERIAL IN METODE DELA

#### 3.1 NAČRT DELA

Za poskus smo uporabili hruške cv. Pituralka iz Goriških Brd. Nabrane so bile po naključnem izboru v istem dnevu. Nabranih je bilo 58 kg hrušk.

Obrane hruške smo posamično stehali in jih na podlagi dobljenih podatkov razdelili v dve skupini:

- skupina A, z maso večjo od 30 g
- skupina B, z maso manjšo od 30 g



**Slika 1:** Hruške cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g) na levi in iz skupine B (lažje od 30 g) na desni

Najprej smo izvršili mehanske analize, ki so obsegale:

- natančno tehtanje posameznih plodov,
- določanje barve kože in kasneje še prereza,
- merjenje trdote plodov z več metodami.

Sledile so kemijske analize, ki so obsegale:

- škrobno – jodni test,
- merjenje suhe snovi,
- določanje vsebnosti skupnih kislin,
- določanje vsebnosti sladkorjev z metodo HPLC,

- določanje vsebnosti C vitamina z metodo HPLC,
- določanje vsebnosti vlaknine z encimsko – gravimetrično metodo po Proskyju,
- določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu,
- določanje vsebnosti pepela.

Poskusi priprave različnih izdelkov iz hrušk cv. Pituralka so obsegali:

- vlaganje hrušk v sladkorno raztopino (izdelava kompota),
- vakuumsko pakiranje hrušk v termostabilno folijo in naknadna termična obdelava,
- vakuumsko pakiranje pečenih hrušk.

Vse analize smo opravili na hruškah obeh skupin, ki smo jih ves čas trajanja poskusa hranili v hladilnici. Izdelke iz hrušk cv. Pituralka smo tudi senzorično ocenili.

## 3.2 MATERIAL

Za poskus smo uporabili hruške cv. Pituralka. Obrane so bile 23.11.2005 v Goriških Brdih in skladiščene v hladilnici Katedre za tehnologije rastlinskih živil, Oddelka za živilstvo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani.

## 3.3 METODE DE LA

### 3.3.1 Mehanske metode

Posamezne plodove hrušk smo stehtali in jih razdelili v 2 skupini. V skupino A smo uvrstili plodove težje od 30 g, v skupino B pa plodove lažje od 30 g. Obe skupini smo dodatno razdelili na 2 paralelki, od tega je vsaka paralelka zajela 10 plodov.

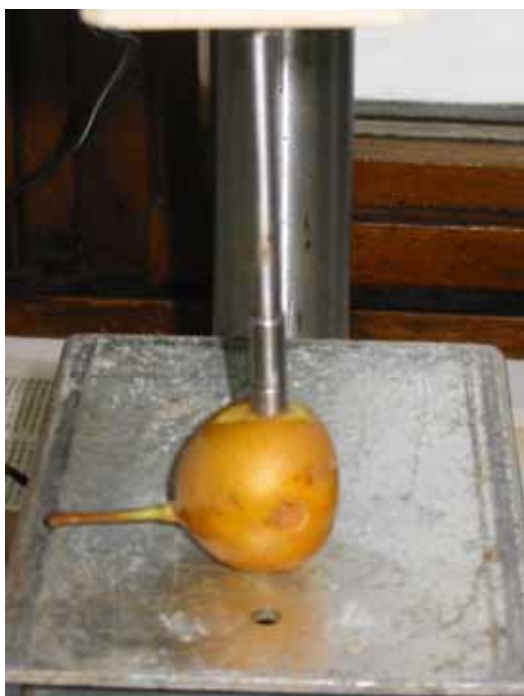
#### 3.3.1.1 Merjenje trdote

Trdoto smo merili na tri načine:

- z digitalnim penetrometrom,
- z akustično metodo,
- z merjenjem rezne trdnosti na Instronu.

Elektronski penetrometer je sestavljen iz nosilnega stojala, na stojalu je pritrjena naprava za namestitev senzorja. Na napravo je pritrjen dinamometer, na katerega lahko dodatno pritrdimo merilne nastavke. Nastavki so v obliki valjev različnih dimenzij in so namenjeni ugotavljanju trdote mesa plodov. Pri naših meritvah smo uporabili valjasti nastavek, premera 8 mm in z vgrezom 8 mm. Na vsaki hruški smo merili trdoto na dveh mestih, po predhodni odstranitvi kožice na površini 1 – 2 cm<sup>2</sup>. Bat smo potisnili v plod do zareze na bat. Rezultate meritev smo podali v kg/cm<sup>2</sup>, čeprav bi jih, po SI sistemu, morali podati v N (newtnih). Ker pa se v praksi trdota še vedno podaja v kg/cm<sup>2</sup> (tudi pri izračunu indeksa zrelosti), smo se tudi mi odločili za tak način.

Z napravo za namestitev je možno prilagoditi oddaljenost penetrometra od plodu, glede na velikost oz. premer plodu. Trdoto mesa plodov registrira že omenjeni penetrometer. Nanj je pritrjen kovinski valjast merilni element, ki med merjenjem prodira skozi plod. Sila, ki deluje na merilni element, se prenaša na penetrometer, ki je prepariran s tenziometrijskimi merilnimi lističi, električno povezanimi v Wheatsonov most. Penetrometer je povezan z merilnim ojačevalnikom, ki okrepi signal in omogoča kontinuirno zbiranje podatkov celotnega merjenja (Godec in sod., 2003).



**Slika 2:** Merjenje trdote hrušk cv. Pituralka z digitalnim penetrometrom

Z akustično metodo merimo resonančno frekvenco, ki se prevede v indeks trdote. Plod horizontalno namestimo v merilno napravo.



Med merjenjem plod udari majhno kladivce, oziroma plastična paličica. Na nasprotni strani, nekaj centimetrov stran, pa je nameščen mikrofoni, ki zazna zvočni signal in ga pošlje v analizator (Schrevens in sod., 1994).

Indeks trdote (FI) izračunamo:

$$FI = f^2 m^{2/3} \quad \dots(1)$$

kjer je  $f$  (Hz) prva resonančna frekvenca in  $m$  (g) masa sadja. Za minimiziranje napak, povzročenih zaradi različne naravne oblike vzorca je priporočljivo upoštevati povprečje treh meritev enakomerno oddaljenih od ekvatorialne osi (Chen in sod., 1994).

V našem primeru smo merili po zgoraj opisanem postopku, vendar le hruške iz skupine A (težje od 30 g), ker naprava hrušk iz skupine B zaradi prenizke teže ni zaznala.

Za določanje rezne trdnosti hrušk, smo uporabili univerzalni aparat za mehanično testiranje INSTRON. Za merjenje smo uporabili kontaktni nastavek v obliki poševnega rezila dolžine 25 mm. Rezilo je prerezalo vzorec s hitrostjo 2 mm/s.

Pred merjenjem rezne trdnosti, smo vzorce ustrezno pripravili. Iz vsake skupine hrušk smo z natančnim rezanjem oblikovali kocke. Pri skupini A so bile stranice kock dolžine 1 cm, pri skupini B pa zaradi majhnosti plodov le 0,6 cm. Rezultate smo podali v N.

### 3.3.1.2 Merjenje barve

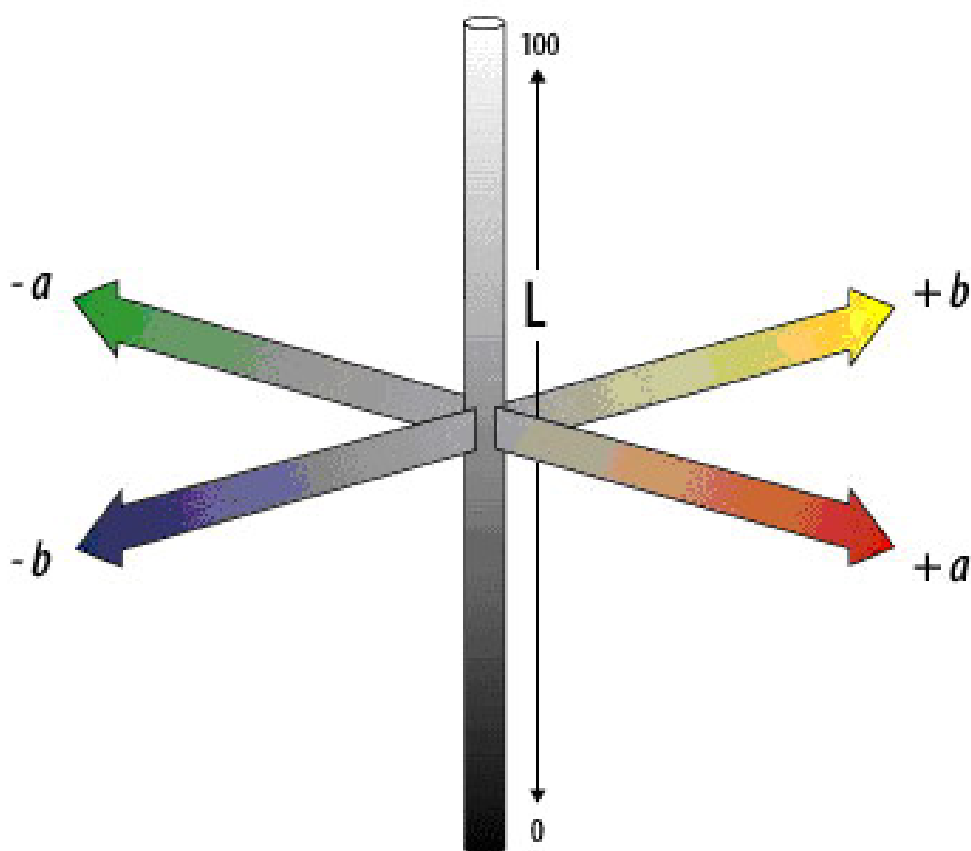
Hruške iz skupin A in B, smo razdelili na 3 paralelke, vsaka od paralelek je zajela 5 hrušk, ki smo jim izmerili barvo na površini in na prerezu. Na vsaki točki merjenja smo opravili dve meritvi. Pri merjenju barve prereza smo meritve opravili v določenih minutnih razmakih (0 min, 5 min, 15 min, 35 min, 60 min, 90 min), da bi tako lažje spremljali hitrost oksidacije. Za merjenje barve smo uporabili kromometer Minolta CR – 200b in (Hunterjev) CIE 1976 L, a, b sistem.

Človeško oko zaznava vsako barvo kot kombinacijo rdeče, rumene in modre barve. Po tem principu deluje tudi sam kromometer, ki barvo vzorca razdeli na 3 dele, ki jih poda s točko v specifičnem koordinatnem sistemu (L, a, b). Koordinate L, a, b so v direktni odvisnosti od normnih barvnih vrednosti X, Y in Z.

$$\begin{aligned} L &= 116 \cdot (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \\ a &= 50 \cdot ((X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}) \\ b &= 200 \cdot ((Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}) \end{aligned}$$

$X_n$ ,  $Y_n$ ,  $Z_n$  so vrednosti za normalni beli standard. Razlike posameznih komponent pomenijo:

- + L: svetlejši odtenek,
- - L: temnejši odtenek,
- + a: bolj rdeč (in manj zelen) odtenek,
- - a: bolj zelen (manj rdeč) odtenek,
- + b: bolj rumen (manj moder) odtenek,
- - b: bolj moder (manj rumen) odtenek (Digital exposure..., 2004).



**Slika 3:** CIE L, a, b barvni sistem (Digital exposure..., 2004)

Uporabljeni kromometer Minolta ima odprtino premera 8 mm in na tej površini tudi izmeri barvo. Pred vsako meritvijo je potrebno aparaturo umeriti na priloženi beli standard ( $Y = 93.8$ ,  $X = 0.3134$ ,  $Y = 0.3208$ ).

