

UNIVERZA V LJUBLANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Nina URH (SVETE)

**OPTIMALNI POGOJI OBIRANJA JABOLK  
CV. PINOVA IN CV. MARINA**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**OPTIMAL HARVEST DATE OF APPLES  
CV. PINOVA AND CV. MARINA**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2006

## **POPRAVKI**

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologije rastlinskih živil, Oddelek za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani ter v laboratoriju Oddelka za sadjarstvo in vinogradništvo Kmetijskega inštituta Slovenije v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomske naloge določila doc. dr. Marjana Simčiča in za recenzenta prof. dr. Janeza Hribarja.

Mentor: doc. dr. Marjan SIMČIČ

Recenzent: prof. dr. Janez HRIBAR

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Nina URH

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 664.8.03:634.11:539.53:543.61:543.9(043)=863
- KG jabolka / optimalni pogoji obiranja jabolk / skladiščenje jabolk / topna suha snov / trdota mesa jabolk / vsebnost škroba / barva eksoskarpa / organske kisline/ kakovost jabolk / senzorične lastnosti
- AV URH (SVETE), Nina
- SA SIMČIČ, Marjan (mentor) / HRIBAR, Janez (recenzent)
- KZ 1001 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2006
- IN OPTIMALNI POGOJI OBIRANJA JABOLK CV. PINOVA IN CV. MARINA
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XIV, 61 str., 5 pregl., 43 sl., 2 pril., 59 vir.
- IJ sl
- AI Optimalni pogoji obiranja jabolk so ključni parametri, ki vplivajo na kakovost in skladiščno sposobnost jabolk. Namen diplomskega dela je bil ugotoviti optimalni čas obiranja dveh novih kultivarjev cv. Pinova in cv. Marina, ter njuno skladiščno sposobnost. Raziskava je bila opravljena v poskusnem sadovnjaku Kmetijskega inštituta Slovenije (Brdo pri Lukovici) v jeseni 2001. Jabolka smo obirali pri treh različnih stopnjah zrelosti. Obranim jabolkom posameznega kultivarja smo izmerili maso, volumen (izračunali gostoto), trdoto mesa plodov, koncentracijo topne suhe snovi, odstotek nerazgrajenega škroba in barvo kože. Na koncu smo naredili še senzorično analizo. Fizikalno kemijske analize smo ponovno izvedli med skladiščenjem, ter po končanem skladiščenju. Jabolka smo skladiščili v normalni atmosferi pri 1 °C in 87 % RV. Rezultati so pokazali, da je bil optimalni čas obiranja obeh kultivarjev v našem primeru konec septembra in da sta tako cv. Pinova kot cv. Marina primerni za skladiščenje. Analize jabolk cv. Pinova in cv. Marina so dokazale njuno dobro teksturo. Ustrezno razmerje med kislinami in sladkorji je pri obeh kultivarjih ustvarilo harmoničen okus. Jabolka cv. Pinova in cv. Marina ustrezajo zahtevam potrošnikov in so primerna za promocijo na trgu.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 664.8.03:634.11:539.53:543.61:543.9(043)=863
- CX apples / optimal harvest date / storage apples / soluble solids / apple firmness / starch / colour of apples / exocarp / organic acids / quality / sensory properties
- AU URH (SVETE), Nina
- AA SIMČIČ, Marjan (supervisor) / HRIBAR, Janez (reviewer)
- PP 1001 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2006
- TI OPTIMAL HARVEST DATE OF APPLES CV. PINOVA AND CV. MARINA
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO XIV, 61 p., 5 tab., 43 fig., 2 pril., 59 ref.
- LA sl
- AL sl / en
- AB Optimal harvest date of apples is one of the key parameters which influence the quality and storage ability of apples. The aim of this graduation thesis is to determine optimum harvest date of two new apple cultivars cv. Pinova and cv. Marina and their storage ability. Research was made in experimental orchard Brdo near Lukovica in autumn 2001. Apples were picked in three different stages of maturity. Harvested apples of each cultivar were analysed on fruit weight and volume (density), firmness, content of soluble solids, starch and ground colour. We also carried out sensory analyses. Analyses were made during and after storage. Apples were stored under normal atmosphere at 1 °C and 87 % RH. Results showed that optimal harvest date for both cultivars is end of September and both cultivars are suitable for storage. Analyses of apples cv. Pinova and cv. Marina proved that both cultivars possess good texture. The ratio between acids and sugars is reflected in harmonious taste. Apples cv. Pinova and cv. Marina suit the demands of consumers and are suitable for the market.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....</b>	<b>III</b>
<b>KEYWORDS DOCUMENTATION.....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE.....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC.....</b>	<b>IX</b>
<b>KAZALO SLIK.....</b>	<b>X</b>
<b>KAZALO PRILOG.....</b>	<b>XIII</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....</b>	<b>XIV</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 DELOVNA HIPOTEZA .....	1
<b>2 PREGLED OBJAV.....</b>	<b>2</b>
2.1 FIZIOLOŠKI RAZVOJ PLODOV .....	2
2.1.1 Kam spada jablana? .....	2
2.1.2 Razvoj ploda.....	2
2.1.3 Oploditev .....	2
2.1.4 Rast .....	2
2.1.5 Zorenje.....	2
2.1.6 Dozorevanje.....	3
2.1.7 Staranje .....	3
2.2 DOLOČITEV OPTIMALNIH POGOJEV OBIRANJA PLODOV .....	4
2.2.1 Zrelost plodov .....	4
2.2.1.1 Fiziološka zrelost (drevesna ali botanična zrelost).....	4
2.2.2.2 Tehnološka zrelost (uporabna zrelost).....	4
2.2.2.3 Užitna zrelost.....	4
2.2.2 Čas obiranja .....	5
2.2.2.1 Pri prezgodaj obranih plodovih: .....	5
2.2.2.2 Pri prepozno obiranju: .....	5
2.2.3 Metode določanja optimalnega časa obiranja .....	5
2.3 KEMIJSKA SESTAVA PLODOV .....	7
2.3.1 Voda .....	7
2.3.2 Ogljikovi hidrati .....	7
2.3.2.1 Škrob.....	8
2.3.2.2 Sladkorji .....	8
2.3.2.3 Pektin.....	9
2.3.3 Lipidi.....	9

2.3.4 Proteini .....	9
2.3.5 Organske kisline .....	9
2.3.6 Etilen .....	10
2.3.7 Aromatične spojine.....	10
2.3.8 Barvila .....	11
2.3.9 Vitamini in minerali .....	12
2.4 METABOLIZEM IN TEHNOLOGIJE SKLADIŠČENJA JABOLK .....	13
2.4.1 Aerobni in anaerobni metabolizem jabolk.....	13
2.4.1.1 Dihanje jabolka.....	13
2.4.1.2 Aerobni metabolizem .....	13
2.4.1.3 Anaerobni metabolizem.....	14
2.4.2 Skladiščenje v normalni atmosferi (NA) .....	14
2.4.3 Skladiščenje v kontrolirani atmosferi.....	15
2.4.3.1 Skladiščenje v CA .....	15
2.4.3.2 Skladiščenje v ULO (ultra low oxygen).....	15
2.4.3.3 Skladiščenje v HLO (high low oxigen).....	16
2.4.3.4 Skladiščenje v ULE (ultra low etilen > 0.1 ppm).....	16
2.5 KAKOVOST JABOLK.....	17
2.5.1 Sprememba kakovosti .....	17
2.5.1.1 Aroma in kakovost sadja .....	18
2.5.1.2 Etilen in kakovost sadja.....	18
2.5.1.3 Trdota mesa plodov in kakovost sadja .....	18
2.5.2 Navade potrošnikov .....	19
2.5.3 Zahteve in pričakovanja potrošnikov pri izbiri jabolk.....	20
2.5.4 Potrošnikova ocena kakovosti .....	21
2.5.5 Pomen uživanja sadja.....	23
<b>3 MATERIALI IN METODE .....</b>	<b>24</b>
3.1 NAČRT DELA.....	24
3.2 MATERIAL .....	25
3.2.1 Značilnosti jabolk cv. Pinova.....	25
3.2.2 Značilnosti jabolk cv. Marina .....	26
3.3 METODE DELA .....	27
3.3.1 Določanje trdote mesa plodov .....	27
3.3.2 Določanje topne suhe snovi.....	27
3.3.3 Določanje vsebnosti škroba .....	28
3.3.4 Izračun indeksa zrelosti .....	28
3.3.5 Določanje vsebnosti skupnih kislin .....	28
3.3.6 Določanje barve kože jabolk.....	29
3.3.7 Določanje senzoričnih lastnosti plodov.....	31

<b>4 REZULTATI.....</b>	<b>32</b>
4.1 SPREMEMBE JABOLK CV. PINOVA IN CV. MARINA V RAZLIČNIH ČASIH OBIRANJA .....	32
<b>4.1.1 Sprememba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2 Sprememba trdote mesa jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.3 Sprememba vsebnosti topne suhe snovi jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.4 Sprememba vsebnosti škroba jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.5 Sprememba vsebnosti skupnih kislin jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja.....</b>	<b>35</b>
4.2 RAZMERJE MED TRDOTO MESA PLODOV IN TOPNO SUHO SNOVJO ZA JABOLKA CV. PINOVA IN CV. MARINA PRI VSEH TREH OBIRANJIH .....	36
<b>4.2.1 Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.2 Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina.....</b>	<b>37</b>
4.3 RAZMERJE MED KISLINAMI IN TOPNO SUHO SNOVJO ZA JABOLKA CV. PINOVA IN CV. MARINA PRI VSEH TREH OBIRANJIH.....	39
<b>4.3.1 Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova.....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.2 Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Marina.....</b>	<b>40</b>
4.4 MERITVE TRDOTE MESA PLODOV, VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI IN KISLIN ZA JABOLKA CV. PINOVA IN CV. MARINA PO OBIRANJU, MED SKLADIŠČENJEM IN PO KONČANEM SKLADIŠČENJU V NA .....	42
<b>4.4.1 Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju.....</b>	<b>42</b>
<b>4.4.2 Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju.....</b>	<b>43</b>
4.5 IZGUBA MASE JABOLK CV. PINOVA IN CV. MARINA VSEH TREH OBIRANJ MED SKLADIŠČENJEM V NA .....	45
4.6 REZULTATI MERJENJA BARVE KOŽE JABOLK CV. PINOVE IN CV. MARINE .....	47
<b>4.6.1 Barva kože jabolk cv. Pinove in cv. Marine pri vseh treh obiranjih .....</b>	<b>47</b>
<b>4.6.2 Sprememba barve kože jabolk cv. Pinove in cv. Marine med skladiščenjem .....</b>	<b>48</b>
4.7 SENZORIČNA OCENA JABOLK CV. PINOVE IN CV. MARINE PO KONČANEM SKLADIŠČENJU V NA .....	49
<b>4.7.1 Senzorična ocena jabolk cv. Pinove po skladiščenju .....</b>	<b>49</b>
<b>4.7.2 Senzorična ocena jabolk cv. Marine po skladiščenju.....</b>	<b>49</b>



<b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI .....</b>	<b>50</b>
5.1 RAZPRAVA.....	50
5.2 SKLEPI.....	52
<b>6 POVZETEK.....</b>	<b>53</b>
<b>7 VIRI.....</b>	<b>54</b>
<b>8 ZAHVALA.....</b>	<b>59</b>
<b>9 PRILOGE.....</b>	<b>60</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vsebnost etilena v sadnih plodovih kot prvo znamenje za čas obiranja in možnost shranjevanja (Gvozdenović, 1989: 44).....	6
Preglednica 2: Povprečna kemijska sestava jabolk (Souci in sod., 2000).....	7
Preglednica 3: Datumi posameznih obiranj in opravljenih meritev po obiranjih, ter med in po skladiščenju jabolk cv. Pinova in cv. Marina.....	24
Preglednica 4: Senzorična ocena jabolk cv. Pinova.....	49
Preglednica 5: Senzorična ocena jabolk cv. Marina.....	49

## KAZALO SLIK

Slika 1: Dihanje in nastajanje endogenega etilena med razvojem plodov jabolk in hrušk (Salunkhe in Desai, 1986: 168) .....	3
Slika 2: Proces dihanja jabolk med skladiščenjem (Hertog, 2004: 15) .....	14
Slika 3: 1-metilciklopropen (Blankenship, 2004) .....	16
Slika 4: Izguba trdote mesa jabolk in razvoj moknatosti v jabolkah – prelom površine (Van der Valk in sod., 1994: 364) .....	19
Slika 5: Pričakovanja so vedno večja (foto: Urh, 2006).....	21
Slika 6: Prag sprejemljivosti teksture in okusa (Hribar, 1998) .....	22
Slika 7: Fotografija penetrometra Chatillion Digital force gange dfg – 50 (foto: Urh, 2006) .....	27
Slika 8: Določanje vsebnosti škroba z jodovico, kjer je vidna visoka vsebnost škroba (foto: Urh, 2001). .....	28
Slika 9: Določanje vsebnosti škroba, kjer je vsebnost škroba minimalna (foto: Urh, 2001). .....	28
Slika 10: CIE – L, a, b barvni sistem.....	30
Slika 11: Krog barvnega spektra a in b vrednosti (Exakte Farb-Kommunikation, 1994: 49) .....	30
Slika 12: Tridimenzionalna predstavitev a, b in L barvnih vrednosti (Exakte Farb – Kommunikation, 1994: 49).....	31
Slika 13: Sprememba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja....	32
Slika 14: Sprememba trdote mesa jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja.....	33
Slika 15: Sprememba vsebnosti topne suhe snovi jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja .....	34
Slika 16: Sprememba vsebnosti škroba jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja.....	34
Slika 17: Sprememba vsebnosti skupnih kislin cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja .....	35

Slika 18: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova pri prvem obiranju 20.09.2001 .....	36
Slika 19: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova pri drugem obiranju 28.09.2001 .....	36
Slika 20: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova pri tretjem obiranju 05.10.2001 .....	36
Slika 21: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina pri prvem obiranju 20.09.2001 .....	37
Slika 22: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina pri drugem obiranju 28.09.2001 .....	37
Slika 23: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina pri tretjem obiranju 05.10.2001 .....	37
Slika 24: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova pri prvem obiranju 20.09.2001 .....	39
Slika 25: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova pri drugem obiranju 28.09.2001 .....	39
Slika 26: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova pri tretjem obiranju 05.10.2001 .....	39
Slika 27: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Marina pri prvem obiranju 20.09.2001 .....	40
Slika 28: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Marina pri drugem obiranju 28.09.2001 .....	40
Slika 29: Razmerje med kislinami in suho snovjo za cv. Marina pri tretjem obiranju 05.10.2001 .....	40
Slika 30: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova prvega obiranja 20.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju .....	42
Slika 31: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova drugega obiranja 28.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju .....	42
Slika 32: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova tretjega obiranja, 05.10.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju .....	43

Slika 33: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina prvega obiranja, 20.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju.....	43
Slika 34: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina drugega obiranja, 28.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju.....	44
Slika 35: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina tretjega obiranja, 05.10.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju.....	44
Slika 36: Izguba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina prvega obiranja 20.09.2001 med skladiščenjem.....	45
Slika 37: Izguba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina drugega obiranja 28.09.2001 med skladiščenjem.....	45
Slika 38: Izguba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina tretjega obiranja 05.10.2001 med skladiščenjem.....	45
Slika 39: Rezultati meritev a vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino pri vseh treh obiranjih .....	47
Slika 40: Rezultati meritev b vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino pri vseh treh obiranjih .....	47
Slika 41: Spremembe a vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino med skladiščenjem .....	48
Slika 42: Spremembe vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino med skladiščenjem.....	48
Slika 43: Senzorična ocena jabolk cv. Pinova in cv. Marina po skladiščenju.....	49

## **KAZALO PRILOG**

Priloga A: Plodovi jabolk cv. Pinova in cv. Marina vseh treh obiranj.....	60
Priloga B: Raznolikost različnih sort jabolk (foto: Urh, 2001).....	61

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

+a	vrednost, ki podaja rdečo barvo
-a	vrednost, ki podaja zeleno barvo
+b	vrednost, ki podaja rumeno barvo
-b	vrednost, ki podaja modro barvo
CA	(angl. controled atmosphere) kontrolirana atmosfera
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	etilen
KIS	Kmetijski inštitut Slovenije
konc.	koncentracija
+L	svetlo
-L	temno
NA	(angl. normal atmosphere)
NIR	(angl. near infra red) sodobna hitra metoda za celotno analizo ploda
ppm	(angl. part per million)
s.s.	suha snov
ULE	(angl. ultra low ethylene) ultra nizka vsebnost etilena
ULO	(angl. ultra low oxygen) ultra nizka vsebnost kisika
ZT	skladiščenje pri znižanem tlaku
1-MCP	1-metilciklopropen

## 1 UVOD

Jabolka sodijo med najbolj razširjene sadne vrste na svetu, kar je posledica izredne adaptacijske sposobnosti jablane, saj se bolj ali manj uspešno goji na vseh kontinentih. V Sloveniji je jabolko med najbolj priljubljenimi sadeži in predstavlja približno 65 % vsega pridelanega sadja.

V zadnjem času se je število različnih sort jabolk izredno povečalo. S križanjem že obstoječih nastajajo vedno novi kultivarji. Tako sta nastala tudi novejša kultivarja kot sta cv. Pinova in cv. Marina. Povpraševanje po novih kultivarjih narašča, saj ljudje želimo vedno nekaj novega.

Kakovost jabolk je odvisna od genetskih lastnosti kultivarja, od tehnologije pridelave v sadovnjaku, od optimalnega časa obiranja, ter predvsem od pravilnega skladiščenja. Potrošnik želi dobiti sadež, ki bo okusen, sočen in dovolj čvrst.

Jabolko je sadež, ki ima danes izredno pomembno vlogo v naši prehrani, saj je bogat vir vitaminov, dietnih vlaknin, ogljikovih hidratov in organskih kislin. Pregovor pravi: »Eno jabolko na dan odžene vse zdravnike stran«.

Pred samim skladiščenjem je zelo pomemben čas obiranja, ko je za vsak posamezen kultivar doseženo optimalno razmerje kakovostnih parametrov; trdote mesa plodov, barve kože, vsebnosti škroba, topne suhe snovi in kislin. Pomembno je torej pravočasno obiranje plodov v njihovi fiziološki zrelosti.

Za daljše shranjevanje v točno določenih pogojih je potrebno, da so plodovi zdravi in brez znakov fizioloških napak ter v izenačenem fiziološkem stanju. Z uporabo sodobnih tehnologij skladiščenja, kot so CA, ULO, ULE, skladiščenje pri znižanem tlaku, z uvajanjem 1 – MPC, ter skladiščenje v dinamični atmosferi ostanejo lahko jabolka sveža skozi vse leto.

Z našo raziskovalno nalogo smo želeli ugotoviti optimalni čas obiranja dveh novih kultivarjev cv. Pinove in cv. Marine, ter njuno skladiščno sposobnost. Ocenili smo tudi senzorično vrednost plodov in želeli z našimi meritvami in analizami pokazati kako pomemben parameter kakovosti je razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo, ter kislinami in slakorji. Vzorci jabolk so bili obrani v sadovnjaku Brdo pri Lukovici v treh terminih z razmikom enega tedna.



## 1.1 DELOVNA HIPOTEZA

Pri raziskavah cv. Pinova in cv. Marina smo se osredotočili na dve delovni hipotezi:

- pravi čas obiranja je ključni dejavnik za kakovost skladiščenja plodov jabolk;
- pomembni parametri kakovosti jabolk so trdota mesa plodov ter vsebnost kislin in sladkorjev.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 FIZIOLOŠKI RAZVOJ PLODOV

#### 2.1.1 Kam spada jablana?

Tako v vrtovih kot v sadovnjakih se pri nas goji jablane več kot katere koli druge sadne vrste. Jablana – rod *Malus* sodi med pečkarje v družino Pomoideae. Pečkarji so drevesne rastline, ki jih razmnožujemo s cepljenjem na različne podlage. Jablana je tuje prašna rastlina, kar pomeni, da za oprašitev potrebuje drugo sorto. Je rastlina zmerne cone, listopadno drevo, ki za normalno rast in plodnost potrebuje tudi nizke temperature. V času mirovanja prenese tudi  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Občutljiva je v času cvetenja, ko so nevarne vse temperature pod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Hribar, 1998).

#### 2.1.2 Razvoj ploda

Kakovost plodov je genetsko zasnovana lastnost, vendar pride do popolnega izraza le, če rastejo rastline v optimalnih razmerah. Kakovost izboljšamo, če primerno obremenimo drevo in so plodovi dobro osvetljeni. Za razvoj najboljše kakovosti so potrebne dobre klimatske razmere; dnevne temperature okoli  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  in hladne noči (Hribar, 1998).

#### 2.1.3 Oploditev

Po oploditvi se začne plodič hitro razvijati s hitro delitvijo celic, ki traja:

- štiri tedne pri zgodnjih sortah,
- devet tednov pri poznih sortah.

#### 2.1.4 Rast

Deljenje celic se ustavi, število plasti celic je končano. Celice začnejo rasti. Povečujejo se in razmikajo med sabo.

#### 2.1.5 Zorenje

Blizu maksimalne velikosti vstopi plod v čas zorenja. Plodovi so v tem obdobju razviti, dosežejo določeno velikost in težo, ki sta pogojeni z genetskimi in ekološkimi pogoji. V tem obdobju se začnejo globoke in korenite spremembe, katerih rezultat je najprej;

- fiziološka zrelost, sledi ji

- tehnološka in nazadnje
- užitna zrelost, kar imenujemo klimaterij (Jazbec in sod., 1990).

Zgodnje sorte potrebujejo za svoj razvoj okoli 90 dni, pozne pa okoli 160-190 dni.

### 2.1.6 Dozorevanje

To obdobje zavzema končne faze zorenja in že prve faze staranja. V tem obdobju se fiziološko zrel, vendar še neužitni plod preoblikuje v plod, ki je vizuelno atraktiven in ima optimalno aromo. To je faza z visoko anabolično in katabolično aktivnostjo (Hribar, 1998).

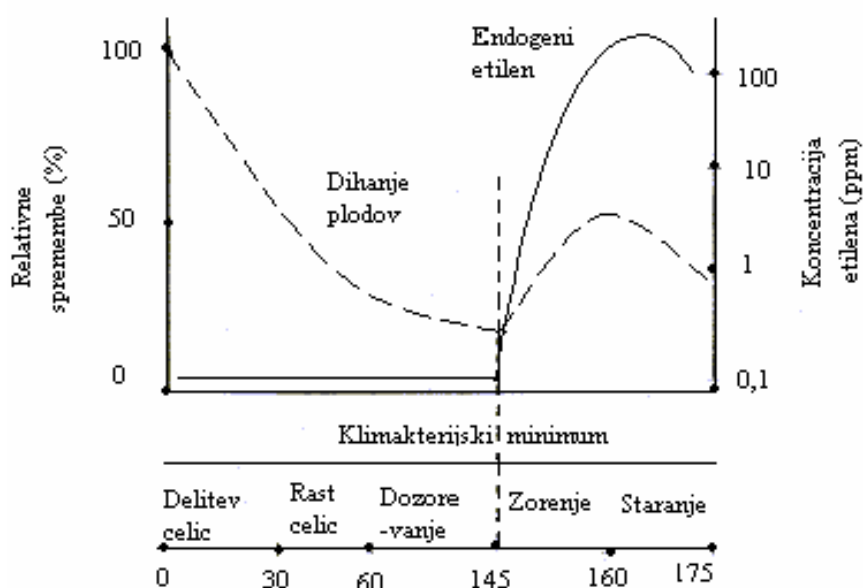
### 2.1.7 Staranje

V tem obdobju katabolni procesi prevladajo nad anabolnimi (Wills in sod., 1981).

