

# PROMJENE FIZIKALNIH SVOJSTAVA JABUKE " ZLATNI DELIŠES" TIJEKOM VREMENA SKLADIŠTENJA NA RAZLIČITIM TEMPERATURNIM REŽIMIMA

---

**Majhen, Lina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:826083>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-24**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**Veleučilište u Karlovcu**  
Stručni studij prehrambene tehnologije  
Pivarstvo

**Lina Majhen**  
Završni rad

**PROMJENE FIZIKALNIH SVOJSTAVA JABUKE „ZLATNI DELIŠES“  
TIJEKOM VREMENA SKLADIŠTENJA NA RAZLIČITIM  
TEMPERATURNIM REŽIMIMA**

**U Karlovcu, 16. travnja, 2019.**

**Veleučilište u Karlovcu**  
Stručni studij prehrambene tehnologije  
Pivarstvo

**Lina Majhen**

Završni rad

**Promjene fizikalnih svojstava jabuke „Zlatni Delišes“ tijekom vremena  
skladištenja na različitim temperaturnim režimima**

Mentor: dr.sc. Sandra Zavadlav, dipl. ing.  
**Broj indeksa studentice: 0314614027**

Rad je izrađen u Laboratoriju za prehrano na Katedri za tehnologije, prehrano in vino, Odelek za živilstvo, Biotehniške fakultete Sveučilišta u Ljubljani pod mentorstvom dr. sc. Sandre Zavadlav, dipl. ing, na Veleučilištu u Karlovcu, stručni studij Prehrambene tehnologije.

## **PREDGOVOR**

*Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici dr. sc. Sandri Zavadlav, dipl. ing. na pomoći, savjetima i strpljenju pri izradi ovog završnog rada. Najviše Vam hvala što ste vjerovali u mene.*

*Zahvaljujem se izv. prof. dr. sc. Rajku Vidrihu, dr. sc. Emilu Zlatiću, što su mi pružili priliku da sudjelujem na istraživanju na Biotehničkom fakultetu u Ljubljani.*

*Zahvaljujem se Doris Kokalj i Andreju Živkoviću na pomoći i vremenu što su mi pružili tijekom istraživanja.*

*Najviše se zahvaljujem svojim roditeljima i bratu kojem i posvećujem ovaj Završni rad. Hvala Vam na svim lijepim trenucima, na potpori i ohrabrenjima, brizi i ljubavi koju ste mi ponekad pokazivali na neobičan način. Hvala Vam što ste mi sve ovo omogućili.*

*Zahvaljujem se svim prijateljima koji su bili uz mene.*

*Hvala Vam!*

## **Promjene fizikalnih svojstava jabuke „Zlatni Delišes“ tijekom vremena skladištenja na različitim temperaturnim režimima**

### **SAŽETAK**

Predmetno istraživanje provodilo se na jabukama sorte „Zlatni Delišes“ koje su bile skladištene u ULO hladnjačama. Referentni uzorak od 100 kg jabuka raspoređen je u četiri ULO hladnjače u kojima je bila uspostavljena kontrolirana atmosfera. Svaka hladnjača sadržavala je 20 kg jabuka. Na fakultetu praćeno je dozrijevanje ploda na tri temperature skladištenja 4°C, 8°C i 12°C, dok je temperatura od 20°C bila namijenjena za simulaciju uvjeta skladištenja na trgovinskim policama, relativna vlaga (RH) u hladnjačama održavana je između 75% do 80%, osim u uvjetima skladištenja na 20°C gdje se relativna vlaga održavala između 50% do 60%. Svaki drugi dan, kao uzorak, koristilo se 10 plodova sa svake temperature, te se na njima mjerila tvrdoća putem analizatora za teksturu voća i povrća i boja ( $a^*$ ,  $b^*$  i L).

*Ključne riječi:* jabuka, kontrolirana atmosfera, rok trajanja, ULO hladnjače.

## **Changes of physical properties of "Golden Delicitation" from time of storage on different temperature backs**

### **ABSTRACT**

The subject research was carried out on apples of the "Golden Delišes" variety that were stored in ULO refrigerators. A reference sample of 100 kg of apple was distributed in four ULO refrigerators in which a controlled atmosphere was established. Each refrigerator contained 20 kg of apple. At the Faculty, fruit maturation was monitored at three storage temperatures of 4°C, 8°C and 12°C, while the temperature of 20°C was intended to simulate the storage conditions at the store shelves, relative humidity (RH) in refrigerators was maintained between 75% to 80%, except in storage conditions at 20°C where relative humidity maintained between 50% and 60%. Every other day, as a sample, 10 fruits from each temperature were used, and the strengths were measured on the fruit and vegetable texture analyzers and colors ( $a^*$ ,  $b^*$  i L).

*Keywords:* apple, controlled atmosphere, duration, ULO refrigerator.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
2.1. OPIS SORTE JABUKE „ZLATNI DELIŠES“ .....	2
2.2. UTJECAJ ROKA BERBE NA KAKVOĆU PLODA JABUKE „Zlatni Delišeš“ .....	5
2.3. UTJECAJ ROKA BERBE NA BOJA JABUKE „Zlatni Delišeš“ .....	6
2.4. UTJECAJ ROKA BERBE NA TVRDOĆU JABUKE „Zlatni Delišeš“.....	8
2.5. SKLADIŠTENJE VOĆNIH KULTURA, ODGOVARAJUĆI RASHLADNI SUSTAVI I UNUTARNJI TRANSPORT.....	8
2.6. SKLADIŠTENJE JABUKA „Zlatni Delišeš“ U HLADNJAČAMA S KONTROLIRANOM ATMOSFEROM .....	9
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>11</b>
3.1. MATERIJALI .....	11
3.2. METODE .....	11
3.2.1. Određivanje boje .....	11
3.2.2. Određivanje tvrdoće .....	12
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>14</b>
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>19</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>21</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>22</b>



## 1. UVOD

Jabuka „Zlatni Delišeš“ - Znanstveni naziv: *Malus domestica* „Golden Delicious“, pitoma jabuka je biljna vrsta roda (jabuka) *Malus* iz porodice ružovki (*Rosaceae*). Vrsta *Malus domestica* (domaća jabuka) dobivena je križanjem vrsta *M. sylvestris* (divlja jabuka), *M. fusca* (sin. *Malus rivularis*, *Malus roemer*), *M. orientalis*, *M. sieversii* i *M. baccata*.