### 3.3.2 Kemijske metode

#### 3.3.2.1 Škrobni test z jodovico

Vsebnost škroba smo določili z 0,01 M raztopino jodovice. Jodovica je raztopina joda in kalijevega jodida. Za test smo iz obeh skupin pripravili 2 paralelki, vsaka je zajela 10 hrušk, ki smo jih prečno po sredini prerezali, da sta nastali dve polovici. Rezne ploskve smo nato potopili v raztopino. Škrob, ki je prisoten v plodu, se v prisotnosti jodovice obarva temno modro do črno. Intenzivnost obarvanja smo ocenili s pomočjo primerjalne skale z vrednostmi od 1 do 10 (škrobna lestvica EVROFRU), kjer vrednost 1 pomeni 100 odstotkov škroba (nezrel plod), vrednost 10 pa 0 odstotkov škroba (prezrel plod). Vsebnost škroba smo izmerili le na začetku skladiščenja.



**Slika 4:** Škrobni test z jodovico



Slika 5: Škrobna lestvica EUROFRU (Andrés in López, 2004)

V našem primeru so rezne ploskve predstavljale le spodnje polovice hrušk (del, ki vsebuje muho). Vrhne polovičke pa smo zamrznili na  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  in jih tako shranili za analizo vsebnosti vlaknine. Reznim polovicam, pa smo del, ki je bil obarvan z jodovico, odstranili in preostanek zamrznili na  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  za analizo vsebnosti skupnih kislin.

### 3.3.2.2 Določanje vsebnosti skupnih kislin

Zamrznjene polovice hrušk smo odmrznili in nato iz njih iztisnili sok do volumna 10 mL. Sok smo nato razredčili z destilirano vodo, dodali indikator fenolftalein in raztopino titrirali z 0,1 M NaOH do preskoka barve iz brezbarvne v rožnato rdečo barvo. Za natančnejšo določitev končne točke titracije smo se poslužili še pH metra. Končna točka titracije je dosežena pri  $\text{pH} = 8,2$ .

Vsebnost skupnih kislin, izraženih kot jabolčna kislina, smo izračunali s pomočjo spodnje formule:

$$(a \cdot f \cdot R \cdot E) / 10\,000 = g \text{ kisline} / kg \text{ vzorca} \quad \dots(2)$$

Kjer pomeni:

a = poraba 0,1 M NaOH (mL)

f = faktor korelacije normalitete 0,1 M NaOH

R = razredčitev vzorca

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

### 3.3.2.3 Določanje topne suhe snovi

Topno suho snov smo določali z digitalnim refraktometrom METTLER TOLEDO, ki deluje na principu merjenja lomnega količnika.

Predhodno smo ga z destilirano vodo umerili na 0,0 % Brix suhe snovi, nato smo merilno mesto osušili in nanj kanili nekaj kapljic iztisnjenega soka ter odčitali rezultat. Refraktometer nam je podatke izpisal na zaslon v % Brix suhe snovi.

### 3.3.2.4 Določanje zračne sušine

Deset hrušk iz skupine A in deset iz skupine B smo stehali, jim izmerili volumen ter jih homogenizirali. Vzorce smo razdelili v 2 paralelki za vsako skupino in jih prenesli v predhodno stehane petrijevke ter približno en dan sušili v sušilniku pri 50 – 60 °C. Vmes smo večkrat premešali. Po sušenju v sušilniku smo vzorce pustili 2 uri na sobni temperaturi ter jih nato stehali. Tako smo dobili zračno suh vzorec in določili izgubo teže med zračnim sušenjem po naslednji formuli:

$$\begin{aligned} \text{Zračna sušina} &= (b/a) \cdot 100 \text{ (\%)} \\ A &= 100 - \% \text{ zračne sušine} \end{aligned} \quad \dots(3)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža zračno suhega vzorca (g)

A = izguba teže med zračnim sušenjem (%)



**Slika 6:** Homogeniziran vzorec hrušk cv. Pituralka

### 3.3.2.5 Določanje vsebnosti vode v zračni sušini

Zračno suh vzorec smo sušili v sušilniku pri 105 °C do konstantne teže, ga nato ohladili in tehtali. Vodo v zračno suhem vzorcu smo izračunali po naslednji formuli:

$$\begin{aligned} \text{Suha snov} &= (b/a) \cdot 100 (\%) \\ B &= 100 - \% \text{ suhe snovi} \end{aligned} \quad \dots(4)$$

a = odtehta vzorca (g)

b = teža vzorca po sušenju (g)

B = % vode v zračno suhem vzorcu

### 3.3.2.6 Izračun vsebnosti vode v svežem vzorcu

Vsebnost vode v svežih hruškah smo izračunali po naslednji formuli:

$$\% \text{ vode} = A + B - (A \cdot B / 100) \quad \dots(5)$$

A = izguba teže med zračnim sušenjem (%)

B = vsebnost vode v zračno suhem vzorcu (%)

### 3.3.2.7 Določanje vsebnosti vlaknine z modificirano encimsko – gravimetrično metodo po Proskyju

Princip metode je razgradnja škroba in beljakovin, filtracija in gravimetrična določitev ostanka skupne, topne in netopne vlaknine.

Sušene vzorce hrušk iz paralelek skupine A in B smo fino zmleli v mlinčku. Vsako paralelko smo nato razdelili na dve paralelki tako, da smo imeli za vsako skupino 4 vzorce. Od vsakega vzorca smo v 250 mL erlenmajerico odtehtali natanko 1 g, vzorcu dodali še 50 mL fosfatnega pufra (pH = 6,0) in 50 µL termostabilne α-amilaze, dobro premešali in pokrili z alufolijo. Sledila je 30 minutna inkubacija v vreli vodni kopeli, od trenutka, ko je temperatura v raztopini dosegla 90 °C.

Nato smo raztopino ohladili na sobno temperaturo in, z dodajanjem 0,287 M NaOH, uravnali pH na vrednost 7,5. Nadalje smo z mikropipeto dodali še 50 µL proteaze, dobro premešali in pokrili z alufolijo ter med stalnim mešanjem raztopino inkubirali 30 minut pri 60 °C (čas smo začeli meriti, ko je raztopina dosegla 60 °C). Raztopino smo nato zopet ohladili na sobno temperaturo in ji, z dodajanjem 0,329 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, naravnali pH vrednost na 4,5.

V zadnji fazi smo vzorcem dodali še 150 µL amiloglukozidaze, dobro premešali, pokrili z alufolijo in med stalnim stresanjem inkubirali 30 minut pri 60 °C (čas smo ponovno začeli odšteti, ko je raztopina dosegla željeno temperaturo). Nato smo raztopino filtrirali skozi stehtan in s filtrnim papirjem obložen filtrni lonček G1.

#### **Določanje netopne prehranske vlaknine**

Ostanek v filtrnem lončku smo dvakrat sprali z 10 mL destilirane vode, odvzeli filtrat in nato spirali še z 20 mL etanola, acetona in etra. Filtrat smo posušili najprej na zraku, nato pa še v termostatu na 105 °C preko noči. Po ohladitvi v eksikatorju smo vzorce stahtali in od te teže odšteli težo praznega filtrnega lončka s filtrnim papirjem. Dobljeni rezultat predstavlja težo ostanka netopne vlaknine.

#### **Določanje topne prehranske vlaknine**

Filtrat v presesalni buči smo kvantitativno prenesli v 500 mL erlenmajerico, dodali etanol (96 vol %) v prebitku (280 mL, segret na 60 °C) in pustili obarjati eno uro. Po obarjanju smo raztopino prefiltrirali skozi stehtan filtrni lonček G1, ki smo ga v notranjosti obložili s filtrnim papirjem. Sledilo je spiranje z 20 mL etanola, acetona in etra, nato sušenje na zraku in v termostatu pri 105 °C čez noč. Vzorce smo nato ohladili v eksikatorju in stehtali. Od te teže smo odšteli težo praznega filtrnega lončka s filtrnim papirjem. Dobljeni rezultat predstavlja težo ostanka topne vlaknine.

#### **Določanje skupne prehranske vlaknine**

Skupna prehranska vlaknina je vsota med netopno in topno prehransko vlaknino.

### 3.3.2.8 Določanje pepela

Filtni papir s sedimentom (ostanek netopne vlaknine) iz prve vzporedne določitve smo prenesli v stehtan žarilni lonček. Sledil je sežig vzorcev na gredni plošči in v žarilni peči pri 525 °C, pet ur. Vzorce smo nato v eksikatorju ohladili in stehtali. Dobljenemu rezultatu smo odšteli težo praznega žarilnega lončka in tako dobili težo pepela, ki predstavlja vsebnost mineralov v vzorcih.

### 3.3.2.9 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu

Metoda temelji na določanju beljakovin neposredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, ki je v vzorcu prisoten, beljakovinski). Faktor, ki je upoštevan za preračun dušika v beljakovine, je enak 6,25. Beljakovine smo določali na delu vzorcev, ki so bili namenjeni določanju netopne prehranske vlaknine.

#### **Mokri sežig pripravljenega homogeniziranega vzorca**

V sežigno epruveto smo zatehtali od 1 do 1,3 g vzorca, dodali eno tableto bakrovega katalizatorja in 10 mL koncentrirane H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Epruvete s tako pripravljenimi vzorci smo postavili v stojalo in pokrili s steklenimi zvonci. Vse skupaj smo prenesli v ogreto enoto za razklop (Digestion Unit), kjer je bila temperatura 370 °C. Sežig smo izvajali eno uro.

#### **Destilacija**

Epruvete z vzorci smo ohladili na sobno temperaturo. Nato smo posamezno epruveto namestili v destilacijsko enoto (Distillation Unit), kjer je aparatura samodejno dozirala 50 mL destilirane vode in 70 mL baze (30 % NaOH) v vzorec. V destilacijsko predložko se je doziralo še 60 mL borne kisline (2 % H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub>), nato pa se je začela uvajati para. Destilacija je potekala 4 minute.

#### **Titracija**

Titracija nastalega amon-borata z 0,1 M HCl do pH vrednosti 4,6 je potekla samodejno takoj po tem, ko smo odtehtali vzorca (v mg) vnesli v titracijsko enoto (Titrino).

Aparatura je po končanem postopku izpisala vse potrebne podatke, vključno z rezultati o vsebnosti B, tako da računanje ni bilo potrebno. Princip izračuna dobljenih rezultatov je naslednji:

$$\% B = ((mL\ 0,1\ M\ HCl \cdot 1,4 \cdot f) / mg\ (odtehta)) \cdot 100 \cdot 6,25 \quad \dots(6)$$

f = faktor molarnosti HCl



### 3.3.2.10 Določanje vsebnosti sladkorjev in vitamina C z metodo HPLC

S tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) ločujemo vzorce na posamezne komponente, ki potujejo po koloni in prehajajo med mobilno in stacionarno fazo, pri čemer se premikajo le v mobilni fazi s hitrostjo  $u_x$ :

$$u_x = l / t_r \quad \dots(7)$$

Pri čemer je  $t_r$  retenzijski čas, ki ga potrebuje komponenta, da pride skozi kolono oz. da kolono zapusti. Ta čas je karakterističen za določeno komponento in ga lahko uporabimo pri konstantnem pretoku za identifikacijo in kvantifikacijo. Spojino na izhodu lahko detektiramo na različne načine. Najpogosteje je uporabljen spektrofotometrični detektor, ki meri absorbanco eluirane raztopine pri isti valovni dolžini, kjer analizirana spojina absorbira svetlobo.

#### **Določanje sladkorjev**

Za analizo sladkorjev smo odmrznili 2 hruški iz skupine A in 2 iz skupine B. Razrezali smo jih na lističe in iz vsake iztisnili vsaj 10 mL soka. Nato smo v čašico odtehtali 5 g soka in ga kvantitativno prenesli v 50 mL erlenmajerico. Dodali smo 45 g vode in raztopino pustili stati eno uro, da je potekla ekstrakcija, vmes smo enkrat premešali. Nato smo raztopino prefiltrirali skozi običajen filtrirni papir, da smo odstranili vse večje delce. Tako dobljeni filtrat smo odpipetirali v mikrocentrifugirke (vsak vzorec smo razdelili na tri paralelke) in centrifugirali 10 minut pri 4000 obratih. Po centrifugiranju smo s tanko injekcijo odvzeli del vzorca in ga iztisnili preko filtra (velikost por 0,45  $\mu\text{m}$ ) v stekleno vialo. Viale smo naložili na avtomatski vzorčevalnik in pričeli z analizo.

