

dr. sc. Sandra Zavadlav¹
Lina Majhen, ing.preh.teh.¹

PRAĆENJE FIZIKALNIH SVOJSTVA JABUKE „ZLATNI DELIŠES“ TIJEKOM VREMENA SKLADIŠTENJA NA RAZLIČITIM REŽIMIMA

Stručni rad / Professional paper
UDK 582.711.714

Predmetno istraživanje provodilo se na jabukama sorte „Zlatni Delišeš“ koje su bile skladištene u ULO hladnjačama. Referentni uzorak od 100 kg jabuka bio je raspoređen u četiri ULO hladnjače u kojima je bila uspostavljena kontrolirana atmosfera. Svaka hladnjača sadržavala je 20 kg jabuka. 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, korišteno je 40 plodova, te se mjerila tvrdoća putem analizatora za teksturu voća i povrća i boja (a^ , b^* i L).*

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

1. Uvod

Jabuka „Zlatni Delišeš“ znanstvenog naziva: *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. Dijele se i po boji i svojstvu pokožice ploda na crvene, žute, šarene, obojene kao mramor, odnosno, glatke, sjajne, hrapave i masne jabuke (Anonymus 1, 2019).

Važniji sastojci u plodu su: 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. Plod sadrži i brojne mineralne tvari kao što su kalij i brom. Jedna od glavnih bioaktivnih komponenti i predmet istraživanja mnogobrojnih znanstvenika je klorogenična kiselina. Klorogenična kiselina je skupni naziv za velik broj fenolnih spojeva koji

¹ Veleučilište u Karlovcu

nastaju esterifikacijom trans-cinaminskih kiselina (npr. kafeinske, ferulične i para-kumarinske) s (-) – kininskom kiselinom, te se dijele u podskupine ovisno o prirodi i broju cinaminskih supstituenata i 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, patlidžana, 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 (Campeanu i sur., 2009).

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 (Anonymus 4, 2018). 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 (Anonymus 6, 2019). 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 (Jašić, M. 2010b.).

2. Teoretski dio

2.1. Opis sorte jabuke „Zlatni Delišeš“

Sorta je dobivena kao slučajni sjemenjak oko 1890. godine koji je otkrio Anderson H. Mullins u američkoj saveznoj državi West Virginija. 1914. godine, a rasadničar Paul Stark otkupio je pravo na proizvodnju za 5000 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. Sorta „Golden Delicious“ pogodna je za proizvodnju u svim dijelovima Hrvatske. Skladištenje spomenute sorte jabuka je složeno i sorta je karakteristična za čuvanje u hladnjačama. Meso jabuke „Golden Delicious“ je sočno, kiselkasto - slatkastog okusa i fine arome. Dobar je oprašivač drugim sortama (Anonymus 3, 2019).

Zimska sorta dozrijeva polovicom rujna, a plod teži 150-250g. slatkastog je okusa s tipičnom aromom za ovu sortu. Boja u vrijeme berbe je zeleno-žuta, a kasnije prelazi u zlatno-žutu. Zimska sorta jabuke „Zlatni Delišeš“ ima izuzetno ugodan i potrošaču prihvatljiv miris i okus koji je blag, nenapadan, no iznimno sladak; medeno sladak – često stoji u opisu. Kožica ploda je nježna i tanka, meso je čvrsto, hrskavo i sočno.

2.2. Utjecaj roka berbe na kakvoću ploda jabuke „Zlatni Delišeš“

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 (Fellman i sur., 2000).

Kriteriji za ocjenu trenutka branja mogu biti subjektivni kao što su senzorne-organoleptičke analize i objektivni kao što su mjerenja fizikalnih parametara 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. 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 (Jašić, M. 2010b).

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.

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 dozrelosti, a može se 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, 2010a.).

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 (Murayama i sur., 2002).

2.5. Skladištenje jabuka „Zlatni Delišes“ u hladnjačama s kontroliranom atmosferom

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 (Plietić, S.2004). 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 (Radenkova i sur., 2016).

ULO hladnjače (ultra low oxygen), 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_2 , O_2 , 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 (Harb i sur., 2000). 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 unutar nja 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_2 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, 2010b.).