Prema vremenu sazrijevanja razlikujemo rane ili ljetne, srednje rane ili jesenske, te kasne ili zimske jabuke. Po obliku se dijele na okrugle, šiljate, plosnate, rebraste, bez rebara, s dubokom ili plitkom čašicom. Dije se i po boji i svojstvu pokožice ploda na crvene, žute, šarene, obojene kao mramor, odnosno, glatke, sjajne, hrapave i masne jabuke.

Važniji sastojci u plodu: pektini (vrsta vlakna, najviše u voćnoj kori, s važnim mnogostrukim djelovanjem, naročito jer vežu i odstranjuju iz crijeva razne otrove te smanjuju štetni kolesterol, karotenoidi (od onih vrsta koje djeluju kao antioksidansi, ali nisu provitamin A, tj. ne pretvaraju se u vitamin A), jabučna i druge organske kiseline, među kojima i elagična, klorogenična i kofeinska; sadrži i brojne mineralne tvari, među kojima kalij, brom. Jedna od glavnih bioaktivnih komponenti i predmet istraživanja mnogobrojnih znanstvenika je klorogenična kiselina. To je skupni naziv za velik broj fenolnih spojeva koji nastaju esterifikacijom trans-cinaminskih kiselina (npr. kafeinske, ferulične i para-kumarinske) s (–) – kininskom kiselinom. Dije se u podskupine ovisno o prirodi i broju cinaminskih supstituenata, te mjestu esterifikacije cikloheksanskog prstena kininske kiseline. Klorogenična kiselina obično se veže uz kavu, no osim u zrnima (sjemenkama) kave prisutna je u različitim vrstama voća i povrća poput jabuka, krušaka, patlidana, rajčica, borovnica, jagoda i krumpira. Studije pokazuju da bi klorogenična kiselina mogla biti jedna od ključnih komponenti koja pridonosi laksativnom učinku kave, šljiva i jabuka.

Prema stručnim procjenama proizvodnja jabuka u Hrvatskoj godišnje iznosi oko 40 000 tona. U domaćoj proizvodnji najzastupljenija sorta je Idared, zatim slijede Jonagold, klonovi i Zlatni delišeš. Gledajući prema sortama najviše se prodaje Idared, zatim slijede Zlatni delišeš i Jonagold, te potom Granny Smith, Gloster te ostale jesenske sorte. Ljetne sorte jabuka (Gala i Elstar) prodaju se u manjim količinama. Potrošnja jabuke u Hrvatskoj iznosi oko 15 kilograma po stanovniku godišnje od čega oko 80% opada na tržišnu potrošnju. Prodaja jabuka je oko 52 tisuća tona godišnje odnosno oko 370 milijuna kuna godišnje. Jabuka se najviše koristi u jesenskim i proljetnim mjesecima, te je jabuku neophodno skladištiti u hladnjačama s kontroliranim uvjetima tj. najčešće u kontroliranoj atmosferi zbog produljenja roka trajanja.

Kontrolirana atmosfera je potpuno prirodni proces koji reducira respiraciju na minimum, kontrolirajući prvenstveno koncentraciju ugljikovog dioksida i kisika. Hladnjače s kontroliranom atmosferom omogućuju dostupnost svježeg voća tijekom cijele godine. Kako bi se učinkovito održala kakvoća jabuke, atmosfera spremišta mora imati kontroliranu temperaturu, količinu vlage, kisika i ugljikovog dioksida.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. OPIS SORTE JABUKE „ZLATNI DELIŠES“

Sorta je dobivena kao slučajni sjemenjak oko 1890. godine koji je otkrio Anderson H. Mullins u američkoj saveznoj državi West Virginia. 1914. godine rasadničar Paul Stark otkupio je pravo na proizvodnju za 5.000 dolara i preimenovao u Golden Delicious, te je 1916. godine uveo u proizvodnju. Danas je najraširenija sorta u svijetu.

Visoko produktivna plantažna sorta sa početkom berbe krajem prvog dijela rujna. Pogodna za proizvodnju u svim dijelovima Hrvatske. Skladištenje zahtjevnije, karakteristična za čuvanje u hladnjačama. Meso je sočno, kiselkasto - slatkastog okusa i fine arome. Dobar je oprašivač drugim sortama ( <http://www.horvat.hr/sortiment.php>).

Zimska sorta koja dozrijeva polovicom rujna. Plod težine 150-250g. slatkastog okusa s tipičnom aromom za ovu sortu. Boja u vrijeme berbe je zeleno-žuta, a kasnije prelazi u zlatno-žutu. Jedna od najkvalitetnijih sorata jabuka.



**Slika 1.** Jabuka sorta "Zlatni Delišeš" (Autor: Lina Majhen)

#### **Okus** jabuke „Zlatni Delišeš“

To je jabuka koja ima izuzetno ugodan i prihvatljiv okus. Kožica ploda je nježna i tanka, meso je čvrsto, hrskavo i sočno. Okus je blag, ne napadan, no iznimno sladak; medeno sladak – često stoji u opisu. Odlična je desertna jabuka, no vrlo dobra i za voćne salate, kuhanje, pečenje, i sl.

#### **Zimska sorta** jabuke „Zlatni Delišeš“

- plodovi dozrijevaju od sredine do kraja mjeseca rujna

#### **Plodovi** jabuke „Zlatni Delišeš“

- srednje veliki do veliki (150-220 g), konusnog oblika

**Boja** jabuke „Zlatni Delišes“ temeljna zlatnožuta boja u vrijeme berbe čuvanjem postaje žuta



**Slika 2.** Boja jabuke sorte "Zlatni Delišes" Izvor : <http://www.volim-jabuke.com/sorte/golden-delicious/> pristupljeno 13.12.2018.

## **Nutritivni sastav jabuke**

### **Oguljena – neoguljena**

Nutritivne i energetske vrijednosti ovog voća su brojne. Sva njena pozitivna svojstva najviše se mogu iskoristiti ako se jabuka konzumira sirova. Osim toga, različite vrste jabuka imaju drugačiju energetska vrijednost:

- jabuka crveni Delišes – 59 kalorija,
- jabuka Granny Smith – 58 kalorija,
- jabuka zlatni Delišes – 57 kalorija.