HPLC analiza je potekala pri sobni temperaturi, mobilna faza je bila 0,0025 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , uporabljen je bil RI detektor. Volumen injiciranega vzorca je bil 10  $\mu\text{L}$ . Koncentracijo sladkorjev smo določili iz površine pikov v kromatogramu in s pomočjo umeritvene krivulje (fruktoza:  $y = 15,839x - 1,5641$ ; glukoza:  $y = 15,92x - 1,2262$ ; sorbitol:  $y = 3,6846x - 1,5808$ ). Določili smo koncentracijo fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitola.

#### **Določanje vitamina C**

Za analizo vitamina C smo uporabili 12 hrušk iz skupine A in 6 hrušk iz skupine B. Po 3 hruške skupaj so predstavljale eno paralelko tako, da je imela skupina A 4 paralelke, B pa 2 paralelki. V 50 mL plastične centrifugirke smo odtehtali približno 10 g sesekljanih hrušk in 20 g 2 % metafosforne kisline (MFK), tako smo dobili razmerje vzorec : MFK = 1 : 2. Vsebinsko v centrifugirkah smo nato 5 minut homogenizirali z Ultraturaxom. Po homogenizaciji smo vzorce pustili stati 1 uro, da so se večji delci posedli na dno centrifugirke. Sledilo je centrifugiranje s 3000 obrati na minuto, 5 minut. Po centrifugiranju smo iz vsake centrifugirke odpipetirali 1,5 mL vzorca in ga kvantitativno prenesli v mikrocentrifugirke, ki smo jih nato zamrznili na  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ .

Po šestih mesecih smo vzorce odmrznili in del vzorca s tanko injekcijo odvzeli ter ga prefiltrirali (velikost por 0,45 µm) v stekleno vialo. Viale smo nato naložili na avtomatski vzorčevalnik in pričeli z analizo.

HPLC analiza vitamina C je potekala pri sobni temperaturi, uporabili smo UV - VIS detektor (245 nm, Knauer). Mobilna faza je bila 0,004 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, s pretokom 0,6 mL/min. Uporabili smo Maxi Star (Knauer) gradientno črpalko, volumen injiciranega vzorca je bil 10 µL. Koncentracijo vitamina C smo določili iz površine pika v kromatogramu in s pomočjo umeritvene krivulje ( $y = 0,848x$ ).

### **3.3.3 Tehnološke metode predelave in uporabe hrušk cv. Pituralka**

Sadje namenjeno za proizvodnjo pasteriziranega sadja mora biti izenačene tehnološke zrelosti in ne sme vsebovati več kot 5 % plodov, poškodovanih zaradi rastlinskih bolezni in škodljivcev. S toploto lahko konzerviramo plodove sadja s koščicami ali brez koščic in z olupki ali brez olupkov. Pri proizvodnji pasteriziranega sadja ni dovoljeno uporabljati barvil in ne umetnih arom. Dopustno je uporabljati kot antioksidanta askorbinsko kislino in citronsko kislino (Lipovec J. in Lipovec J. ml., 1979).

#### **3.3.3.1 Priprava hruškovega kompota**

Kompot je proizvod, ki ga dobimo tako, da zalijemo cele ali narezane plodove sadja s sladkornim sirupom in konzerviramo s toploto v hermetično zaprti embalaži (Lipovec J. in Lipovec J. ml., 1979).

Za pripravo kompotov smo uporabili hruške iz obeh skupin. Nekatere smo pustili cele, iz drugih pa smo pripravili jedilne polovice, kar pomeni, da smo jim odstranili pecelj, peščišče in muho. Sladkorno raztopino smo pripravili tako, da smo na 1 L vode dodali 250 g sladkorja (kristalni beli sladkor). Za vlaganje smo pripravili še 750 in 350 mL steklene Twist off kozarce s pripadajočimi zamaški.

Kozarce in zamaške smo do uporabe sterilizirali v sušilniku pri 150 °C. Segreli smo sladkorno raztopino na 50 °C, napolnili kozarce s hruškami in jih z vročo sladkorno raztopino prelili ter dobro zatisnili s pokrovčki. Kozarce smo nato prenesli v sušilnik, ki je bil predhodno ogret na 200 °C in pasterizirali. Kontrolo smo vršili z merjenjem središčne temperature v enem izmed kozarcev. Proces smo zaključili, ko je središčna temperatura v kontrolnem kozarcu dosegla 70 °C, oz. ko so se v kozarcih začeli pojavljati zračni mehurčki (segrevanje je potekalo cca 50 minut).

Kozarce smo nato vzeli iz sušilnika in jih ovili v brisače, da so se postopno ohladili preko noči.



**Slika 7:** Hruške cv. Pituralka vložene v sladkorno raztopino

Poleg klasičnega vlaganja smo vlagali tudi z dodatki. V različnih koncentracijah smo dodali citronsko ali askorbinsko kislino. Vlagali smo v naključnih časovnih zaporedjih v roku treh mesecev.

Seznam vloženih hrušk:

- skupina A, cele
- skupina B, cele
- skupina A, jedilne polovice
- skupina B, jedilne polovice
- skupina A + B, jedilne polovice
- skupina A + B, jedilne polovice, dodatek citronske kisline: 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L in 6 g/L
- skupina A + B, jedilne polovice, dodatek askorbinske kisline: 0 g/L, 0,1 g/L, 0,25 g/L in 0,5 g/L

Kompote smo tudi senzorično ocenili.

### 3.3.3.2 Pečenje hrušk v pečici

Hruške iz skupine A in B smo prečno razpolovili, izdoblili peščiče in jih položili v pekač tako, da jih je bila polovica obrnjena z muho navzdol, druga polovica pa z muho navzgor.

V drugi pekač smo položili nekaj celih hrušk iz obeh skupin. Pekača smo postavili v pečico ogreto na 230 °C in pekli polovice hrušk 35 minut, cele hruške pa 45 minut.

Del tako pečenih hrušk smo še vroče vakuumsko pakirali v vrečke iz termostabilne folije (poliamid (PA) / polipropilen (PP)) in jih hranili v temnem prostoru pri sobni temperaturi.



**Slika 8:** Cele, pečene hruške cv. Pituralka



**Slika 9:** Pečene polovice hrušk cv. Pituralka



**Slika 10:** Pečene in vakuumsko pakirane hruške cv. Pituralka

### 3.3.3.3 Kuhanje vakuumsko pakiranih hrušk

Hruške iz skupine A in B smo vzdolžno razpolovili, jim odstranili pecelj, muho in peščiče ter jih vložili v vrečke iz termostabilne folije PA/PP. Tako napolnjene vrečke smo vakuumirali. Vakuumsko pakirane hruške smo nato kuhali v vodi segreti na 95 °C, 20 minut. Po tem času, smo izdelek hranili v temnem prostoru pri sobni temperaturi.

Izdelek smo po devetmesečnem skladiščenju vizualno in senzorično ocenili.



Slika 11: Presne, vakuumsko pakirane hruške cv. Pituralka



Slika 12: Kuhanje vakuumsko pakiranih hrušk cv. Pituralka



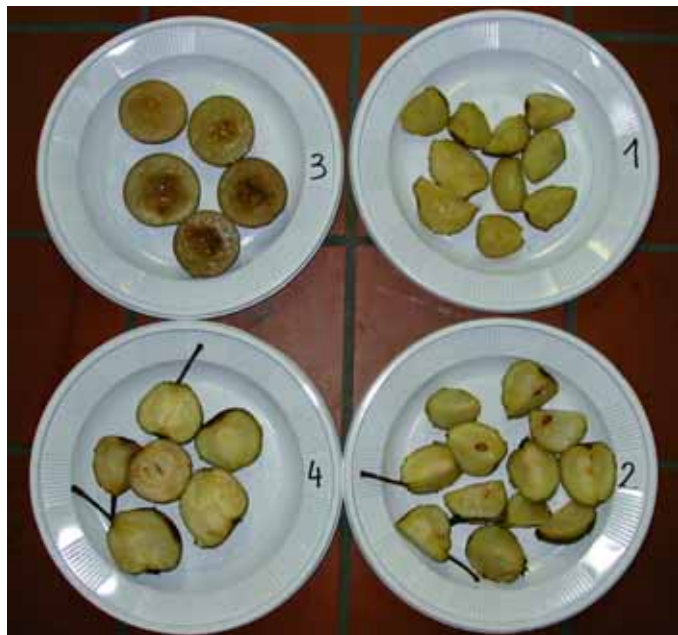
Slika 13: Vakuumsko pakirane hruške cv. Pituralka po termični obdelavi

### 3.3.3.4 Senzorična ocena izdelkov

Vzorci svežih in toplotno obdelanih hrušk smo najprej ocenili z organoleptično analizo, ki je zajemala opisovanje arome in konsistence ter sprejemljivost. Kompote iz hrušk cv. Pituralka pa smo nato ocenili s senzorično analitično metodo s točkovanjem (20t). Ocenjevali smo aromo, konsistenco, vonj in barvo.

**Pregl. 1:** Ocenjevalni list za hruškove kompote, z razdelanim točkovnim sistemom

Vzorec	Aroma (0-7t)	Konsistenca (0-5t)	Vonj (0-4t)	Barva (0-4t)	Skupaj (0-20t)	Opombe



**Slika 14:** Vzorci hrušk cv. Pituralka za senzorično ocenjevanje



## 4 REZULTATI

### 4.1 REZULTATI MEHANSKIH ANALIZ

**Pregl. 2:** Rezultati mehanskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g)

<b>Analiza</b>	<b>Skupina A</b>	<b>Povprečje</b>
vsebnost vode (%)		83,8
suha snov (Brix %)		12,6
trdota mesa – digitalni penetrometer (kg/cm <sup>2</sup> )		10,7
trdota mesa – akustična metoda (AFI)		15,5
rezna trdnost (N)		24,3
škrobni test (1 – 10)		10

**Pregl. 3:** Rezultati mehanskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine B (lažje od 30 g)

<b>Analiza</b>	<b>Skupina B</b>	<b>Povprečje</b>
vsebnost vode (%)		82,9
suha snov (Brix %)		12,9
trdota mesa – digitalni penetrometer (kg/cm <sup>2</sup> )		12,3
trdota mesa – akustična metoda (AFI)		/
rezna trdnost (N)		27,5
škrobni test (1 – 10)		10

V preglednicah 2 in 3 so podani rezultati mehanskih analiz za posamezno skupino hrušk cv. Pituralka. Hruške iz skupine A, ki so težje in večje, imajo nekoliko višji odstotek vode, nižji delež suhe snovi in so manj trde od hrušk iz skupine B. Dobljeni rezultati nam kažejo, da imajo večji plodovi le nekoliko večjo vsebnost vode in so posledično manj trdi od manjših plodov. Škrobni test nam razkriva, da v hruškah ni bilo več prisotnega škroba, torej so bile obrane v polni zrelosti, ko je ves škrob že razgrajen v enostavne sladkorje.