Zorenje je proces fizioloških in biokemijskih sprememb sproženih z etilenom in vključuje spremembo osnovne zelene barve kože, mehčanje sadnega tkiva in razvoj karakteristične arome in vonja (Dixon in Hewett, 2000). Dihanje in nastajanje endogenega etilena med razvojem plodov si lahko ogledamo na sliki št.1.

Jabolka obiramo, ko so določeni dejavniki, ki inducirajo fiziološko zrelost doseženi, vendar pred biosintezo etilena (Watada in sod., 1984).

Jabolka so pogosto obrana pred stopnjo užitne zrelosti. Obiranje v tehnološki zrelosti podaljša življenjsko dobo, upočasni izgubo trdote mesa, kislosti in osnovne barve; po drugi strani manj zrelo sadje ne razvije tipične polne arome in zato je njihov okus močno poslabšan (Lidster in sod., 1983; Patterson in sod., 1974; Song in Bangerth, 1996).



### Dnevi od oploditve

Slika 1: Dihanje in nastajanje endogenega etilena med razvojem plodov jabolk in hrušk (Salunkhe in Desai, 1986: 168)

## 2.2 DOLOČITEV OPTIMALNIH POGOJEV OBIRANJA PLODOV

Na koncu sezone je potrebno v zelo kratkem času storiti eno najzahtevnejših opravil, to je obiranje in pospravljanje jabolk pravočasno v hladilnice.

Čas obiranja usklajen s stopnjo zrelosti plodov vpliva na kakovost sadja in njegovo primernost za skladiščenje. Stopnja zrelosti do katere ostane plod na drevesu je odvisna predvsem od namena uporabe (Hribar, 1989).

Jabolka oberemo, ko so čvrsta in trda. Posledica tega je, da jih lahko skladiščimo za daljše obdobje. Takšno sadje je lahko kos ravnanju med transportom in kaže boljše ohranjanje kakovosti. Zaradi senzoričnih razlogov mora sadje popolnoma dozoreti za popoln razvoj okusa. Sadje postane mehko med procesom zorenja (Van der Valk in sod., 1994).

### 2.2.1 Zrelost plodov

Po Jazbecu in sod. (1990) poznamo tri stopnje zrelosti plodov:

#### 2.2.1.1 Fiziološka zrelost (drevesna ali botanična zrelost)

Fiziološko zrelost dosežejo plodovi, ko preneha dotok hranilnih snovi iz drevesa v plodove in se začne tvoriti delilno (abscijsko) tkivo, ki loči pecelj od veje oziroma ploda. V tem obdobju je seme že doseglo zmožnost kaljenja, plodovi pa vsebujejo najboljše organoleptične lastnosti, saj so v njih nakopičeni asimilati, kot so škrob, protopektin in kisline. V pravilnem razmerju so si tako čvrstost mesa, obarvanje in kemične lastnosti. Obiranje v tem času ne vpliva več neugodno na končno kakovost obranih plodov. Plodovi so fiziološko zreli, ko krivulja dihalne verige doseže klimaterijski minimum. Jabolka za dolgotrajno skladiščenje obiramo v času fiziološke zrelosti.

#### 2.2.2.2 Tehnološka zrelost (uporabna zrelost)

Tehnološko zrelost dosežejo plodovi, ki ustrezajo zahtevam uporabnosti. Tako je sadje za trg tehnološko zrelo med fiziološko in užitno zrelostjo. Za pridobivanje pektina se obirajo jabolka pred botanično zrelostjo, ko še niso zrela. Za pripravo sadnega soka pa kasneje, ko je v plodovih največ sladkorja.

### 2.2.2.3 Užitna zrelost

Užitna zrelost nastopi po botanični zrelosti in sicer pri poletnih in jesenskih sortah nekaj dni po fiziološki zrelosti, pri zimskih sortah pa šele v skladišču, ko se fizikalna in kemična sestava plodov toliko spremenita, da postanejo ti užitni. Nastane pravilno razmerje med kislino, sladkorjem in drugimi sestavinami v plodu, ki mu dajo značilen okus, sočnost in aromo. Plodovi so v užitni zrelosti, ko krivulja dihanja doseže klimaterijski maksimum.

V splošnem velja, da je sadje;

- za skladiščenje tehnološko zrelo v času fiziološke zrelosti,
- za sušenje je tehnološko zrelo, ko dosežejo plodovi najvišji odstotek sladkorja in se začnejo na drevesu grbančiti,
- za predelavo je tehnološko zrelo, ko na drevesu toliko dozori, da ga z lahkoto oberemo oziroma stresemo.

## 2.2.2 Čas obiranja

### 2.2.2.1 Pri prezgodaj obranih plodovih:

- je pridelek veliko manjši, kot bi bil sicer, tedaj je namreč teža plodov veliko manjša,
- obrani plodovi nimajo zgrajene kožice,
- njihova površina je relativno večja v primerjavi z maso, zato je izguba vode, ki nastane pri transpiraciji precej večja kot pri plodovih, ki so bili obrani pravočasno,
- kutikula prezgodaj obranih plodov je premalo izoblikovana in ima tanko voščeno prevleko,
- plodovi so dovzetnejši za fiziološke bolezni in gnitje, saj niso razvili vseh obrambnih mehanizmov,
- nimajo encimskega sistema, zato ne razvijejo aromatičnih lastnosti in niso okusni.

### 2.2.2.2 Pri prepozmem obiranju:

- navadno že odpadejo najlepši plodovi,
- so premehki in slabo prenašajo prevoz, poleg tega pri daljšem shranjevanju niso dovolj odporni,
- nagnjeni k notranjemu zlomu in porjavenju,
- pojav fizioloških bolezni, kot npr. jonatanove pege, steklavost jabolk, moknatost,
- so manj obstojni, procesi staranja so hitrejši (Gvozdenović, 1989).

## 2.2.3 Metode določanja optimalnega časa obiranja

Za preprečevanje posledic prezgodnjega ali prepoznega obiranja, se v praksi najpogosteje uporabljajo metode za dolgoročno ali kratkoročno napoved.

Kriteriji, ki jih upoštevamo ob obiranju pečkarjev (Kingston, 1992):

- Fenološki razvoj; čas od polnega cvetenja do obiranja (dolgoletno povprečje).
- T-test; pri katerem se ugotavlja število dni od razvojnega stadija - stadija T, do obiranja. Faza T napoči približno 4-6 tednov po polnem cvetenju, ko plod iz primarne faze delitve celic prehaja v sekundarno fazo večanja celic.
- Osnovna barva kože; spremembe barve kože plodov lahko spremljamo z opazovanjem na podlagi izkušenj ali s pomočjo barvnih lestvic, kar je veliko zanesljivejše.
- Barva peščišča.
- Trdoto mesa plodov merimo s penentrometri na najširšem - ekvatorialnem delu ploda.
- Jodno škrobni test; določanje vsebnosti škroba z jodavico.
- Refraktometrski indeks; določamo količino sladkorjev, oziroma njihovega razmerja do kislin.
- Ločevanje plodov; sila obiranja – ločevanja ploda s pecljem od veje.
- Oblika in velikost ploda.
- Organoleptična ocena; na podlagi te ocene lahko določimo predvsem popolno oziroma užitno zrelost.
- Skupna količina kislin.
- Streifov indeks (indeks zrelosti); pri nas predstavlja zelo primerno in najbolj uporabno metodo za določanje optimalnega časa obiranja, saj v svoji enačbi upošteva več kriterijev stopnje zrelosti, kot so trdota mesa plodov, škrob, sladkor.
- Vsebnost etilena.

Problem zorenja sadnih plodov je najpogosteje povezan z vsebnostjo rastlinskega hormona etilena. Intenzivnejše dihanje sadja med zorenjem spremlja tudi povečano sproščanje hlapnih snovi, od katerih je posebno pomemben etilen ( $C_2H_4$ ), ki pospešuje zorenje. Etilen pri sadnih vrstah z izrazitim klimateričnim vzponom dihanja močno pospeši zorenje plodov in povzroči nastajanje delitve plasti oziroma odpadanje plodov (Gvozdenović, 1989). Do klimaterijskega minimuma (fiziološka zrelost) je koncentracija etilena 0,01 ppm, potem pa začne naraščati. Pri klimaterijskem maksimumu (užitna zrelost) doseže etilen koncentracijo okrog 200 ppm. Če plod odtrgamo pred klimaterijskim minimumom, potem nikoli ne dozori do konca (ne razvije dovolj svojih encimov, arom).

Preglednica 1: Vsebnost etilena v sadnih plodovih kot prvo znamenje za čas obiranja in možnost shranjevanja (Gvozdenović, 1989: 44)

Vsebnost etilena (ppm)	Uporaba
0,1	Nezrel
0,1 – 0,5	Primeren za daljše shranjevanje v CA
0,5 – 1,0	Primeren za srednje dolgo shranjevanje v CA
5 – 10	Primeren za shranjevanje največ 4 mesece v hladilnici

10 in več	Za svežo uporabo, za predelavo
-----------	--------------------------------

CA – kontrolirana atmosfera

Večina kriterijev za določanje zrelosti ni najprimernejša kot samostojen pokazatelj zrelosti, ampak jih je potrebno uporabljati v kombinaciji z nekaterimi ostalimi. Kriteriji, ki se uporabljajo za določanje stopnje zrelosti plodov se spreminjajo z dozorevanjem, velik vpliv pa imajo tudi ekološki faktorji.

### 2.3 KEMIJSKA SESTAVA PLODOV

Preglednica 2: Povprečna kemijska sestava jabolk (Souci in sod., 2000)

glavne sestavine jabolk	količine (g/100 g)	posamezne komponente glavnih sestavin jabolk	količine (mg/100 g)
voda	84,9		
proteini	0,34	aspartanska kislina	101
maščobe	0,58	linolna kislina	201
ogljikovi hidrati	11,4	fruktoza	5736
organske kisline	0,46	jabolčna kislina	426
dietne vlaknine	2,02	vitamin C	12
minerali	0,32	kalij	122

#### 2.3.1 Voda

Jabolka vsebujejo 85 % vode. Količina vode v plodovih je odvisna od tega, koliko vode pride v plodove pred obiranjem. Vsebnost vode v plodu lahko delno niha tudi čez dan v primeru večjih temperaturnih nihanj in drugih neugodnih razmer. Da bi bil pridelek čim večji moramo plodove obirati tedaj, ko je v njih največ vode. Velika količina vode v plodovih pa je po drugi strani razlog, da so plodovi bolj dovzetni za povečano transpiracijo, občutljivi za poškodbe ter dovzetni za mikrobiloške bolezni (Gvozdenović, 1989).

#### 2.3.2 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati nastajajo v listih dreves kot produkt fotosinteze in se shranjujejo v plodovih. Del se jih porablja za energijske potrebe in sintezo drugih snovi, del pa se shranjuje v plodovih v obliki rezervnih snovi, npr. škroba. V začetku rasti, ko so plodovi zeleni, poteka fotosinteza tudi v njih, dobivajo pa tudi del hrane za rast in za razvoj celic. Ogljikovi hidrati so v sadju predvsem v obliki škroba, celuloze in hemiceluloze, ter pektinskih snovi (Burton, 1992).

### 2.3.2.1 Škrob

Škrob je polisaharid, ki je sestavljen iz amiloze in amilopektina. V plodu predstavlja rezervno snov, nahaja pa se v obliki zrn.

Med zorenjem se škrob hidrolizira z amilazami in fosforilazami v enostavne sladkorje in šele tedaj postanejo plodovi užitni. Vsebnost reducirajočih sladkorjev tako na začetku naraste, kar je posledica razgradnje škroba in v polni zrelosti pade, kot posledica uporabe sladkorjev v metaboličnih poteh (Burton, 1992).

Največjo vsebnost škroba doseže plod v juliju in avgustu oziroma mesec dni pred dozorelostjo. Nato prične padati zaradi povečane encimske aktivnosti. Ugotovili so, da se v času zorenja aktivnost amilaz poveča dvakrat, vendar pa intenzivnost razgradnje škroba ni direktno povezana, niti sočasna s klimaterijskim maksimumom.

Opazna sprememba v količini škroba se kaže pri jabolkih dva do tri tedne pred začetkom produkcije etilena. Vsebnost škroba pada in dozorel plod vsebuje le še 1-12 % škroba.

Na akumulacijo in razgradnjo škroba zelo vplivajo podnebne razmere (Kingston, 1992). Hidroliza škroba je močnejša v toplejših področjih, se pa začne kasneje, tako da plodovi v toplejših krajih kljub temu kasneje dosežejo določeno vrednost razgradnje škroba.

Za določanje zrelosti sadja se poslužujemo jodno škrobnega testa, ki je manj zanesljiva od merjenja koncentracije etilena. Sadeži, ki so obrani preden pride do pretvorbe škroba v sladkor imajo po skladiščenju pomanjkljiv okus. Ko se škrob pretvarja v sladkor, sadje pridobiva na okusu, manjšajo pa se možnosti uspešnega skladiščenja (Luton, 1996).

### 2.3.2.2 Sladkorji

Sladkorji so pomemben del v vsakem sadju in ponavadi predstavljajo glavnino topne suhe snovi. Kakšna bo količina sladkorjev pri določeni vrsti sadja je odvisno predvsem od klimatskih pogojev - sezone. Na vsebnost v posameznem plodu pa vpliva tudi položaj sadeža na drevesu.

Najpomembnejši sladkorji, ki jih zasledimo v jabolkih so:

- glukoza,
- fruktoza,

- saharoza; a-D-glukoza in b-D-fruktoza.

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

Vsebnost sladkorjev odlično vpliva na sladkost plodov. Na zaznavanje sladkega okusa vpliva tudi vsebnost kislin. Tako so npr. plodovi z 10 % vsebnostjo sladkorjev in nizko vsebnostjo kislin lahko bolj sladki kot plodovi z 20 % vsebnostjo sladkorjev in visoko vsebnostjo kislin. Blag okus plodov je posledica majhne vsebnosti kislin in velike vsebnosti sladkorjev, medtem ko se večji delež kislin kaže v kiselkastem okusu plodov. Od sladkorjev je fruktoza bolj sladka kot saharoza, glukoza pa manj od saharoze (Štrum, 2002).

### 2.3.2.3 Pektin

Pektinske snovi so pomembne topne prehranske vlaknine, katerih človeški organizem ne prebavi. Naravno so prisotne v vseh rastlinah, kjer skupaj s celulozo dajejo čvrstost in trdnost rastlinskemu tkivu. Razen očitne strukturne vloge pektinskih polisaharidov v rastlinah, imajo pektinski fragmenti vlogo kemičnih nosilcev v razvoju, rasti, staranju in biokemičnem varovanju rastlin.

V tkivih plodov se nahaja pektin v treh oblikah:

- netopni pektin – protopektin (zelo veliko ga je v celičnih stenah nezrelih sadežev),
- topni pektin,
- pektinska kislina.

V zgodnjih fazah rasti plodov se v največji količini nahaja v obliki protopektina. Med zorenjem pa prisotni encimi (pektinaze) hidrolizirajo in depolimerizirajo protopektin v topni pektin. S tem se slabi mehanska zgradba in moč povezave med celicami, plodovi postajajo mehkejši s tem pa tudi sočnejši in okusnejši.

Pektinska kislina je oblika pektinskih snovi, ki ne morejo želirati. Izraz pektinska kislina označuje pektinske snovi, zgrajene večinoma iz koloidnih poligalakturonskih kislin, večinoma nevezanih z metilestrskimi skupinami (Gvozdenović, 1989).

### 2.3.3 Lipidi

Lipidov je v plodovih večine sadnih vrst manj kot 1 % sveže mase. V poldovih, v katerih je malo maščob, so le te pomembne, ker varujejo kutikulo in celično membrano v sadju pred izgubo vode (Gvozdenović, 1989).

### 2.3.4 Proteini



Proteinov je v večini sadnih plodov 0,3 do 2 % sveže mase in kljub majhni koncentraciji v plodovih so zelo pomembni v sestavi celičnega jedra in citoplazme, ter encimov, ki sodelujejo v metabolizmu plodov med rastjo in zorenjem.

### 2.3.5 Organske kisline

Organske kisline dajejo sadju značilen okus. Glavna organska kislina v jabolkih je jabolčna kislina (od 0,3 do 0,9 %). Jabolka vsebujejo tudi citronsko in vinsko kislino (Thompson, 2003). Glavna metabolična pot jabolčne kisline je preko Krebsovega cikla.

Organske kisline so pomemben izvor respiratorne energije. Glavne metabolne poti organskih kislin so respiratorna oksidacija, karboksilacija in dekarboksilacija (Hulme, 1970).

Organske kisline so pomembne za fotosintezo, pri dihanju, za sintezo nekaterih sestavin fenolov, lipidov, hlapnih arom, sintezo aminokislin in nevtralizacijo kalcijevih in amonijevih ionov. Izpodrinejo kalcij iz netopnega pektina in s tem pripomorejo k hitrejšemu mehčanju sadja med zorenjem.

Koncentracija jabolčne kisline je ena najpomembnejših vrednosti za določanje kakovosti jabolka. Spreminja se, ko plodovi rastejo. Jabolka imajo največjo kislino na začetku zorenja, kasneje pa se z zorenjem količina zmanjšuje.

Po obiranju se skupna količina kislin zmanjšuje relativno hitreje kot količina sladkorjev, predvsem zaradi tega, ker so le te intenzivneje udeležene v metaboličnih procesih in zaradi konverzije v sladkorje (Wills in sod., 1981).

### 2.3.6 Etilen

Etilen sodi med naravne regulatorje-hormone. Zelo majhne količine etilena:

- pospešijo zorenje plodov,
- vplivajo na povečano aktivnost hidrolitičnih encimov (celulaz, pektinaz),
- vplivajo na aktivne spremembe metabolnih poti v plodu (prehod iz pentoza fosfatnega cikla v glikolizo),
- vplivajo na razvoj aromatičnih snovi v plodu in
- na spremembe v prepustnosti membran (Hribar, 1989).

Endogeni etilen je pokazatelj, da jabolko vstopa v klimaterijsko stanje. Naraščanje produkcije etilena sovpada z naraščanjem respiracije. Sinteza etilena stimulira proces zorenja in pretvorbo škroba v sladkor. Na splošno endogeni etilen naraste še preden se škrob začne razgrajevati. Endogeni etilen je tako veliko boljši pokazatelj zrelosti kot škrob, ker včasih jabolka začnejo proizvajati etilen in pričnejo zoreti, še preden so opazne kakršnekoli spremembe v vsebnosti škroba (Using NIR-F5...,2004).

### 2.3.7 Aromatične spojine

Med sestavine arom poleg estrov spadajo tudi laktoni, kisline, alkoholi, aldehidi, ketoni, etri in acetali, karbonili, ogljikovodiki (Gvozdenović, 1989).

Aroma sadja je ključni dejavnik za ugotavljanje kakovosti in prepoznavnosti različnih vrst in kultivarjev sadja. Sadje prvovrstne kakovosti ima vedno karakteristično aromo, izgled, teksturo in vonj (Salunkhe in sod., 1986).

Tipična aroma ni prisotna v večini sadja na začetku razvoja plodov, temveč se razvije med obdobjem zorenja. Med tem časom preide metabolizem do katabolizma in hlapne spojine se tvorijo iz glavnih rastlinskih (ogljikohidratov, maščob in beljakovin) preko genetične kontrole (Perez in sod., 1992). Ti nutrienti nastanejo s fotosintezo in so povezani z metabolnimi aktivnostmi, ki se vrstijo v rastlini (Salunkhe in sod., 1976).

### 2.3.8 Barvila

Barvila nastajajo med dozorevanjem plodov, največ pa med polno zrelostjo. Kljub temu, da je njihova količina majhna, odločilno prispevajo k lepemu videzu plodov. Na barvo plodov vplivajo barvila, ki so v celicah epidermisa in hipodermisa.

V celicah kože jabolk so prisotni številni plastidi, v katerih so barvila, ki značilno obarvajo kožo jabolk. V nedozorelih plodovih so v koži zlasti kloroplasti, ti vsebujejo klorofil, ki daje zeleno barvo. Z zorenjem se količina klorofila zmanjšuje, nastajajo pa karatenoidi, ki obarvajo plodove rumeno, oranžno ali rdeče. V koži plodov nastajajo tudi antociani, ki se nahajajo v celičnem soku in obarvajo jabolko značilno rdeče (Burton, 1992).

Barvila delimo v dve skupini (Crnčević, 1973):

#### 2.3.8.1 Netopna plastidna barvila

Netopna plastidna barvila so vezana na protoplazmo, nahajajo se v kloro- in kromoplastih, ter niso topna v vodi. Sem štejemo klorofil in karatenoide.

##### 2.3.8.1.1 Klorofil

Klorofil je v plodovih v obliki klorofilnih zrn. Aktivno sodeluje v procesu asimilacije ogljikovega dioksida. Obarvano komponento klorofila predstavlja porfirinski obroč z Mg v sredini. Klorofil a je intenzivno modro zelene barve, klorofil b je rumeno zelene barve. V dozorevajočih plodovih se klorofil razkraja in z delovanjem klorofilaze preide v brezbarvni fitol. Na degradacijo klorofila najbolj vplivajo sprememba pH vrednost, oksidacijski procesi in klorofilaze.

#### 2.3.8.1.2 Karatenoidi

Karotenoidi dajejo jabolkom rumeno, rumeno rdečo, oranžno, ali rdečo barvo. Večina se jih nahaja v kromoplastih, redko v kristalni obliki, pogosto pa v koloidni. Največ karatenoidov se nahaja v koži jabolk. So nenasičeni ogljikovodiki. Najpomembnejši karotenoidi so karoten, likopen, ksantofil.

Sinteza karatenoidov lahko teče v odsotnosti svetlobe, ne pa v odsotnosti kisika. Sinteza teče hitreje v atmosferi z večjo koncentracijo kisika in etilena, ter pri višji temperaturi (Burton, 1992).

#### 2.3.8.2 Topna barvila

Topna barvila se nahajajo v vakuolah celic. Ta barvila so flavonoidi, od katerih so najpomembnejši antociani, flavononi in flavonoli. Zaradi poškodb in predelave prehajajo v jabolčni sok, kjer se topijo.

##### 2.3.8.2.1 Antociani

Za tvorbo antocianov je pomembna razlika med dnevno in nočno temperaturo; čim večja je razlika, tem več antocianov se tvori in večji del površine plodov bo obarvan rdeče (Vidrih in Hribar, 2002a). Visoke nočne temperature zmanjšajo akumulacijo antocianov in upočasnijo proces rdečega obarvanja. Antociani se tvorijo predvsem na sončni strani plodov.

Poleg naštetih barvil igrajo pomembno vlogo še razne fenolne spojine, npr., katehini, levkoantociani. V nepoškodovanih plodovih so brezbarvni, zaradi poškodb se oksidirajo, kar povzroči pojav temne, rjave barve (Hribar, 1989).