Najviše ljekovitih svojstava nalazi se u kori jabuke, pa ako jabuka nije tretirana pesticidima ne treba gultiti jabuku prije konzumacije. Istraživanja su pokazala kako polifenoli iz jabuke izrazito dobro utječu na reguliranje nivoa šećera u krvi. U jabuci se nalazi kvercetin koji utječe na enzime koji kataliziraju razgradnju kompleksnih ugljikohidrata na jednostavne šećere. Pozitivna svojstva jabuka dolaze i iz njihovih antioksidansa.

Zbog velikog udjela vlakana, a male razine kalorija jabuka stvara osjećaj punog želuca, sitost ali i potiče rad metabolizma. Kemijski sastojci jabuke izravno potiču brži rad metabolizma i probavu te bolju peristaltiku crijeva.

Budući da postoje i osobe koje zbog određenog razloga ne mogu jesti cijelu jabuku zajedno s korom, u Tablici 1. su detaljno navedene nutritivne komponente sadržane u 100 grama neoguljene i oguljene jabuke.

Zapravo su razlike vrlo male i ne postoji razlog da ovo "prastaro" voće, u jednom ili drugom obliku ne stigne na stolove.

Nutritivni sastav jabuke opisan je u Tablici 1.

**Tablica 1.** Nutritivni sastav 100g sirove jabuke

<b>Sastav 100 g jabuke</b>	<b>Neoguljene</b>	<b>Oguljene</b>
Voda (g)	83,8	87,5
Masti (g)	0,36	0,32
Proteini (g)	0,22	0,32
Ugljikohidrati (g)	15,3	15,4
Prehrambena vlakna (g)	2,0	2,3
Vitamin A (IU)	53,6	45,4
Vitamin C (mg)	6,0	4,1
Vitamin B1 (mg)	0.0014	0,014
Vitamin B2 (mg)	0.015	0,008
Vitamin B6 (mg)	0,05	0,05
Niacin (mg)	0,07	0,07
Folna kiselina (mg)	2,9	0,81
Kalcij (mg)	7,2	4,1
Natrij (mg)	0,72	0,00
Kalij (mg)	115,1	115,0
Željezo (mg)	0,181	0,073
Magnezij (mg)	4,3	3,2
Fosfor (mg)	7,2	7,2
Mangan (mg)	0.045	0,023
kcal (kJ)	58,6 (246)	58,3 (244)

Izvor: <https://www.fitness.com.hr/prehrana/nutricionizam/Jabuka.aspx>, pristupljeno 13.12.2018

## 2.2. UTJECAJ ROKA BERBE NA KAKVOĆU PLODA JABUKE „Zlatni Delišeš“

Prerano ubrani plodovi podliježu razvoju fizioloških bolesti, kao što su gorke pjege, tamnjenje mesa i kožice. Plodovi su manji, slabije obojeni, također veći su i gubitci zbog transpiracije, te dolazi do smežuranost.

Prekasno ubrani te prezreli plodovi mogu se tek kratko vrijeme čuvati. Gubitci se očituju i zbog opadanja plodova, plodovi su mekši, imaju manje kiselina i brašnjavi su. Javljuju se gljivične i fiziološke bolesti.

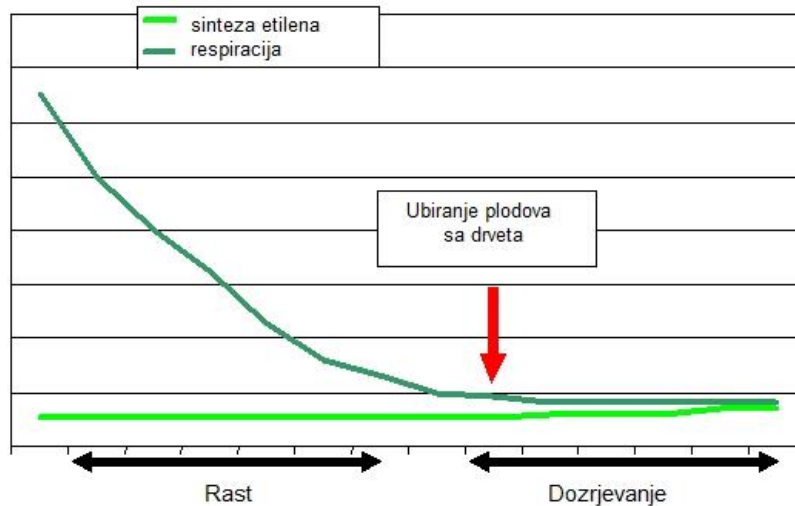


**Slika 3.** Berba jabuka. Izvor. <http://www.poslovni.hr/hrvatska/kako-je-poziv-za-berbu-jabuka-mladog-vocara-mobilizirao-potrosace-na-drustvenim-mrezama-344893>, pristupljeno 01.02.2019.

Određivanje optimalnog roka dozrijevanja plodova ima sve veće značenje za istraživače zbog uvođenja novih sorata u uzgoj, novijih tehnologija čuvanja te zbog novonastalih klimatskih prilika i širenja jabuka u zoni gdje se ranije nisu uzgajale. Rok berbe je osobito značajan kod sorti koje kasnije dozrijevaju, jer optimalno vrijeme berbe utječe na njihovu kakvoću i produžuje skladišnu održivost.

Kriteriji za ocjenu trenutka branja mogu biti subjektivni kao što su senzorne-organoleptičke analize i objektivni kao što su mjerenja pomoću instrumenata. Između subjektivnih i objektivnih kriterija postoje i prelazni oblici ili se koriste kombinirano, što je najčešći slučaj u praksi.