#### 4.1.1 Merjenje barve

**Pregl. 4:** Barva površine in prereza hrušk cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g)

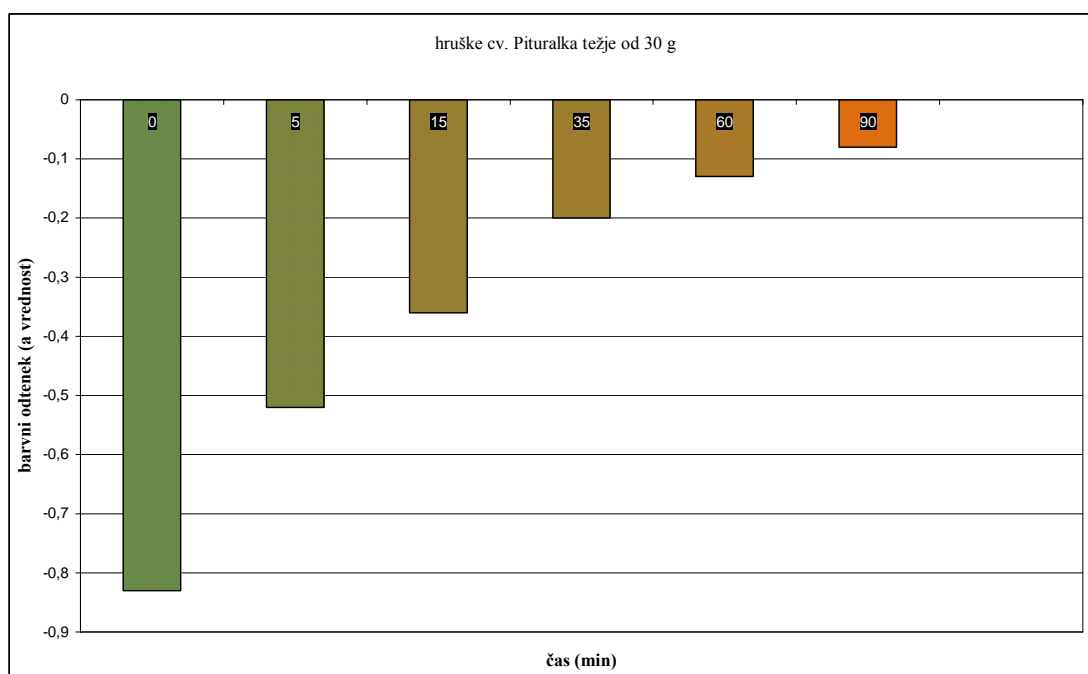
<b>Barva</b> <b>Skupina A</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
površina stran I	51,32	5,10	26,78
površina stran II	51,34	4,91	26,76
prerez 0 min	77,29	- 0,83	17,29
prerez 5 min	76,74	- 0,52	17,22
prerez 15 min	76,64	- 0,36	17,14
prerez 35 min	76,61	- 0,20	17,07
prerez 60 min	76,61	- 0,13	16,84
prerez 90 min	76,43	- 0,08	16,32

**Pregl. 5:** Barva površine in prereza hrušk cv. Pituralka iz skupine B (lažje od 30 g)

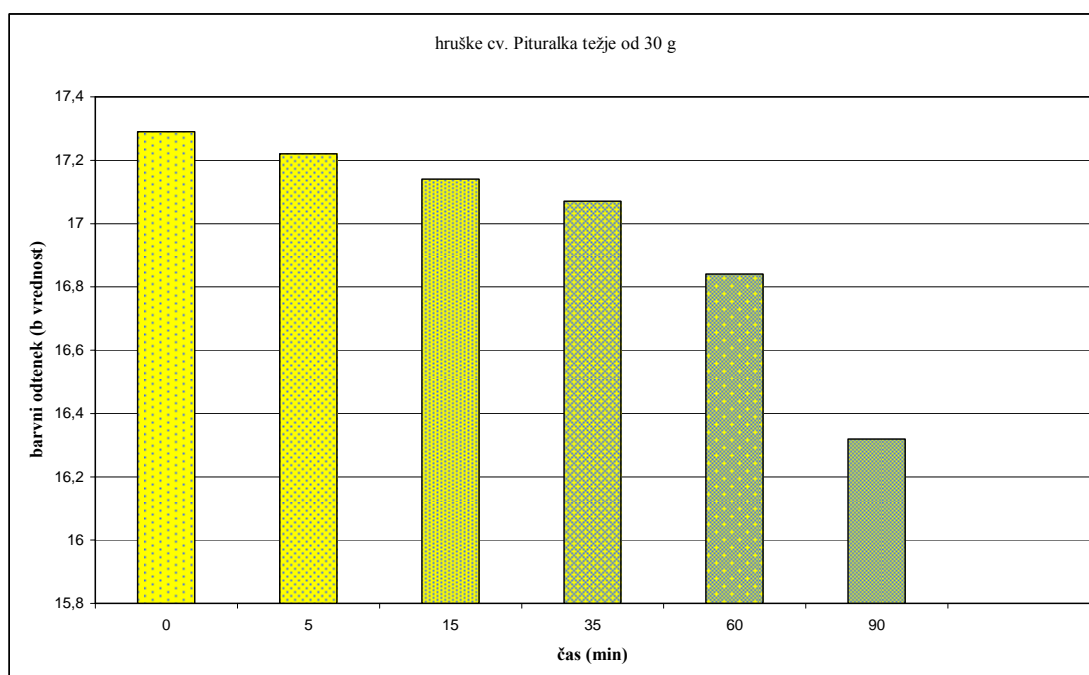
<b>Barva</b> <b>Skupina B</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
površina stran I	52,24	5,80	26,52
površina stran II	51,22	6,49	26,82
prerez 0 min	77,93	- 0,42	19,06
prerez 5 min	77,71	- 0,09	18,89
prerez 15 min	77,61	0,05	18,80
prerez 35 min	77,40	0,23	18,54
prerez 60 min	77,38	0,40	18,16
prerez 90 min	76,76	0,46	17,83

Iz gornjih preglednic je razvidno, da smo barvo merili na površini hrušk, in sicer na dveh nasprotnih straneh. Razlika v barvi površine je odvisna od lege plodu na drevesu, in sicer ali se plod nahaja v notranjosti krošnje ali na obrobju le-te. Če se nahaja na obrobju je obarvanost zopet odvisna od osvetljenosti (ali gre za senčno ali sončno stran).

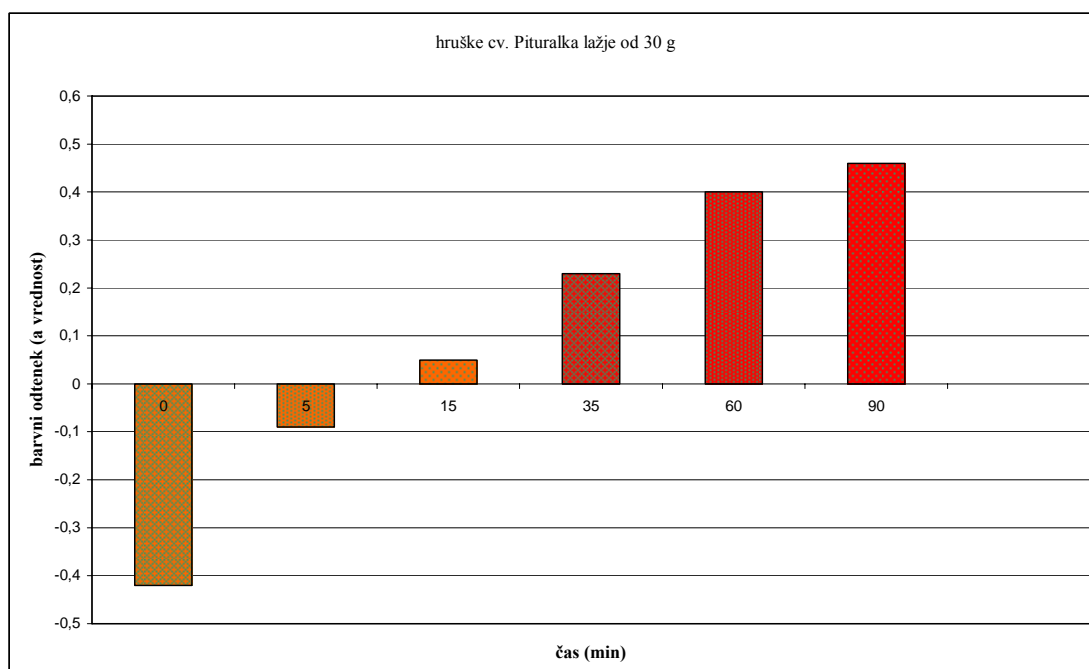
Pri merjenju barve prereza nas je zanimala predvsem dovzetnost hruške za oksidacijo, zato smo merili barvo v časovnem zaporedju. Začetek merjenja smo označili z 0 minutami, naslednja merjenja smo izvedli po 5 minutah, po 15 minutah in tako naprej vse do 90 minut. Rezultati so bili pričakovani in kažejo na to, da površina prereza hrušk vztrajno temni, če je izpostavljena zraku in svetlobi. Za to so najverjetneje odgovorne polifenoloksidaze, ki s svojim delovanjem razgrajujejo polifenole v temnejše komponente, ki negativno vplivajo na barvo plodov. Na slikah 15 in 17 je prikazano spreminjanje barvnega odtenka od bolj zelene do bolj rdeče (a vrednost). Sliki 16 in 18 pa prikazujeta spremembo barvnega odtenka od bolj rumene do bolj modre (b vrednost).



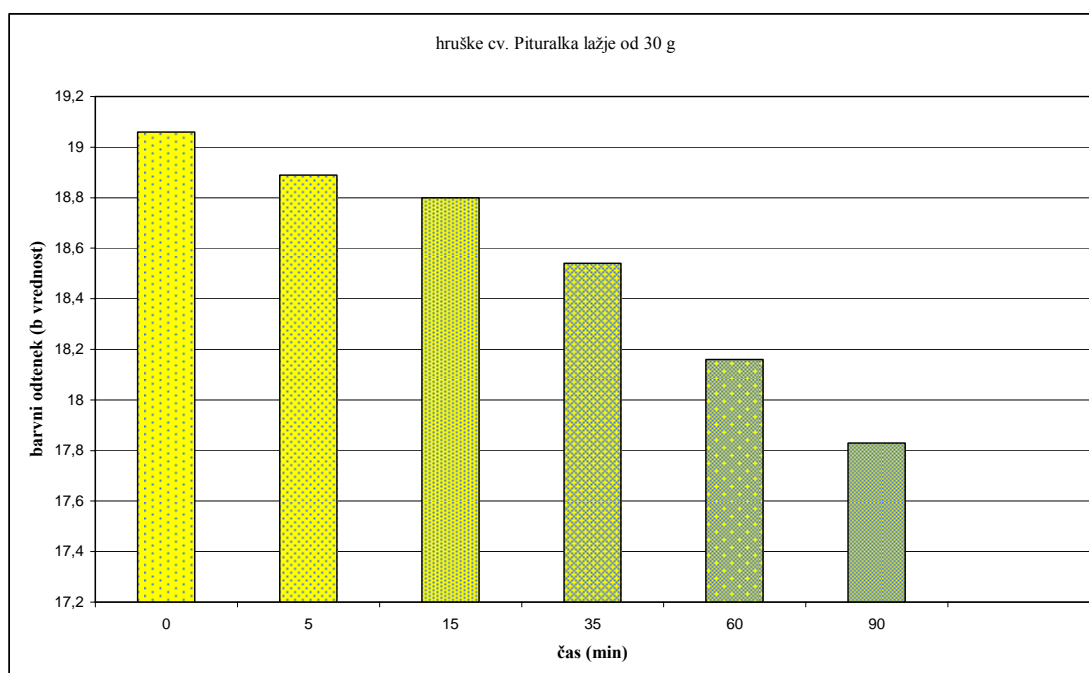
**Slika 15:** Sprememba barve (a vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (težje od 30 g) v časovnem zaporedju



Slika 16: Sprememba barve (b vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (težje od 30 g) v časovnem zaporedju



Slika 17: Sprememba barve (a vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (lažje od 30 g) v časovnem zaporedju



**Slika 18:** Sprememba barve (b vrednost) prereza hrušk cv. Pituralka (lažje od 30 g) v časovnem zaporedju

**Pregl. 6:** Barva polovic hrušk cv. Pituralka, vloženih v sladkorno raztopino brez ali z dodatkom askorbinske kisline

<b>SKUPINA</b> \ <b>Barva</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
A, ČSR, V	31,34	3,44	7,36
A, ČSR, S	32,64	2,79	7,54
A, ČSR, D	35,70	0,69	8,26
B, ČSR, V	40,77	2,77	9,99
B, ČSR, S	44,19	1,77	11,06
B, ČSR, D	45,67	0,70	11,39
A + B, SR + ASK 0 g/L, V	37,17	3,54	9,84
A + B, SR + ASK 0 g/L, S	37,81	2,24	10,25
A + B, SR + ASK 0 g/L, D	42,98	- 0,62	10,71
A + B, SR + ASK 0,1 g/L, V	44,69	1,25	11,23
A + B, SR + ASK 0,1 g/L, S	45,11	0,61	12,37
A + B, SR + ASK 0,1 g/L, D	46,21	0,01	13,25
A + B, SR + ASK 0,25 g/L, V	42,71	2,28	10,37
A + B, SR + ASK 0,25 g/L, S	43,00	- 0,16	11,47
A + B, SR + ASK 0,25 g/L, D	44,72	- 1,11	12,01
A + B, SR + ASK 0,5 g/L, V	42,44	2,95	15,51
A + B, SR + ASK 0,5 g/L, S	45,43	1,18	15,71
A + B, SR + ASK 0,5 g/L, D	47,81	0,61	15,83