Slika 1: Prazna komora ULO hladnjače



Izvor: <http://www.poslovni.hr/hrvatska/u-skladistenju-voca-i-povrca-nece-ovisiti-o-trgovcima-341158/multimedia/p5>,
(prostupljeno 01.02.2019).

3. Eksperimentalni dio

3.1. Materijali

Za eksperimentalni dio korištene su jabuke sorte Zlatni Delišes. Jabuke su tijekom početnoga skladištenja bile u uvjetima ULO tehnologije sa 1% O₂ i 1% CO₂ te na temperaturi od 1°C. Naknadno su jabuke bile podijeljene u grupe i skladištene na četiri različita temperaturna režima od +4°C, +8°C, +12°C i +20°C uz konstantnu atmosferu sa 1% O₂ i 1% CO₂.

3.2. Metode

Tijekom istraživanja praćene su promijene tvrdoće i boje jabuke sorte Zlatnog Deliše-a kroz vrijeme skladištenja na temperaturama od +4°C, +8°C, +12°C i +20°C. Svaki drugi dan uzorkovani su uzorci od deset jabuka iz svake komore 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'Éclairage. Prema metodi boja se određuje digitalnim refraktome-

trom 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-zelena) 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).

3.2.2. Određivanje tvrdoće

Određivana je tvrdoća jabuka 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 kg/cm^2 . Na svakoj jabuci mjerenja su ponavljanja četiri puta sa plošne strane, a 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. 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 povratnom vezom javlja radne parametre upravljačkoj jedinici, a oni se kasnije grafički prikazuju.

4. Rezultati

Tablica 1: Promjena tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja $+4^{\circ}\text{C}$, $+8^{\circ}\text{C}$ i $+12^{\circ}\text{C}$ u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga 70-80%

TEMPERATURA	4°C	8°C	12°C
DATUM UZORKOVANJA	Tvrdoća kg/cm^2	Tvrdoća kg/cm^2	Tvrdoća kg/cm^2
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

Tablica 2: Promjena tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja +20°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga 50-60%

TEMPERATURA	20°C	
DATUM UZORKOVANJA	Tvrdoća kg/cm ²	Relativna vlaga%
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 3: Promjena boje tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja +4°C i +8°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga 70-80%

TEMPERATURA	4°C	4°C	4°C	8°C	8°C	8°C
DATUM UZORKOVANJA	L*	a*	b*	L*	a*	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 4: Promjena boje tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od +12°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga 70-80%

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

Tablica 5: Promjena boje tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od +20°C u kontroliranoj atmosferi, relativna vlaga 50-60%

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

5. Rasprava

Tablica 1 prikazuju promjenu tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja od +4°C, +8°C i +12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 70-80%, a vidljivo je iz rezultata da temperatura skladištenja ima značajan utjecaj na tvrdoću tijekom vremena skladištenja. Brojčane vrijednosti pokazuju da skladištenje jabuka na niskim temperaturama produljuje rok trajanja zbog manje dehidracije što se očituje na tvrdoći jabuke. Temperatura skladištenja je bitan parametar kod skladištenja klimakteričnog voća dok jabuka na +12°C ima znatno kraći rok trajanja nego na +4°C ili +8°C pri jednakim popratnim