Osnovna barva sadja se lahko spreminja med skladiščenjem, v glavnem zaradi razgradnje klorofila (Thompson, 2003).

Barvila imajo pomembno vlogo, saj ščitijo plod pred oksidacijskim procesom. Njihovo koristno delovanje v telesu je predvsem razstrupljevanje in antioksidacijskega pomena; organizem varujejo pred uničevalnim delovanjem zaužitih ali med presnovo nastalih škodljivih snovi ter ščitijo zlasti pred civilizacijskimi boleznimi.

#### **2.3.9 Vitamini in minerali**

Jabolka vsebujejo do 4 % mineralov in vitaminov (Gvozdenović, 1989).

Makroelementi imajo pomembno vlogo v izmenjavi snovi, pospešujejo nastajanje vitamina C in karotenoidov, vplivajo na rast plodov in povečujejo odpornost proti boleznim (Suwa Stanojević, 1995).

Vsebnost vitaminov v jabolkih: C (askorbinska kislina), B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (pantotenska kislina), PP (amid nikotinske kisline), B6 (piridoksin), H (biotin).

Med vitamini je največ vitamina C, katerega se največ nahaja v peščiču.

Od rudnin vsebujejo jabolka veliko kalija, sorazmerno precej kalcija, magnezija železa in fosforja.

## 2.4 METABOLIZEM IN TEHNOLOGIJE SKLADIŠČENJA JABOLK

Osnovni namen skladiščenja jabolk je zaviranje procesov staranja, pri čemer želimo v plodovih ohraniti vse naravne sestavine. Skladiščenje pri nizkih temperaturah je najstarejši način zaviranja procesov zorenja, dozorevanja in staranja. Ugodne zaviralne učinke dosežemo tudi z znižanjem koncentracije kisika in z večanjem koncentracije ogljikovega dioksida v atmosferi. Učinkovite so tudi metode odstranjevanja etilena iz atmosfere, skladiščenje jabolk pri znižanem tlaku in primerna vlaga pri skladiščenju.

Po obiranju sadeži porabljajo rezervno hrano – škrob, ki se pretvarja v sladkor in kasneje stopajo intenzivno v metabolizem posebej kisline preko Krebsovega cikla. Etilenu rečemo tudi hormon dozorevanja, saj nam najbolj natančno opiše zrelost ploda.

Življenjske procese upočasnimo tudi z zmanjšanjem kisika v atmosferi, nadomeščamo ga z dušikom. Tega lahko znižamo toliko, da se sadež ne zaduši, to je do anaerobnega stanja. Pomembni faktorji so tudi CO<sub>2</sub>, etilen in relativna vlažnost zraka. Višja je vlažnost zraka težja je prehodnost plinov.

### 2.4.1 Aerobni in anaerobni metabolizem jabolk

#### 2.4.1.1 Dihanje jabolka

Jabolko ostane po obiranju živo. Najpomembnejši proces po obiranju je dihanje oz. respiracija. Pri tem metaboliti oksidirajo ob prisotnosti kisika. Rezultati tega procesa so CO<sub>2</sub>, vodni hlapi in toplota (Hulme, 1970). Glavni funkciji dihanja sta sproščanje energije, ki je kemično vezana v ogljikovih hidratih in lipidih, in sinteza spojin, ki se nadalje porabljajo v metabolnih procesih (Zavrtanik, 1998).

Zaradi različne intenzivnosti dihanja se klimaterijski maksimum in začetek staranja pojavita pri posameznih kultivarjih sadja različno (Fidler, 1973). Intenzivnost dihanja je odvisna tudi od difuzije O<sub>2</sub> in CO<sub>2</sub> skozi površino plodov. Pomembno vlogo pri dihanju

ploda ima prepustnost kože, ki je med drugim odvisna od kultivarja in stopnje zrelosti (Kramar, 1998). Z zmanjšanjem intenzivnosti dihanja oziroma z upočasnjevanjem pojava klimaterijskega maksimuma je mogoče precej podaljšati življensko dobo skladiščnih plodov.

#### 2.4.1.2 Aerobni metabolizem

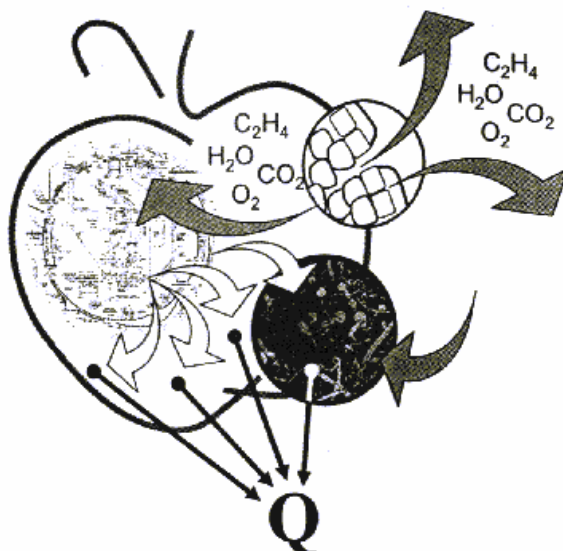
Reakcije aerobnega metabolizma :

- glikoliza: glukoza se razcepi v 2 molekuli piruvata,
- oksidativna dekarboksilacija: piruvat se pretvori v acetil - CoA,
- citratni cikel: acetil - CoA se razgradi, pri tem se sprosti CO<sub>2</sub> in aktivni vodik v obliki NADH + H<sup>+</sup> in FADH<sub>2</sub>.

#### 2.4.1.3 Anaerobni metabolizem

Anaerobni metabolizem lahko poteka po dveh poteh. Prva pot se začne z dekarboksilacijo piruvata, pri tem nastane acetaldehid. Reakcijo katalizira piruvat dekarboksilaza (PDC). Encim alkoholna dehidrogenaza (ADH) katalizira pretvorbo acetaldehida v etanol. Pri tej reakciji se porablja NADH, ki nastane glikolizi in v citratnem ciklu. V nekaterih rastlinskih tkivih del etanola reagira z acetil- CoA in se pretvori v etilacetat. To reakcijo katalizira alkohol aciltransferaza (AAT). Po drugi poti se piruvat s pomočjo encima laktat dehidrogenaza (LDH) reducira v laktat. V tej reakciji se porablja NADH.

Glavna naloga anaerobnega metabolizma je izkoriščanje NADH in piruvata v času, ko sta transport elektronov in oksidativna fosforilacija inhibirana, ter tako omogočiti nadaljni potek glikolize. Potreba po ATP se v tem primeru pokriva s substratno fosforilacijo. Tako je tkivu omogočeno, da lahko preživi določen čas pod anaerobnimi pogoji. Količina nakopičenega etanola, acetaldehida, etilacetata in laktata narašča z nižanjem koncentracije O<sub>2</sub>, višanjem koncentracije CO<sub>2</sub>, višanjem temperature, trajanjem stresa in višjo stopnjo zrelosti plodov (Kramar, 1998).



Slika 2: Proces dihanja jabolk med skladiščenjem (Hertog, 2004: 15)

Z optimalnimi pogoji skladiščenja zmanjšamo intenzivnost dihanja in upočasnimo procese zorenja.

#### **2.4.2 Skladiščenje v normalni atmosferi (NA)**

Za vsak kultivar je potrebno določiti optimalno temperaturo skladiščenja. Optimalna temperatura za cv. Zlati delišes je med 0,5 in 1 °C (Gliha, 1978).

Z znižanjem temperature upočasnimo metabolične procese v plodu, kjer je aktivnost encimov pri nižjih temperaturah manjša (Fidler in sod., 1973). Z znižanjem temperature se procesi dihanja upočasnijo, zavremo pojav klimaterijskega maksimuma in plod kasneje dozori. Vendar temperatura ne sme biti prenizka, ker lahko ta povzroči fiziološka obolenja (Hulme, 1970). Pri plodovih, ki so shranjeni pri prenizkih temperaturah, nastaja transformacija, zmanjša se količina posameznih snovi v plodu.

Poleg temperature je pomembna tudi primerna vlažnost zraka. Optimalna vlažnost se giblje med 75 in 95 %, odvisno od vrste sadeža (Fidler in sod., 1973). Za znižanje temperature moramo omogočiti, da zrak kroži okrog plodov. S tem se znižuje tlak vodne pare okrog plodov in pride do povečane transpiracije, oziroma izgube vode. Kolikor hitreje kroži zrak v celici, toliko večja je tudi transpiracija, kjer je tanka plast zraka okoli plodov, ki je nasičena z vodno paro motena z zračnim tokom. Zato mora biti kroženje zraka pri nižji temperaturi počasnejše, ali pa mora trajati manj časa (Gvozdenović, 1989).

#### **2.4.3 Skladiščenje v kontrolirani atmosferi**

##### **2.4.3.1 Skladiščenje v CA**

Sestavo zraka v celicah s kontrolirano atmosfero najpogosteje uravnavamo tako, da je v njej 2 do 4 % CO<sub>2</sub>, redkeje več in 2 do 3 % O<sub>2</sub> (Gvozdenović, 1989).

Skladiščenje v CA pomeni še dodatno zaviranje staranja sadja, kar se kaže v daljši življenjski dobi. Sadje ima višjo trdoto mesa plodov, večjo kislost in je zaradi boljše ohranjenega klorofila bolj zelene barve. Vpliv CA se kaže tudi v boljši ohranitvi askorbinske kisline in višji vsebnosti sladkorja (Hribar in Vidrih, 2002b).

Za skladiščenje v CA je odločilno spoznanje, da je CO<sub>2</sub> naravni inhibitor za etilen, z nižjo koncentracijo O<sub>2</sub> pa preprečimo sintezo etilena (nekateri faze sinteze etilena so aerobne). Inhibitorni učinek CO<sub>2</sub> je uspešen samo takrat, dokler vsebnost etilena ne naraste na 1

ppm. Nad to koncentracijo pride do avtokatalitičnega efekta sinteze etilena, zato skladiščenje prezrelih plodov v CA ni več učinkovito (Hribar, 1989).

#### 2.4.3.2 Skladiščenje v ULO (ultra low oxygen)

V ULO atmosferi je zelo nizka koncentracija kisika 1-1,5 %.

V atmosferi z 1,5 % CO<sub>2</sub> in 1 % O<sub>2</sub> pri 2,8 °C sadje ostane bolj trdno in ima večjo količino titrabilnih kislin kot v klasični CA (Lidster in sod., 1983). Počasnejše upadanje količine organskih kislin v atmosferi z 1 % O<sub>2</sub> lahko prispeva k zmanjšanju metabolične aktivnosti med skladiščenjem. Količina suhe snovi, ki jo predstavljajo predvsem topni sladkorji, med skladiščenjem ostane enaka. To pomeni, da izvor energije in ogljika med skladiščenjem predstavljajo organske kisline bolj kot sladkorji (Chen in sod., 1982).

#### 2.4.3.3 Skladiščenje v HLO (high low oxygen)

V HLO atmosferi je koncentracija kisika minimalna 0,5 % in 1 % CO<sub>2</sub>.

Vsebnost O<sub>2</sub> smemo znižati le do določene meje, sicer nastanejo anaerobne poti metabolizma v sadežu. Snovi, ki pri tem nastanejo (alkoholi, aldehidi), delujejo toksično na plod, zato se pojavijo fiziološke napake (Hribar, 1989). Poleg pojava različnih poškodb tkiva, se spremeni tudi aroma (Thompson, 2003).

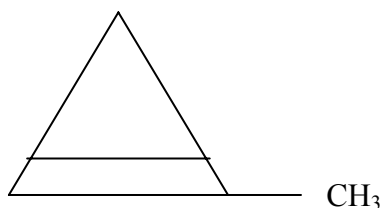
#### 2.4.3.4 Skladiščenje v ULE (ultra low etilen > 0.1 ppm)

Med pomembnejše dejavnike za izboljšanje možnosti shranjevanja sadja je treba uvrstiti tudi snovi in postopke, s katerimi zmanjšamo učinek etilena. Etilen sodi med naravne regulatorje - hormone. Znano je, da pospešuje zorenje plodov. Eliminiranje etilena iz skladiščne atmosfere in blokiranje proizvodnje etilena je učinkovit način podaljšanja časa skladiščenja, hkrati pa se poveča kakovost skladiščenega blaga.

Yahia (1990) je prišel do ugotovitve, da z nizko koncentracijo O<sub>2</sub> in visoko koncentracijo CO<sub>2</sub> dosežemo manjše izločanje etilena in s tem podaljšanje skladiščenja sadja.

Izkazalo se je, da so jabolka, ki so shranjena pri zelo nizkih koncentracijah etilena precej bolj čvrsta, da pa je pri takšnih koncentracijah zelo vprašljivo, ali se bo razvila aroma.

V uporabi je tudi metoda inhibiranja etilena z aktivno učinkovino 1-metilciklopropen. To je aktivna sestavina, ki blokira receptore etilena, prisotne v sadju in zelenjavi, in vzajemno deluje z naravnim procesom zorenja. 1- MCP zasede mesto na receptorjih in jih onesposobi za vezavo z etilenom in tako sta sadje in zelenjava manj dovzetna za škodljive efekte etilena. 1- MCP ščiti pred zunanjim in notranjim delovanjem etilena. Zaradi tega upade respiracija in metabolizem sadja v primerjavi z netretiranim sadjem. Preprečuje mehčanje, zorenje in staraje (Watkins in sod., 2000).



Slika 3: 1-metilciklopropen (Blankenship, 2004)

## 2.5 KAKOVOST JABOLK

Pričakovanja kupcev glede kakovosti izdelkov sadja in zelenjave se v zadnjem času nenehno povečujejo, kar je posledica večje izbire na trgu in usmerjenega oglaševanja, ki poudarja kakovost proizvodov. Tekma za tržni delež in dodatni poudarek na kakovosti zahtevata od pridelovalcev pridelavo vedno večjih količin visoko kakovostnih surovin za sveža in predelana živila.

Za sadje je značilna visoka biološka variabilnost, kar pomeni, da se lahko kakovost posameznih plodov močno razlikuje od povprečja in je pravo nasprotje trenutnih zahtev potrošnika. Zadovoljstvo potrošnika je najvišje načelo podjetniškega delovanja, zato se pridelovalci vse pogosteje odločajo za sortiranje, uvajanje nadzora in presoje kakovosti svežega sadja. Za izpolnitev omenjenih zahtev so potrebni standardi in meritve kakovosti.

Pojem kakovosti pomeni stopnjo odličnosti nekega pridelka in njegovo primernost za določen namen. Kakovost si je zamislil človek in zajema mnogo posebnosti in lastnosti. Kakovost pridelka obsega senzorične lastnosti (videz, tekstura, okus in aroma), hranilno vrednost, kemijske sestavine, mehanske lastnosti, funkcionalne lastnosti ter napake (Abbott, 1999).

### 2.5.1 Sprememba kakovosti

Od trenutka obiranja imata sadje in zelenjava omejen rok uporabe prav zaradi izgube kakovosti v času, ki mine od zaužitja, četudi pri distribuciji zagotovimo optimalne pogoje. Ta izguba kakovost je lahko velika, če s pridelkom ne ravnamo tako, kot je zanj najbolje (Sloof in sod., 1996).

Kakovost ni stalen pojem, temveč visokodinamična spremenljivka, ki se spreminja počasneje ali hitreje, odvisno od pogojev, ki jih zagotavljamo po obiranju. Na splošno



velja, da se kakovost znižuje skladno s časom. S primernim skladiščenjem lahko le upočasnimo procese staranja. V primeru zorenja sadja se kakovost povečuje, vendar pa se istočasno skrajša rok uporabe. To si lahko razlagamo kot pridobitev ali izgubo, odvisno od položaja sadja po obiranju in distribucijski verigi (Hertog, 2004). Cilj pridelovalcev je nenehno zagotavljanje stalne in visoke kakovosti. To dosežemo z nadzorovanjem sadja med proizvodnjo in distribucijo, ter s tem, da s potrebnimi ukrepi ohranimo njegovo kakovost (Tijskens, 2004).

Klimaterijsko sadje, kamor spada tudi jabolko zori v predklimaterijskem času zelo počasi. V trenutku, ko nastopi klimaterij (obdobje hiperaktivnega dozorevanja), se intenzivnost zorenja drastično poveša in postane pomemben dejavnik kakovosti sadja.

#### 2.5.1.1 Aroma in kakovost sadja

Aroma je ključni dejavnik za ugotavljanje kakovost in prepoznavnosti različnih vrst in kultivarjev sadja. Sadje prvovrstne kakovosti ima vedno karakteristično aromo, izgled, teksturo in vonj (Salunkhe in sod., 1976).

Zorenje je glavni dejavnik, ki vpliva na sintezo hlapnih aromatičnih spojin (Song in Bangerth, 1996). Med sintezo hlapnih spojin in klimaterijem obstaja tesna povezava. Sinteza tipične arome naraste med klimaterijem, ko zorenje doseže maksimum (Yahia, 1990; Mattheis in sod., 1991).

Med zorenjem jabolk nastajajo beljakovine, maščobe in ogljikovi hidrati (Perez in sod., 1992). Za sintezo arome so potrebne predvsem aminokisliline in maščobne kisline, ki nastanejo z metabolnimi procesi iz maščob in beljakovin. Sinteza arome je večja v tkivu kože kot v mesu. Vzrok teh razlik je v večji količini maščobnih kislin v koži, kar je posledica spremenjenih metabolnih procesov in stopnjevanje encimske aktivnosti (Guadagni in sod., 1971, Fellman in sod., 2000).

#### 2.5.1.2 Etilen in kakovost sadja

Meritve koncentracije etilena nam dajo natančne podatke o fiziološkem stanju plodov. Idealen čas obiranja za skladiščenje je v fiziološki zrelosti, kar omogoča normalen razvoj senzorične kakovosti plodov (Mattheis in sod., 1991b).

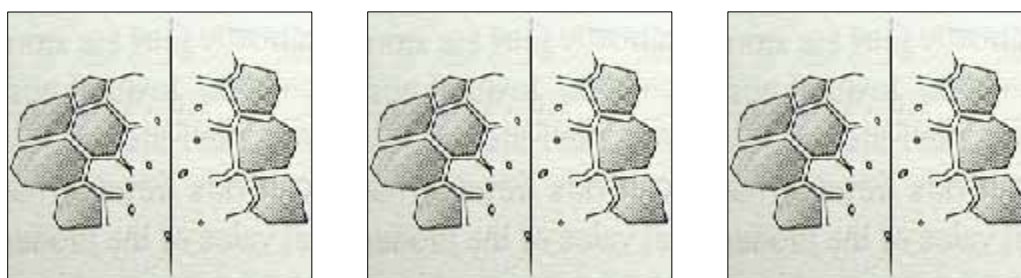
Za potrošnika sta zunanja podoba in okus pomembna pri definiranju kakovosti svežega sadja in zelenjave. Etilen vpliva na videz, vonj, okus, teksturo in prehransko vrednost sadja. Zgodnji kultivarji citrusov na primer ostanejo zeleni še dolgo potem, ko imajo že zrelo meso. Dodatek etilena sproži razgradnjo klorofila in obarva plodove oranžno. Podoben proces se odvija pri zorenju banan, saj etilen inducira zorenje mesa, pospeši razgradnjo klorofila in poudari rumeno barvo plodov. Etilen kljub nekaterim pozitivnim učinkom mehčanja v glavnem drastično vpliva na teksturo, saj sproži nezaželjeno mehčanje jabolk, kumar in paprik, ter žilavost špargljev. (Saltveit, 1999).

### 2.5.1.3 Trdota mesa plodov in kakovost sadja

Trdota mesa plodov je eden izmed najpomembnejših kriterijev kakovosti jabolk. Trdota mesa plodov se uporablja tudi kot merilo zrelosti jabolk. Faktorji pred in po obiranju, ki vplivajo na trdoto mesa jabolk so: genetski in rastni faktorji, oskrba z minerali, zrelost pri obiranju in način skladiščenja (Hoehn, 2001).

Čvrstost plodov se z zorenjem zmanjšuje. Zmanjševanje je odvisno od sestave celičnih sten ter količine pektinov, celuloze in hemiceluloze, pa tudi od količine sladkorjev s pet ali šest atomi ogljika. Na čvrstost vplivajo tudi velikost celic, njihova oblika in turgor v celicah. Ob obiranju so večja jabolka mehkejša kot manjša jabolka. Med staranjem bodo večja jabolka izgubila več trdote kot manjša (Pitts in sod., 1997).

Po dolgotrajnem shranjevanju, ob prepozmem obiranju ali pa če shranjujemo jabolka pri visokih temperaturah, se lahko pri jabolkih pojavi moknatost mesa. Donkers (1994) navaja, da moknatost lahko zaznamo senzorično. Med uživanjem moknatih jabolk je meso sadja po okusu mehko in suho. Zaznamo le malo ali nič soka.



Slika 4: Izguba trdote mesa jabolk in razvoj moknatosti v jabolkih – prelom površine (Van der Valk in sod., 1994: 364)

Mehka jabolka so lahko moknata ali pa ne. To lahko razložimo z močjo povezanosti med celicami, ki je odvisna od lastnosti primarne celične stene. Če imajo celice rahle, šibke stene, jih lahko hitro zdrobimo med žvečenjem, na ta način se sprosti njihov sok. Če pa imajo celice čvrste stene, jih bomo težje raztrgali. Visoka celična moč sten v kombinaciji s šibko celično povezavo se odraža v mehki in moknati teksturi (Van der Valk in sod., 1994).

Tržne analize strokovnjakov v svetu in doma namreč ugotavljajo, da potrošnik ne sprašuje po sorti jabolk, temveč po sočnem okusu in čvrstem jabolku.

### 2.5.2 Navade potrošnikov

V Nemčiji so opravljali raziskave o priljubljenosti jabolk pri potrošnikih. Ugotovili so, da skoraj vsi potrošniki redno uživajo jabolka. 45 % potrošnikov poje na teden do tri jabolka, 47 % pa štiri ali več na teden. Večina potrošnikov 75 % uživa jabolka, ker jim je všeč njihov okus, 66 % vprašanih pa zaradi tega, ker menijo, da so dobra za zdravje (Hoehn in sod., 2003).

Navade in potrošniki se razlikujejo od tržišča do tržišča. V Angliji je zelo pomembna trdota mesa jabolk. V severno evropskih državah (Nemčija) kupujejo bolj kislja jabolka, v južno evropskih državah imajo raje bolj sladka jabolka.

Slovenija, ki sodi v srednjo Evropo, je na sredini med temi smernicami, zato se pri nas dobro prodajajo tudi sladki kultivarji, za katere so strokovnjaki še pred leti menili, da nimajo prave prihodnosti. Med sladkimi sta prav cv. Gala in cv. Fuji, medtem ko je cv. Braeburn, ki ima zelo uravnoteženo razmerje med sladkorjem in kislino, bolj zanimiv za tiste kupce, ki so vajeni bolj kisljih jabolk (Šenekar in Šprogar, 2004).

### **2.5.3 Zahteve in pričakovanja potrošnikov pri izbiri jabolk**

Zahteve potrošnikov so:

- velikost in izgled,
- pakiranje,
- tekstura,
- okus,
- zdravje,
- varnost.

Nezaželjene lastnosti jabolk so:

- površinske poškodbe,
- voščena prevleka na površini,
- moknatost,
- kisel okus,
- zeleni plodovi,
- groba lupina.