**Legenda:**

**A, B:** skupine hrušk cv. Pituralka (A skupina zajema plodove z maso večjo od 30 g, B skupina pa z maso manjšo od 30 g)

**A + B:** vložene polovice hrušk cv. Pituralka iz obeh skupin

**ČSR:** čista sladkorna raztopina (250 g sladkorja / 1L vode)

**SR + ASK:** sladkorna raztopina + askorbinska kislina (različne koncentracije)

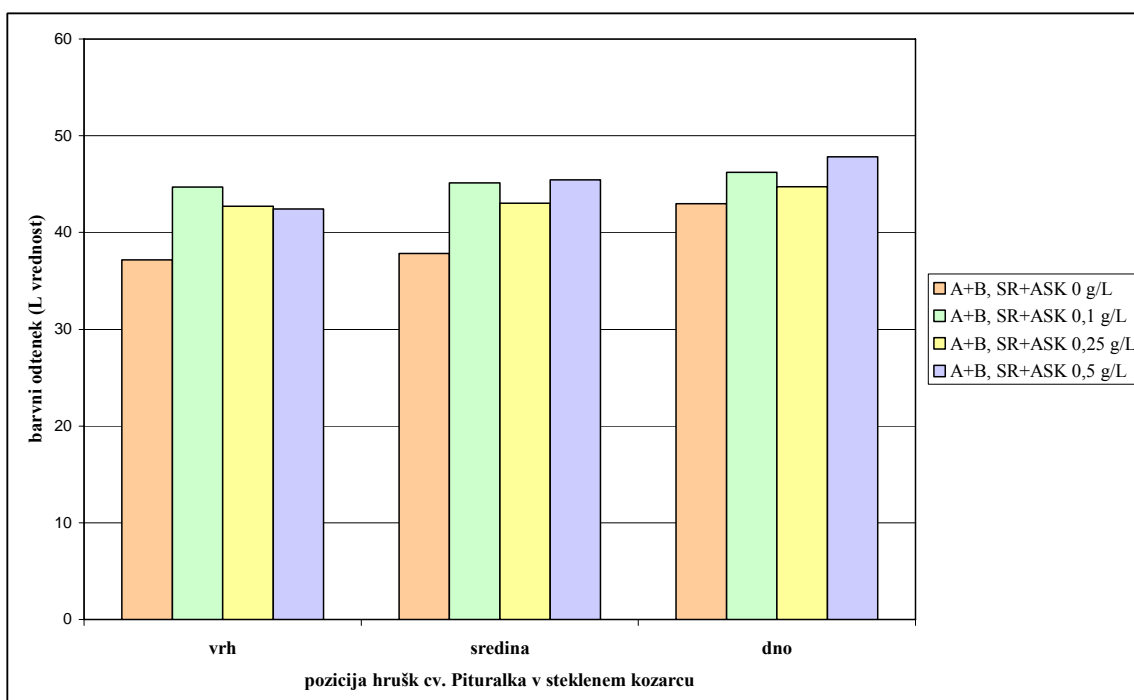
**V:** hruške iz vrha kozarca

**S:** hruške iz sredine kozarca

**D:** hruške iz dna kozarca

V preglednici 6 so podani rezultati merjenja barve prerezov vložnih hrušk. Najprej smo izmerili barvo posamezni skupini hrušk, ki so bile vložene v čisto sladkorno raztopino brez kakršnih koli dodatkov. Ker je bilo opazno različno obarvanje hrušk znotraj kozarca smo se odločili, da bomo vsebino kozarcev razdelili na 3 dele, in sicer:

- hruške, ki so se v kozarcu nahajale najvišje (vrh kozarca),
- hruške, ki so se v kozarcu nahajale v osrednjem delu (sredina kozarca),
- hruške, ki so se v kozarcu nahajale na dnu (dno kozarca).



**Slika 19:** Razlike v barvi vložnih hrušk cv. Pituralka glede na položaj v steklenem kozarcu in glede na količino dodane askorbinske kisline (ASK)

Opazili smo, da so hruške z vrha kozarca bistveno temnejše od ostalih hrušk v istem kozarcu. Barva je bila najtemnejša na vrhu in najsvetlejša na dnu kozarca. Razliko v obarvanju gre predpisati ujetemu zraku tik pod pokrovčkom kozarca in raztopljenemu kisiku v raztopini, ki omogoča encimsko delovanje kljub termični obdelavi. Enak pojav smo zasledili tudi pri hruškah, ki smo jih vložili v sladkorno raztopino z dodatkom različnih koncentracij askorbinske kisline, vendar je bil pojav manj očiten oziroma so bile hruške že na splošno svetlejše barve. Po pričakovanju so bile najsvetlejše barve ravno hruške z najvišjim dodatkom askorbinske kisline, saj askorbinska kislina deluje kot antioksidant in preprečuje oksidacijo.



**Slika 20:** Različno obarvanje hrušk cv. Pituralka glede na lego v steklenem kozarcu

Slika 20 prikazuje polovice hrušk iz istega kozarca, ki so zaradi različnega položaja v kozarcu različno obarvane. Najtemnejše hruške so se nahajale na vrhu, manj temne so iz sredine in najsvetlejše so iz dna kozarca.



## 4.2 REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ

**Pregl. 7:** Rezultati kemijskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine A (težje od 30 g)

<b>Analiza</b>	<b>Skupina A</b>	<b>Povprečje</b>
vsebnost kislin (mg/100 g)		15,3
vsebnost glukoze (g/100 g)		3,5
vsebnost fruktoze (g/100 g)		9,1
vsebnost saharoze (g/100 g)		0,0
vsebnost sorbitola (g/100 g)		0,8
vsebnost vitamina C (mg/100 g)		0,3
vsebnost netopne vlaknine (g/100 g)		4,4
vsebnost topne vlaknine (g/100 g)		1,7
vsebnost skupne vlaknine (g/100 g)		6,1
vsebnost beljakovin (%)		0,7
vsebnost pepela (g/100 g)		1,2

**Pregl. 8:** Rezultati kemijskih analiz za hruške cv. Pituralka iz skupine B (lažje od 30 g)

<b>Analiza</b>	<b>Skupina B</b>	<b>Povprečje</b>
vsebnost kislin (mg/100 g)		12,9
vsebnost glukoze (g/100 g)		2,9
vsebnost fruktoze (g/100 g)		8,1
vsebnost saharoze (g/100 g)		1,2
vsebnost sorbitola (g/100 g)		0,7
vsebnost vitamina C (mg/100 g)		0,5
vsebnost netopne vlaknine (g/100 g)		5,4
vsebnost topne vlaknine (g/100 g)		1,9
vsebnost skupne vlaknine (g/100 g)		7,2
vsebnost beljakovin (%)		0,3
vsebnost pepela (g/100 g)		1,5

Rezultati kemijskih analiz nam podajajo okvirno hranilno sestavo hrušk cv. Pituralka. Rezultati kažejo, da ima ta sorta hrušk zelo nizko vsebnost skupnih kislin in vitamina C. Po navedbah Sancina (1988) naj bi hruške vsebovale od 0,6 do 4,7 mg / 100 g vitamina C. V našem primeru je bila določena še manjša vsebnost tega vitamina, za kar je najverjetneje krivo predolgo skladiščenje pripravljene vzorca. Od priprave vzorca do dejanske izvedbe analize je minilo kar pol leta, tako, da so bile izgube pričakovane. Določili smo tudi izredno veliko vsebnost prehranske vlaknine, ki smo jo sicer pričakovali, saj je uživanje surovih hrušk povzročilo močno flatulenco pri uživalcu.

### 4.3 SENZORIČNA ANALIZA IZDELKOV IZ HRUŠK CV. PITURALKA

#### 4.3.1 Presne hruške

Z organoleptično analizo so bile presne hruške ocenjene kot neužitne. Ocenile je botrovala njihova trdota, zelo granulozna tekstura, nesočnost in nezaznavna aroma.

#### 4.3.2 Pečene hruške

Večina ocenjevalcev je aromo pečenih hrušk izenačila z aromo medu, nekateri pa so v pečenih hruškah prepoznali karamelno aromo. Tekstura je bila opisana kot primerno mehka, srednje sočna in mazava. Boljšo splošno oceno so dobile polovičke hrušk, ki so bile med pečenjem obrnjene z muho navzdol. Ocena je razumljiva, saj je v tem primeru izločen sok ostal v sredici hruške, ko pa so bile polovice hrušk obrnjene z muho navzgor je sok med pečenjem iztekkel in so bile takšne hruške manj sočne. Aroma celih, pečenih hrušk je bila ocenjena kot najbolj intenzivna, saj je bilo izločanje soka v okolico minimalno, le videz je bil nekoliko moteč zaradi temnega olupka.

#### 4.3.3 Kuhane hruške

Pri celih kuhanih hruškah so se vsi ocenjevalci strinjali, da je aroma preveč prazna. Pri kuhanih polovicah pa so se v veliki večini strinjali, da je aroma ravno prav nežna, zelo tipična za hruške in da takšne hruške niso presladke. Konsistenca je bila ocenjena kot vlečljiva in mazava, nekaterim so se zdele celo nekoliko sluzave. O aromi so se vsi strinjali, da je zelo dobra.

#### 4.3.4 Ocena hruškovih kompotov

Kompote smo ocenjevali po 20 točkovnem sistemu, pri čemer so bile povprečne ocene naslednje:

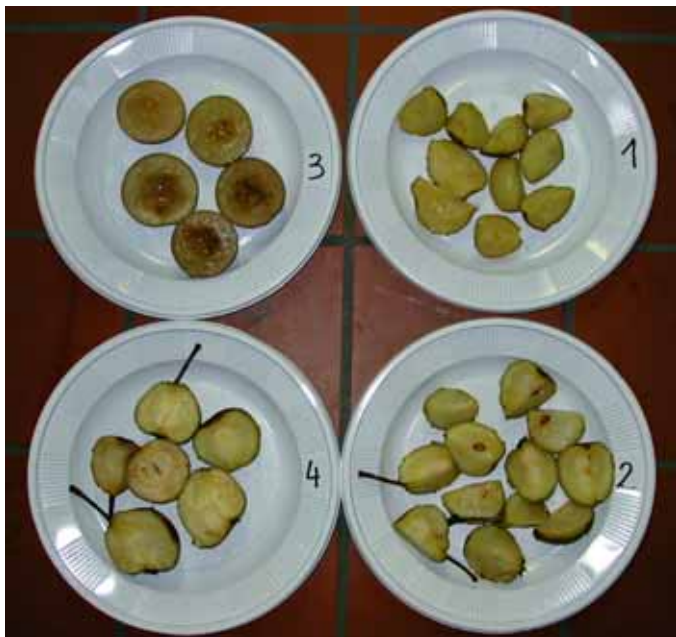
**Pregl. 9:** Rezultati senzoričnega ocenjevanja kompotov hrušk cv. Pituralka

VZOREC	SKUPNA OCENA (1-20t)
hruške vložene v sladkorni raztopini	16,0
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom ASK 0 g/L	16,4
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom ASK 0,1 g/L	16,3
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom ASK 0,25 g/L	16,7
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom ASK 0,5 g/L	14,0
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom CK 0 g/L	16,3
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom CK 2 g/L	16,6
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom CK 4 g/L	16,7
hruške vložene v sladkorni raztopini z dodatkom CK 6 g/L	16,6

Pomembno je omeniti, da so bile najboljše ocenjene hruške, ki so se v kozarcu nahajale na dnu, sledile so jim hruške iz sredine kozarca, najslabšo oceno pa so dosegle hruške z vrha kozarca. Vzrok je bil raztopljen kisik, ki je ostal v prostoru pod pokrovčkom in nad sladkornim nalivom, ki je po toplotni obdelavi povzročil oksidativne spremembe vloženi hrušk. Koristno bi bilo prepihovanje kozarcev pred zaprtjem z inertnim plinom ali s paro, s čimer bi se takšnim nezaželenim pojavom izognili.

