

Skladištenje jabuke u hladnjačama sa ULO atmosferom

Storing apples in ULO atmosphere controlled cold storage

Snežana STEVANOVIĆ* i Rade RADOJEVIĆ, Poljoprivredni fakultet, Beograd;
Dragan MARKOVIĆ, Milena OTOVIĆ, Uroš MILOVANČEVIĆ i Vojislav SIMONOVIĆ, Mašinski fakultet, Beograd

Ključne reči:
kontrolisana atmosfera;
ULO hladnjače;
jabuke

Voće ima važno mesto u ukupnoj vrednosti poljoprivredne proizvodnje u Srbiji i sve veća količina svežeg voća se i izvozi. Za značajniji plasman na inostrano tržište neophodno je da se obezbedi očuvanje kvaliteta tokom transporta i skladištenja. Zato se u upotrebu sve više uvode i koriste savremeni uslovi čuvanja kao što su kontrolisana i modifikovana atmosfera za skladištenje svežih plodova. Kontrolisana atmosfera ULO (Ultra Low Oxygen) je potisnula sva druga rešenja kada su u pitanju kvalitet i dužina skladištenja jabuka (i do 300 dana). U ovom radu su izloženi pregled i analiza optimalnih uslova i preporučeni režimi za dugo čuvanje različitih sorti jabuka u hladnjačama sa ULO atmosferom.

Key words:
controlled atmosphere;
ULO storage; apples

Fruit has a significant place in the total value of agricultural production in Serbia and an increasing amount of fresh fruits has been exported recently. For a more significant placement of fresh food on foreign markets, it is necessary to provide quality protection during transport and storage. Postharvest losses of fresh fruits and vegetables are very high, especially in undeveloped countries. Therefore, modern postharvest technologies, such as modified and controlled atmosphere, are increasingly used to prolong storage life of fresh fruits. ULO (Ultra Low Oxygen) controlled atmosphere has suppressed all other solutions in terms of quality and prolonged storage life (up to 300 days) of apples. In this paper, the optimum conditions and recommended storage regimes for different apple varieties in ULO atmosphere have been reported.

1. Uvod

Hlađenje hrane ima veoma važnu ulogu u zadovoljavanju potreba rastućeg broja potrošača u urbanim sredinama, kao i smanjenju gubitaka koji nastaju kvarenjem i propadanjem hrane. U svetu se prosečno godišnje izgubi oko 300 miliona tona hrane, zbog toga što nije blagovremeno primenjeno hlađenje (FAO, 2005). Isti izvor navodi da su gubici svežeg voća i povrća veliki i dostižu vrednost od 5% do 25% u razvijenim zemljama, dok je u zemljama u razvoju i nerazvijenim zemljama gubitak veći od 25%. Da bi se to promenilo sve veća pažnja se poklanja postharvest tehnologijama u cilju smanjenja promena, kvarenja i propadanja svežih plodova. Savremena rešenja za skladištenje sveže hrane imaju za cilj potpunu kontrolu nad fiziološkim i biohemijskim procesima u plodovima, kao i smanjenje aktivnosti mikroorganizama na najmanju moguću meru. Na taj način mogu značajno da se smanje gubici i produži vreme čuvanja plodova u svežem stanju. Sve se više uvode u upotrebu i koriste savremeni uslovi čuvanja kao što su kontrolisana i modifikovana atmosfera za skladištenje svežih plodova. Kontrolisana atmosfera ULO (Ultra Low Oxygen) nesumnjivo je potisnula sva druga rešenja kada su u pitanju kvalitet skladištenih jabuka, kao i dužina njihovog uspešnog čuvanja. U ULO atmosferi najviše se skladište jabuke, a uz optimalne uslove i pravilno vođen postupak, moguće je očuvati im kvalitet i do 300 dana nakon berbe.