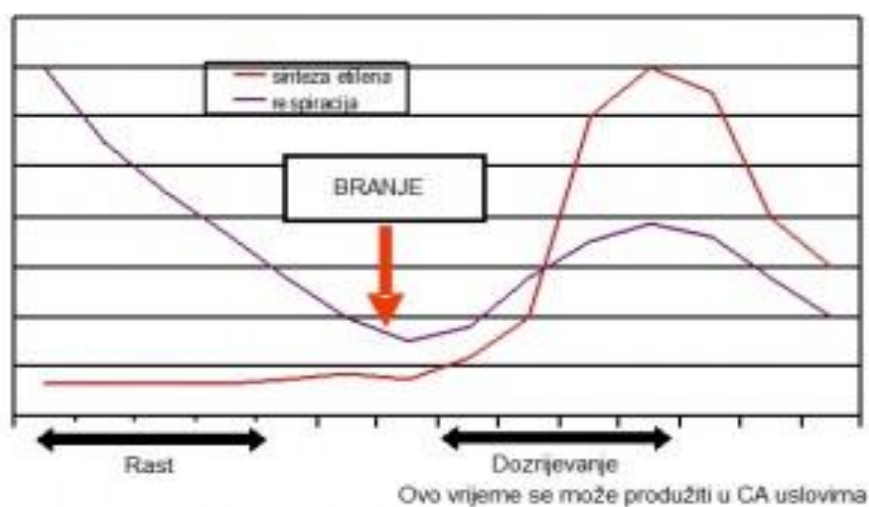
Klimakterijsko voće nastavlja sa dozrijevanjem poslije ubiranja, dok neklimakterijsko ne dozrijeva poslije ubiranja.



**Slika 4.** Neklimakterijsko voće zaustavlja svoje dozrijevanje. Izvor; <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/branje-i-priprema-voca-i-povrca-za-skladistenje>, pristupljeno 01.02.2019.

Čuvanjem voća i povrća u uvjetima kontrolirane atmosfere i kontrolom etilena, može se odložiti dozrijevanje voća i produžiti rok trajanja klimakterijskog voća u slučaju da se ubere prije potpune zrelosti. Organoleptička ocjena se koristi za determinaciju momenta branja. Prvi tipičan znak dozrelosti je promjena boje, najčešće zelene u zeleno-žučkastu i razvitak dopunske boje, najčešće crvene ili ljubičaste.

Kao znak zrelosti kod šljiva i nekih sorti jabuka, na kožici ploda razvije se lagana voštana prevlaka ili kutikula koja se pod prstima briše. Promjene boje uočavamo golim okom. Ocjena boje može se obaviti subjektivno na osnovu iskustva, pomoću etalona ili instrumentalno pomoću kolorimetra.



**Slika 5.** Klimakterijsko voće nastavlja sa dozrijevanjem. Izvor; <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/branje-i-priprema-voca-i-povrca-za-skladistenje>, pristupljeno 01.02.2019.

### 2.3. UTJECAJ ROKA BERBE NA BOJU JABUKE „Zlatni Delišeš“

Pravilno dozreli plod ima karakterističnu boju prema kojoj se može naslutiti da se nalazi u optimalnom stanju zrelosti. Uglavnom se može reći da je plod to zreliji što je njegova boja intenzivnija. Boja treba biti karakteristična za dotičnu vrstu i sortu. Teškoća se nalazi u tome što se plodovi iste sorte ponekad znatno razlikuju u boji.

Boja ploda ovisi o području u kojem se uzgaja, ali ona može biti različita čak i kada plodovi potječu s istog stabla. Tako su plodovi iz unutrašnjosti krošnje obično slabije obojeni od onih koji su rasli na obodu krošnje te je zato boja ploda nestabilan pokazatelj u koji se ne može potpuno pouzdati.

Boja je ipak prvi i, ponekad, jedini pokazatelj kakvoće plodova koji se nalaze na tržištu. Temeljem boje mogu se odrediti mane voća kao što su mehanička nagnječenja, napad bolesti ili ozljede nastale od niske ili visoke temperature (Jašić, 2010.).



**Slika 6.** – Aparati za mjerenje zrelosti voća kolorimetrom i penetrometrom. Izvor; <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/branje-i-priprema-voca-i-povrca-za-skladistenje>, pristupljeno 01.02.2019.

Bez obzira što je promjena boje očita, postoji potreba da se boja i numerički izrazi i zato su razvijene metode za njeno instrumentalno određivanje. Danas se u tu svrhu za prehrambene proizvode najčešće koristi CIELAB metoda koja je ustanovljena od strane Commission Internationale de L'Eclairage (Lancaster i sur., 1997). Prema njoj se boja mjeri u trodimenzionalnom sustavu ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) i to pomoću kolorimetra s mogućnošću određivanja čitavog vidljivog spektra. Takvo mjerenje boje izražava se u  $L^*a^*b^*$  vrijednostima.  $L^*$  predstavlja svjetlinu, odnosno skalu sive boje, pri čemu je vrijednost 0 potpuno crna boja, a vrijednost 100 potpuno bijela. Parametar  $a^*$  ima raspon vrijednosti od -

100 do +100, gdje negativne vrijednosti označavaju približavanje zelenoj boji (vrijednost -100 predstavlja čistu zelenu boju), dok pozitivne vrijednosti označavaju približavanje crvenoj boji. Parametar  $b^*$  ima isti raspon vrijednosti, gdje -100 označava čistu plavu, a +100 čisto žutu boju. Pomoću vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  moguće je dobiti  $\Delta E$ , odnosno ukupnu promjenu boje (Konica-Minolta, 1998).

#### **2.4. UTJECAJ ROKA BERBE NA TVRDOĆU JABUKE „Zlatni Delišeš“**

Tvrdoća je, dobar pokazatelj stanja tekstura ploda i može se relativno jednostavno mehanički izmjeriti. Tvrdoća se u nekim slučajevima i vizualno može ocijeniti, na primjer kada je plod uvenuo ili se smežurao zbog neadekvatnog ili vremenski predugog pohranjivanja.

Obzirom na period berbe, plod pokazuju značajniju tvrdoću prije tehnološke zrelosti. Tijekom tehnološke zrelosti tvrdoća je primarni pokazatelj tehnoloških svojstava, a pravilno ili nepravilno skladištenje prvo se može detektirati tvrdoćom ploda jabuke.