Pri vloženi hruškah je bila medena aroma še intenzivnejša, saj jo je okrepila sladkorna raztopina. Tudi konzistenca je bila bolj čvrsta in želatinasta. Mogoče je bilo zaznati le nekoliko priokusa po kuhanju zaradi toplotne obdelave.

#### 4.3.5 Primerjava arome in vonja vakuumsko pakiranih in vloženi hrušk cv. Pituralka



Slika 21: Senzorično ocenjeni vzorci hrušk cv. Pituralka

##### Legenda:

- 1 – vakuumsko pakirane in kuhane polovice hrušk cv. Pituralka
- 2 – vakuumsko pakirane in kuhane cele hruške cv. Pituralka
- 3 – polovice hrušk cv. Pituralka vložene v sladkorno raztopino in termično obdelane
- 4 – cele hruške cv. Pituralka vložene v sladkorno raztopino in termično obdelane

Ocenjevalci so ocenjevali aromo in vonj na sliki prikazanih vzorcev, pri čemer je prva pozicija številke pomenila najboljšo oceno, zadnja pozicija številke pa najslabšo (vrstni red gledano iz leve proti desni).

Rezultat je bil naslednji:

- **AROMA:** 3 – 1 – 2 – 4
- **VONJ:** 2 – 1 – 3 – 4

Najboljšo aromo so imele polovice hrušk, vložene v sladkorno raztopino in termično obdelane, najboljši vonj pa cele, kuhane hruške, vakuumsko pakirane v termostabilni foliji. Sladkor iz sladkorne raztopine je pozitivno vplival na aromo.

#### 4.4 NAPAKE IZDELKOV IZ HRUŠK CV. PITURALKA

Pri predelavi lahko pride do določenih tehnoloških napak, ki se opazijo predvsem kot nezaželjeno porjavenje predelanih hrušk. V poskusu smo ugotovili, da je hruška cv. Pituralka zelo občutljiva na prisotnost kisika v preostanku zraka tik pod pokrovom kozarcev za vlaganje. S primerno tehnologijo (prepihovanje s paro ali inertnim plinom tik pred zapiranjem in različne druge kombinirane tehnike) bi lahko porjavenje povsem preprečili ali vsaj omilili.

#### 4.4.1 Napake hruškovega kompota



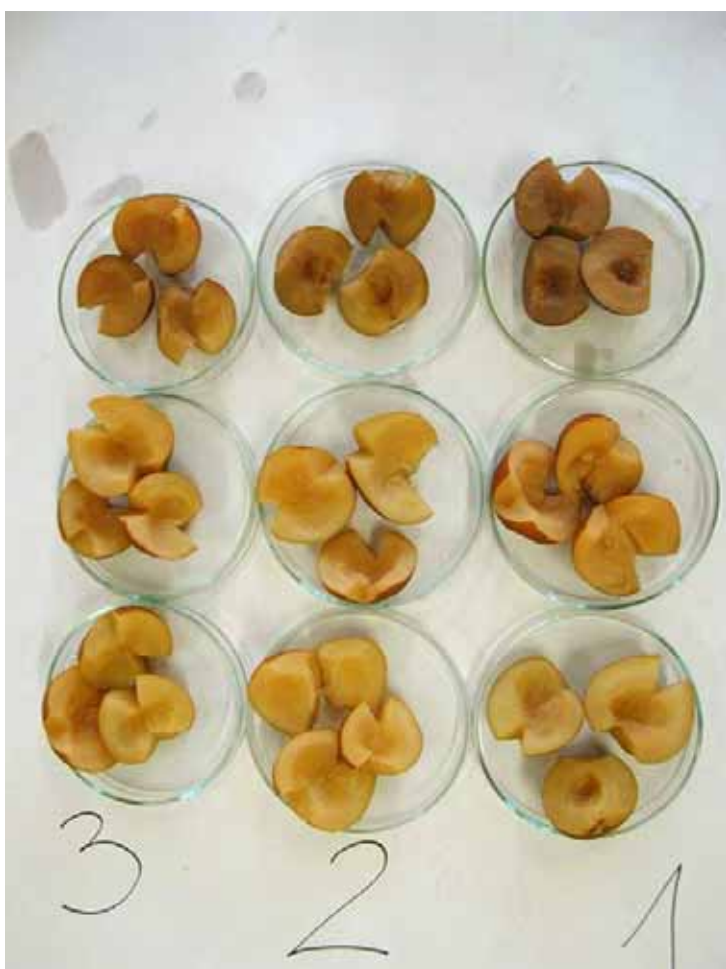
Slika 22: Polovice hrušk cv. Pituralka, ki so bile vložene v istem kozarcu



Slika 23: Barva nalivov hruškovih kompotov

Na sliki 22 so predstavljene polovice hrušk cv. Pituralka, ki so bile vložene v istem kozarcu. Najtemnejše polovice (na sliki skrajno desno) so se v kozarcu nahajale tik pod pokrovom, najsvetlejše polovice (na sliki skrajno levo) pa na dnu kozarca. Takšni napaki bi se učinkovito izognili s prepihovanjem s paro pred zapiranjem kozarcev.

Na sliki 23 so prikazani različni nalivi hruškovih kompotov. Opaziti je očitne razlike v barvi in bistrosti. Barva in bistrost nalivov je odvisna od termične obdelave, velikosti in stopnje zrelosti hrušk.



**Slika 24:** Spremembe barve hrušk cv. Pituralka ob različnih dodatkih ASK

Slika 24 predstavlja spremembe hrušk pakiranih v stekleno embalažo, po termičnem tretiranju in skladiščenju, ob različnih dodatkih ASK.

Vzorec, ki je na sliki označen s št. 1 je vseboval 0 g ASK/L.

Vzorec, ki je na sliki označen s št. 2 je vseboval 0,25 g ASK/L.

Vzorec, ki je na sliki označen s št. 3 je vseboval 0,5 g ASK/L.

Opazne so razlike med vzorcema 1 in 3, kar pomeni, da dodatek ASK pripomore pri ohranjanju svetlejšega tona termično obdelanih hrušk cv. Pituralka. Kljub temu pa je tudi pri vzorcu 3 opaziti porjavenje pri tistih polovicah, ki so se v kozarcu nahajale tik pod pokrovom. Pojavu bi se izognili s prepahovanjem s paro.

#### 4.4.3 Napake vakuumsko pakiranih in kuhanih hrušk cv. Pituralka



Slika 25: Vakuumsko pakirane in kuhane hruške cv. Pituralka po 9 mesečnem skladiščenju





**Slika 26:** Izgled vakuumsko pakiranih in vložnih hrušk cv. Pituralka po 9 mesečnem skladiščenju

Na sliki 25 je razvidno zelo intenzivno porjavenje hrušk, ki smo jih vakuumsko pakirali v termostabilno PA/PP folijo in jih nato kuhali. Poleg porjavenja so imele še neprimerne senzorične lastnosti vonja in arome. Napaka je posledica propustnosti embalaže za pline, predvsem za kisik. Slika 26 nam jasno prikazuje razliko v barvi različno konzerviranih hrušk. Uporabnost hrušk, pakiranih v termostabilno folijo, bi lahko podaljšali s skladiščenjem v hladnem in suhem prostoru, kar pa bi bilo zelo drago in nepraktično. Najlažje bi se takšni napaki izognili z uporabo kvalitetnejših folij v kombinaciji z laminati, pri čemer bi večji del pozornosti usmerili v nepropustnost materialov za pline, predvsem za kisik.

#### 4.4.4 Napake pečenih in vakuumsko pakiranih hrušk cv. Pituralka



**Slika 27:** Estetska napaka pečenih in vakuumsko pakiranih hrušk cv. Pituralka

Slika 27 prikazuje estetsko napako, do katere je prišlo pri procesu vakuumskega pakiranja zaradi mehkoabe hrušk, ki je posledica pečenja. Pri pečenih hruškah je zato potrebna večja previdnost pri pakiranju.



**Slika 28:** Napihovanje embalaže

Slika 28 prikazuje tipično napako, ki se pojavi v primeru nezadostne termične obdelave ali nesterilnosti embalažnega materiala. Nekoliko ohlajene, pečene hruške so bile položene v nesterilno embalažo, zaradi česar je prišlo do kontaminacije in posledično do mikrobiološkega kvara, kar je povzročilo napihovanje embalažne enote. Pojavil se je tudi izrazito neprijeten vonj in porjavenje. Pojavu bi se lahko izognili z uporabo aseptičnih tehnik dela, sterilne embalaže in vročega polnjenja.

## **5 RAZPRAVA IN SKLEPI**

### **5.1 RAZPRAVA**

Namen diplomske naloge je bil podaljšanje uporabe hrušk cv. Pituralka izven sezone in določitev njihove prehranske vrednosti. Hruške cv. Pituralka rastejo na področju Goriških Brd in ožjega dela Vipavske doline ter se tradicionalno uporabljajo v prehranske namene izključno termično obdelane.

Ker v literaturi o teh hruškah ni veliko napisanega, smo izvedli osnovne mehanske in kemične analize, ki v grobem opišejo njihove lastnosti. Termično smo hruške obdelali po klasični metodi vlaganja v sladkorno raztopino, poskusili pa smo tudi z vakuumskim pakiranjem v termostabilno folijo. Izdelke smo senzorično ocenili.

#### **5.1.1 Mehanske analize**

Z mehanskimi analizami smo želeli spoznati fizične lastnosti plodu. Opravili smo merjenje trdote na tri načine, in sicer: merjenje trdote z digitalnim penetrometrom, merjenje trdote z akustično, nedestruktivno metodo in merjenje rezne trdnosti na Instronu, s katero smo želeli simulirati ugriz oz. velikost sile, ki jo potrebujemo za ugriz v hruško. Vsi rezultati so, pričakovano, potrdili izjemno trdnost mesa plodov hrušk. Zaradi nekoliko manjše vsebnosti vode so bili plodovi hrušk, lažji od 30 g trši in obratno plodovi težji od 30 g nekoliko manj trdi, zaradi večje vsebnosti vode. Podobno kot za jabolka velja tudi za hruške, da je število celic v plodu konstantno in da se večja le prostornina celic in posledično tudi medcelični zračni prostori. Večje celice imajo tako večje medcelične prostore, kar pripomore k povečanju pritiska na celične stene in pektinske vezi. Rezultat je manjša trdota tkiva plodu.

Hruškam smo izmerili odstotek suhe snovi, ki se je gibal od 12,5 do 12,9 % Brix. Bistveni delež suhe snovi predstavljajo sladkorji.

Ekvatorialno prerezanim plodovom smo izmerili barvo v različnih časovnih zaporedjih, da smo ugotovili afiniteto plodov do oksidacije. Izkazalo se je, da so hruške cv. Pituralka izjemno občutljive na prisotnost kisika, kar pomeni, da je pri njihovi predelavi preprečitev oksidacije ključnega pomena, če želimo ohraniti kakovosten in kvaliteten izdelek.

#### **5.1.2 Kemijske analize**

S kemijskimi analizami smo želeli izvedeti prehransko sestavo hrušk cv. Pituralka.

Hruškam smo določili vsebnost škroba, skupnih kislin, vsebnost glavnih sladkorjev (glukoza, fruktoza, saharoza), sorbitola in vitamina C s pomočjo HPLC ter vsebnost prehranske vlaknine, beljakovin in pepela.

Škrobni test je razkril skoraj nično vsebnost škroba, kar pomeni, da so bili plodovi hrušk že precelji zreli, a kljub temu še vedno izredno trdi (kar so potrdila merjenja trdote). Nadaljnje analize so pokazale, da ima ta sorta hrušk zelo majhno vsebnost skupnih kislin in vitamina C. Seveda pa je pri določitvi vitamina C potrebno upoštevati čas, ki je potekel od priprave vzorca do dejanske izvedbe analize. Dolgo skladiščenje namreč vpliva na zmanjšanje vsebnosti vitaminov v vzorcu.