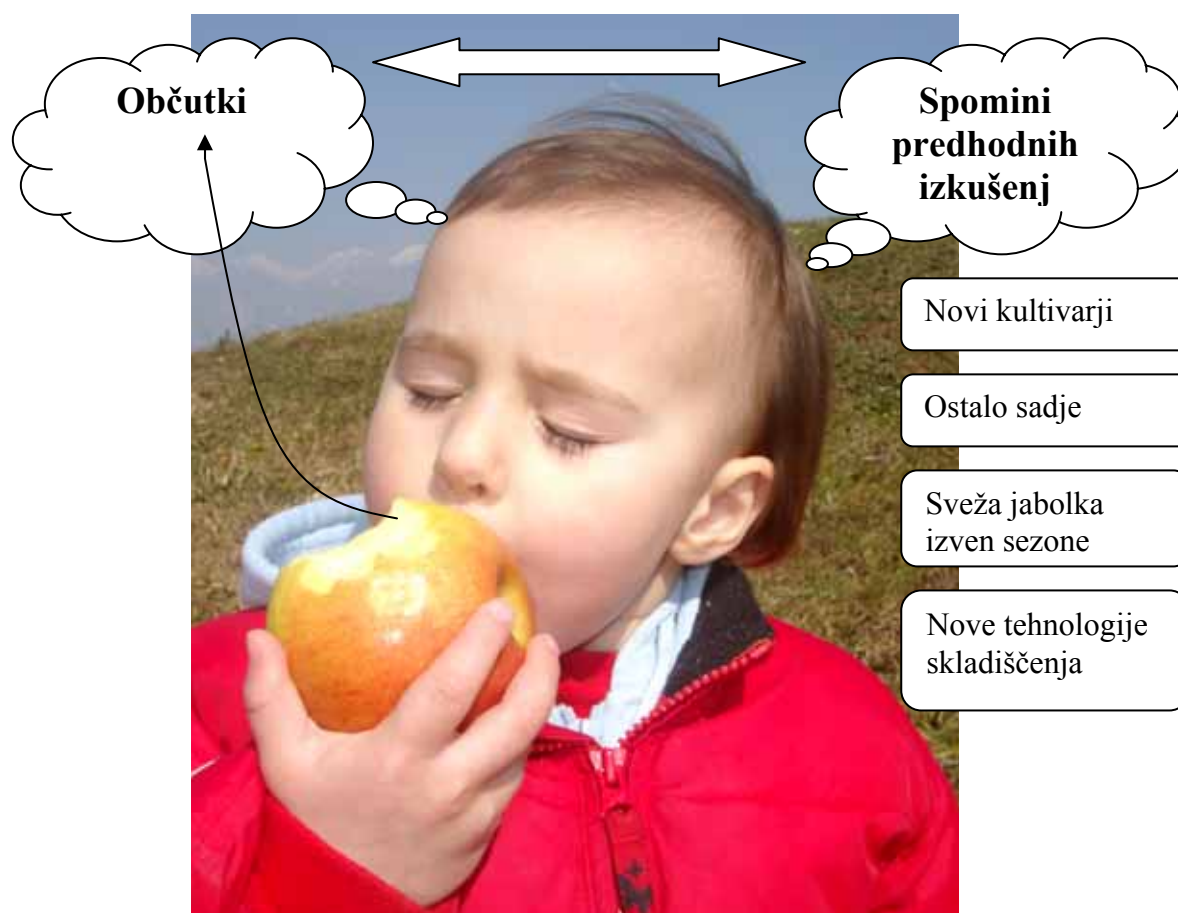
Potrošniki pri nakupu dajejo velik poudarek predvsem izgledu (velikosti, barvi in obliki) jabolk. Na uspešnost trženja jabolk pomembno vplivata tudi okus in trdota mesa plodov. Kupec želi dobiti jabolko, ki bo okusno, sočno ter predvsem dovolj trdo. Odločilna pri potrošnikih sta tudi jedilna kakovost in prehranska vrednost.

Pričakovanja kupcev temeljijo na informacijah in predhodnih izkušnjah (Hoehn in sod., 2003). Vsak potrošnik ima za vsako hrano, ki jo je v preteklosti zaužil v spominu, kakšna naj bi le ta bila, po videzu, vonju, okusu itd. Zato ocenjevanje novih kultivarjev primerjamo s spomini predhodnih izkušenj.

Pričakovanja potrošnikov stalno naraščajo: novi kultivarji, sveža jabolka izven sezone, dobava skozi vse leto, nizka nakupna cena.

Za doseganje boljše kakovosti – osnovane na izboru kultivarjev, obiranju v različnih obdobjih, boljšem hlajenju, bolje razvitih CA pogojih in hladilnih transportih – je pomembno razvijati pridelke v tesni povezavi z zahtevami potrošnikov. Optimalna kakovost pogosto pomeni višje stroške, toda povečano kakovost, daljšo življenjsko dobo in manjše izgube (Eccher Zerbini, 1993).

Potrebno bi bilo narediti nove standarde, ki bodo temeljili na potrošnikovih merilih priljubljenosti.



Slika 5: Pričakovanja so vedno večja (foto: Urh, 2006)

### 2.5.4 Potrošnikova ocena kakovosti

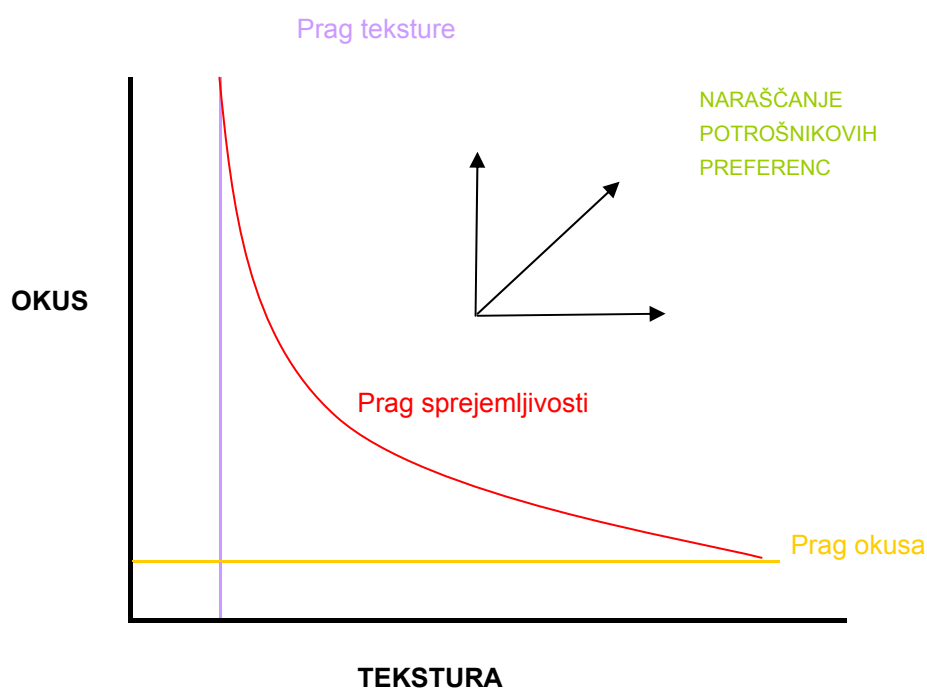
Pregled prehranskih navad potrošnikov EU je pokazala, da je primarni dejavnik, ki vpliva na izbor hrane pri potrošnikih, kakovost/svežost, čemur sledijo okus, zdravo prehranjevanje, cena in družinske navade (Lappalainen in sod., 1998). Okus ima nedvomno pomemben vpliv na izbor hrane. Potrošnikova ocena sprejemljivosti sadja in

zelenjave je rezultat percepcije senzoričnih lastnosti, kot so videz, vonj, okus in tekstura, združenih v celoto. Tovrstni senzorični kriteriji so še posebej pomembni pri spontanem izboru hrane (Bellisle, 2005).

#### Komponente užitnosti:

- trdota mesa plodov,
- razmerje med sladkorji in kislinami,
- sočnost,
- aroma,
- izgled.

Dovzetnost za pričakovanja kupca glede kakovosti hrane je temelj za vsako uspešno proizvodnjo in oglaševanje hrane. To hkrati drži za sadje in zelenjavo, ki ju vse bolj cenimo kot pomemben del prehrane. Vse več je dokazov, ki kažejo, da lahko redno uživanje sadja in zelenjave pomaga pri preprečevanju srčno-žilnih bolezni ter določenih vrst raka, predvsem na prebavnem traktu. Vendar poročilo iz nedavne raziskave pravi, da je splošno uživanje sadja in zelenjave sto gramov pod povprečno količino (Pe'neau in sod., 2005). Zatorej je zelo pomembno, da se podrobno zavedamo tega, kakšna so pričakovanja kupcev glede sadja in zelenjave.



Slika 6: Prag sprejemljivosti teksture in okusa (Hribar, 1998)

Zelo pomembna parametra kakovosti pri ocenjevanje jabolk sta tekstura in okus, ki sta zelo povezana in odvisna eden od drugega. Mehka jabolka običajno niso priljubljena, v primeru, da so še aromatična pa so pri potrošnikih sprejemljiva. Jabolka z manj okusa morajo biti za sprejemljivost bolj trda.

Nedavna raziskava dvanajstih kultivarjev jabolk je pokazala, da sta okus in tekstura pomembna kriterija preferenc potrošnikov. Zanimivo je, da sta tekstura in okus pomembnejša od vonja ali videza jabolk. Senzorične lastnosti, kot so moknatost in nekatere netipične lastnosti arome jabolk (milnati okus, okus po hruški, razni priokusi), so na percepcijo potrošnika vplivale negativno. Skratka, pri večini potrošnikov je kakovost pozitivno povezana s trdoto mesa plodov, sočnostjo in sladkostjo, kar se nazadnje kaže v nižjem povpraševanju po jabolkih kultivarja Zlati delišes in višjem za jabolka Breaburn ali Fuji (Dalliant- Spinnler in sod., 1996).

Podobno raziskavo je opravila Marin (2002) na jabolkih cv. Gala. Rezultati kažejo, da je preferenca potrošnikov funkcija senzoričnih lastnosti, kot so okus, trdota mesa plodov, sladkost, kislost. Med vsemi lastnostmi imata okus in trdota največji pomen.

Čeprav večina potrošnikov meni, da je okus pomembnejša komponenta kvalitete jabolk, pa raziskave kažejo, da so potrošniki bolj občutljivi na pomanjkljivost v teksturi kot v okusu (Konopacka in Plocharski, 2004).

Potrošniki imajo najraje jabolka z visoko vsebnostjo sladkorja, z močno izraženo aromo in primerno trdoto mesa plodov.

### **2.5.5 Pomen uživanja sadja**

S sadjem ne zaužijemo le ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob, vitaminov in mineralov, ampak tudi encime, ki sodelujejo pri njihovi presnovi in sestavljajo z drugimi znanimi in neznanimi, celoten paket hranil.

Sadje je ena najlažje prebavljivih vrst hrane, saj v pol do ene ure po zaužitju zapusti želodec oziroma po dvanajstih urah zapusti naš organizem. Vlakinine, ki jih vsebuje sadje so bistvene za dobro delovanje črevesja in hiter prehod hrane skozi prebavila. Pri svežem sadju pa ostanejo prisotni tudi encimi, ki ostanejo na poti skozi prebavila dejavni in vplivajo na stanje v črevesju, ter pospešujejo prebavo.

Zelo pomembno je v kakšni obliki (surovo, kuhano, predelano...) sadje zaužijemo in s čim ga zaužijemo. Najboljše je, če sadje jemo kot samostojen obrok, tako najboljše spodbuja čistilno dejavnost telesa – razstrupljanje. Če sadni obrok kombiniramo s škrobnimi jedmi, velikokrat pride do napenjanja in prebavnih motenj.

Sadje oskrbi telo z energijo, izdatno količino vitaminov, encimov, deloma tudi rudnin in drugih bioaktivnih snovi, vendar je po svojem delovanju v telesu predvsem čistilo, zato v sadnih dnevih apetit narašča skoraj sorazmerno z zaužito količino sadja. Tako izključno sadna prehrana ni dovolj za ohranjanje sijočega zdravja in lahko privede do resnih

primanjkljajev v telesu. Toda velik delež presnega sadja v prehrani in redno uživanje naravne, nepredelane hrane, bodisi rastlinskega ali živalskega izvora, pa je eden izmed temeljev zdravja.

Znano je, da jabolka znižujejo holesterol, krepijo srce in ožilje, varujejo pred rakom, odvajajo vodo iz telesa in poživljajo presnovo.

### 3 MATERIALI IN METODE

#### 3.1 NAČRT DELA

Za poskus smo vzeli jabolka cv. Pinova in cv. Marina iz poskusnega sadovnjaka KIS (Kmetijski inštitut Slovenije) v Brdu pri Lukovici v jesenskem času leta 2001. Opravili smo osnovno fiziološko kemijske analize v zaporednih časovnih razmikih med skladiščenjem v NA ( $T = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{RV} = 87\%$ ), s katerimi smo poskušali najti optimalni čas obiranja za jabolka cv. Pinova in cv. Marina.

Fizikalne analize, ki smo jih opravili:

- merjenje trdote mesa plodov z penetrometrom (Chatillon Digital force gange dfg-50),
- določanje mase, volumna in gostote plodov,
- merjenje barve kože plodov s kromometrom Minolta CR-200b.

Kemijske analize, ki smo jih opravili:

- določanje vsebnosti škroba; jodni test z digitaliziranjem slike,
- merjenje vsebnosti skupnih kislin,
- določanje vsebnosti topne suhe snovi.

Ob koncu skladiščenja smo ugotavljali tudi izgube in naredili senzorično analizo.

Preglednica 3: Datumi posameznih obiranj in opravljenih meritev po obiranjih, ter med in po skladiščenju jabolk cv. Pinova in cv. Marina

datum obiranja	datum merjenja		
	po obiranju	med skladiščenjem	po končanem skladiščenju
prvo obiranje, 20.09.2001	do 27.09.2001	18.-21.11.2001	17.-24.01.2002
drugo obiranje, 28.09.2001	do 04.10.2001		
tretje obiranje, 05.10.2001	do 10.10.2001		

<b>opravljene meritve</b>			
trdota mesa plodov	X	X	X
vsebnost skupnih kislin	X	X	
vsebnosti škroba	X	X	
vsebnost topne suhe snovi	X	X	X
masa plodov	X		X
volumen plodov	X		
gostota plodov	X		
barva kože jabolk	X	X	X
izračun izgub (gniloba)			X
senzorika			X
Streifov indeks zrelosti	X	X	

## 3.2 MATERIAL

Vpliv časa obiranja na skladiščenje smo opravili pri jabolkih cv. Pinova in cv. Marina, obrana v poskusnem sadovnjaku Kmetijskega inštituta Slovenije (Brdo pri Lukovici).

### 3.2.1 Značilnosti jabolk cv. Pinova



Cv. Pinova je bila vzgojena na inštitutu za sadjarstvo leta 1986 v Dresden-Pillnitzu kot križanec sorte Clivia (Oldenburg x Kokosova oranžna reneta) z Zlatim delišesom. Je sorta zelo dobrih tehnoloških in pomoloških lastnosti. Sčasoma naj bi dopolnila oziroma nadomestila sorto Zlati delišes (Godec, 2003). Trži se pod imenom Corail ali Sonata.

#### **Plod:**

Velikost: Srednje velik, zelo enakomeren.

Oblika: Srednje debel in podolgovato okrogel.

Koža: Osnovna barva je rumena pokrivna barva je cinober rdeča s katero je pokrit do 70 %.

Pecelj: Dolg in močan.

Meso: Je rumenkaste barve, čvrsto, hrustljivo in sočno, ter prijetno sladko kislega okusa in aromatično.

Obiranje: Konec septembra in začetek oktobra.

Užitnost: Od novembra do maja.



**Drevo:**

- Rast: Slabo do srednje močna.  
Bolezni: Slabša obstojnost na ožig in garjavost, ter manjša občutljivost na pozno zimsko pozebo.  
Cvetenje: Srednje pozno kot Zlati delišes. Zelo bogato in pravilno cveti, je diploid.  
Oploditelji: Oplojevalci so James grieve, Zlati delišes, Elastar, Melrose, Piros, Pilot, Pikant.  
Rodnost: Je zgodnja visoka in redna. Glede na visoko rodnost je priporočljivo redčenje plodov. Redno obrezovanje je obvezno.  
Uporaba: Cv. Pinova je odlično bogato rodno namizno zimsko jabolko sladko-kislega okusa. Glede na tipično obliko jabolka z rdečo lupino in dobrim okusom nudi cv. Pinova dober nadomestek za Zlati delišes. V nekaterih primerih se glede na okus, obstojnost, rodnost, ter skladiščenje obnaša še boljše od njega.

### 3.2.2 Značilnosti jabolk cv. Marina



Cv. Marina je novejša sorta skladiščnih jabolk. Tudi, če jo imamo na sobni temperaturi ostane dolgo sveža. Ime Marina je postalo poznano po Sv. Marini, ki je živela v 5. stoletju in je italijansko ime izpeljano iz imena Marija. Ima značilno rdečo barvo in dobro obstojnost po svojem očetu Idaredu. Njena užitna zrelost je od januarja do maja.

- Poreklo: Križanec Kidds orange in Idareda. Nova sorta iz Švice, križana leta 1970. Leta 1993 imenovana kot sorta in prijavljena za zaščito sorte.

**Plod**

- Velikost: Srednje velik do velik ; 65 – 85 mm širok in 60 – 80 mm visok.  
Oblika: Ovalen, srednje debel.  
Koža: Gladka, čvrsta,  $\frac{3}{4}$  do celote svetlo rdeče marmoriran, ki se preliva v rumeno zeleno osnovo. Ima karakteristične poletno svetle pege.  
Pecelj: Srednje dolg do dolg, debel, pogosto mesnat.  
Peščiče: Majhno v obliki čebule, z dobro razvitimi podolgovatimi semeni, katerih ni veliko.  
Meso: Rumenkasto bele barve, sočno, harmonično, aromatično in čvrsto.  
Obiranje: Od konca septembra do sredine oktobra.

Užitnost: Pri sobni temperaturi do januarja v hladilnici do marca v CA atmosferi do maja.

### **Drevo**

Rast: Srednje močna do šibka, ima kompaktno krono, njeni listi so srednje veliki.  
Bolezni: Občutljiva je na peronosporo, delno pa je občutljiva tudi na garjavost.  
Cvetenje: Srednji čas, je diploid. Ne cveti zelo močno.  
Oplopitev: Oplojevalci so Induna, Arlet, Rubinette, Inflorina.  
Rodnost: Je zgodnja in redna.  
Uporaba: Cv. Marina je namizno jabolko, ki je zelo obstojno in degustacijsko zelo dobro. Primerna je tudi za kuho in peko.

## **3.3 METODE DELA**

### **3.3.1 Določanje trdote mesa plodov**

Trdoto mesa jabolk cv. Pinova in cv. Marina smo določili z penetrometrom (Chatillon Digital force gange dfg – 50) na dvajsetih plodovih pred, med in po skladiščenju v NA. Na vsakem plodu smo določali trdoto na štirih mestih po predhodni odstranitvi kože, pri čemer je bil kot med sosednjima meritvama  $90^\circ$ . Bat premera 11 mm smo potisnili 8 mm globoko v plod do črte označene na batu. Dobljene podatke smo zapisovali ročno.

Trdota mesa jabolk bi po SI sistemu morali podati v N. Ker v praksi trdoto mesa v večini primerov podajajo v  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , smo na ta način predstavili tudi naše rezultate. Tudi pri računanju indeksa zrelosti podajamo trdoto mesa običajno v  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .



Slika 7: Fotografija penetrometra Chatillion Digital force gage dfg – 50 (foto: Urh, 2006)

### 3.3.2 Določanje topne suhe snovi

Vsebnost topne suhe snovi smo določili z digitalnim refraktometrom ATAGO PR-1 direktno v iztisnjem soku na dvajsetih plodovih cv. Pinova in cv. Marina, pred, med in po skladiščenju. Refraktometer smo pred meritvijo umerili z destilirano vodo na 0,00 % suhe snovi po meritvi vzorca pa smo dobili podan rezultat koncentracije topne suhe snovi v odstotkih.

### 3.3.3 Določanje vsebnosti škroba

Prečno prerezana jabolka smo pomočili v 0,01 M raztopino jodovice (raztopina joda in kalijevega jodida). Intenzivnost modrega obarvanja je odvisna od količine škroba v plodu.

#### 3.3.3.1 Določanje obarvanosti plodu

Običajno se uporablja za določevanje vsebnosti škroba v plodovih škrobna lestvica (Evrofru, Ctifl); kjer vrednost 1 predstavlja 100 % škroba v plodu, vrednost 10 pa 0 %.

Pri našem delu smo vizualno ocenjevanje nadomestili z metodo za analizo in digitalizacijo slike. Tako smo obarvana jabolka slikali z digitalnim fotoaparatom (Cannon). Potem smo z digitaliziranjem slike na računalniku s Photoshop računalniškim programom dobili odstotek škroba v plodovih, kar je dokaj natančna in zanesljiva metoda. Vsebnost škroba smo merili na dvajsetih plodovih cv. Pinova in cv. Marina pred, med in po skladiščenju.



Slika 8: Določanje vsebnosti škroba z jodovico, kjer je vidna visoka vsebnost škroba (foto: Urš, 2001)

Slika 9: Določanje vsebnosti škroba, kjer je vsebnost škroba minimalna (foto: Urš, 2001)

### 3.3.4 Izračun indeksa zrelosti

Ob vsakem obiranju smo za posamezen kultivar izračunali Streifov indeks S (Streif, 1996):

$$S = F/RS \quad \dots(1)$$

F = trdota ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

R = suha snov ( $\text{Brix}^\circ$ )

S = škrobni indeks (1 – 10)

### 3.3.5 Določanje vsebnosti skupnih kislin

Vsebnost skupnih kislin smo določali s titracijo z 0,1 M NaOH z indikatorjem fenolftaleinom. Jabolka smo predhodno zamrznili in jih pred analizo odtajali. Iz njih smo iztisnili 5 ml soka, ga odpipetirali v elermajerico, dodali destilirano vodo in nekaj kapljic indikatorja fenolftaleina, ter titrirali z 0,1 M NaOH do preskoka iz brezbarvne v rožnato barvo. Meritve smo opravili v treh paralelkah za vsak vzorec. Za vsako obiranje smo vzeli pet naključno izbranih jabolk.

Skupne kisline smo izrazili kot jabolčno kislino, ker od vseh kislin ta v jabolkih prevladuje. Vsebnost skupnih kislin, izraženih kot jabolčna kislina ( $\text{g}/\text{kg}$ ) smo izračunali po naslednji enačbi:

$$\frac{axfxRx E}{10000} = \text{g kisline/kg} \quad \dots(2)$$

kjer pomeni:

a = poraba ml 0,1 M NaOH

f = faktor korelacije normalitete 0,1 M NaOH

R = razredčitev vzorca

E = gramekvivalent jabolčne kisline, ki se titrira z 0,1 M NaOH (0,0067)

### 3.3.6 Določanje barve kože jabolk

Barvo kože jabolk smo določili na desetih vzorcih jabolk cv. Pinova in cv. Marina po obiranju, med in po končanem skladiščenju.