#### **2.5. SKLADIŠTENJE VOĆNIH KULTURA, ODGOVARAJUĆI RASHLADNI SUSTAVI I UNUTARNJI TRANSPORT**

Osjetljive voćne kulture odmah nakon branja treba rashladiti (Murayama i sur., 2002.). Upravo zbog toga skladište treba biti osigurano sustavom hlađenja i sustavom ventilacije (Florkowski i sur. 2009.). Potreba ventilacije skladišnog prostora nužna je da bi se izbjeglo nagomilavanje neželjenih produkata respiracije, uz održavanje relativne vlažnosti atmosfere. Cirkulacija i ventilacija zraka u hladnjačama potpomažu održavanju iste vlažnosti u svim dijelovima hladnjače, pomažu uklanjanju mirisa i sprječavanju nastanka ustajalog mirisa i okusa namirnica. Ako se cirkulacija i ventilacija ne obavljaju pravilno, u pojedinim dijelovima hladnjače zbog nakupljanja vlage može doći do razvoja mikroorganizama. Da bi se osigurala dobra cirkulacija hladnog zraka unutar komore, potrebno je instalirati ventilator odgovarajućeg kapaciteta i pravilno slagati palete, sanduke ili letvarice. Pravilno slaganje podrazumijeva da se među paletama ili redovima paleta ostavlja razmak, kako bi se osiguralo strujanje zraka među paletama. Najmanja udaljenost od zidova na kojima se nalaze isparivačke jedinice je oko 300 mm, dok je minimalni razmak od ostalih zidova 200 mm. Međusobni razmak paletnih sanduka (boks palete) je 100 mm. Ako je atmosfera suha, dolazi do intenzivne transpiracije koja dovodi do velikih gubitaka mase, plodovi se smežuraju i vrlo često više nisu za upotrebu u svježem stanju (Plietić, 2004.).

Hladnjača je objekt namijenjen pripremi i čuvanju voća i povrća u svježem stanju, u uvjetima točno određenih temperaturnih režima, relativne vlažnosti i sastava atmosfere. Hladnjače čine kompleks koji se sastoji od rashladnih komora, manipulativnog dijela te pomoćnih objekata. Primarna je uloga hladnjača snižavanje topline plodova voća dostavljenih s proizvodnih površina te osiguravanje uvjeta pravilnog hlađenja. Kapacitet hladnjače i kapacitet čuvanja zajedno određuju veličinu samog objekta u kojem će se vršiti prijam sirovine i eventualni daljnji koraci u njihovom skladištenju na kraći ili duži period. Veličinu hladnjače definira nekoliko čimbenika: masa proizvoda koji se stavlja na čuvanje te određivanje minimalnog vremena potrebnog od početka hlađenja do kraja čuvanja (Plietić, 2004.).



## **2.6. SKLADIŠTENJE JABUKA „Zlatni Delišes“ U HLADNJAČAMA S KONTROLIRANOM ATMOSFEROM**

Kao što je već naglašeno, nakon berbe voća i povrća njihova prirodna otpornost na djelovanje vanjskih faktora kvarenja kao što je kisik, vlaga, svjetlost i mikroorganizmi je znatno smanjena.

Promjene enzimskog sistema ploda nakon branja mogu ubrzati aktivnosti kvarenja voća i povrća, a one se ubrzavaju na povišenim temperaturama, kao i u slučajevima oštećenja plodova. Neke vrste, kao što je tropsko voće, ne podnose niske temperature. Mogućnost čuvanja voća i povrća u svježem stanju ovisna je o brojnim faktorima, prije svega to su vrsta i sorta ploda. Duže vrijeme se može skladištiti jabučasto voće kao što su: jabuka, kruška, dunja, a kraće se skladišti koštunjicavo voće: šljiva, breskva i marelica.

Vrlo kratko vrijeme se može očuvati jagodasto voće: jagoda, malina, kupina, pa se ove vrste voća najčešće čuvaju u smrznutom stanju.

Faktori koji utječu na duljinu skladištenja voća i povrća su: primijenjene agrotehničke mjere, način i vrijeme branja, transport, primijenjena tehnologija pripreme voća i povrća i skladištenje, kemijski tretman i brojni drugi. Tijekom čuvanja voća i povrća dolazi do mikrobioloških, biokemijskih i fizioloških promjena. Na brzinu tih promjena utječe temperatura, relativna vlažnost zraka, kisik, ugljični dioksid i koncentracija etilena u skladišnom prostoru tj. najčešće hladnjači. Na osnovi poznavanja utjecaja ovih parametara danas se voće i povrće može čuvati duži vremenski period, uz stvaranje takvih uvjeta koji će usporiti navedene procese.

ULO hladnjače (ultra low oxygene), s malo kisika, što jamči dulju svježinu robe su komore koje služe za konzerviranje-čuvanje voća u svježem stanju (najčešće jabuke i kruške) u kontroliranoj atmosferi (CA).

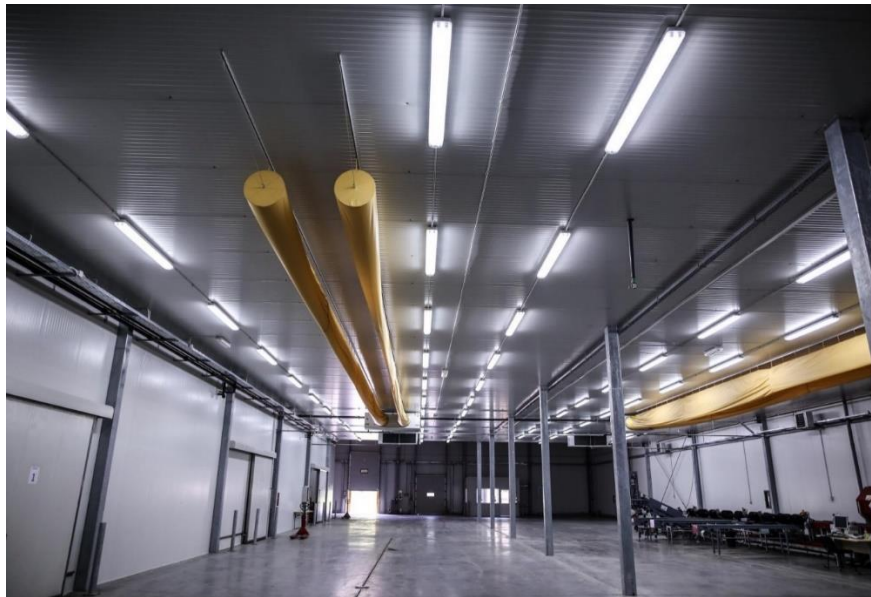
Pod kontroliranom atmosferom podrazumijeva se atmosfera u kojoj se kontrolira atmosfera skladištenja regulacijom referentnih parametara (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, temperatura, relativna vlaga), a koji su karakteristični za svaku vrstu, pa i sortu povrća i voća. Kontroliranom atmosferom utječe se na brzinu biokemijskih reakcija, a pri tome je bitna efektivna koncentracija sastojaka atmosfere u skladišnom prostoru kao i u samoj stanici biljnog tkiva.