Pri določanju sladkorjev smo dobili rezultate, ki so za pečkato sadje pričakovani. Predvsem smo se osredotočili na razmerje med glukozo in fruktozo, ki je, kot navaja Hulme (1970), v povprečju 1:3.

Določili smo izredno visok delež skupne prehranske vlaknine (6 – 7 g/100 g). Predvsem nas je zanimala vsebnost topne prehranske vlaknine (1,9 g/100 g), ki ji medicina pripisuje zdravilne lastnosti (preprečevanje kardiovaskularnih obolenj, zniževanje holesterola in krvnega tlaka, vezava toksičnih elementov v telesu,...). Starejše sorte sadja imajo običajno večjo vsebnost skupne in topne prehranske vlaknine, kar se je izkazalo tudi v našem primeru. Večje količine zaužite vlaknine, lahko še posebej pri starejših in otrocih, povzročijo flatulenco, kar zna biti zelo neprijetno in boleče. V hruškah smo določili več kot 1 % sorbitola, kar lahko še poslabša omenjene simptome. Uživanje večjih količin hrušk cv. Pituralka zato ni primerno za ljudi s prebavnimi težavami.

Vsebnost mineralov smo določili posredno z vsebnostjo pepela. Določili smo od 1,2 – 1,5 % pepela, kar je dobrih 50 % več kot v običajnih sadnih vrstah. Vsebnost pepela je indikatorski faktor za vsebnost mineralov.

### **5.1.3 Izdelki iz hrušk cv. Pituralka in senzorična ocena**

Hruške smo vlagali v sladkorno raztopino (250 g sladkorja/L vode), nekaterim vzorcem smo dodali še citronsko ali askorbinsko kislino v različnih koncentracijah. Nekaj hrušk smo presne vakuumsko pakirali in jih nato termično obdelali s kuhanjem, nekaj pa smo jih najprej termično obdelali s pečenjem in šele nato vakuumsko pakirali v termostabilno PA/PP folijo.

Hruške konzervirane v stekleni embalaži so ostale senzorično sprejemljive 6 mesecev. Pri nadaljnjem skladiščenju se je senzorična kakovost opazno poslabšala. Predvsem je potrebno omeniti oksidacijsko porjavenje, ki bi ga z uporabo sodobnejših tehnologij (prepihovanje s paro ali z inertnim plinom) lahko preprečili ali vsaj omilili.

Porjavenje je bilo manj očitno pri vloženi hruškah, katerim smo dodali večje koncentracije citronske ali askorbinske kisline.

Hruške, pakirane v termostabilni PA/PP foliji, imajo krajše obdobje senzorične sprejemljivosti (3 – 4 mesece). Pri tako pakiranih hruškah je bilo oksidacijsko porjavenje tako močno, da je takšen izdelek senzorično nesprejemljiv. Pojavu bi se lahko izognili z uporabo hladne verige in z uporabo kakovostnejše embalaže.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov opravljenih analiz lahko zaključimo naslednje:

- plodovi hrušk cv. Pituralka niso primerni za uživanje v presni obliki. Pred zaužitjem jih je potrebno termično obdelati.
- Hruške vsebujejo od 12,9 do 15,3 mg/100 g skupnih kislin in 0,5 g/100 g vitamina C.
- Hruške imajo ugodno razmerje med fruktozo in glukozo, ki je 3:1.
- Vsebujejo od 6,1 do 7,1 g/100 g skupne prehranske vlaknine, od tega topne prehranske vlaknine kar 1,7 do 1,9 g/100 g.
- Vsebnost pepela je nadpovprečna (1,2 do 1,5 g/100 g) kar kaže na visoko vsebnost mineralov.
- Hruške so izjemno občutljive na oksidacijo.
- Hruške cv. Pituralka predstavljajo nov izziv na področju uveljavljanja starih, avtohtonih sort sadja.

## 6 POVZETEK

Hruške cv. Pituralka spadajo med avtohtone, stare sorte hrušk, ki v Sloveniji rastejo na območju Goriških Brd in delu Vipavske doline. Z diplomskim delom smo želeli poiskati ustrezen način za podaljšanje njihove uporabe izven sezone in določiti njihovo prehransko vrednost.

Pred opravljanjem analiz smo hruške prvotno razdelili na dve skupini, in sicer težje ter lažje od 30 g. Na obeh skupinah smo izvedli merjenje trdote na tri načine (z digitalnim penetrometrom, z akustično metodo in z merjenjem rezne trdnosti na Instronu), merjenje barve prereзов, izvedli smo škrobni test, izmerili suho snov, določili smo skupne kisline, sladkorje (fruktoza, glukoza in saharoza), sorbitol, vitamin C, z encimsko – gravimetrično metodo po Proskyju smo določili vsebnost prehranske vlaknine in pepela, z metodo po Kjeldahlu pa smo določili še vsebnost beljakovin. Uporabo hrušk smo podaljšali z vlaganjem hrušk v sladkorno raztopino, kateri smo v nekaterih primerih dodali citronsko ali askorbinsko kislino. Uporabo smo podaljšali tudi z vakuumskim pakiranjem hrušk v termostabilno PA/PP folijo, ki smo jih nato termično obdelali. Tretji način podaljšanja roka uporabe je bilo pečenje in vakuumsko pakiranje hrušk v termostabilno folijo. Izdelke iz hrušk cv. Pituralka smo senzorično ovrednotili.

Iz rezultatov mehanskih in kemijskih analiz smo povzeli naslednje ugotovitve:

- Trdota plodov hrušk je od 10,7 do 12,2 kg/cm<sup>2</sup>.
- Odstotek suhe snovi je od 12,6 do 12,9 % Brix.
- Merjenje barve prereзов v določenem časovnem zaporedju je pokazalo izjemno dovzetnost hrušk cv. Pituralka za oksidacijo.
- Vsebnost skupnih kislin je nizka in sicer manj od 15,3 mg/100 g.
- Koncentracija sladkorjev je primerna, predvsem smo se osredotočili na razmerje fruktoza : glukoza, ki je v našem primeru 3 : 1.
- Vsebnost vitamina C je skoraj zanemarljiva, določili smo ga le 0,5 g/100 g.
- Določili smo visoko vsebnost skupne prehranske vlaknine in sicer kar 6 -7 g/100 g, od tega je topne prehranske vlaknine 1,9 g/100 g.
- Vsebnost pepela je 1,2 – 1,5 g/100 g.
- Vsebnost beljakovin je zanemarljiva.

Senzorična sprejemljivost konzerviranih hrušk je bila naslednja:

- Najbolj sprejemljive so bile hruške vložene v sladkorno raztopino, ki ji je bila dodana citronsko kislina. Sledile so vložene hruške z dodatkom askorbinske kisline in nato hruške vložene v sladkorno raztopino (250 g sladkorja/L vode) brez dodatkov.
- Zaradi močnega oksidacijskega porjavenja so bile kot nesprejemljive ocenjene hruške, ki so bile vakuumsko pakirane v termostabilno PA/PP folijo in termično obdelane.

- Zaradi mikrobiološke kontaminacije pečenih in vakuumsko pakiranih hrušk nismo mogli oceniti.
- V vseh primerih konzerviranja je prišlo do pojava oksidacijskega porjavenja, ki poteka zaradi delovanja polifenoloksidaz ob prisotnosti kisika.

Na podlagi dobljenih rezultatov smo zaključili, da hruške cv. Pituralka predstavljajo nov izziv na področju uveljavljanja starih, avtohtonih sort sadja.



## ZAHVALA

Na tem mestu bi se rada zahvalila vsem, ki ste mi pomagali pri uspešnem zaključku študija. Mojemu mentorju, prof. dr. Marjanu Simčiču, najprej za vzpodbudo in dobrovoljno zaupanje pri praktični izvedbi diplomskega dela in nato za strokovno pomoč in kritične pripombe, ki sem jih potrebovala pri pisanju.

Recenzentki prof. dr. Tereziji Golob za strokovni pregled diplomske naloge in koristne napotke.

Želim omeniti tudi Marinko Jan, univ. dipl. ing. živ. teh., nesojeno delovno mentorico, s katero sva se odlično ujeli, a me je kmalu po začetku mentorskega dela morala zapustiti zaradi poškodbe.

Celoten kolektiv Katedre za tehnologije rastlinskih živil mi je s prijaznim in zelo prijetnim delovnim vzdušjem in strokovno pomočjo za vedno priljubil to raziskovalno in študijsko okolje. Prav tako mi bo v prijetnem spominu ostala knjižnica Oddelka za živilstvo, zaradi knjižničarke Barbare Slemenik univ. dipl. bibl., njene strokovnosti pri iskanju literature ter sproščenosti pri občasnih klepetih.

Še drugi so me s svojo prisotnostjo in vzpodbudo pripravili do tega, da o študiju ne razmišljam, kot o zaključku, pač pa kot o svoji bodočnosti. Mama je skozi vsa študijska leta zaupala vame in v moje sposobnosti, celo takrat, ko sama nisem bila najbolj prepričana vanje in mi je v teh prelomnicah vlila novih moči in samozavest. Sestra Tiva mi je v času študija pomagala s svojo požrtvovalnostjo in nesebično pomočjo. Oče je pokazal zaupanje v moj študij, ko je začel slediti mojim lekcijam in jih ponosno posredoval drugim. In Dimitrij, ki me je ves čas vedoželjno priganjal k pisanju diplome in mi nudil čustveno oporo.

In nenazadnje se zahvaljujem vsem svojim prijateljicam in prijateljem (Ksenija, Tjaša, Mirjan in drugi) za sproščujoče pogovore v času pisanja diplomskega dela ter Katji za pomoč pri fotokopiranju literature in pri tiskanju diplome (pa tudi za vse kavice, ki sva jih skupaj popili).

Brez vas moj študij in moje znanje ne bi bilo tako bogato. Hvala!

## REFERENCE

- Andrés F., López C. 2004. Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables from field to market. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 151: 11 – 11.  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/y4893e/y4893e00.pdf> (16. marec, 2007)
- Batič M. 2001. Polisaharidi – prebiotiki. V: *Funkcionalna hrana*. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 38 – 48.
- Belle I. 1923. *Sadjarstvo*. Ljubljana, Učiteljska tiskarna: 430 str.
- Ben – Arie R., Sonogol L. 1979. Changes in pectic substances in ripening pears. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 104, 4: 500 – 505.
- Blatný C. 2003. Pears. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2<sup>nd</sup> ed. Vol. 7. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Oxford, Elsevier Science Ltd.: 4428 – 4433.
- Burton W. G. 1982. *Post – harvest physiology of food crops*. London, New York, Longman: 181 – 198.
- Chen H., Verstreken E., De Baerdemaeker J. 1994. Some interactions between fruit firmness and its measurements. V: *COST 94: Post harvest treatment of fruit and vegetables. System and operations for post – harvest quality*. De Baerdemaeker J., Mc Kenna B., Janssens M., Thompson A., Artés Calero F., Höhn E., Somogyi Z. (eds.). Leuven, Commission of the European Communities: 37 – 48.
- Digital exposure glossary: Digital colour. 2004. *Digital Exposure* (1. jun. 2004).  
<http://www.digitalexposure.ca/sub1.html> (16. mar. 2007)
- Fourie P. C. 1996. Fruit and human nutrition. V: *Fruit processing*. Arthey D., Ashurst P. R. (eds.). London, Blackie Academic & Professional: 20 – 39.
- Godec B., Jejčič V., Poje T. 2003. Določanje trdote plodov z elektronskim penetrometrom. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 2 – 4.
- Gordon D.T. 1999. Defining dietary fiber. *Cereal Foods World*, 44, 2: 74 – 74.
- Gvozdrenović D. 1985. *Gusti zasadi kruške i dunje*. Beograd, Nolit: 168 str.
- Gvozdrenović D. 1989. *Od obiranja sadja do prodaje*. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 10 – 81.

Hulme A.C. 1970. The biochemistry of fruit and their products. Vol. 1. London, New York, Academic Press: 620 str.

Hulme A.C. 1970a. The biochemistry of fruit and their products. Vol. 2. London, New York, Academic Press: 333 – 373.