Za merjenje barve kože jabolk smo uporabili kromometer Minolta CR-200b in (Hunterjev) CIE 1976 L, a, b sistem. Človeško oko zazna vsako barvo kot kombinacijo rdeče, rumene in modre barve. Na osnovi tega spoznanja so skonstruirali aparat za merjenje barve – kromometer, ki deluje na enakem principu kot oko. Barvo vzorca razdeli na tri dele, ki jih predstavi s točko v določenem koordinatnem sistemu. Rezultat nam poda v L, a, b koordinatah, ki so v direktni odvisnosti od normalnih barvnih vrednosti X, Y in Z.

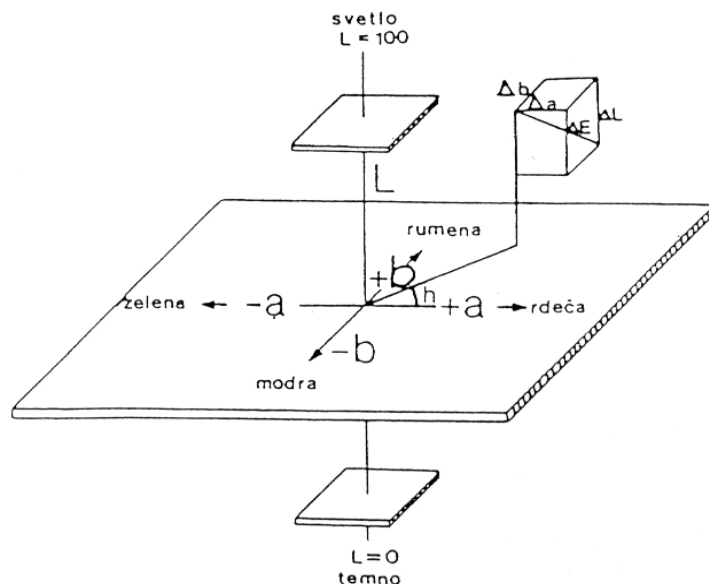
$$\begin{aligned}L &= 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \\a &= 50 ( (X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3} ) \\b &= 200 ( (Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3} )\end{aligned}$$

$X_n, Y_n, Z_n$  so vrednosti za normalni beli standard. Ta sistem je enostaven, ker nam vsako barvo predstavi s točko v tridimenzionalnem koordinatnem sistemu.

Razlike posameznih komponent pomenijo:

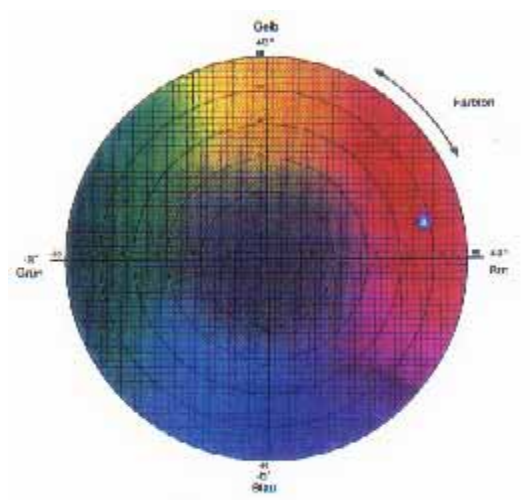
- + L -svetlejši
- L -temnejši
- + a -bolj rdeč (manj zelen)
- a -bolj zelen (manj rdeč)
- + b -bolj rumen (manj moder)
- b -bolj moder (manj rumen)

Kromometer Minolta 200b ima priključen računalnik DATA DP 100. S tem kromometrom lahko merimo barvo vzorca v osnovnem sistemu X, Y, Z s koordinatami X, y, z ali pa v izpeljanih sistemih barv, med katerimi je najpomembnejši L, a, b sistem. V tem sistemu smo merili barve plodov tudi mi. Uporabljeni kromometer ima premer odprtine 8 mm in na tej površini tudi izmeri vsako potrebno na beli nas a in b vrednost.

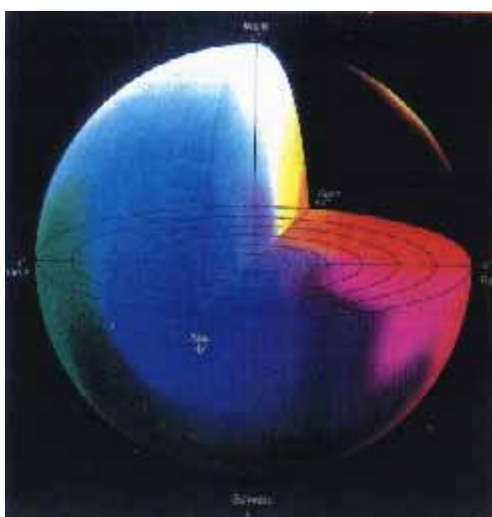


tudi izmeri vsako potrebno na beli nas a in b vrednost.

Slika 10: CIE – L, a, b barvni sistem



Slika 11: Krog barvnega spektra a in b vrednosti (Exakte Farb-Kommunikation, 1994: 49)



Slika 12: Trodimenzionalna predstavitev a, b in L barvnih vrednosti (Exakte Farb – Kommunikation, 1994: 49)

### 3.3.7 Določanje senzoričnih lastnosti plodov

Senzorično ocenjevanje je potekalo po sistemu 15 točk, pri čemer smo posebej upoštevali kislost, sočnost in okus plodov. Senzorične lastnosti plodov je ugotavljalo pet ocenjevalcev.

- kislost; 1-5 točk (5 točk pripada plodovom z optimalno kislostjo, 1 točka pa plodovom brez senzorično zaznavne kislosti),
- sočnost; 1-5 točk (5 točk pripada plodovom z optimalno sočnostjo, 1 točko pa plodovom brez izražene sočnosti),
- okus; 1-5 točk (5 točk pripada plodovom z optimalno harmoničnostjo okusa, 1 točko pa plodovom z neharmoničnim okusom in priokusom po skladiščenju).

Senzorične analize kažejo, da so teksturne lastnosti, kot so čvrstost, trdota mesa in sočnost zaželjene, medtem, ko je moknatost nezaželjena. Na splošno so ti senzorični kriteriji v povezavi z instrumentalnimi meritvami trdote sadja (Hohen in sod., 2003).

Ugotovitve kažejo, da jabolka z nizko kislostjo (pod 4,5 g/l) in jabolka z visoko kislostjo (nad 6 g/l) pri potrošnikih niso priljubljena.

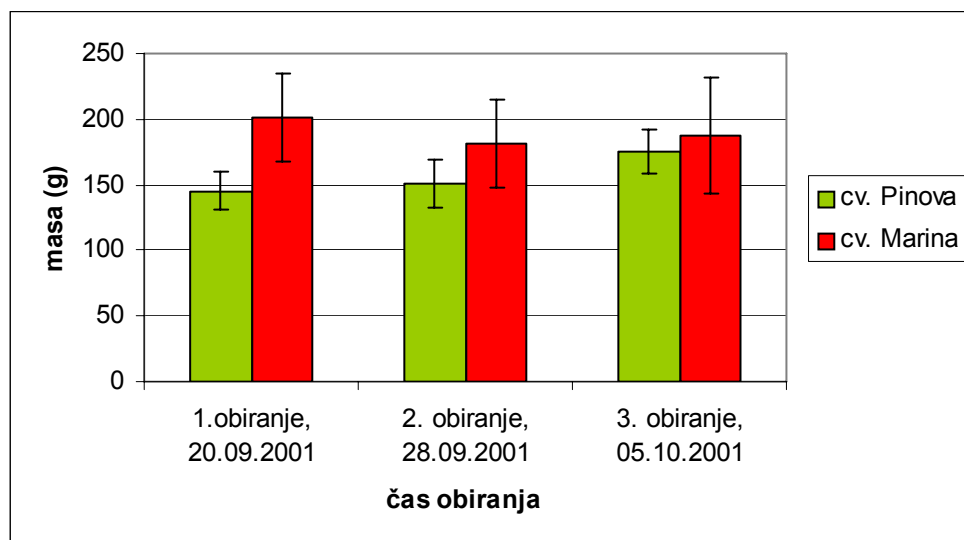
Glede na raziskave so idealne lastnosti za jabolko (De Baerdemaeker in sod., 1994):

- masa > 200 g,
- trdota mesa plodov; 7 kg/cm<sup>2</sup>,
- vsebnost topne suhe snovi > 13 °Brix,
- kislost (jabolčna kislina) > 4,2 g/l,
- barva kože – rdeča (intenzivna, ki prekriva celotno površino jabolka).

## 4 REZULTATI

### 4.1 SPREMEMBE JABOLK CV. PINOVA IN CV. MARINA V RAZLIČNIH ČASIH OBIRANJA

#### 4.1.1 Sprememba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja



Slika 13: Sprememba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja

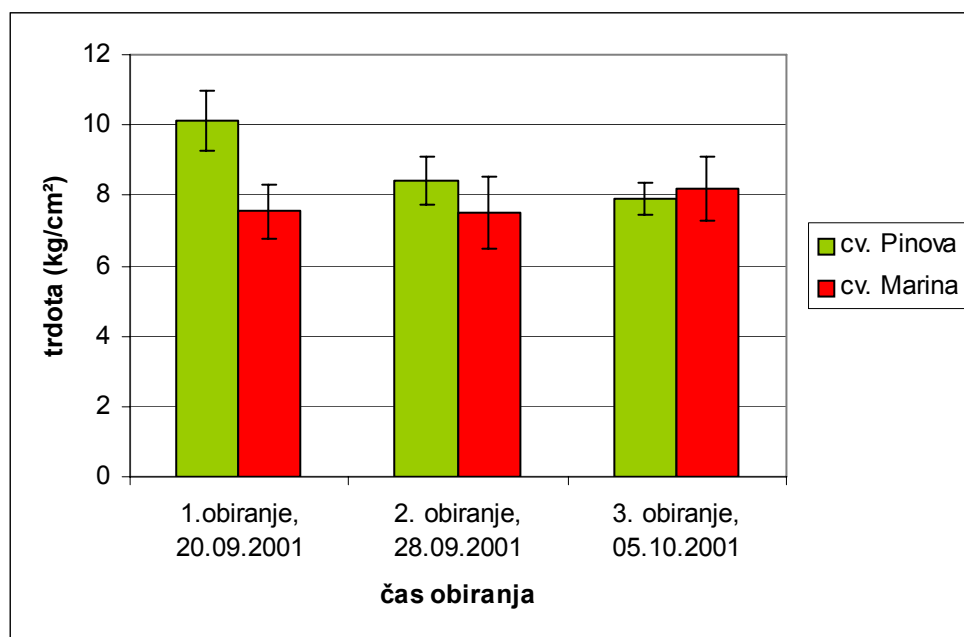
Na sliki 13 so predstavljene povprečne vrednosti meritev mase jabolk obeh kultivarjev ob vsakem obiranju. Iz grafa je razvidno, da pri jabolkih cv. Pinova jabolko na drevesu pridobiva na masi in doseže pri tretjem obiranju povprečno maso 174,64 gramov.

Pri jabolkih cv. Marina je bila masa pri prvem obiranju največja, njena povprečna vrednost je znašala 201,27 gramov. Razlog za to, da je pri drugem obiranju masa padla je bila, da smo najlepša jabolka obrali ob prvem obiranju, potem pa je ostalo malo plodov za naslednja obiranja oziroma so bili plodovi, ki so ostali na drevesih za naslednja obiranja manj zreli.

Jabolka cv. Marina bi lahko uvrstili med večja jabolka, tako po masi kot po velikosti. Jabolka cv. Pinova pa sodijo med srednje velika jabolka, kar nam potrjuje tudi njihova masa.

#### 4.1.2 Sprememba trdote mesa jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja





Slika 14: Sprememba trdote mesa jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja

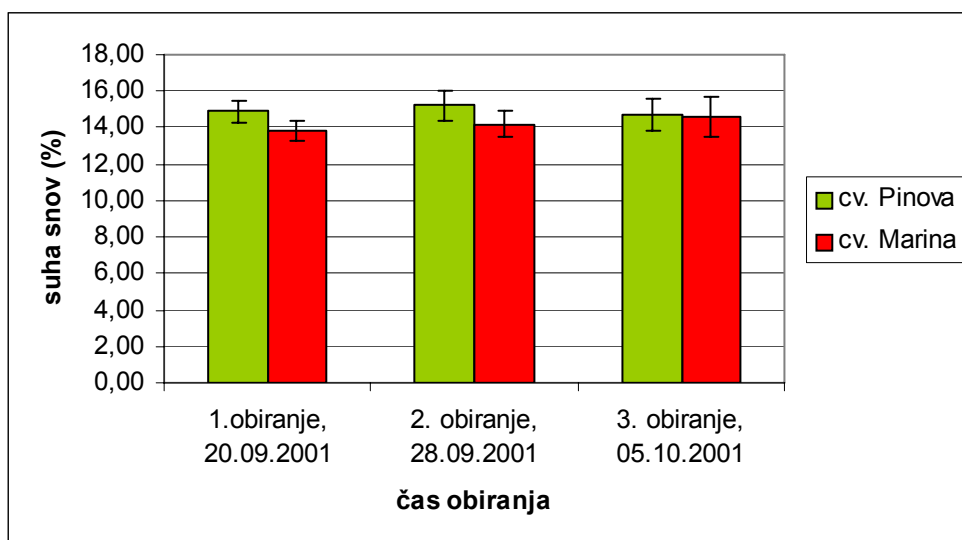
Na sliki 14 so predstavljene povprečne vrednosti meritev trdote mesa jabolk cv. Pinova in cv. Marina.

Iz grafa je razvidno, da pri cv. Pinova ob vsakem naslednjem obiranju trdota mesa jabolk pada, tako je največja povprečna trdota prvega obiranja dosegla 10,11 kg/cm<sup>2</sup>.

Pri jabolkih cv. Marina je bila trdota mesa jabolk prvega in drugega obiranja približno enaka, potem pa je pri tretjem obiranju narasla, kar kaže nerealno sliko, saj so nam za tretje obiranje ostala manj zrela jabolka, zato so bila tudi bolj trda.

Po trdoti mesa sta si cv. Pinova in cv. Marina podobna, oba kultivarja imata zaželjeno trdoto mesa, ki pri obeh znaša okoli 7,5 kg/cm<sup>2</sup>.

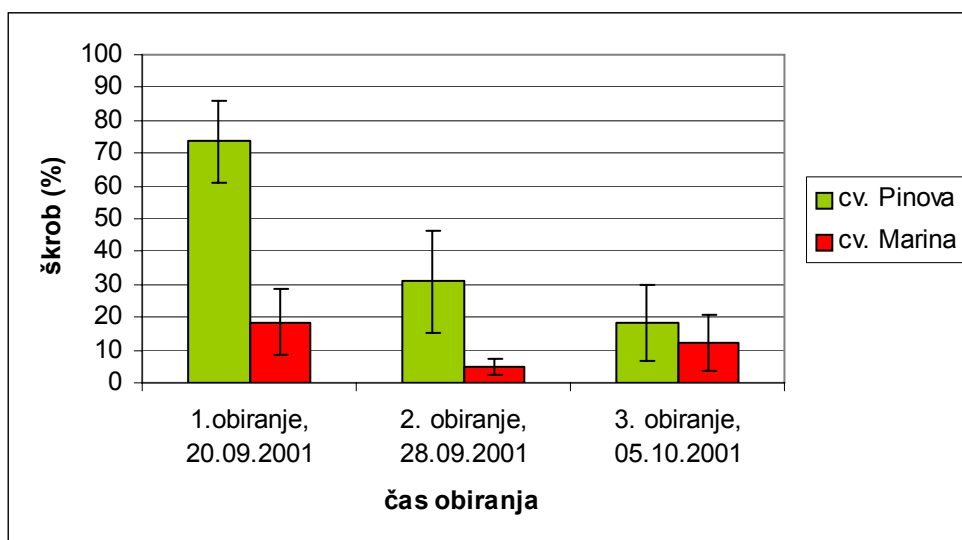
#### 4.1.3 Sprememba vsebnosti topne suhe snovi jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja



Slika 15: Sprememba vsebnosti topne suhe snovi jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja

Iz grafa 15 je razvidno, da so predstavljene povprečne vrednosti meritve topne suhe snovi za cv. Pinova znašale 15 % in cv. Marina 14,5 %. Pri cv. Pinova je ta približno konstantna pri vseh treh obiranjih, pri cv. Marina pa se pri vsakem naslednjem obiranju topna suha snov za malenkost poveča.

#### 4.1.4 Sprememba vsebnosti škroba jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja



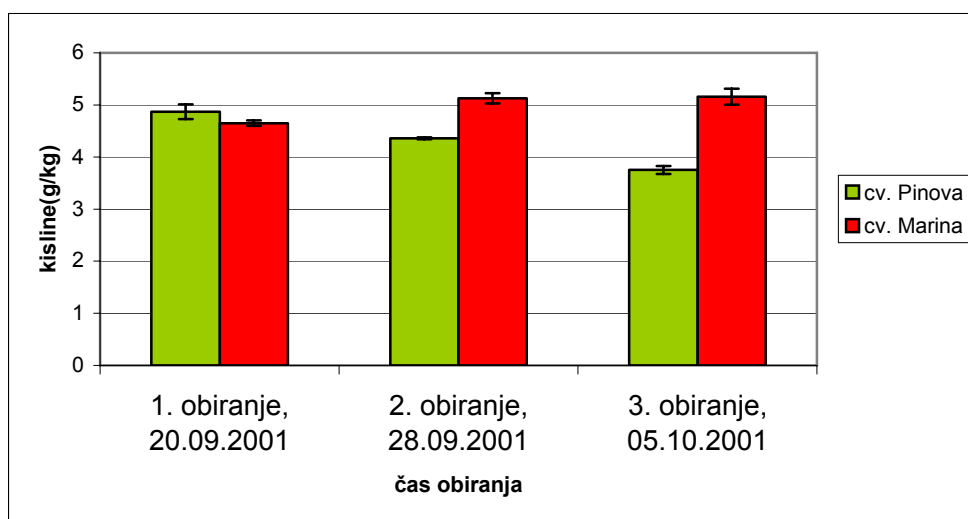
Slika 16: Sprememba vsebnosti škroba jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja

Na grafu 16 vidimo, da je bil padec škroba med prvim in drugim obiranjem zelo velik pri obeh kultivarjih.

Pri cv. Pinova je vsebnost škroba od prvega do drugega obiranja padla za 42,56 %. Pri prvem obiranju je znašala povprečna vrednost škroba 73,53 %, pri drugem 30,97 %, pri tretjem pa 18,27 %.

Pri jabolkih cv. Marina je bila pri prvem obiranju povprečna vsebnost škroba 18,53 %, kar pomeni, da so bila jabolka cv. Marina prvega obiranja veliko bolj zrela od cv. Pinova pri prvem obiranju. V drugem obiranju je pri cv. Marini vsebnost škroba padla na 5,1 %, potem pa se je zaradi manj zrelih plodov pri tretjem obiranju zopet povečala.

#### 4.1.5 Sprememba vsebnosti skupnih kislin jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja



Slika 17: Sprememba vsebnosti skupnih kislin jabolk cv. Pinova in cv. Marina v različnih časih obiranja

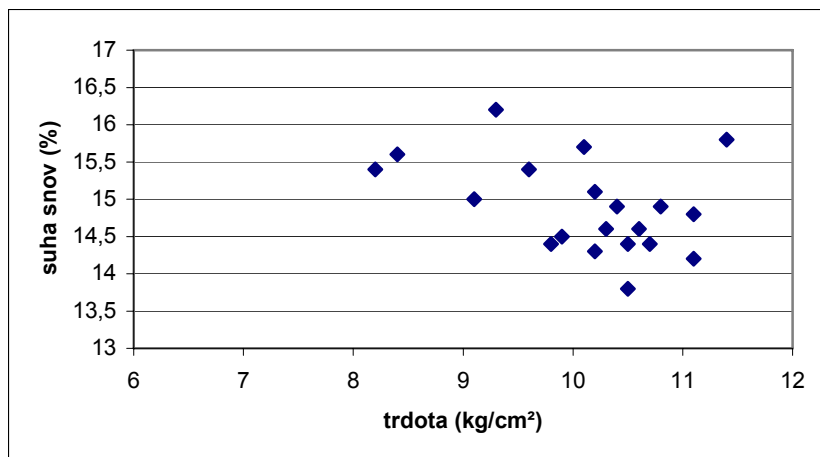
Na sliki 17 so predstavljene povprečne vrednosti meritve skupnih kislin.

Pri jabolkih cv. Pinova vsebnost skupnih kislin z vsakim naslednjim obiranjem pada. Pri prvem obiranju je bila povprečna vsebnost kislin 4,87 g/kg, pri drugem 4,36 g /kg pri tretjem pa je padla na 3,75 g/kg.

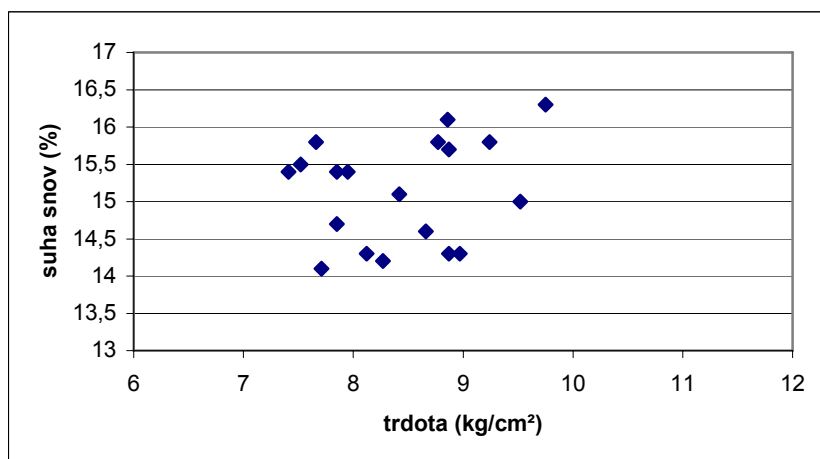
Pri cv. Marina vsebnost skupnih kislin z vsakim nadaljnjim obiranjem narašča, kar je zopet posledica, da so za zadnja obiranja ostala na drevesu manj zrela jabolka. Pri prvem obiranju je bila vrednost kislin 4,65 g/kg, pri drugem 5,13 g/kg in pri tretjem 5,16 g/kg.