Primjenom kontrolirane atmosfere inhibiraju su biokemijske reakcije koje dovode do stvaranja etilena-stimulatora zrenja. Na taj način se produžuje vrijeme skladištenja i dozrijevanja, jer se smanjuje respiracija zbog odsustva etilena. U tom smislu kod

klimakterijskog voća ne dolazi do klimakterija, ako je udio kisika u okolini 2 – 3%, odnosno unutarnja koncentracija kisika 1 – 2%.

Na osnovi ovih saznanja, u okviru kontrolirane atmosfere promoviran je tzv. ULO sistem (skraćena od engleskog Ultra Low Oxygen – nizak sadržaj kisika) koji se svodi na održavanje i na vrlo male promijene udjela kisika. Istovremenim sniženjem temperature i sniženjem udjela kisika ili povećanjem udjela CO<sub>2</sub> može se usporiti proces disanja, odnosno usporavaju se biokemijske promjene.

Time se usporava proces sazrijevanja, a istovremeno se sprječava omekšavanje plodova, stvaranje stranog mirisa, okusa i boje (Jašić, 2010.).



**Slika 7.** Prazna komora ULO hladnjače. Izvor <http://www.poslovni.hr/hrvatska/u-skladistenju-voca-i-povrca-nece-ovisiti-o-trgovcima-341158/multimedia/p5>, pristupljeno 01.02.2019.

## **3.EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. MATERIJALI**

Za eksperimentalni dio korištene su jabuke sorte Zlatni Delišeš. Jabuke su tijekom početnoga skladištenja bile u uvjetima ULO tehnologije sa 1% O<sub>2</sub> i 1% CO<sub>2</sub> te na temperaturi od 1°C. Jabuke su naknadno skladištene na Biotehničkom Fakultetu Sveučilišta u Ljubljani u Laboratorij za prehranu na Katedru za tehnologiju, prehranu i vino, Odelek za živilstvo, gdje su bile podijeljene u grupe i skladištene na četiri različita temperaturna režima od 4°C, 8°C, 12°C i 20°C uz konstantnu atmosferu.

### **3.2. METODE**

Praćene su promijene tvrdoće instrumentom i boje jabuke sorte Zlatnog Deliše-a na temperaturama skladištenja od 4°C, 8°C, 12°C i 20°C u vremenskom periodu od 22. ožujka do 24. travnja. Svaki drugi dan uzrokovani su uzorci od deset jabuka te je analizirana tvrdoća i boja.

U hladnjačama relativna vlaga iznosila je između 75% -80%, a temperature 4°C, 8°C, 12°C dok je u hladnjači s temperaturom od 20°C relativna vlaga iznosila 50% -60%.

#### **3.2.1. Određivanje boje**

Uzorci su uzorkovani tako što se iz svake grupe jabuka uskladištenih na različitim temperaturama uzelo sto jabuka. Jabuke su označavane brojevima od 1 do 100, a na jabukama su označavani krugovi u koji se prislanjala mjerna glava digitalnoga refraktometra koja je očitavala boju jabuka.

Uzorci su analizirani svaki drugi dan, a mjerna glava je uvijek prislanjana na isto označeno mjesto.

Korištena je CIELAB metoda koja je ustanovljena od strane Commission Internationale de L'Eclairage. Prema metodi boja se određuje digitalnim refraktometrom i temelji se na uspoređivanju ispitivane boje s bojom nastalom u digitalnome refraktometru miješanjem osnovnih boja aditivne sinteze. L (luminance) svjetlina, od 0-100, akromatska os *a* (crveno-zeleno) i *b* (žuto-plavo).

#### Princip određivanja

U svrhu objektivnog određivanja boje koristio se kolorimetar s mogućnošću određivanja čitavog vidljivog spektra, a takvo mjerenje se izražava u  $L^*a^*b^*$  vrijednostima.

Uređaj radi na principu mjerenja stupnja reflektirane svjetlosti od mjerne površine (Konica-Minolta, 1998).

Aparatura i pribor:

- kolorimetar KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-400



**Slika 8.** Kolorimetar - KONICA MINOLTA CHROMA METER CR-400  
(Autor: Lina Majhen)

### 3.2.2. Određivanje tvrdoće

Određivana je tvrdoća jabuke pomoću analizatora teksture TA.HDPlus V(FTA).

Na deset uzoraka iz svake grupe mjerena je tvrdoća tako što se pomoću sonde analizatora na svakoj jabuci mjerio otpor mesa ploda jabuke prilikom utiskivanja sonde analizatora u jabuku, mjerna jedinica za otpor je  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Na svakoj jabuci mjerenja su ponavljanja četiri puta sa plošne strane, korištena je srednja vrijednost kao krajnji rezultat.

Princip određivanja

Ispitivanje prodiranjem je tehnika koja se izvodi tako da se mjeri sila potrebna za ulazak sonde na određenu dubinu. Pri tome test uključuje kompresiju i smicanje materijala koji se ispituje. U ovisnosti o korištenoj sondi, test simulira zagriz u prehrambeni materijal.

Određivanje teksture proizvoda pomoću analizatora teksture zasniva se na rastezanju ili tlačenju materijala, ovisno o konkretnom testu.

Mjerni senzor istovremeno prati otpor koji se javlja u materijalu uslijed prodiranja alata kroz njega.