Jabuka je najznačajnija kontinentalna voćna vrsta na svetu, zbog sposobnosti prilagođavanja različitim prirodnim uslovi-

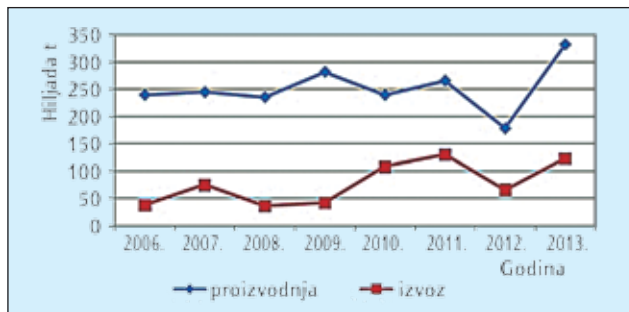
ma, uz visok kvalitet plodova. Pored pomorandže i banane, jabuka dominira svetskim tržištem, a koristi se tokom cele godine (Bound, 2005). Godišnja svetska proizvodnja jabuke u 2010. godini je bila nešto manja od 70 miliona tona. Najveći svetski proizvođač je Kina, sa preko 30 miliona tona, a zatim slede SAD, Turska, Poljska, Italija i Francuska. Jabuka je često merilo razvijenosti voćarske proizvodnje neke zemlje, pa se sa porastom broja stabala jabuke povećava ukupni intenzitet voćarske proizvodnje, i obratno.

Sa komercijalnog gledišta, jabuka je na domaćem tržištu jedna od najznačajnijih voćnih vrsta, i po obimu proizvodnje u Srbiji nalazi se na trećem mestu, odmah iza šljive i grožđa. Kao voće za upotrebu u svežem stanju, jabuka se nalazi na prvom mestu. Kako je sezona potrošnje jabuke praktično neprekidna, ona ima veliki značaj, kako za ishranu, tako i za ekonomiju. Od ukupne proizvodnje oko 2/3 jabuke potroši se u svežem stanju i zbog potreba tržišta neophodno je duže čuvanje plodova jabuke u svežem stanju.

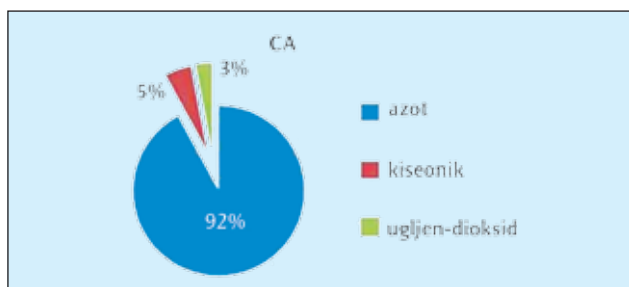
Najznačajniju osnovu za povećanje ukupne domaće proizvodnje voća i intenziviranje ove grane poljoprivrede predstavlja izvoz jabuke. U periodu 2006–2013. proizvodnja jabuke u Srbiji prosečno je iznosila 252.000 t (sl. 1). U istom periodu prosečan izvoz jabuke iznosio je 77.000 t, što čini 35 miliona dolara, sa tendencijom rasta po značajnoj stopi od 18,19% godišnje. U okviru izvoza svežeg voća iz Republike Srbije jabuka je vodeća voćna vrsta. Najviše se izvozi u Rusiju (71%), zatim u Mađarsku, Poljsku, BiH i Nemačku. U istom periodu Srbija je prosečno uvozila oko 26.000 t jabuke, čija je vrednost 9,2 miliona dolara. Uvoz ima porast po godišnjoj stopi od 12,14%, što znači da je uvoz nižeg intenziteta od izvoza (Vlahović i dr., 2015). U cilju povećanja izvoza,

* E-mail: smasovic@agrif.bg.ac.rs

pored rasta lokalne proizvodnje, asortiman treba prilagoditi zahtevima inostrane potražnje, uz istovremeno povećanje i kvaliteta plodova jabuke.



Slika 1. Proizvodnja i izvoz jabuke u Srbiji (2006–2013)



Slika 2. Sadržaj gasova u komori sa kontrolisanom atmosferom

Kontrolisana atmosfera je našla najveću primenu u produženom skladištenju različitih sorti jabuka. Za njihov značajniji plasman na inostrano tržište neophodno je obezbediti očuvanje kvaliteta u *postharvest* periodu, jer se sve veće količine jabuka izvoze.

Uvode se evropski standardi u svim segmentima proizvodnje, prerade i čuvanja hrane. Nove tehnologije koje obezbeđuju sigurno i produženo skladištenje svežih proizvoda su hladnjače sa kontrolisanom atmosferom (CA) i ULO hladnjače.