## 4.2 RAZMERJE MED TRDOTO MESA PLODOV IN TOPNO SUHO SNOVJO ZA JABOLKA CV. PINOVA IN CV. MARINA PRI VSEH TREH OBIRANJIH

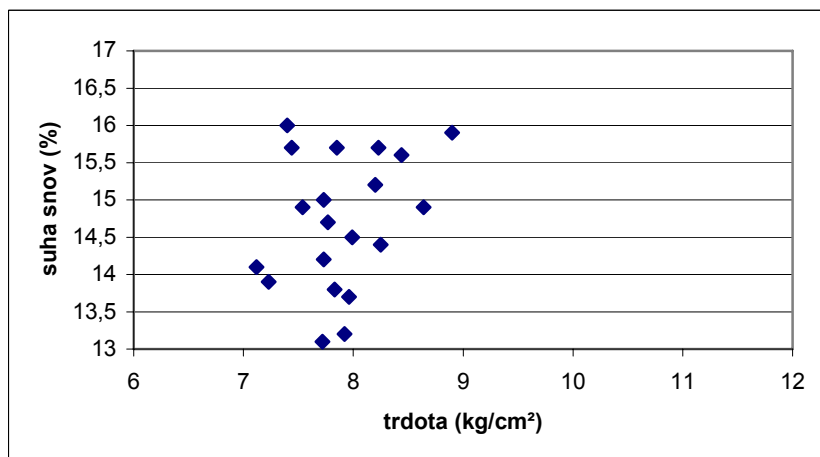
### 4.2.1 Razmerje med trdoto in topno suho snovjo za cv. Pinova



Slika 18: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova pri prvem obiranju 20.09.2001

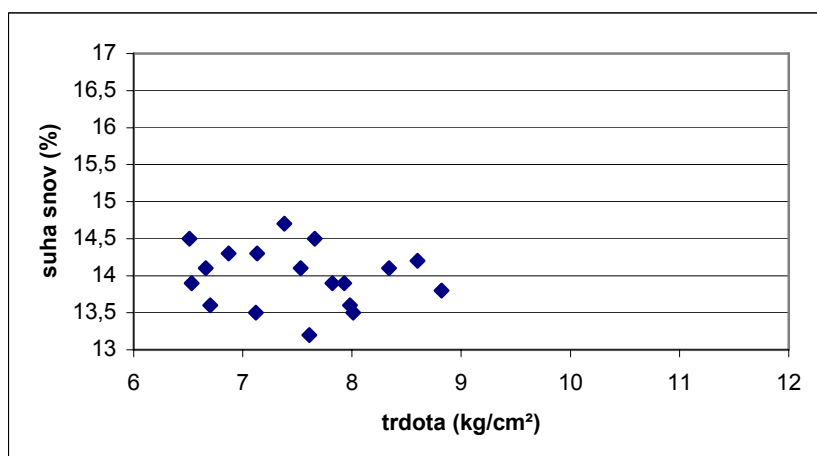


Slika 19: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova pri drugem obiranju 28.09.2001

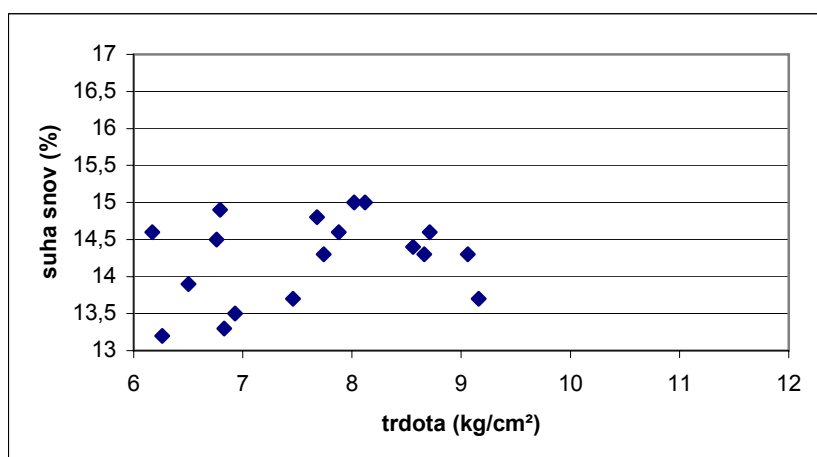


Slika 20: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Pinova pri tretjem obiranju 05.10.2001

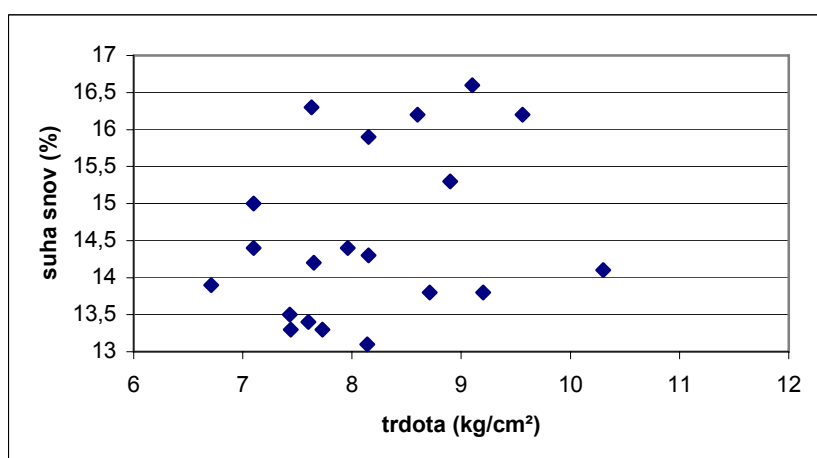
#### 4.2.2 Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina



Slika 21: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina pri prvem obiranju 20.09.2001



Slika 22: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina pri drugem obiranju 28.09.2001



Slika 23: Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo za cv. Marina pri tretjem obiranju 05.10.2001

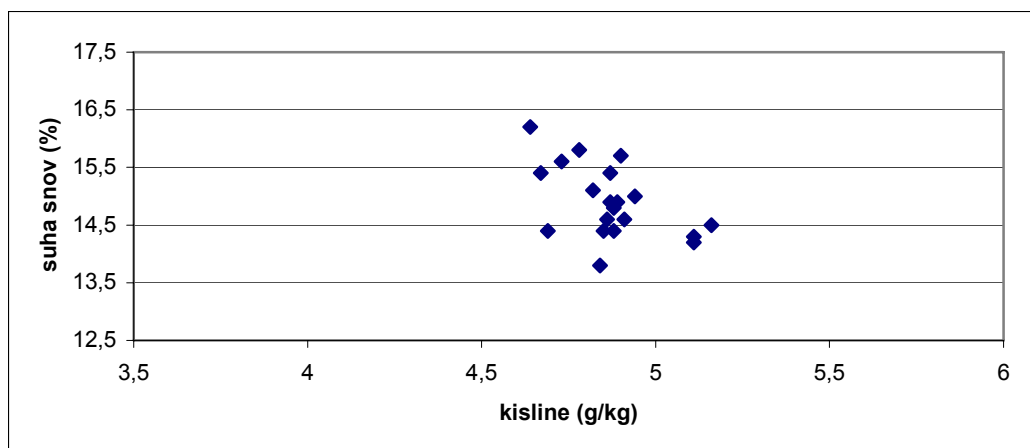
Razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo je eden od glavnih parametrov kakovosti jabolk. Trša jabolka, ki imajo boljšo strukturo, so lahko manj aromatična in lahko vsebujejo manj sladkorjev, kot jabolka, ki niso dovolj trda. Ta morajo biti bolj aromatična in vsebovati več sladkorja, da nadomestijo izgubo trdote mesa plodov. Bolj trda jabolka so pri potrošnikih bolj priljubljena.

Iz grafov od 18 do 20 lahko razberemo, da se pri cv. Pinova razmerje trdote mesa plodov in topne suhe snovi ob vsakem naslednjem obiranju pomika na levo, kar kaže, da se trdota mesa plodov zmanjšuje konstantno, topna suha snov pa ostaja približno enaka med vsemi tremi obiranji.

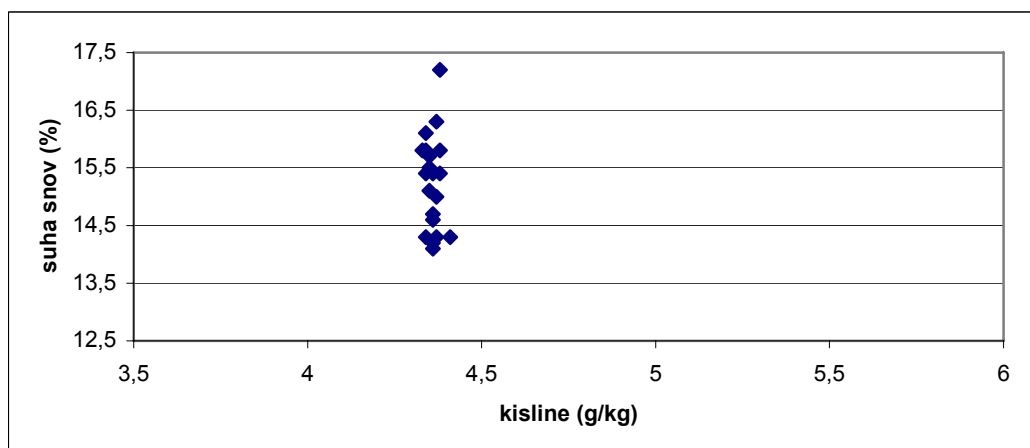
Iz grafov od 21 do 23 lahko razberemo, da se pri cv. Marina razmerje med trdoto mesa plodov in topno suho snovjo ob vsakem naslednjem obiranju precej spremeni, kar je posledica, da smo pri prvem obiranju pobrali najlepša in najbolj zrela jabolka, za druge dva obiranja so na drevesih ostala manj zrela jabolka. Žal je bilo premalo plodov, da bi bila raziskava bolj realna. Pri tretjem obiranju je graf razpršen, kar pomeni, da smo imeli med seboj zelo različna jabolka, pri prvem obiranju pa se lepo vidi, kako so si bila obrana jabolka podobna po meritvah. Trdota mesa plodov je malo naraščala, topna suha snov pa padala.

### 4.3 RAZMERJE MED KISLINAMI IN TOPNO SUHO SNOVJO ZA JABOLKA CV. PINOVA IN CV. MARINA PRI VSEH TREH OBIRANJIH

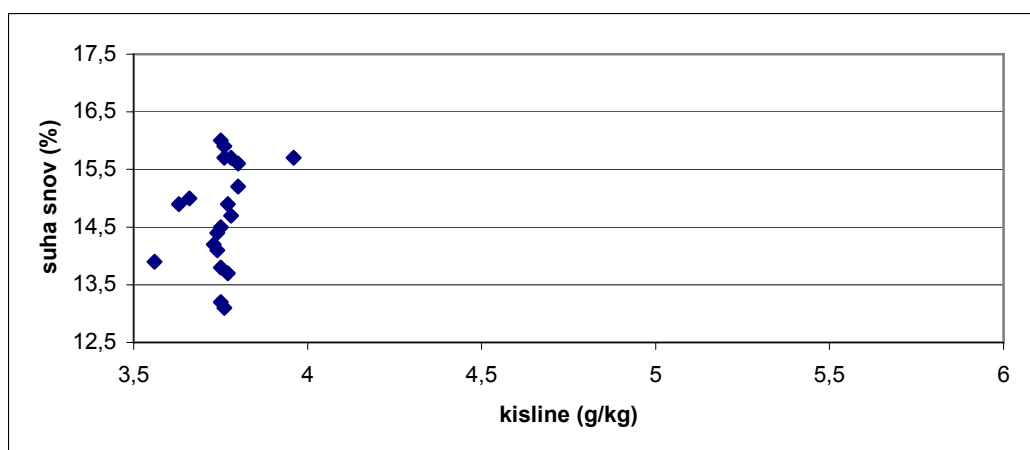
#### 4.3.1 Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova



Slika 24: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova pri prvem obiranju 20.09.2001

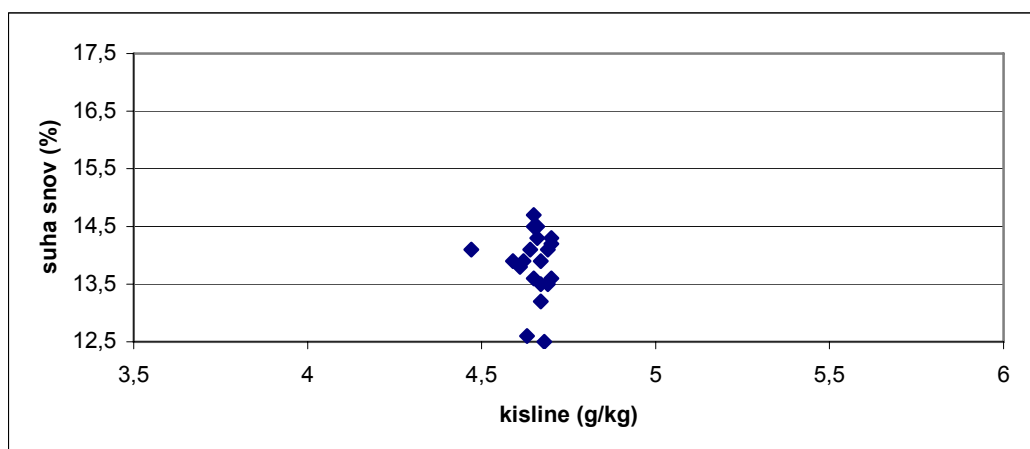


Slika 25: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova pri drugem obiranju 28.09.2001

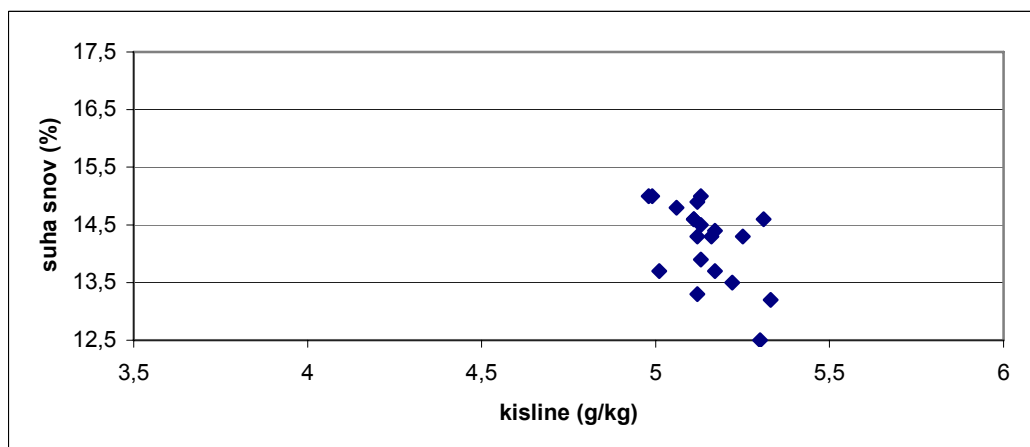


Slika 26: Razmerje med kislinami in topno suho snovjo za cv. Pinova pri tretjem obiranju 05.10.2001

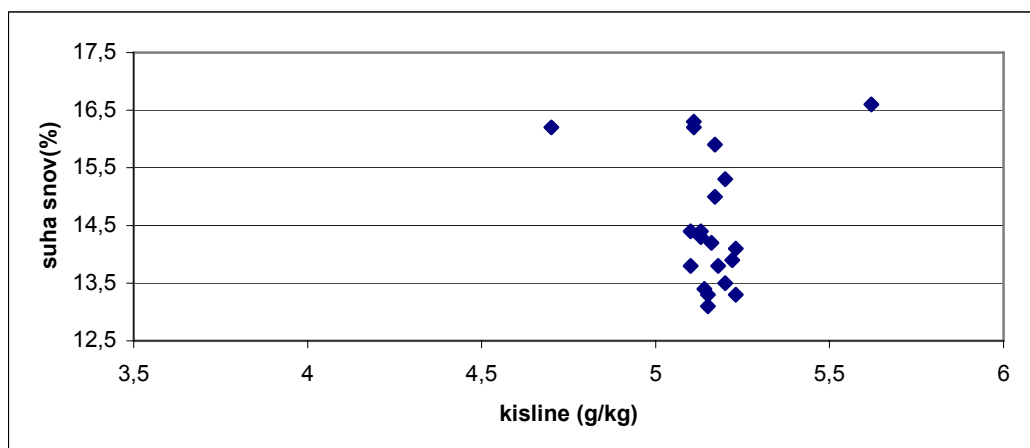
### 4.3.2 Razmerje med kisljinami in topno suho snovjo za cv. Marina



Slika 27: Razmerje med kisljinami in topno suho snovjo za cv. Marina pri prvem obiranju 20.09.2001



Slika 28: Razmerje med kisljinami in topno suho snovjo za cv. Marina pri drugem obiranju 28.09.2001



Slika 29: Razmerje med kisljinami in topno suho snovjo za cv. Marina pri tretjem obiranju 05.10.2001



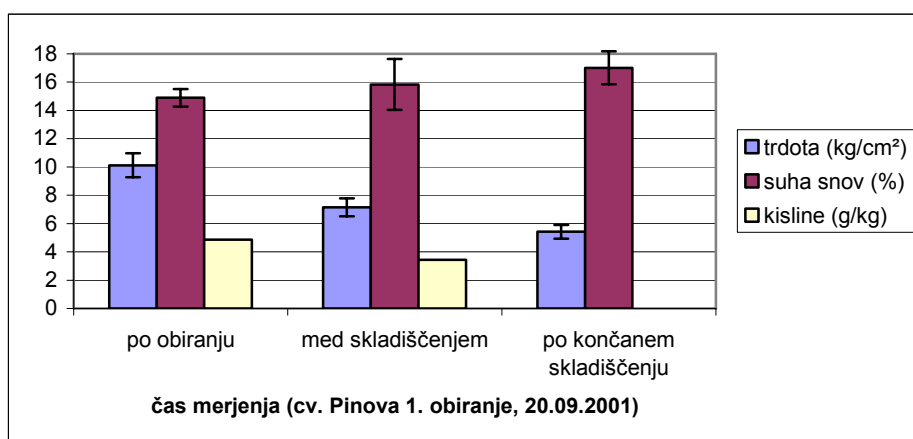
Pri senzoričnem ocenjevanju in kakovosti jabolka je ena glavnih komponent razmerje med kislinami in sladkorji. Jabolka, ki so manj sladka morajo biti tudi manj kislila, vendar teh kislin ne sme biti premalo, saj dajejo jabolkom značilen okus.

Jabolka cv. Pinova prvega obiranja so bila najbolj kislila. Pri drugem obiranju se je razmerje med kislinami in sladkorji pomaknilo levo po x osi na grafu, kar kažejo slike od 24 do 26 in dosegle idealno razmerje. Pri tretjem obiranju so imela jabolka premalo kislin, medtem, ko se njihova vrednost sladkorjev ni bistveno spremenila.

Pri jabolkah cv. Marina je bilo idealno razmerje med kislinami in sladkorji po prvem obiranju. Po drugem obiranju se vrednosti pomikajo proti desni, kar pomeni, da smo pri drugem obiranju obrali manj zrelo jabolko, zato je bila njihova vsebnost kislin večja. Pogrešali smo sladkobo jabolko, vendar pa so mu kisline dale svež okus. Pri tretjem obiranju so narasli sladkorji.

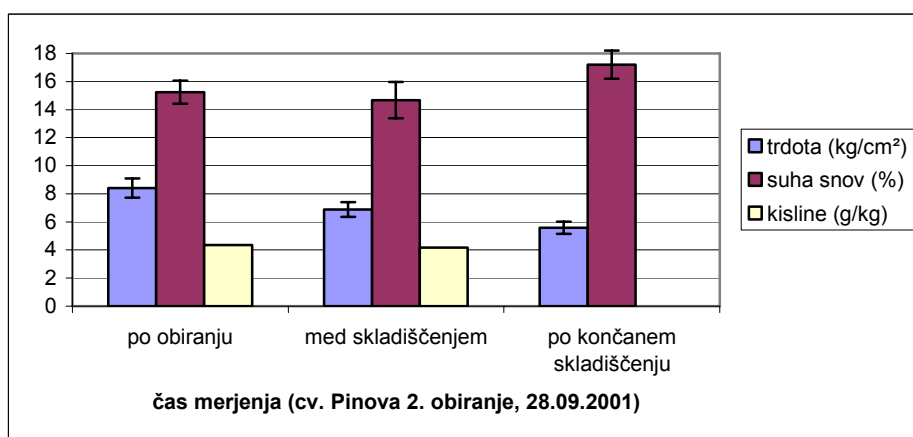
#### 4.4 MERITVE TRDOTE MESA PLODOV, VSEBNOST TOPNE SUHE SNOVI IN KISLIN ZA JABOLKA CV. PINOVA IN CV. MARINA PO OBIRANJU, MED SKLADIŠČENJEM IN PO KONČANEM SKLADIŠČENJU V NA

##### 4.4.1 Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova po obiranju, med skladiščenju in po končanem skladiščenju



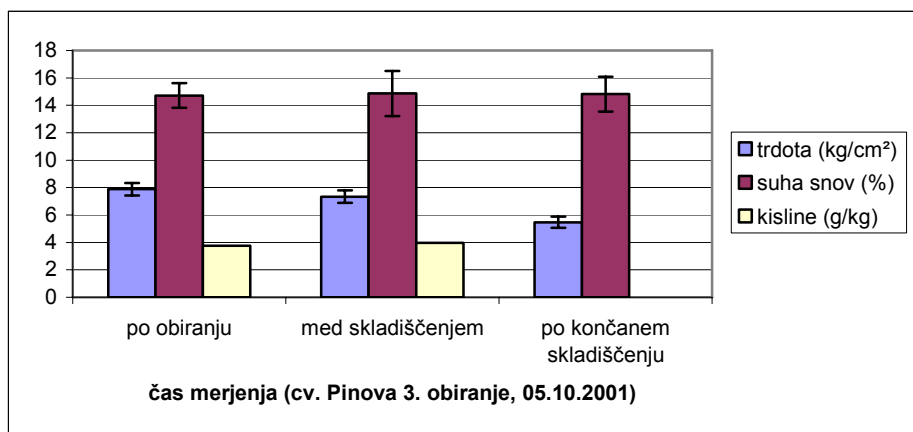
Slika 30: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova prvega obiranja 20.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju

Pri prvem obiranju jabolk cv. Pinova je topna suha snov konstantno naraščala in na koncu skladiščenja dosegla povprečno vrednost 17,01 %. Trdota mesa jabolk cv. Pinova je med skladiščenjem padala in na koncu padla skoraj za polovico začetne vrednosti iz 10,11 kg/cm<sup>2</sup> na 5,42 kg/cm<sup>2</sup>.



Slika 31: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova drugega obiranja 28.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju

Pri drugem obiranju je pri jabolkih cv. Pinova med skladiščenjem topna suha snov malo padla, potem pa pri nadaljnjem skladiščenju narasla na enako končno vrednost kot pri jabolkih prvega obiranja. Trdota mesa jabolk je padala konstantno in tudi ta je na koncu dosegla enako vrednost kot pri jabolkih prvega obiranja.



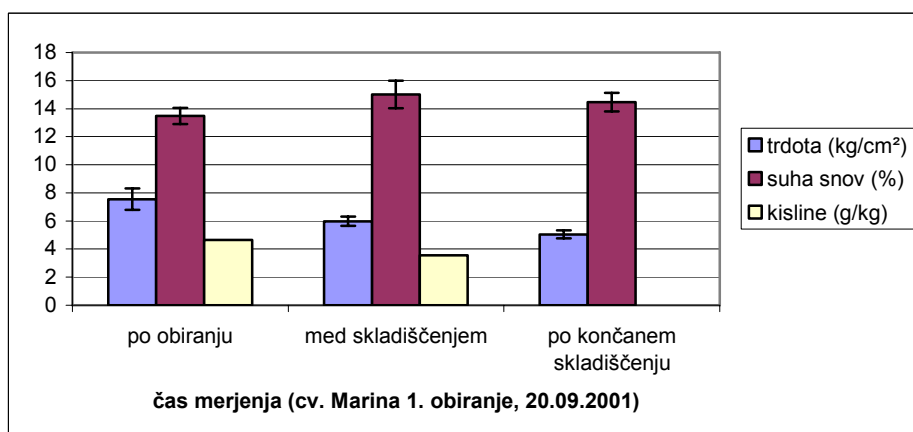
Slika 32: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Pinova tretjega obiranja 05.10.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju

Pri tretjem obiranju je bila vrednost topne suhe snovi jabolk cv. Pinova po obiranju, med in ob koncu skladiščenja konstantna, njena vrednost je bila ob koncu skladiščenja manjša kot pri prvih dveh obiranjih in je znašala 14,82 %. Trdota mesa plodov se je med skladiščenjem konstantno zmanjševala in na koncu imela najmanjšo vrednost ob koncu vseh treh obiranj.