Kirwan M. J., Strawbridge J. W. 2003. Plastics in food packaging. V: Food packaging technology. Coles R., McDowell D., Kirwan M. J. (eds.). London, Blackwell Publishing Ltd: 174 – 240.

Klofutar C. 1994. Pregled dodatkov v živilstvu – definicija in uporaba. V: Aditivi. 16. Bitenčevi živilski dnevi 1994, 9. in 10. junij 1994, Bled. Raspor P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 3 – 10.

Koch V., Pavčič M., Salobir K. 1993. Vlakinine 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: 39 – 56.

Kološa M. 1995. Biokemijske in morfološke spremembe hrušk pred obiranjem. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 70 str.

Lipovec J., Lipovec J. ml. 1979. Tehnologija hlajenja in konserviranja živil. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 217 – 269.

Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.

Pokorn D. 1996. S prehrano do zdravja. Ljubljana, EWO d.o.o.: 52 – 78.

Salobir J., Salobir B. 2001. Funkcionalnost prehranske vlaknine. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi 2001, 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 51 – 52.

Sancin V. 1988. Sadje z našega vrta. Trst, Založništvo tržaškega tiska d.d.: 71 – 102.

Schrevels E., Neyens K., Verreydt J., De Baerdemaeker J. 1994. Colour and firmness changes of tomatoes. V: COST 94: Post – harvest treatment of fruit and vegetables. Systems and operations for post – harvest quality. De Beardemaeker J., Mc Kenna B., Janssens M., Thompson A., Artés Calero F., Höhn E., Somogyi Z. (eds.). Leuven, Commission of the European Communities: 155 – 173.

Simončič M. 1996. Za domačo shrambo. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 71 str.

Smith. L. G., Somerset S. M. 2003. Fruits of temperate climates: Commercial and dietary importance. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. 2<sup>nd</sup> ed. Vol. 4. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Oxford, Elsevier science Ltd.: 2753 – 2761.

Stanič Stefan N. 1996. Zdravo življenje. V: Tehnologija – Hrana – Zdravje. 1. slovenski kongres o hrani in prehrani z mednarodno udeležbo. Vol. 2. 21. – 25. april 1996, Bled. Raspor P., Pitako D., Hočevar I. (ur.). Ljubljana, Društvo živilskih in prehranskih strokovnih delavcev Slovenije: 743 – 756.

Suwa – Stanojević M. 1995. Tehnologija sadja in vrtnin. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo in šport: 166 str.

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 207 – 314.

Šturm K. 2002. Kakovost sadja z vidika pridelovalcev in porabnikov. Brstika: Priloga tednika Kmečki glas za sadjarje in vinogradnike, 1, 3: 8 – 9.

Teixeira A. R. N., Ferreira R. M. B. 2003. Ripening of fruit. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. 2<sup>nd</sup> ed. Vol. 8. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Oxford, Elsevier Science Ltd.: 5006 – 5014.

Wardlaw G.M., Hampl J.S., DiSilvestro R.A. 2004. Perspectives in nutrition. 6<sup>th</sup> edition. New York, McGraw Hill: 164 – 166.

Youssef J., Strazzolini E., Toffolutti B., Piazza L. 2000. Pomologia friulana. V: Convegno su: "Prospettive dell'ortofruitticoltura e della viticoltura dell'arco Alpino nel terzo millennio". Conference on: "Perspectives for horticulture and viticulture in the Alpine region in the third millenium" : Codroipo (Udine), 8-10. november 2000. Gorizia, ERSA: 173 – 176.

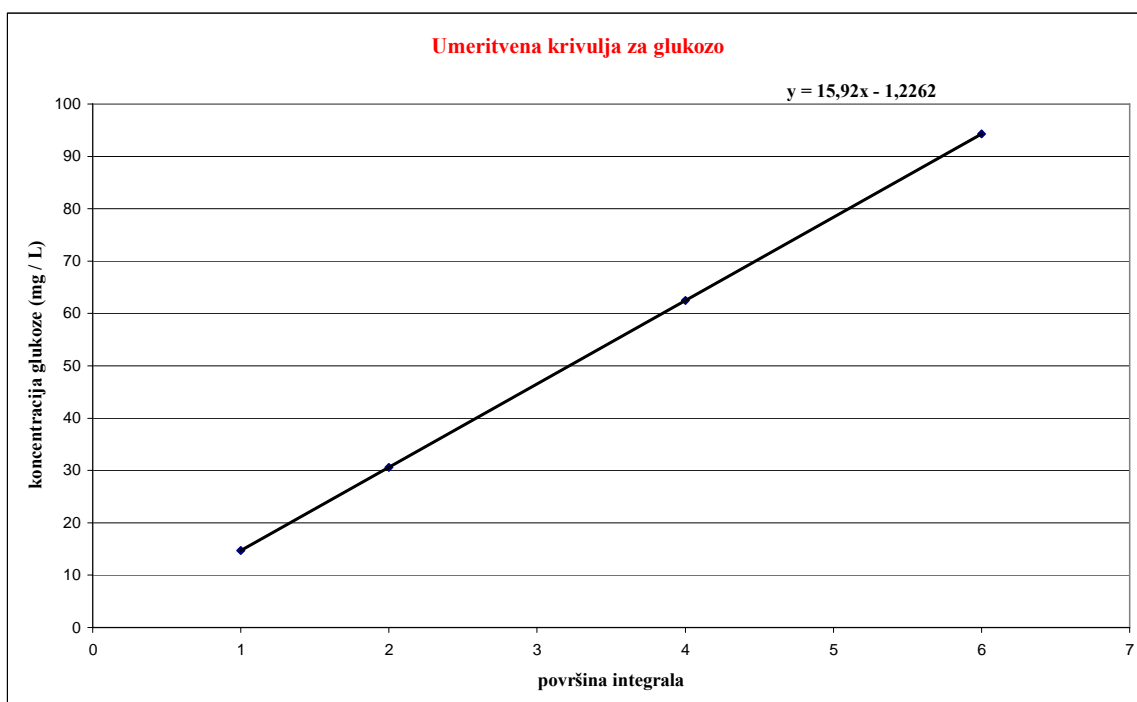
Zavrtanik M. 1989. Vpliv zrelosti na lastnosti hrušk sorte Viljamovka. Diplomsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, VTO za živilsko tehnologijo: 68 str.

Zawistowski J., Biliaderis C. S., Eskin N. A. M. 1991. Polyphenol oxidase. V: Oxidative enzymes in foods. Robinson D. S., Eskin N. A. M. (eds.). London, Elsevier Science Ltd: 217 – 273.

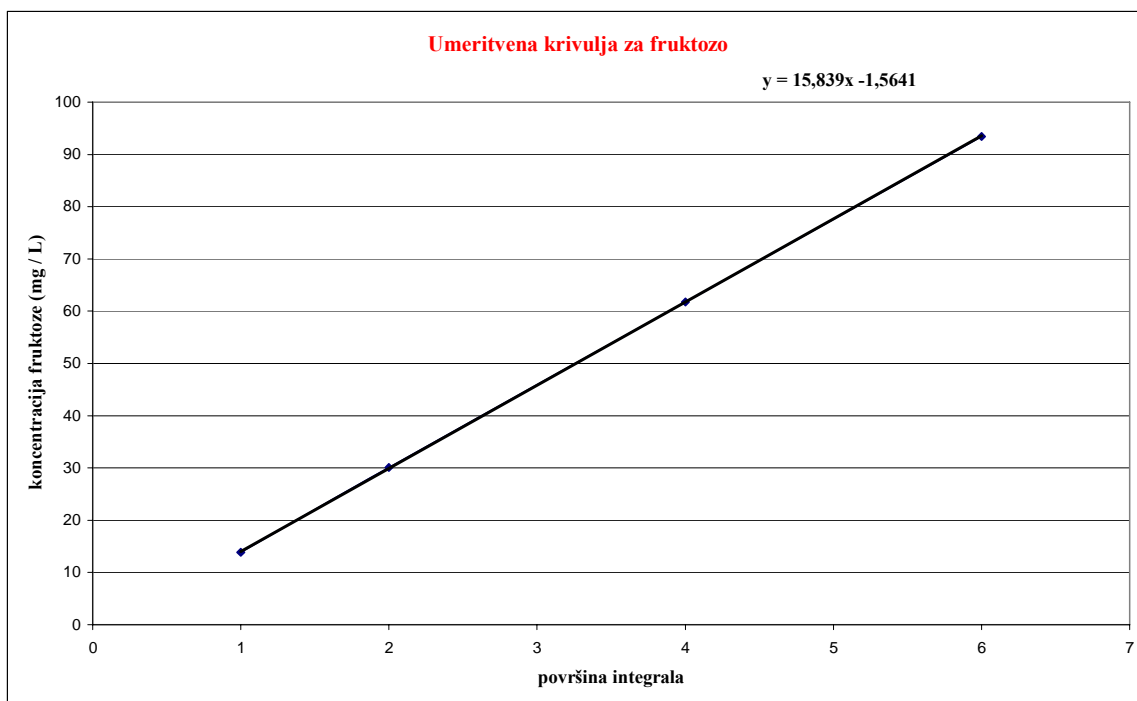
Žorž M. 1991. HPLC. Ljubljana, samozaložba: 154 str.

## PRILOGE

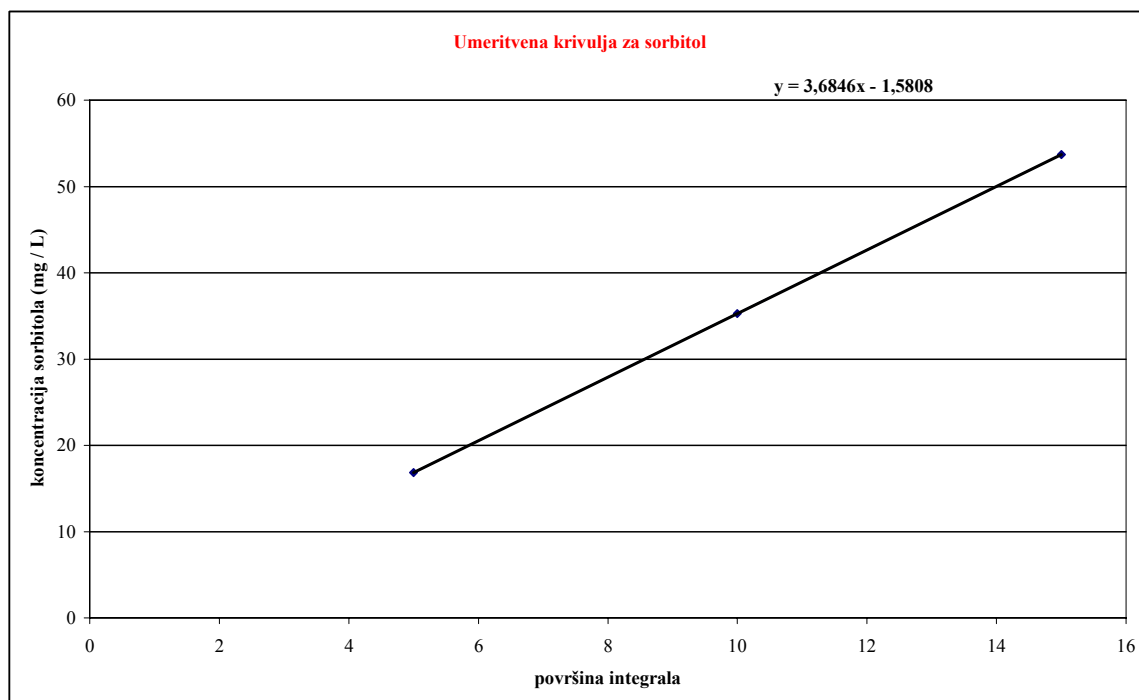
### Priloga A 1: Umeritvena krivulja za določitev koncentracije glukoze v hruškah cv. Pituralka



**Priloga A 2:** Umeritvena krivulja za določitev koncentracije fruktoze v hruškah cv. Pituralka



**Priloga A 3:** Umeritvena krivulja za določitev koncentracije sorbitola v hruškah cv. Pituralka



**Priloga A 4:** Umeritvena krivulja za določitev koncentracije vitamina C v hruškah cv. Pituralka