3. Produženo skladištenje jabuke

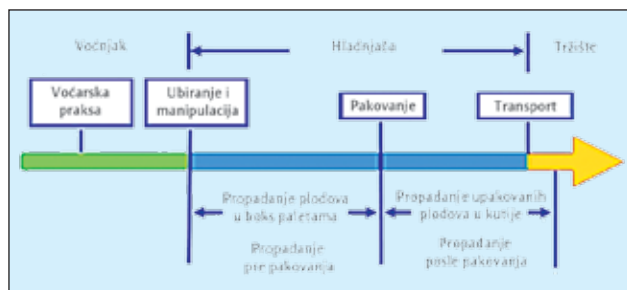
Plodove jabuke karakteriše visok sadržaj vode i zato su podložne promenama i kvarenju posle berbe. Procenjuje se da Srbija godišnje gubi 30–40% svojih proizvoda u različitim fazama posle berbe (Neel i Bonar, 2009). Stoga, da bi se održao kvalitet, povećao rok upotrebe i produžio period prodaje, preduslov je kontrola uslova čuvanja tokom skladištenja i transporta.

Hlađenje je osnovni poznati metod za uspešno skladištenje svežeg voća i povrća, pa i plodova jabuke, u cilju održavanja njihove svežine i ukupnog kvaliteta i da bi se značajno produžilo vreme upotrebe u svežem stanju. Važnost čuvanja proizvoda u hladnjačama i njihove distribucije se često previđa, a ipak predstavlja značajnu aktivnost za produženje roka trajanja i upotrebe svežih i lako kvarljivih prehrambenih proizvoda.

Hlađenjem se smanjuje brzina respiracije, usporavaju biohemijski i mikrobiološki procesi i tako produžava rok trajanja.

Pet glavnih elemenata integrisanog lanca hlađenja su:

- proizvodnja,
- prerada i pakovanje,
- čuvanje u hladnjačama i distribucija,
- transport prevoznim sredstvima–hladnjačama i
- prodaja.



Slika 3. Kontrola propadanja jabučastog voća

Svaki od navedenih elemenata je bitan sam za sebe, ali su svi deo jedne celine. Izostanak elementa, ili problem u njegovom funkcionisanju, dovodi do prekida lanca hlađenja.

Vreme čuvanja sveže hrane može se produžiti ukoliko se primene niske temperature – hlađenje, pri čemu se kao granica javlja tačka zamrzavanja. Izlaganje plodova temperaturama bliskim njihovim tačkama zamrzavanja dovodi do promena metabolizma u tkivima i do nepravilnog funkcionisanja, što može dovesti do oštećenja (chilling injury).

Dugotrajno i bezbedno (*“food safety”*) skladištenje jabuka obezbeđuju nove tehnologije sa komorama sa kontrolisanom atmosferom (CA). U atmosferi komore su, pored niske temperature, izmenjeni i odnos i koncentracija gasova. Snižavanjem koncentracije kiseonika uz istovremeno povećanje koncentracije ugljen-dioksida dodatno se smanjuje intenzitet disanja plodova jabuke.

Plodovi jabuke posle berbe nastavljaju da dišu, tako da se u prisustvu kiseonika iz vazduha oksidiše organska materija u plodovima, a kao proizvod disanja oslobađaju se ugljen-dioksid, vodena para i toplota disanja. Smanjenjem intenziteta disanja usporava se proces sazrevanja, ali i prezrevanja, starenja i propadanja plodova.

Smatra se da je posle primene hlađenja, kontrolisana atmosfera drugo najvažnije otkriće u oblasti skladištenja hrane. U svetu se u rashladnim komorama sa kontrolisanom atmosferom čuva gotovo dve trećine ukupne proizvodnje jabuke. Povećana potražnja za svežim jabukama u periodu april–maj na evropskom tržištu, uz relativno visoku cenu koja se tada može postići, dovodi do porasta primene kontrolisanih uslova skladištenja. U novije vreme ULO se sve više koristi kao *postharvest* tehnologija, a razvijeni su i novi tehničko-tehnološki sistemi, kao što je DCA (*Dynamic Control Atmosphere*) za duže čuvanje svežih plodova jabuke.