Iz grafov 30-32 lahko razberemo, da so bila jabolka cv. Pinova tretjega obiranja obrana prepozno za skladiščenje. Med prvim in drugim obiranjem pa ob koncu skladiščenja ni bilo bistvenih razlik.

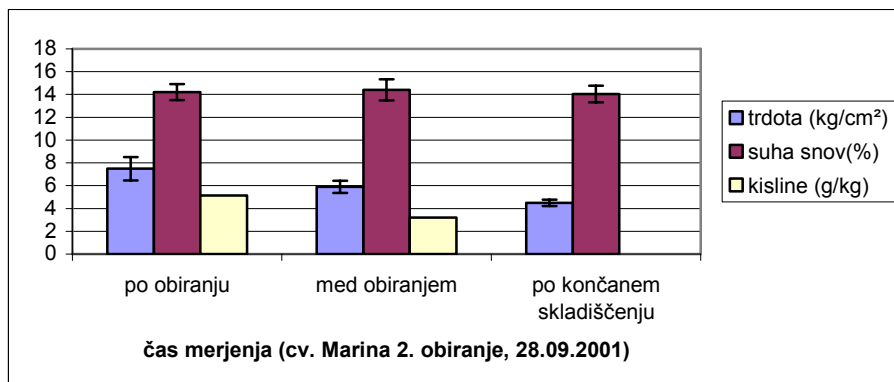
Največji padec vsebnosti kislin pri jabolkih cv. Pinova je bil po prvem obiranju, tako je vsebnost kislin padla na 3,44 kg/cm<sup>2</sup>. Po drugem obiranju so kisline padle le malo in dosegle vrednost 4,17 kg/cm<sup>2</sup>, tako so največ kislin obdržala jabolka drugega obiranja. Po tretjem obiranju pa se je vsebnost kislin nekoliko povečala na 3,98 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina po obiranju med skladiščenjem in po končanem skladiščenju



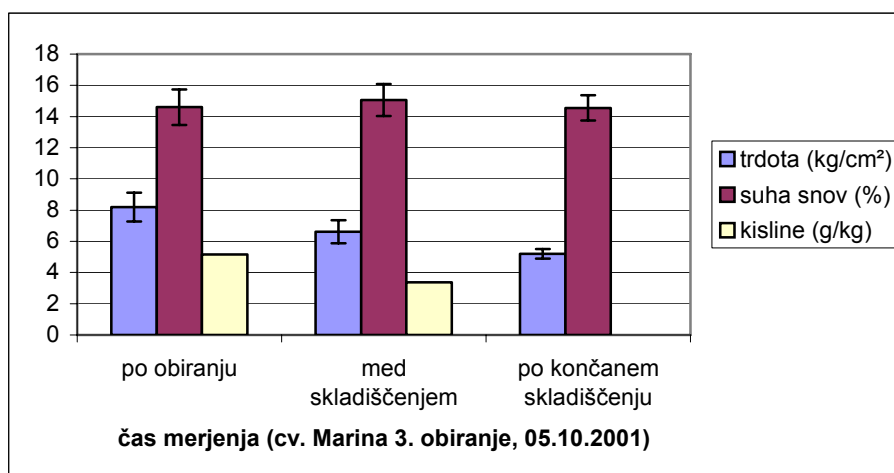
Slika 33: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina prvega obiranja 20.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju

Pri prvem obiranju jabolok cv. Marina je topna suha snov najprej med skladiščenjem narasla in po končanem skladiščenju padla na vrednost 14,46 %. Trdota mesa jabolok cv. Marina je med skladiščenjem konstantno padala in na koncu dosegla vrednost 5,04 kg/cm<sup>2</sup>.



Slika 34: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina drugega obiranja 28.09.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju

Pri drugem obiranju jabolok cv. Marina so sladkorji med skladiščenjem malenkostno narasli potem pa tudi za malenkost padli in njihova vrednost po končanem skladiščenju je znašala 14,05 %. Trdota mesa jabolok je med skladiščenjem padala ob koncu skladiščenja je bilo to padanje še večje in je bilo na koncu 4,5 kg/cm<sup>2</sup>.



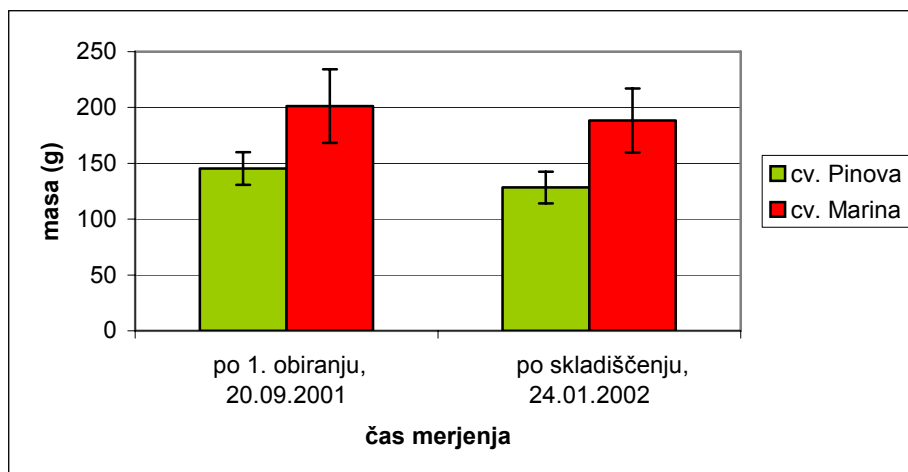
Slika 35: Meritve trdote mesa plodov, topne suhe snovi in kislin za cv. Marina tretjega obiranja 05.10.2001; po obiranju, med skladiščenjem in po končanem skladiščenju

Pri tretjem obiranju jabolok cv. Marina je zopet med skladiščenjem najprej topna suha snov narasla potem pa padla in dosegla po skladiščenju vrednost 14,55 %. Trdota mesa plodov je padala in na koncu dosegla vrednost 5,2 kg/cm<sup>2</sup>.

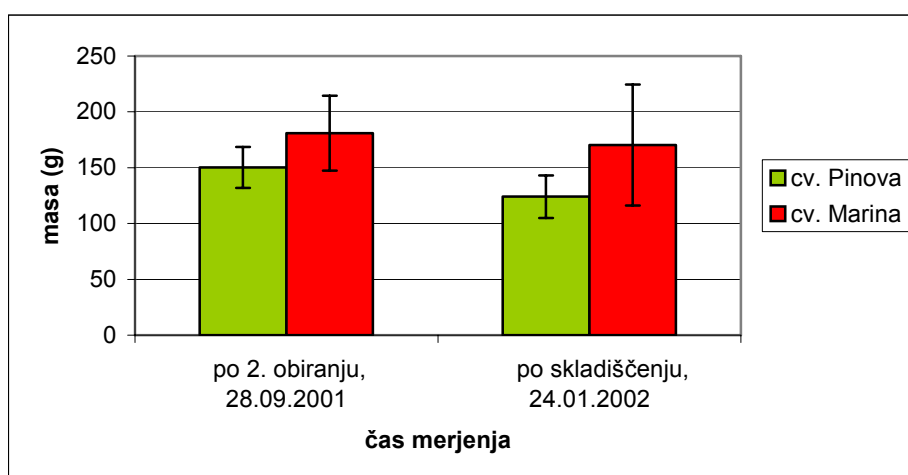
Iz grafov 33-35 lahko razberemo, da so se jabolka iz prvega obiranja najmanj izgubila na kakovosti in so bila obrana v pravem času za skladiščenje.

Tudi pri jabolkih cv. Marina kisline med samim skladiščenjem padajo. Vsebnost kislin cv. Marina po prvem obiranju pade na 3,55 kg/cm<sup>2</sup>.

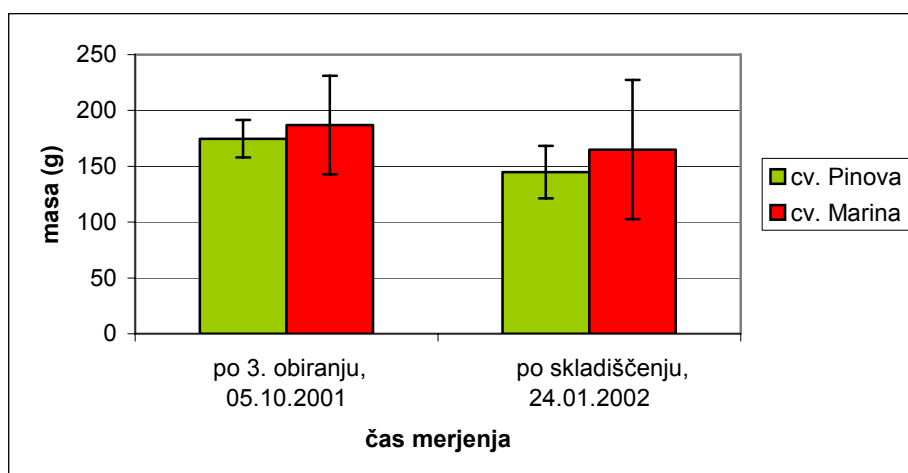
#### 4.5 IZGUBA MASE JABOLK CV. PINOVA IN CV. MARINA VSEH TREH OBIRANJ MED SKLADIŠČENJEM V NA



Slika 36: Izguba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina prvega obiranja 20.09.2001 med skladiščenjem



Slika 37: Izguba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina drugega obiranja 28.09.2001 med skladiščenjem



Slika 38: Izguba mase jabolk cv. Pinova in cv. Marina tretjega obiranja 05.10.2001 med skladiščenjem

Med skladiščenjem jabolka izgubljajo na masi, to lahko razberemo tudi iz naših grafov od 36 do 38, kjer so jabolka obeh kultivarjev med skladiščenjem izgubila maso.

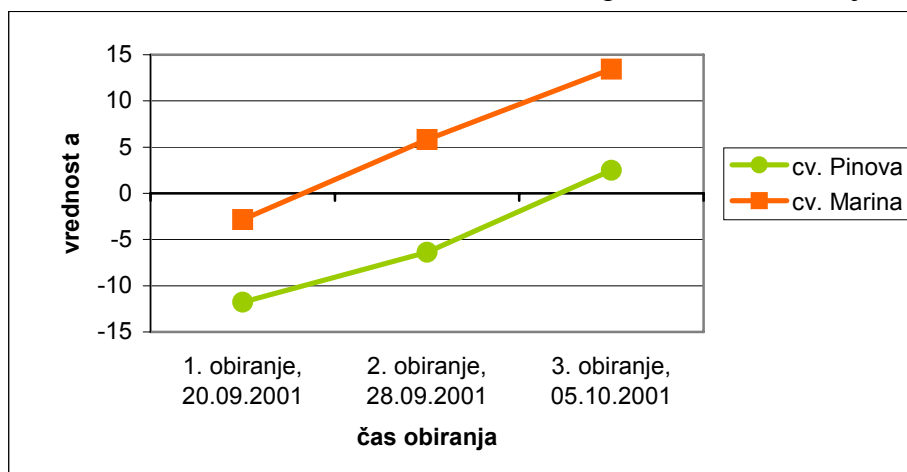
Jabolka cv. Pinova so dosegla največjo maso po tretjem obiranju, znašala je 174,63 g. Med samim skladiščenjem so izgubila kar 29,82 g, vendar je bila njihova masa po skladiščenju 144,81 g še vedno večja kot pri jabolkih prvega obiranja 128,29 g in drugega obiranja 124,03 g.

Jabolka cv. Marina so imela največjo maso po prvem obiranju, ta je znašala v povprečju 201,26 g in je med skladiščenjem padla na 188,34 g, to je bila tudi največja povprečna masa po skladiščenju tega kultivarja. Plodovi drugega in tretjega obiranja so bili manjši, lažji in manj zreli, zato je bila tudi njihova masa po obiranju manjša. Največ mase 21,87 g so med skladiščenjem izgubila jabolka tretjega obiranja in imela po skladiščenju najmanjšo povprečno maso 164,98 g.

## 4.6 REZULTATI MERJENJA BARVE KOŽE JABOLK CV. PINOVE IN CV. MARINE

### 4.6.1 Barva kože jabolk cv. Pinove in cv. Marine pri vseh treh obiranjih

#### 4.6.1.1 Vrednost a za cv. Pinovo in cv. Marino pri vseh treh obiranjih

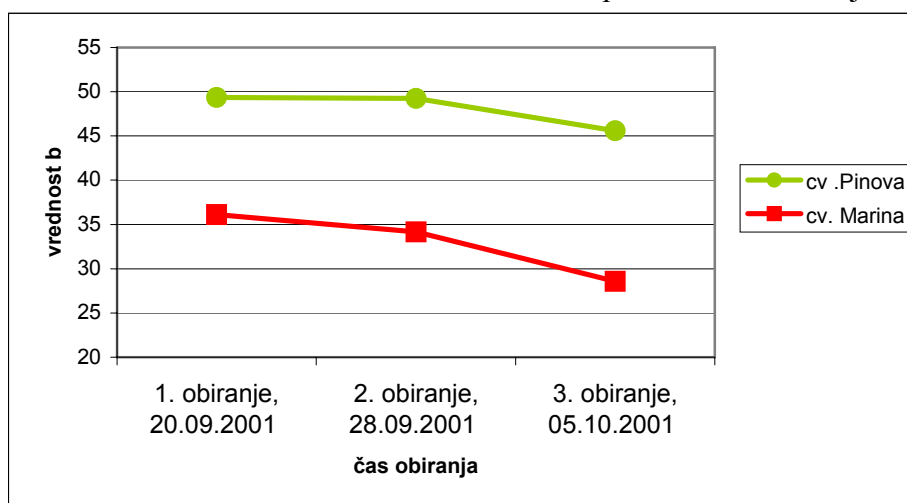


Slika 39: Rezultati meritev a vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino pri vseh treh obiranjih

Vrednost a nam pove koliko zelenega barvila – klorofila vsebuje lupina jabolk. Manjša je vrednost a, bolj zeleno je jabolko, kar pomeni, da vsebuje veliko klorofila in, da se ta še ni razgradil.

Iz slike 39 vidimo, kako ob vsakem naslednjem obiranju razgradilo več klorofila tako je prehajala barva jabolk iz zelene v rdečo. Plodovi cv. Pinova so bili ob obiranju bolj zeleni kot jabolka cv. Marina, ki imajo značilno temnejšo rdečo barvo.

#### 4.6.1.2 Vrednost b za cv. Pinova in cv. Marina pri vseh treh obiranjih

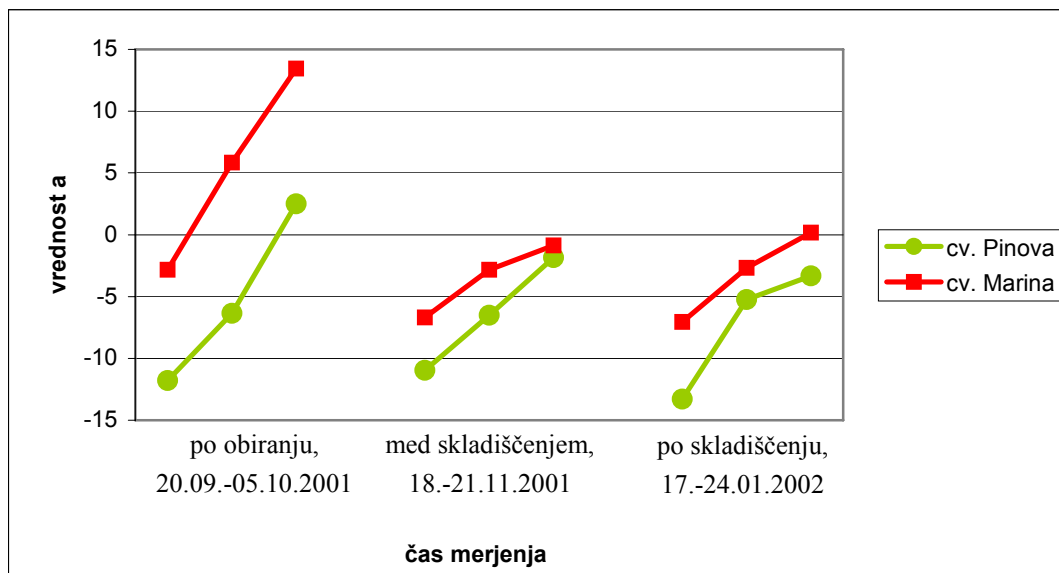


Slika 40: Rezultati meritev b vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino pri vseh treh obiranjih

Iz slike 40 vidimo, da je lupina cv. Pinove bolj rumenkaste barve, kot lupina cv. Marine. Po vsakem naslednjem obiranju pa rumena barva pri obeh kultivarjih pada.

#### 4.6.2 Sprememba barve kože jabolk cv. Pinove in cv. Marine med skladiščenjem

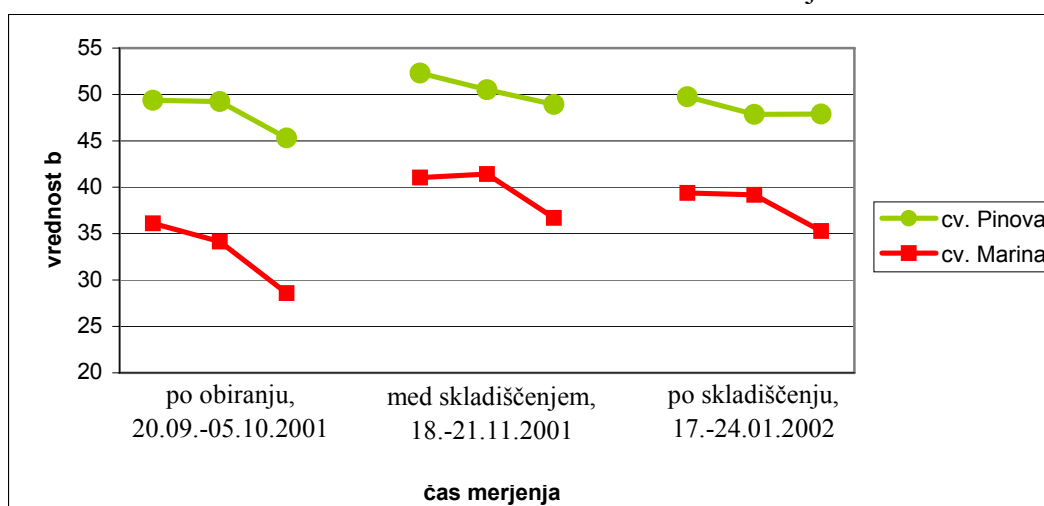
##### 4.6.2.1 Vrednosti a za cv. Pinova in cv. Marina med skladiščenjem



Slika 41: Spremembe a vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino med skladiščenjem

Vrednost a nam pove, da so jabolka obeh kultivarjev imela ob obiranju najbolj intenziven odtenek na neobarvanem delu ploda. Med in po skladiščenju se je klorofil razgrajeval, tako se je vrednost a med skladiščenjem zmanjševala. Vrednosti a so pri cv. Marini večje kot pri cv. Pinovi, saj so jabolka cv. Marina bolj rdeče barve.

##### 4.6.2.2 Vrednosti b za cv. Pinova in cv. Marina med skladiščenjem



Slika 42: Spremembe b vrednosti za cv. Pinovo in cv. Marino med skladiščenjem

Vrednosti b je pri jabolkih cv. Pinova veliko večja kot pri cv. Marina, kar nam pove, da imajo več rumenaste barve v svoji lupini. Po obiranju je pri obeh kultivarjih b vrednost najmanjša, med skladiščenjem naraste, potem pa malo pade. Prav tako je tudi pri jabolkih cv. Marina, katera imajo povprečno vrednost b po obiranju.



#### 4.7 SENZORIČNA OCENA JABOLK CV. PINOVE IN CV. MARINE PO KONČANEM SKLADIŠČENJU V NA

Po končanem skladiščenju smo jabolka ocenili tudi senzorično. Ocenjevali smo kislost, sočnost in okus. Skupno je bilo možnih maksimalno 15 točk. Tako cv. Pinova kot cv. Marina sta imela najvišjo senzorično oceno po končanemu skladiščenju v NA 12 točk, to pa nam pove, da sta oba kultivarja primerna za skladiščenje.

##### 4.7.1 Senzorična ocena jabolk cv. Pinove po skladiščenju

Preglednica 4: Senzorična ocena jabolk cv. Pinova

cv. Pinova	Kislost (1-5 točk)	Sočnost (1-5 točk)	Okus (1-5 točk)	opombe	SKUPNA OCENA (15 točk)
1. obiranje	3	3	4	dobra aroma	10
2. obiranje	3,5	4	4,5	malo bolj sočna	12
3. obiranje	3	3,5	3	premalo kisla	9,5

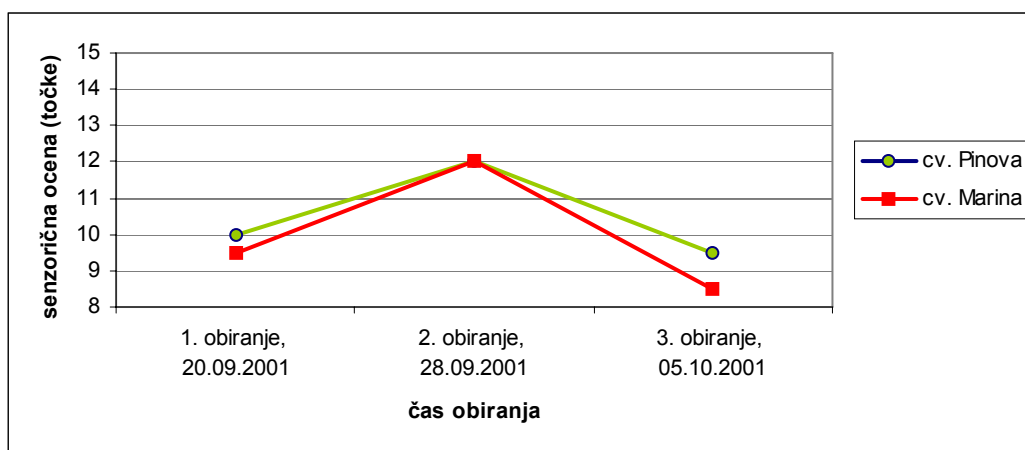
Pri cv. Pinova so bila po skladiščenju najboljše ocenjena jabolka drugega obiranja, ta so dosegla skupno oceno 12 točk. Najslabše pa so se obdržala jabolka tretjega obiranja, med katerimi je bilo tudi veliko gnilih. Pri vseh jabolkih so bile pomanjkljivo izražene kisline.