Senzor zatim povratnom vezom javlja radne parametre upravljačkoj jedinici, a oni se kasnije grafički prikazuju

Aparatura i pribor:

- analizator teksture TA.HDPlus



**Slika 9.** Analizator teksture voća i povrća (Autor slike: Lina Majhen)

## 4. REZULTATI

**Tablica 2.** Promjena tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperatura skladištenja 4°C, 8°C i 12°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga **70-80%**

<b>TEMPERATURA</b>	<b>4°C</b>	<b>8°C</b>	<b>12°C</b>
<b>DATUM UZORKOVANJA</b>	<b>Tvrdoća kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Tvrdoća kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Tvrdoća kg/cm<sup>2</sup></b>
22.3.	6,663	6,663	6,663
24.3.	6,860	6,610	6,572
27.3.	6,670	6,402	6,522
31.3.	6,634	6,489	6,422
3.4.	6,459	6,316	6,305
7.4.	6,414	6,308	6,253
10.4.	6,336	6,125	6,257
13.4.	6,307	6,103	6,107
18.4.	6,308	6,025	5,986
21.4.	6,209	6,032	5,852
24.4.	6,108	6,010	5,759

*\*navedeni rezultati u tablicama prikazani su kao srednja vrijednost od 40 uzoraka*

*Izvor: Istraživanje provedeno u Laboratoriju za prehrano na Katedri za tehnologije, prehrano in vino, Odelek za živilstvo, Biotehniška fakulteta Sveučilišta u Ljubljani, Autor: Lina Majhen*

**Tablica 3.** Promjena tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja 20°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga **50-60%**

<b>TEMPERATURA</b>	<b>20°C</b>	
<b>DATUM UZORKOVANJA</b>	<b>Tvrdoća kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Relativna vlaga%</b>
22.3.	6,663	50-60
24.3.	6,434	50-60
27.3.	6,305	50-60
31.3.	6,301	50-60
3.4.	6,250	50-60
7.4.	6,001	50-60
10.4.	5,801	50-60
13.4.	5,709	50-60
18.4.	5,691	50-60
21.4.	5,662	50-60
24.4.	5,500	50-60

**Tablica 4.** Promjena boje tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja 4°C i 8°C u kontroliranoj atmosferi , relativna vlaga **70-80%**

<b>TEMPERATURA</b>	<b>4°C</b>			<b>8°C</b>		
<b>DATUM UZORKOVANJA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
22.3.	71,463	-12,729	44,060	71,593	-12,991	45,231
24.3.	71,649	-12,368	45,531	71,980	-12,611	46,894
27.3.	72,501	-12,221	46,100	72,561	-12,232	47,612
31.3.	72,669	-12,103	46,915	72,840	-12,012	48,102
03.4.	72,838	-12,002	47,052	72,932	-11,902	48,634
07.4.	72,916	-11,903	47,982	73,041	-11,862	48,998
10.4.	73,098	-11,806	48,152	73,254	-11,654	49,206
13.4.	73,162	-11,704	48,985	73,402	-11,403	49,384
18.4.	73,258	-11,602	49,263	73,549	-11,023	49,984
21.4.	73,336	-11,512	49,875	74,091	-10,986	50,032
24.4.	73,521	-11,498	50,264	74,713	-10,401	50,291



**Tablica 5.** Promjena boje tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od 12°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga **70-80%**

<b>TEMPERATURA</b>	<b>12°C</b>			
<b>DATUM UZORKOVANJA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Relativna vlaga %</b>
22.3.	71,513	-12,582	45,962	70-80
24.3.	71,841	-12,341	45,435	70-80
27.3.	72,091	-12,201	46,265	70-80
31.3.	72,561	-12,023	46,998	70-80
3.4.	72,902	-12,013	47,169	70-80
7.4.	73,152	-11,898	47,891	70-80
10.4.	73,271	-11,762	48,149	70-80
13.4.	73,471	-11,653	48,969	70-80
18.4.	73,902	-11,400	49,362	70-80
21.4.	74,212	-11,198	49,523	70-80
24.4.	74,391	-10,982	50,452	70-80

**Tablica 6.** Promjena boje tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od 20°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga **50-60%**

<b>TEMPERATURA</b>	<b>20°C</b>			
<b>DATUM UZORKOVANJA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Relativna vlaga %</b>
22.3.	71,641	-12,892	45,364	50-60
24.3.	72,041	-12,569	46,769	50-60
27.3.	72,561	-12,323	47,652	50-60
31.3.	72,896	-12,032	48,236	50-60
3.4.	72,936	-11,892	48,526	50-60
7.4.	73,254	-11,652	48,864	50-60
10.4.	73,456	-11,598	49,100	50-60
13.4.	73,900	-11,302	49,503	50-60
18.4.	74,156	-11,120	49,896	50-60
21.4.	74,639	-10,869	50,059	50-60
24.4.	75,023	-10,301	50,302	50-60

## 5. RASPRAVA

Rezultati iz Tablice 2. prikazuju promjenu tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja od 4°C, 8°C i 12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi od 70-80%, a vidljivo je iz rezultata da temperatura skladištenja ima značajan utjecaj na tvrdoću tijekom vremena skladištenja. Brojčane vrijednosti pokazuju da skladištenja jabuka na niskim temperaturama produžuje rok trajanja zbog manje dehidracije što se očituje na tvrdoći jabuke. Temperatura skladištenja je bitan parametar kod skladištenja klimakteričnog voća te jabuka na 12°C ima znatno kraći rok trajanja nego na 4°C ili 8°C pri jednakim ostalim parametrima.

Rezultati simulacije uvjeta skladištenja u trgovačkim centrima prikazani su u Tablici 3. u kojoj su vidljive promjene tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od oko 20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi 50-60%. Iz rezultata ponovo je vidljivo da temperatura skladištenja ima značajan utjecaj na tvrdoću tijekom vremena skladištenja. Jabuka na 20°C i relativnoj vlazi 50-60% ima znatno kraći rok trajanja nego skladištena na 4°C, 8°C ili 12°C pri vlazi od 70-80%.

Tablica 4. prikazuje promjene boje (vrijednosti  $a^*$ ,  $b^*$  i L) tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja 4°C i 8°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi od 70-80%. Vrijednost L je najmanja pri najnižoj temperaturi skladištenja, 4°C, za razliku od  $a^*$  vrijednosti. Vrijednost  $a^*$  je pri kraju skladištenja viša kod 4°C nego pri 8°C dok je  $b^*$  vrijednost viša kod 8°C nego pri 4°C kao i L vrijednost. Promjene boje (vrijednosti  $a^*$ ,  $b^*$  i L) tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od 12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi od 70-80% prikazane su u Tablici 5. Vrijednost L je niža pri 12°C nego pri 8°C, ali je najniža pri 4°C i relativnoj vlazi od 70-80%, što je prikazano u Tablici 5. Vrijednost  $a^*$  je pri kraju skladištenja viša kod 8°C nego pri 4°C i 12°C dok je  $b^*$  vrijednost najviša pri 12°C.