4. Čuvanje jabuka u ULO atmosferi

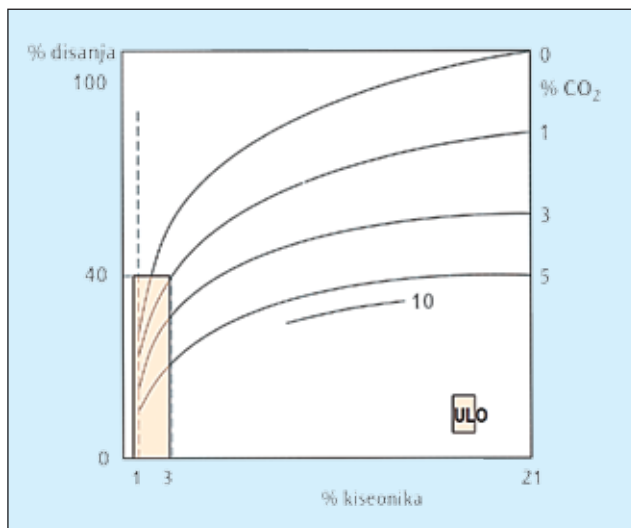
Nova tehnička rešenja za konstrukciju komora sa kontrolisanom atmosferom omogućavaju bolje upravljanje sastavom atmosfere i gasovima koji ulaze ili izlaze iz CA komora tokom skladištenja. Raspoložujući sa sve više efikasne opreme za kontrolu nivoa O_2 i CO_2 u skladišnoj atmosferi, omogućena je primena automatskih sistema za upravljanje i kontrolu parametara procesa i stanja. Postalo je evidentno da niži nivo kiseonika stvara bolje uslove za očuvanje kvaliteta, pa je pažnja usmerena na održavanje niske koncentracije kiseonika, ali do nivoa tolerantnosti za određenu vrstu. Menjala se i terminologija, pa su se počeli koristiti različiti nazivi za različite režime, kao što su: LO (*Low Oxygen*) kada je O_2 u intervalu 1,5%–2% ili ULO (*Ultra Low Oxygen*) sa 1%–1,5% O_2 , a u novije vreme i dinamička kontrolisana atmosfera (DCA) sa sadržajem kiseonika ispod 1%.

Na slici 5 je prikazan uticaj nivoa kiseonika i ugljen-dioksida na intenzitet disanja, i tokom skladištenja u ULO atmosferi. Cilj je ostvariti minimalno disanje pri skladištenju voća, ali da se ne dozvoli da dođe do gušenja plodova, tj. anaerob-



Slika 4. Ilustracija delova lanca hlađenja

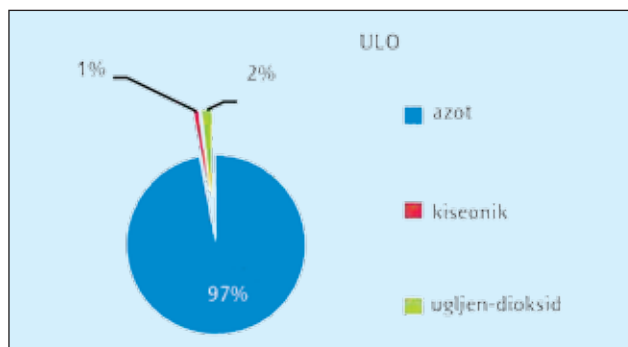
ne fermentacije. Rešenje se postiže skladištenjem plodova u atmosferi sa maksimalnim sadržajem CO_2 i minimalnim nivoom O_2 (oni se razlikuju za svaku vrstu, pa često i sortu).



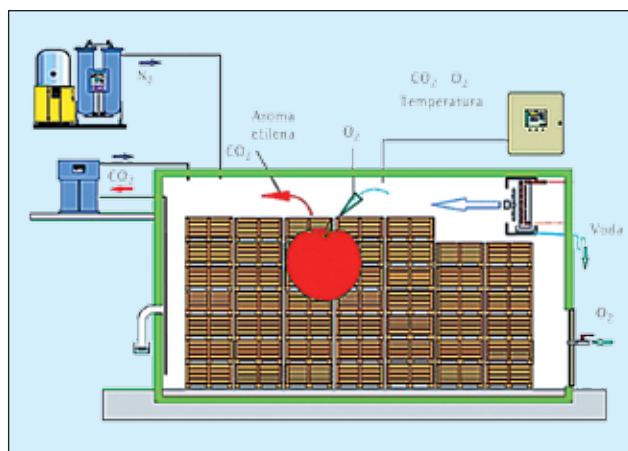
Slika 5. Intenzitet disanja pri različitim koncentracijama gasova u atmosferi

ULO kontrolisana atmosfera nesumnjivo je potisnula sva druga rešenja kada je u pitanju kvalitet uskladištenih svežih plodova. Jabuke se u svetu najviše čuvaju u hladnjačama sa ULO režimom rada.