##### 4.7.2 Senzorična ocena jabolk cv. Marine po skladiščenju

Preglednica 5: Senzorična ocena jabolk cv. Marina

cv. Marina	Kislost (1-5 točk)	Sočnost (1-5 točk)	Okus (1-5 točk)	opombe	SKUPNA OCENA (15 točk)
1. obiranje	4	3	2,5		9,5
2. obiranje	4	4	4		12
3. obiranje	3	2,5	3		8,5

Pri cv. Marini so bila po skladiščenju najboljše ocenjena jabolka drugega obiranja, ki so prav tako dosegla 12 točk. Pri prvem obiranju so bila obrana zelo zrela jabolka, ki so med skladiščenjem izgubila na sočnosti in okusu. Najslabše pa so se obdržala jabolka tretjega obiranja.



Slika 43: Senzorična ocena jabolk cv. Pinova in cv. Marina po skladiščenju

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Raziskava je potekala na dveh novih sortah jabolk cv. Pinova in cv. Marina, ki smo jih obrali jeseni 2001 v poskusnem sadovnjaku KIS v Brdu pri Lukovici. Obrali smo jih v treh terminih, v razmaku enega tedna z namenom, da bi ugotovili optimalne pogoje obiranja tih dveh kultivarjev.

Po vsakem obiranju smo opravili fizikalno kemijske analize. Jabolkom smo izmerili maso, gostoto, volumen, trdoto mesa plodov in barvo eksoskarpa. Določili smo vsebnost topne suhe snovi, vsebnost škroba, ter vsebnost skupnih kislin. Jabolka smo skladiščili v NA pri 1 °C in 87 % RV. Med in po skladiščenju smo ponovno izvedli analize jabolk, ob koncu pa smo jih še senzorično ocenili.

Masa jabolk se z vsakim nadaljnim obiranjem povečuje, dokler jabolko na drevesu raste. Med skladiščenjem pa masa jabolk pada, zaradi izhlapevanja vode. Jabolka cv. Pinova sodijo med srednje velika jabolka, njihova največja izmerjena povprečna masa je znašala 174,64 g. Masa jabolk cv. Pinova je naraščala z vsakim naslednjim obiranjem, tako so tudi ob koncu skladiščenja pri cv. Pinovi imela največjo maso jabolka tretjega obiranja. Pri cv. Marini so bila jabolka z največjo maso obrana pri prvem obiranju, za naslednja obiranja so nam ostala le še manj zrela jabolka, kar se je kazalo tudi pri rezultatih drugih analiz. Jabolka cv. Marina sodijo med večja jabolka, saj to dokazuje tudi njihova masa, ki je v povprečju znašala 201,27 g.

Trdota mesa jabolk je eden izmed glavnih parametrov kakovosti jabolk, ki s kasnejšim datumom obiranja pada. Spremembe v trdoti mesa so povezane z aktivnostjo encimskega sistema, ta pa s spremembo protopektina v topni hidropektin. Jabolka cv. Pinova in cv. Marina imata zaželjeno trdoto mesa, ki pri obeh znaša okoli 7,5 kg/cm<sup>2</sup>. Spremembe trdote mesa jabolk med skladiščenjem so povezane z začetno trdoto mesa jabolk. Na splošno velja, da je sadje, ki je bilo bolj trdo ob obiranju, trše tudi po skladiščenju. To trditev smo potrdili tudi z našo diplomsko nalogo.

Vsebnost topne suhe snovi v večini predstavljajo sladkorji. Na vsebnost sladkorja v plodu vplivajo klimatski pogoji in položaj sadeža na drevesu. Jabolka cv. Pinova in cv. Marina sodijo med sladka jabolka. Po obiranjih smo izmerili njihove povprečne vrednosti topne suhe snovi, ki so znašale med 14,5–15 %. Naraščanje vsebnosti suhe snovi med skladiščenjem pojasnimo s tem, da se škrob med zorenjem hidrolizira v enostavne sladkorje. Do povečanja vsebnosti suhe snovi med skladiščenjem pride tudi zaradi izsuševanja plodov.

Med zorenjem se škrob pretvarja v sladkor. Tako se je količina škroba v jabolkih po vsakem naslednjem obiranju zmanjšala za polovico.

Meritve barve kože jabolk so nam pokazale, kako se ob vsakem naslednjim obiranju vrednost a povečuje, kar pomeni, da se klorofil razgrajuje in barva kože jabolka prehaja iz zelene v rdečo barvo.

Vsebnost kislin je pomemben dejavnik, ki vpliva na skladiščno sposobnost in senzorično kakovost sadja. Optimalno razmerje med kislinami in sladkorji je eden od bistvenih parametrov, ki vplivajo na sprejemljive senzorične lastnosti. Višja vsebnost kislin povečuje bolezensko odpornost plodov med skladiščenjem. Skupna količina kislin se spreminja, ko plodovi rastejo. Jabolka imajo največjo vsebnost kislin na začetku zorenja, kasneje se z zorenjem količina zmanjšuje. Naši rezultati kažejo, da vsebnost kislin med skladiščenjem pada. Največjo povprečno vsebnost kislin pri cv. Pinova smo izmerili po prvem obiranju 4,87 g/kg. Pri cv. Marina smo izmerili največjo vrednost po tretjem obiranju 5,16 g/kg, saj so nam za drugo in tretje obiranje ostala manj zrela jabolka.

Raziskave pri potrošnikih so pokazale, da sta okus in tekstura pomembnejša kriterija kot vonj in videz jabolk. Senzorične lastnosti, kot so moknatost in nekatere netipične lastnosti arome jabolk (razni priokusi) na oceno potrošnika vplivajo negativno. V naši diplomski nalogi smo z grafi od 18-23 želeli prikazati, kako z vsakim nadaljnjim obiranjem trdota mesa jabolk pada, sladkorji pa minimalno naraščajo. Ugotovili smo, da imata oba kultivarja tako cv. Pinova kot cv. Marina ustrezno razmerje med trdoto mesa plodov in sladkorji in dobro senzorično oceno. Pri jabolkih cv. Pinova smo pogrešali vsebnost kislin, ki bi jabolkom dale večji občutek svežine.

## 5.2 SKLEPI

Na osnovi meritev in analiz je mogoče izpostaviti naslednje sklepe:

- Iz rezultatov poskusa lahko določimo, da je optimalni čas obiranja jabolk cv. Pinova in cv. Marina v naših klimatskih razmerah v zadnjem tednu septembra.
- Cv. Pinova je nova sorta, ki se odlikuje z visoko vsebnostjo topne suhe snovi 15 %, visoko trdoto mesa povprečne vrednosti  $7,5 \text{ kg/cm}^2$  in srednjo vsebnostjo kislin v povprečju  $4,9 \text{ g/kg}$ .
- Bistvena razlika med pridelavo cv. Pinove v naših klimatskih pogojih s pogoji pridelave v Nemčiji je v tem, da pri nas tvori plodove z višjo vsebnostjo sladkorja in nižjo vsebnostjo kislin. V Nemčiji v poskusnem centru v Vetzanu so leta 2001 med 27. septembrom in 12. oktobrom opravili tri obiranja. Čvrstost plodov je bila takšna kot pri naših plodovih  $7,5 \text{ kg/cm}^2$ . Odstotek suhe snovi je znašal 13,5 %, kislin pa kar  $8 \text{ g/kg}$ .
- Cv. Marina je nova sorta iz Švice, ki se prav tako kot cv. Pinova odlikuje po visoki vsebnosti topne suhe snovi 14,5 %, visoko trdoto mesa plodov  $7,5 \text{ kg/cm}^2$  in vsebnostjo kislin  $5 \text{ g/kg}$ . Po velikosti sodi med velika jabolka. Njena povprečna masa po obiranju je znašala  $201,3 \text{ g}$ . Ima značilno temno rdečo barvo in dobro skladiščno sposobnost.

Zaključimo lahko, da sorti jabolk cv. Pinova in cv. Marina odgovarjata okusu večine današnjih potrošnikov.

## 6 POVZETEK

V Sloveniji sadje zelo dobro uspeva, saj gojimo 30 različnih sadnih vrst. Od vsega sadja pridelamo največ jabolk. Z jablano je zasajenih približno 3100 hektarov površin. Iz pregleda zgodovine sadjarstva in trenutnega stanja sadjarstva v svetu, slovensko sadjarstvo z bogato zgodovino zaostaja za razvojem sadjarstva v svetu in Evropi. Izbor sort je eden ključnih argumentov razvoja in prilagajanja sadjarstva zahtevam trga. Tako so raziskave, ki jih vodi KIS zelo pomembne pri razvoju slovenskega sadjarstva. Med novejši sorti jabolk spadata tudi cv. Pinova in cv. Marina, ki sta bili predmet naše raziskave.

Na koncu sezone je potrebno v zelo kratkem času storiti najzahtevnejše opravilo, to je obiranje in pospravljanje jabolk pravočasno v hladilnice. Pogoji obiranja jabolk bistveno vplivajo na njegovo skladiščno sposobnost in kakovost po skladiščenju. Čas obiranja jabolk je odvisen od sorte in uporabe; uživanja jabolk v sveži ali v predelani obliki. Jabolka, katere želimo skladiščiti dalj časa obiramo v času fiziološke zrelosti, ko je sadno seme že sposobno kaliti, čeprav še ni povsem zrelo. Takrat krivulja dihalne verige doseže klimaterijski minimum. Čas obiranja je odvisen tudi od vremenskih razmer leta, zato je potrebno predhodno strokovno spremljanje zorenja jabolk. Na osnovi zunanega opazovanja in laboratorijsko merjenih kriterijev kakovosti oziroma zrelosti, je pomembno spremljati zorenje jabolk ves čas rastne dobe, še posebej pa zadnja dva tedna tik pred obiranjem. V letu 2001 ko je bila narejena naša raziskava so bili optimalni pogoji obiranja tako cv. Pinove kot cv. Marine konec septembra.

Cilji skladiščenja so podaljšanje obstojnosti, preprečevanje kvarjenja in ohranitev kakovosti sadja. Spremembe kakovosti jabolk med skladiščenjem so odvisne od pogojev skladiščenja, pomembna sta tudi trajanje skladiščenja in datum obiranja. Življensko dobo plodov močno podaljšamo z uravnavanjem pogojev skladiščenja, predvsem z zmanjšanjem intenzivnosti dihanja. V ta namen znižamo temperaturo in povečamo količino ogljikovega dioksida, ter zmanjšamo količino kisika.

Sadje shranjujemo najpogosteje v hladilnicah s kontrolirano (CA, ULO) atmosfero. Potekali so tudi poskusi na metodah skladiščenja jabolk pri znižanem tlaku (ZT) in na metodah odstranjevanja etilena iz atmosfere (ULE). V zadnjem času so v razvoju hladilnice z dinamično atmosfero, ki omogočajo nastavitve minimalne potrebne koncentracije kisika za vzdrževanje respiracije v vsakem obdobju skladiščenja. V uporabi je tudi metoda inhibiranja etilena z aktivno učinkovino 1 – MPC. Omenjena metoda predstavlja revolucionarni način skladiščenja, ki naj bi zaznamoval naslednje desetletje. Jabolka naše raziskave cv. Pinova in cv. Marina smo skladiščili v NA, pri  $T = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 87 % RV.

V današnjem času se povečuje tendenca po uživanju sadja v svežem stanju. Potrošniki pri nakupu dajejo velik poudarek predvsem izgledu (barvi, velikosti, obliki) jabolk. Na uspešnost trženja jabolk pomembno vplivata tudi tekstura in okus plodov. Kupec želi dobiti jabolko, ki bo okusno, sočno, ter predvsem čvrsto. Odločilni pri potrošnikih sta tudi jedilna kakovost in prehranska vrednost.

## 7 VIRI

- Abbott J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 207-225
- Bellisle F. 2005. The determinants of food choice. Brussels, EUFIC – The European food information council Review.  
<http://www.eufic.org/images/Eufic%20review> 17 final.pdf (20. sep. 2005): 7 str.
- Blankenship S. 2004 The history, development and physiology of ethylene inhibitors and 1-MCP. V: *Interpoma 2004*, 10.11. – 12.11.2004, Bolzano. The apple in the world: growing, storage, marketing, 4<sup>th</sup> European Specialised fair with Conference. Werth K. (ed.). Bolzano, Interpoma: 34-40
- Burton W. G. 1992. *Postharvest physiology of food crops*. Burnt Mill, Harlow, Essex, Longman: 339 str.
- Cheen P.M., Mellenthin W. M. 1982. Storage behavior of d anjou pears in low oxygen and air. V: *Proceedings of the Third National Controlled Atmosphere Research Conference on Controlled Atmospheres for Storage and Transport of perishable agricultural commodities*, July 1982. Carvallis, Oregon, Beaverton, Timber Press, School of Agriculture, Oregon State Univesity: 139-148 str.
- Dalliant-Spinnler B., MacFie H.J.H., Beyts P.K., Hedderley D. 1996. Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the southern hemisphere. *Food Quality and Preference*, 7,2:113-126
- Crnčević V. 1973. *Teorijske osnove voća i povrća*. Beograd, Poljoprivredni fakultet: 30-41
- Dixon J., Hewett E. W. 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*, 28:155-173
- De Baerdemaeker J., Verstreken E., Vandewalle X. 1994. Quality sensing and maintenance in post harvest and storage systems. V: *COST 94. The post harvest treatment of fruit and vegetables. Current status and future prospects*. Woltering E. J., Gorris L. G., Jongen W. M. F., McKenna B., Hohn E., Bertolini P., Woolfe M. L., Jager A., Ahvenainen R., Artes Calero F. (eds.). Oosterbeek, Commission of the European Communities: 447-456
- Donkers J.W. 1994 Cellular strength and adhesion in relation to textural quality parameters of apple. V: *COST 94. The post – harvest treatment of fruit and vegetables. Current status and future prospects*. Woltering E.J., Gorris L. G., Jongen W. M. F., McKenna B., Hohn E., Bertolini P., Woolfe M. L., Jager A., Ahvenainen R., Artes Calero F. (eds.). Oosterbeek, Commission of the European Communities: 393-395

- Eccher Zerbini P. 1993. Controlled atmosphere storage of fruit and vegetables Summary of Workshop held in Milan V: COST 94. The post – harvest treatment of fruit and vegetables. Current status and future prospect. Woltering E.J., Gorris L.G., Jongen W. M. F., McKenna B., Hohn E., Bertolini P., Woolfe M. L., Jager A., Ahvenainen R., Artes Calero F. (eds.). Oosterbeek, Commission of the European Communities: 153-166
- Fellman J.K., Miller T.w., Mattinson D.S., Mattheis J.P., 2000. Factors that influence biosynthesis of volatile flavour compounds in apple fruit. *Hort Science*, 35.6:1026-1033
- Fidler J. C., Wilkinson, B. G., Edney, K. L., Sharples R. O. 1973. The biology of apple and pear storage. Farham Royal, Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux: 235 str.
- Gliha R. 1978. Sorte jabuka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, Radničko sveučilište Moša Pijade: 87-105 str.
- Godec B., Hudina M., Ilesič J., Koron D., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Sadni izbor za Slovenijo 2002. 1. izdaja. Krško, Alex založništvo, svetovanje, trgovina: 143 str.
- Guadagni D.G., Bomben J.L., Hudson J.S. 1971. Factors influencing the development of aroma in apple peels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 22:110-115
- Gvozdenović D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. Ljubljana, ČZP Kmečki glas:10-81
- Hertog M.L.A.T.M. 2004. Quality change modelling in postharvest biology and technology. Thesis. Leuven, Katholieke Universiteit Leuven: 2-49
- Hertog M.L.A.T.M., Nicholson S.E., Banks N.H. 2001. The effect of modified atmospheres on the rate of firmness change in Braeburn apples. *Postharvest Biology and Technology*, 23:175-184
- Hoehn E., Gasser F., Guggenbuhl B., Kunsch U. 2003 Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements of firmness, soluble solids, and acidity of several apple varieties in comparison to consumer expectations. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 1:27-37
- Hribar J. 1989. Spremembe kemičnih lastnosti jabolk sorte Jonagold pri različnih pogojih skladiščenja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 4-23
- Hribar J. 1998. Tehnologija rastlinskih živil. Zapiski s predavanj. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo.
- Hulme A. C. 1970. The biochemistry of fruit and their products. Vol. 1. London, N. York, Academic Press, 80-128 in 475-553
- Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Honzak D. 1990. V sadnem vrtu. Ljubljana, Kmečki glas: 384 str.

- Kingston C. M. 1992. Maturity indices for apples and pears. *Horticultural Reviews*, 13: 407-432
- Konopacka D., Plochanski W.J. 2004. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 2:205-211
- Kramar V. 1998. Spremljanje metabolitov pri anaerobnem dihanju jabolk cv. Idared. *Diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 2-8*
- Lappalainen R., Kearney J., Gibney M. 1998. A pan EU survey of consumer attitude to food, nutrition and health: an overview. *Food Quality and Preference*, 9,6:467-478
- Lidster P.D., Lighfoot H.J., McRae K.B. 1983. Production and regeneration of principal volatiles in apples stored in modified atmospheres and air. *Journal of Food Science*, 48:400-402,410
- Lidster P. D., Lightfoot, H. J., McRae K.B. 1983. Fruit quality and respiration of Mc Intosh apples in response to ethylene, very low oxygen and carbon dioxide storage atmospheres. *Scientia Horticulturae* 20: 71-83
- Luton M.T.1996. Ten years of optimum harvest date data for the variety Cox's orange pippin. V: COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables. Workshop on determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. Proceedings of a meeting of the working group optimum harvest date, June 9. -10., 1994, Lofthus, Norway. Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities: 39-48
- Marin A. 2002. Consumer's evaluation of apple quality. Washington, Tree Fruit Postharvest Conference, Yakima, WA  
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/PC2002F.pdf> (20. sep. 2005): 5 str.
- Mattheis J.P., Buchanan D.A., Fellman J.K. 1991a. Change in apple fruit volatiles after storage in atmospheres inducing anaerobic metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1602-1605
- Mattheis J.P., Fellman J.K., Chen P.M., Patterson M.E. 1991b. Changes in headspace volatiles during physiological development of Bisbee Delicious apple fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1902-1906
- Patterson B.D., Hatfield G.S., Knee M. 1974. Residual effects of controlled atmosphere storage on the production of volatile compounds by two varieties of apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25: 843-849
- Péneau S., Hoehn E., Roth H.R., Escher F., Nuessli J. 2006. Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference*, 17, 1/2: 9-19



- Perez A.G., Rios J.J., Sanz C., Olias J.M. 1992. Aroma components and free amino acids in strawberry variety Chandler during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40:2232-2235
- Pitts M., Drake S., Cavalieri R. 1997. Apple size and length of storage firmness. Wenatchee, Washington State University, Department of Biological System Engineering, (March 1997)  
<http://www.postharvest.tfrec.wsu.edu> (January 2005): 3 str.
- Salunkhe D. K., Desai B.B. 1986. Postharvest biotechnology of fruits. Vol. 1. Boca Raton, CRC Press: 168-168
- Salunke D.K., Do J.Y. 1976. Biogenesis of aroma constituents of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8: 161-190
- Saltveit M.T. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 279-292
- Sloof M., Tijskens L.M.M., Wilkinson E.C. Concepts for modeling the quality of perishable products. *Trends in Food Science & Technology*, 7:165-171
- Song J., Bangerth F. 1996. Effect of harvest date on aroma compound production from "Golden Delicious" apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. *Postharvest Biology and Technology*, 8: 259-269
- Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 2000. Food composition and nutrition tables. 6<sup>th</sup> ed. Stuttgart, Medpharm: 873-875
- Streif J. 1996. Optimum harvest date for different apple cultivars in the Bodensee area. V: The postharvest treatment of fruit and vegetables: Determination and prediction of optimum harvest date of apples and pears. Proceeding of a meeting of the Working Group on optimum harvest date held on 9 and 10 June 1994 in Lofthus, Norway: COST 94: postharvest treatment of fruit and vegetables. De Jager A., Johnson D., Hohn E. (eds.). Lofthus, Norway: 15-20: Office for Official Publications of the European Communities, cop. 1996. -171 str.
- Suwa Stanojević M. 1995. Tehnologija sadja in vrtnin. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo in šport: 14-32
- Šenekar T., Šprogar U. 2004. Rdeča, čvrsta in sočna. Priloga Večera. Maribor, Časopisno založniško podjetje Večer. (december 2004)  
<http://www.vecer.si/vecer2003/default.asp?kaj=1&p=vrt> (15. januar 2005) 1. str
- Šturm K. 2002. Kakovost sadja z vidika pridelovalcev in porabnikov. Brstika. Priloga tednika Kmečki glas za sadjarje in vinogradnike, 1, 3: 8-9

- Thompson A.K. 2003. Fruit and vegetables.: Harvesting, handling and storage. 2<sup>nd</sup> ed. Oxford, Blackwell Publishing Ltd: 87-134
- Tijskens P. 2004. Discovering the future: Modelling quality matters. PhD thesis. Wageningen, Wageningen University: 1-203
- Using INR – F5 technology for apples. 2004. Nootdorp, AWETA  
<http://www.aweta.com> (January 2005): 20 str.
- Van der Valk H.C.P.M., Tomassen M.M.M., Donkles J.W. 1994. Physiological and biochemical changes in cell walls of apples and tomato during storage and ripening. V: COST 94. The post – harvest treatment of fruit and vegetables. Current status and future prospect. Woltering E.J., Gorris L.G., Jongen W. M. F., McKenna B., Hohn E., Bertolini P., Woolfe M.L., Jager A., Ahvenainen R., Artes Calero F. (eds.). Oosterbeek, Commission of the European Communities: 363-367
- Vidrih R., Hribar J. 2002a. Optimalni rok obiranja sadja. Brstika. Piloga tednika Kmečki glas za sadjarje in vinogradnike, 1,3:4-5
- Vidrih R., Hribar J. 2002b. Skladiščenje sadja. Brstika. Priloga tednika Kmečki glas za sadjarje in vinogradnike, 1,3: 6-7
- Watada A.e., Herner R.C., Kader A.A., Romani R.J., Staby G.I. 1984. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. HortScience, 19, 1:20-21
- Watkins C.B., Nock J.F., Whitaker B. D. 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1- methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. Postharvest Biology and Technology, 19, 1: 17-32
- Wills R. H. H., Lee, T. H., Graham D. G., McGlasson W. B., Hall E. G. 1981. Postharvest. An introduction to physiology and handling of fruit and vegetables. St. Albans, Granada Publishing: 161 str.
- Yahia E. M. 1990. Changes of some odor-active volatiles in CA-stored apples. Journal of Food Quality, 13: 185-202
- Zavrtanik M. 1998. Metabolne spremembe sadja v stresnih pogojih. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 7-7

## 8 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Marjanu Simčiču za pomoč in strokovno vodstvo pri izdelavi diplomske naloge.

Recenzentu prof. dr. Janezu Hribarju za pregled diplomske naloge.

Hvala za pomoč pri diplomski nalogi dr. Tanji Pajk Žontar in tudi vsem na Katedri za tehnologijo rastlinskih živil, ki so mi pomagali pri izvedbi in izdelavi diplomskega dela.

Hvala ga. Ivici Hočevnar za pomoč pri oblikovanju diplomske naloge.

Najlepša hvala mojima staršema, ki sta mi študij omogočila in me pri njem podpirala.

Zahvaljujem se možu Borutu Urhu, za pomoč in vzpodbudo med študijem.

## 9 PRILOGE



Cv. Pinova (foto: Urh, 2001)



Cv. Marina (foto: Urh, 2001)

Priloga A: Plodovi jabolk cv. Pinova in cv. Marina vseh treh obiranj



Priloga B: Raznolikost različnih sort jabolk (foto: Urh, 2001)