Rezultati simulacije uvjeta skladištenja u trgovačkim centrima prikazani su u Tablici 6. koja prikazuje rezultate promjena boje (vrijednosti  $a^*$ ,  $b^*$  i L) tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od 20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi od 50-60%.

Iz rezultata koji su prikazani u Tablici 6. ponovo je vidljivo da temperatura skladištenja ima značajan utjecaj na boju (vrijednosti  $a^*$ ,  $b^*$  i L) tijekom vremena skladištenja.

Vrijednost L je najviša pri 20°C pri kraju skladištenja dok je  $a^*$  vrijednost najniža pri 20°C pri kraju skladištenja. Vrijednost  $b^*$  je pri kraju skladištenja najniža na 4°C.

Vrijednosti L i  $b^*$  linearno rastu i značajan su pokazatelj kvalitete ploda jabuke, dok parametar  $a^*$  linearno opada tijekom vremena skladištenja na temperaturi skladištenja od 20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi od 50-60% te isto na temperaturama skladištenja od 4°C, 8°C i 12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi 70-80%.

Numerička vrijednost parametra tvrdoće također opada s danima skladištenja na temperaturi skladištenja od 20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi dok na temperaturama skladištenja 4°C, 8°C i 12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlazi od 70-80% nema izraženu linearnost.

## 6. ZAKLJUČAK

Pravilnim korištenjem suvremenih tehnika skladištenja plodova jabuke u kontroliranoj atmosferi, uvelike se mogu smanjiti eventualni kvantitativni i kvalitativni gubici tijekom skladištenja što prvenstveno daje prednost ekonomskoj opravdanosti korištenja navedenih tehnika skladištenja.

Osnovni parametri tijekom primjene konvencionalnih kao i suvremenih tehnika skladištenja jabuka su temperatura skladištenja, relativna vlažnost zraka, tlak te sastav atmosfere (sadržaj pojedinih plinova) čijim se pravilnim i uspješnim kombiniranjem uvelike može utjecati na produljenje vijeka trajanja i kvalitete jabuke namijenjene za plasman u svježem stanju.

Korištenjem dostupnih brzih metoda za procjenu vremena skladištenja utvrđeno je da su mjerenja promjena boje tj. parametara boje:  $a^*$ ,  $b^*$  i  $L$  vrlo korisna za utvrđivanje svježine te su navedeni parametri boje ( $a^*$ ,  $b^*$  i  $L$ ) značajniji pokazatelji kvalitete nego parametar tvrdoće.

## 7. LITERATURA

1. Anonymus; <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/zlatni-delises-sadnice-jabuka/411/> (pristupljeno 10.01.2019.).
2. Anonymus 2; <http://www.zenskikutak.hr/procitaj/jedna-jabuka-dnevno-za-dobro-zdravlje/83/> (pristupljeno 13. 12. 2018.).
3. Anonymus 3; <http://www.mojezdravlje.net/Bolesti/228/savjeti-za-zdravlje/Zdravlje-iz-jabuke.aspx> (pristupljeno 18. 12. 2018.).
4. Anonymus 4; <http://www.horvat.hr/sortiment.php> (pristupljeno 10.01.2019)
5. Anonymus5; <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/zlatni-delises-sadnice-jabuka/411/>(pristupljeno 18. 12. 2018.).
6. Anonymus 6; <http://www.volim-jabuke.com/sorte/golden-delicious/>(pristupljeno 13.12.2018).
7. Anonymus 7; <http://www.poslovni.hr/hrvatska/kako-je-poziv-za-berbu-jabuka-mladog-vocara-mobilizirao-potrosace-na-drustvenim-mrezama-344893>, (pristupljeno 01.02.2019.).
8. Anonymus 8; <https://www.fitness.com.hr/prehrana/nutricionizam/Jabuka.aspx> (pristupljeno 13.12.2018).
9. JAŠIĆ, M. (2010.): <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/branje-i-priprema-voca-i-povrca-za-skladistenje> (pristupljeno 01.02.2019.).
10. JAŠIĆ, M. (2010.): Čuvanje voća i povrća u hladnjačama sa kontroliranom atmosferom, Tehnološki fakultet u Tuzli, Tuzla.
11. CAMPEANU, G., NEATA, G., DARJANSCHI, G. (2009.): Chemical Composition of the Fruits of Several Apple Cultivars Growth as Biological Crop, ISSN 1842-4309.
12. FELLMAN, J.K., RUDELLO, D.R., MATTINSONU, D.S., MATTHEIS, J.P. (2000.): Relationship of harvest maturity to flavor regeneration after CA storage of 'Delicious' apple, Department of Horticulture and Landscape Architecture Washington State WA9 6164-6414., SAD.
13. HARB, J., STREIF, R.J., BANGERTH, F.B. (2000.): Response of Controlled Atmosphere (CA) stored "Golden Delicious" Apples to the Treatments with Alcohols and Aldehydes as Aroma Precursors, ISSN 0016-478X.

14. RADENKOVA, K. R., RADENKOVŠ, V. (2016.): Assessment of shelf-life ability of apples cv.'Auksis' after long-term storage under different conditions, Institute of Horticulture, Latvia University of Agriculture Graudu, 3689-3700., Latvia.
15. USDA (2012.): United States Department of Agriculture.  
<<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2122?manu=&fgcd=&ds=>> (pristupljeno 5.10. 2018.).
16. MURAYAMA, H., KATSUMATA, T., HORIUCHU, O., FUKUSHIMA, T. (2002.): Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after different storage periods, *Postharvest Biology and Technology*, 26: 15-21.
17. PLIESTIĆ, S. (2004.): Hlađenje i rashladni sustavi u poljoprivredi, interna skripta Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb.
18. PRIJATELJ, B. (2013): Narodni zdravstveni list;  
<http://www.zzjzpgz.hr/nzl/31/lijek.htm> (pristupljeno 18. 12. 2018.).