U ULO kontrolisanoj atmosferi intenzitet disanja i promene u plodovima smanjuju se kombinovanim delovanjem niske temperature, ekstremno niske koncentracije kiseonika i povećane koncentracije ugljen-dioksida. Značajno je i da relativna vlažnost u komori bude povećana, da ne bi došlo do isušivanja i smežuravanja plodova.



Slika 6. Sadržaj gasova u ULO komori



Slika 7. Šematski prikaz ULO sistema skladištenja

U hladnjačama sa ULO atmosferom potrebno je obezbediti:
– dobru toplotnu i gasnu izolaciju komora;

- hlađenje;
- snabdevanje gasovima za uspostavljanje i održavanje kontrolisane atmosfere;
- merenje i kontrolu procesnih parametara i koncentracije gasova O₂, CO₂, vodene pare, a u nekim slučajevima i etilena.

Za ostvarivanje ULO atmosfere neophodne su efikasna gasna i toplotna izolacija zbog ekstremno niske koncentracije kiseonika, ali i drugih gasova. Realizacija ULO atmosfere zahteva merenje sadržaja gasova svakih 30 minuta, što je mnogo češće nego u konvencionalnoj kontrolisanoj atmosferi. Ovakav sistem se ne može realizovati bez automatizacije i kompjuterizacije. Zbog moguće pojave inicijalnog stresa (ILOS) u plodovima jabuke, koji nastaje zbog ultraniskog sadržaja kiseonika, tehničko-tehnološko rešenje i režim čuvanja moraju biti prilagođeni karakteristikama i zahtevima određene sorte jabuke.

Sa aspekta dužine čuvanja, plodovi jabuke spadaju u manje osetljivo voće. Od bioloških specifičnosti ploda zavisi u velikoj meri dužina uspešnog čuvanja, pa se stoga i javljaju osetne razlike u trajnosti pojedinih sorti. Promene i gubici u toku čuvanja zavise od uslova pod kojima su se plodovi gajili, stepena zrelosti pri berbi plodova, kao i načina pripreme i pakovanja.

Promena sortimenta jabuke je stalna, u smislu uvođenja novih sorti u proizvodnju, što zahteva traženje optimalnih parametara, uslova i režima čuvanja plodova za svaku sortu.

Između pojedinih sorti postoje razlike u mogućnostima čuvanja zavisno od:

- karakteristika sorte,
- lokaliteta gajenja,
- klimatskih uslova i
- agrotehnike.

Duži period skladištenja je moguć samo ako su plodovi ekstra i I klase. Različite sorte jabuke zahtevaju i različite uslove čuvanja, a nekada su i za iste sorte, proizvedene u različitim regionima, neophodni različiti uslovi čuvanja. U tabeli 1 prikazani su preporučeni parametri čuvanja različitih sorti jabuka (Vaysse i Landry, 2004, – I; Pašalić, 2006, – II; Janković i Mašović, 2000, – III; Radojević i dr., 2015 – IV).

Primenom ULO tehnologije, plodovi jabuke se mogu čuvati gotovo tokom cele godine, sve do naredne berbe. Ovi uslovi omogućavaju čuvanje plodova jabučastih voćaka 3 do 6 meseci duže nego u NA hladnjačama (Hribar, 2000).

Proizvodna praksa na prvo mesto postavlja same hladnjače sa pripadajućom opremom, a manje pažnje se poklanja plodovima koji se skladište. Preovladava mišljenje da je savremeno opremljena hladnjača sasvim dovoljan preduslov za dugotrajno čuvanje plodova, ali taj pristup je neprihvatljiv i pogrešan sa aspekta dužeg čuvanja različitih vrsta, pa i sorti, uz minimalne promene i gubitke. Prikazani podaci u tabeli 1 pokazuju da postoje razlike u optimalnim temperaturama skladištenja, ali i sastavu atmosfere u ULO sistemu u zavisnosti od karakteristika sorte jabuke, ali i lokaliteta gajenja.