parametrima. Rezultati simulacije uvjeta skladištenja u trgovačkim centrima prikazani su u *Tablici 2* u kojoj su vidljive promjene tvrdoće tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od oko +20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka 50-60%. Iz rezultata ponovo je vidljivo da temperatura skladištenja ima značajan utjecaj na tvrdoću tijekom vremena skladištenja. Jabuka na +20°C i relativnoj vlažnosti zraka 50-60% ima znatno kraći rok trajanja nego skladištena na +4°C, +8°C ili +12°C pri relativnoj vlažnosti zraka od 70-80%. *Tablica 3* prikazuje promjene boje (vrijednosti a^* , b^* i L) tijekom skladištenja jabuka na temperaturama skladištenja +4°C i +8°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 70-80%. Vrijednost L je najmanja pri najnižoj temperaturi skladištenja (+4°C) za razliku od a^* vrijednosti. Vrijednost a^* je pri kraju vremena skladištenja viša kod +4°C nego pri +8°C dok je b^* vrijednost brojčano viša kod +8°C nego pri +4°C kao i L vrijednost. Promjene boje (vrijednosti a^* , b^* i L) tijekom vremena skladištenja jabuka na temperaturi od +12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 70-80% prikazane su u *Tablici 4*. Vrijednost L je niža pri +12°C nego pri +8°C, ali je najniža pri +4°C i relativnoj vlažnosti zraka od 70-80%. 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 *Tablica 5* gdje su prikazani rezultati promjena boje (vrijednosti a^* , b^* i L) tijekom skladištenja jabuka na temperaturi skladištenja od +20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 50-60%. Iz rezultata koji su prikazani u *Tablici 5* ponovo je vidljivo da temperatura skladištenja ima značajan utjecaj na boju jabuke (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 vremena skladištenja najniža na +4°C. Vrijednosti L i b^* linearno rastu i značajan su pokazatelj kvalitete ploda jabuke, dok parametar boje a^* linearno opada tijekom vremena skladištenja na temperaturi skladištenja od +20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 50-60% te isto na temperaturama skladištenja od +4°C, +8°C i +12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 70-80%. Numerička vrijednost parametra tvrdoće također opada sa danima skladištenja na temperaturi skladištenja od +20°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka od 50-60% dok na temperaturama skladištenja +4°C, +8°C i +12°C u kontroliranoj atmosferi i relativnoj vlažnosti zraka oko 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 instrumentalnih metoda za procjenu vremena skladištenja utvrđeno je da su mjerenja promjene tvrdoće korisna za utvrđivanje svježine jabuke te da su korišteni parametri boje (a^* , b^* , L) manje značajni za utvrđivanje svježine jabuke sorte Zlatni Delišeš od parametra tvrdoće.

LITERATURA

1. Anonymus 1; <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/zlatni-delises-sadnice-jabuka/411/> (pristupljeno 10.01.2019.).
2. Anonymus 2; <http://www.mojezdravlje.net/Bolesti/228/savjeti-za-zdravlje/Zdravlje-iz-jabuke.aspx> (pristupljeno 18. 12. 2018.).
3. Anonymus 3; <http://www.horvat.hr/sortiment.php> (pristupljeno 10.01.2019)
4. Anonymus 4; <https://www.agroklub.com/poljoprivredni-oglasnik/oglas/zlatni-delises-sadnice-jabuka/411/>(pristupljeno 18. 12. 2018).
5. Anonymus 5; <http://www.volim-jabuke.com/sorte/golden-delicious/>(pristupljeno 13.12.2018).
6. Anonymus 6; <http://www.poslovni.hr/hrvatska/kako-je-poziv-za-berbu-jabuka-mladog-vocara-mobilizirao-potrosace-na-drustvenim-mrezama-344893>, (pristupljeno 01.02.2019).
7. Campeanu, G.; Neata, G.; Darjanschi, G. (2009.): Chemical Composition of the Fruits of Several Apple Cultivars Growth as Biological Crop, ISSN 1842-4309.
8. 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.
9. 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.
10. Jašić, M. (2010a.): <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/branje-i-priprema-voca-i-povrca-za-skladistenje> (pristupljeno 01.02.2019).
11. Jašić, M. (2010b.): Čuvanje voća i povrća u hladnjačama sa kontroliranim atmosferom, Tehnološki fakultet u Tuzli, Tuzla.
12. Murayama, H.; Katsumata, T.; Horiuchi, O.; Fukushima, T. (2002.): Relationship between fruit softening and cell wall polysaccharides in pears after different storage periods, Post-harvest Biology and Technology, 26: 15-21.
13. Plietičić, S. (2004.): Hlađenje i rashladni sustavi u poljoprivredi, interna skripta Agronomski fakultet Zagreb, Zagreb.
14. Radenkova, K. R.; Radenkova, 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.

Summary

CHANGES OF THE PHYSICAL PROPERTIES APPLES “GOLDEN DELICIOUS” PER TIMES OF STORAGE ON DIFFERENT CONDITIONS

The subject research was carried out on apples of the “Golden Delicious” variety which were stored in ULO refrigerators. A reference sample of 100 kg of apple was placed in four ULO refrigerators in which a controlled atmosphere was established. Each refrigerator contained 20 kg of apple. Fertilization 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 commercial 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 hardness was measured by the textures of fruit and vegetable textures and colors (a^ , b^* and L).*

Keywords: *apple, controlled atmosphere, ULO refrigerator, shelf life.*