Primena savremenih tehničko-tehnoloških rešenja nema za cilj da popravi kvalitet svežih plodova, jer on nikada neće biti bolji od onog u momentu berbe. Najviše što se može očekivati jeste da se očuva postojeći kvalitet što duže, a to je moguće samo uz poštovanje preporuka o optimalnim uslovima skladištenja, u cilju minimalnih promena kvaliteta.

U hladnjačama sa ULO atmosferom moguće je ostvariti značajno duže čuvanje jabuke zbog primene ekstremno niskih koncentracija kiseonika, čime se svi procesi u plodovima jako usporavaju a intenzitet disanja smanjuje. Na taj način se promene, kvarenje i propadanje plodova svode na minimum

i stvaraju se nepovoljni uslovi za aktivnost i razvoj mikroorganizama koji su uzročnici kvarenja.



Slika 8. Manipulativni hodnik u ULO hladnjači

5. Zaključak

Čuvanjem svežih plodova u hladnjačama na niskim temperaturama produžava im se rok trajanja, ali znatno duže skladištenje, uz bolje očuvanje kvaliteta, moguće je ostvariti primenom ULO kontrolisane atmosfere. Moderne tehnologije skladištenja sveže hrane imaju za cilj potpunu kontrolu nad procesima koji se odvijaju u plodovima pri čuvanju u svežem stanju. U objektima sa odgovarajućom tehničko-tehnološkim opremom, optimalno rešenje za uspešno i dugo skladištenje predstavlja ULO kontrolisana atmosfera. Ovaj sistem se sve više koristi za čuvanje jabuke. Niska koncentracija kiseonika i povećan sadržaj ugljen-dioksida, zatim optimalna temperatura i relativna vlažnost omogućavaju uspostavljanje kontrole nad fiziološkim, biohemijskim i mikrobiološkim uzročnicima kvarenja, što omogućava smanjenje gubitaka uz istovremeno maksimalno produžavanje dužine skladištenja i očuvanje kvaliteta u velikom stepenu. Za ostvarivanje maksimalnih rezultata posebnu pažnju treba posvetiti kvalitetu plodova jabuke pri uskladištenju u ULO komori, a dobri rezultati se postižu samo optimalnim režimima čuvanja, koji su prilagođeni karakteristikama pojedinih sorti. Na taj način može da se izbegne upotreba bilo kakvih tretmana hemijskim sredstvima.

Rezultati istraživanja su deo projekata Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj, program Tehnološki razvoj TR 35043; TR 31051; kao i projekta III 046010.

6. Literatura

- [1] **Barbosa-Canovas, G. V. and A. Ibarz**, *Unit operations in Food Engineering*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA (2002).
- [2] **Bound, S. A.**, *The impact of selected orchard management practices on apple, Malus domestica L. fruit quality*, Submitted fulfillment of the requirements for the PhD degree, University of Tasmania (2005).
- [3] ******* FAO, *Bulletin 158 (2005) Freezing of fruits and vegetables*, ISSN 1010-1365.
- [4] **Gross, K., C. Y. Wang and M. E. Saltveit** (editors), 2002, *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*, USDA Agr. Handb. 66 (available electronically at: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html>).
- [5] **Hribar, J.**, *Fruit storage in Dinamic Atmosphere*, Tematski zbornik „Hladilna veriga v živilstvu“, SDHK, V Posvetovanje SDHK (2000), Zreče, Slovenia, s. 13–19. ISBN 961-6353-21-7.

Legenda

I (Vaysse i Landry, 2004) – Temperature skladištenja za različite sorte jabuke u Francuskoj su u intervalu od 0 °C do 4 °C. Najosetljivije sorte na niske temperature su hanikranč i ajdared, koje se čuvaju na 4 °C. Za sve sorte koncentracija kiseonika je u intervalu od 1,5 do 1,8%, izuzev sorte melroze, koja je osetljiva na vrlo niske koncentracije kiseonika i čuva se na 2% O₂.

Optimalne vrednosti CO₂ se kreću od 0,8 do 1,5%, pri ekstremno niskim koncentracijama kiseonika, za većinu sorti. Tolerantnije sorte na povećan sadržaj CO₂ su ajdared, jonagold, crveni delišes i naročito zlatni delišes, koji podnosi i do 3% CO₂, čime se vreme čuvanja produžava do 10 meseci.

II (Pašalić, 2006) – Prikazane su sorte koje se u Bosni najviše čuvaju u ULO hladnjačama kao i preporučeni režimi skladištenja. Kod svih sorti jabuka temperatura je 1 °C ili 1,5 °C. Koncentracije kiseonika se razlikuju za različite sorte, za greni smit je preporučena ekstremno niska koncentracija od 0,8% O₂, a sorta breburn se čuva sa 2,3% O₂. Koncentracije CO₂ za čuvanje jabuke u ULO atmosferi su u granicama od 0,8% do 1,5%.

III (Janković i Mašović, 2000) – Vrednosti temperature za skladištenje različitih sorti jabuke se dosta razlikuju, kao kod podataka za Francusku ne preporučuju se temperature niže od 3 °C za sorte aidared i mekintoš, uz povećanu relativnu vlažnost u ULO komori, iznad 90%.

IV (Radojević i dr. 2015) – Date su preporuke firme Van-Amerongen vezane za opšte uslove skladištenja, koji su naučno zasnovani ali nisu specifični za određeni region. Optimalni uslovi skladištenja jabuke zavise od sorte, trenutka berbe, regiona, lokacije voćnjaka, itd.

Breburn je osetljiv na niz nedostataka skladištenja, što se može prevazići skladištenjem u ULO atmosferi.

Elstar je niske osetljivosti na nedostatke skladištenja, sa izuzetkom fleka na kori.

Ako se fudži bere kasno, ne treba ga skladištiti u visokoj koncentraciji CO₂, sa 0.5% CO₂ moguće je unutrašnje mrko obojenje. Plodovi su podložni *skaldu*, ali je ovaj rizik značajno smanjen u ULO uslovima.

Gala je vrlo podložna *skaldu*, koji je znatno redukovano pod ULO uslovima.

Za zlatni delišes je CA skladištenje najbolje rešenje. Veoma je podložan *skaldu*, koji je znatno redukovano pod ULO uslovima.

Kod skladištenja sorte greni smit na nižim temperaturama postoji manja verovatnoća pojave *skalda* i propadanja jezgra. Nije osetljiv na nedostatke skladištenja sa izuzetkom *skalda* (Watkins i dr., 1995) (Mditshwa i dr., 2016), a ovaj rizik se može eliminisati pod ULO uslovima.

Jonagold nije naročito podložan nedostacima skladištenja, manje od 1% O₂ može da izazove promenu ukusa.

Crveni delišes je podložan *skaldu*, koji se može preduprediti ULO skladištenjem.

Tabela 1. Preporučeni parametri skladištenja najvažnijih sorti jabuke u ULO hladnjačama

Sorta	Temperatura vazuha [°C]	Relativna vlažnost vazduha [%]	Koncentracija O ₂ [%]	Koncentracija CO ₂ [%]	Vreme čuvanja (meseci)
Ariana I	0–1		1,5	1	7–8
Breburn I	0–1		1,5	0,8–1	7
Breburn II	1,5		2,3	0,8	
Breburn IV	0,5–3	90–95	1,5	1	6–9
Pinova I	0–1		1,5–1,8	1,5	7–8
Crveni delišes I	0–1		1,5	1,8–2,2	7–8
Crveni delišes III	0–1	92	1	1	8–9
Crveni delišes IV	–1,5–1,1	90–95	1	1,5	10
Elstar I	1–2		1,5	1–2	6–7
Elstar II	1,5		1,5	1	
Elstar IV	0–4	90–95	1–1,2	2,5	7
Fudži I	0–1		1,5	0,8–1,2	8–9
Fudži II	1		1	0,8	
Fudži IV	0–1	90–95	1–2,5	1–2,5	8–11
Gala I	1–2		1,5	1,5	6–7
Gala II	1		1,2	1	
Gala IV	0–2	90–95	1,2	2	6,5
Zlatni delišes I	0–1		1,5–1,8	2–3	9–10
Zlatni delišes II	1,5		1,5	1	
Zlatni delišes III	1–2	92	1	2,5–3	7–8
Zlatni delišes IV	0–4	90–95	1–1,2	4	10
Greni smit I	0–1		1,5–1,8	1–1,5	7–8
Greni smit II	1		0,8	0,8	
Greni smit III	0	92	1	1	8–9
Greni smit IV	–0,5–2	90–95	1	1	7–11
Hanikranč I	3–4		1,5–1,8	1–1,5	7–8
Ajdared I	2–4		1,5–1,8	1,8–2,2	8
Ajdared II	1,5		1,5	1,5	
Ajdared III	3	90	2	1	7–8
Jonagold I	0–1		1,5–1,8	1,5–2	7–8
Jonagold II	1,5		1,5	1	
Jonagold IV	0–2	90–95	1–1,2	4	9
Melroze I	0–3		2–2,2	1,5	7–8
Melroze III	0–2	90	2	3	6–7
Tentejšn I	0–1		1,5–1,8	1,5	6–7
Gloster II	1,5		1	0,8	
Jonatan III	2	92	2–3	3	6–7
Mekintoš III	3	90	2	3	6–7
Mucu III	1–2	92	2–3	2	8–9
Starking III	1–2	92	2	2,5–3	7–8

- [6] **Janković, M., S. Mašović**, *Fruits storage in controlled atmosphere cold rooms*, Tematski zbornik „Hladilna veriga v živilstvu“, SDHK, V Posvetovanje SDHK (2000), Zreče, Slovenia, s. 20–30, ISBN 961-6353-21-7.
- [7] **Janković, M., S. Mašović**, *Skladištenje jabuka u kontrolisanoj atmosferi*, XI Kongres voćara Jugoslavije (2000), Tara, str. 189.
- [8] **Kader, A. A.**, Technical Editor: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Third Edition. University of California. Agricultural and Natural Resources Publication No. 3311, Oakland, California. (2002) (ISBN: 1-879906-51-1).
- [9] **Kupferman, E.** (Sept 19th, 2004), *Controlled atmosphere storage for apples and pears* [On line]. Washington State University, Tree Fruit Research and Extension Center. [accessed on 24.03.16].
- [10] **Marković, D., M. Veljić, Ž. Čebela, S. Božić**, *Systems for optic color calibration*, Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi (2010), 14(1), 23–26.
- [11] **Marković, D., D. Živković, N. Kosanić, I. Marković, A. Sretenović**, *Posleubirajuće tehnologije za voće i povrće u Srbiji*, Savremena poljoprivredna tehnika (2011), 37, 4: 387–398.
- [12] **Mditshwa, A., A. Olaniyi, O. A. Fawole, F. Vries, K. Van Der Merwe, E. Crouch, U. L. Opara** (2016), *Classification of 'Granny Smith' apples with different levels of superficial scald severity based on targeted metabolites and discriminant analysis*, Journal of Applied Botany and Food Quality 89, 49–55 DOI:10.5073/JABFQ.2016.089.006
- [13] **Neel, S. and H. Bonar** (2009), *Strategija lanca rashlade za Srbiju*, World Food Logistics Organization za USAID Agrobiznis Projekat.
- [14] **Pašalić, B.** (2006), *Berba, pakovanje i skladištenje plodova voćaka*. Poljoprivredni fakultet, Banja Luka.
- [15] **Pašalić, B.** (2009), *Storage Technology of pome fruit*, Proceedings of the II Conference “Innovations in Fruit Growing”, Faculty of Agriculture, Belgrade, 68–73.
- [16] **Radojević, R., S. Stevanović, D. Petrović, K. Gligorević, S. Barać** (2015), *ULO storage of apples*, Proceedings of the Second International Symposium on Agricultural Engineering, 9th-10th October 2015, Belgrade – Zemun, Serbia, IV – 45–62.
- [17] **Stevanović, S., D. Marković, R. Radojević, F. Kosi, V. Simonović** (2015), *Postharvest changes of the apple variety Idared*, Proceedings of the Second International Symposium on Agricultural Engineering, 9th-10th October 2015, Belgrade – Zemun, Serbia, IV – 39–44.
- [18] **Vaysse, P., P. Landry** (2004), *Pomme-poire de la récolte au conditionnement*, Outils pratiques. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (Ctifl), Paris, France.
- [19] **Vlahović, B., A. Puškarić, S. Veličković** (2015), *Izvoz jabuke iz Republike Srbije – stanje i tendencije*, Agroekonomika, 44. br 65, 10–21.
- [20] **Watkins, C. B., W. J. Bramlage, B. A., Cregoe** (1995), *Superficial Scald of 'Granny Smith' Apples is Expressed as a Typical Chilling Injury*, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(1):88–94.

kg

