

**Bibliid:** 0350-2953 (2011)37, 4: 387-398  
**UDK:** 634.11:664.854

Originalni naučni rad  
Original scientific paper

**POSLE UBIRAJUĆE TEHNOLOGIJE ZA VOĆE I POVRĆE U SRBIJI  
POSTHARVEST TECHNOLOGY OF FRUITS AND VEGETABLES IN SERBIA**

Dragan Marković, Dragan Živković, Nenad Kosanić, Ivana Marković, Aleksandra Sretenović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mašinski fakultet, Beograd, Kraljice Marije 16.  
[dmarkovic@mas.bg.ac.rs](mailto:dmarkovic@mas.bg.ac.rs)

**SAŽETAK**

U ovom radu biće dat pregled rešenja za skladištenje voća i povrća u svežem i zamrznutom stanju. Proizvodnja voća i povrća u Srbiji zauzima značajno mesto u ukupnoj vrednosti poljoprivredne proizvodnje i veliki deo proizvedenog voća i povrća se izvozi pa se samim tim zahtevaju i veliki kapaciteti i uvođenje novih posle ubirajućih tehnologija za skladištenje istih, a kako je za značajniji plasman na inostrana tržišta neophodno popravljavanje kvaliteta proizvoda, potrebno je i osavremenjivanje tehnologije gajenja i uvođenje evropskih standarda u svim segmentima proizvodnje, prerade i čuvanja voća i povrća. Najvažniji uslovi sredine koje treba obezbediti u skladišnom prostoru su temperatura i vlažnost vazduha. Osnovna teškoća pri čuvanju svežeg proizvoda je visok sadržaj vode (80-96%), a gubitak vlage tokom skladištenja je uobičajena pojava. Gubici vlage 3 - 6% su dovoljni da izazovu značajan gubitak kvaliteta za mnoge vrste namirnica. Nove tehnologije koje obezbeđuju sigurno i produženo skladištenje bioproizvoda su skladišta sa kontrolisanom atmosferom (CA) i ULO hladnjače.

**Ključne reči:** skladišta, voće, povrće, hladnjače

**1. UVOD**

Cilj proizvodnje, prerade, skladištenja i distribucije svežeg ili zamrznutog voća i povrća, je da zadovolje zahteve potrošača (Shewfelt, 1999) na održiv, ekološki i ekonomski efikasan način. Izborom tehnoloških postupaka i adekvatne mehanizacije moguće je ostvariti veću ekonomsku i energetska efikasnost, uz očuvanje ekološke sredine i zemljišta (Malinović i Meši, 2008). Kvalitet hrane je danas glavni kriterijum za izbor tehnologije i opreme za njenu preradu (Marković, et al, 2010). Čuvanje voća predstavlja završnu fazu nakon branja, a procesi započinju u tzv. postharvest tehnologiji. Zrelost voća i povrća tokom ubiranja je kritičan faktor koji utiče na preradu proizvoda, razvoj ukusa, i stoga određuje posleubirajuće tehnologije voća (Echeverria, et al, 2004). Prerano ubiranje može da dovede do izraženog nedostatka ukusa i razvoja ploda, dok kasnom berbom plodova dolazi do brzog gubitka čvrstine proizvoda tokom skladištenja (Mattheis et al, 1991). Intenzitet brzine ovih gubitaka zavisi od mnogo faktora uključujući vrstu i sortu proizvoda, koncentraciju O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>, pritiska vodene pare kao i prisustva inhibitora (Brecht et al, 2004). Gubici voća i povrća nakon ubiranja su od 5 do 25% u razvijenim zemljama, a u zemljama u razvoju i nerazvijenim zemljama 25-50% (Gladon, 2006).

Kidd i West (1936) su u Kembridžu bili među prvima koji su generalizovali zavisnost između temperature i roka trajanja namirnica (Fidler, 1973). Preporuke za skladištenje voća i povrća su najniže temperature koje obezbeđuju najduži vek trajanja. Opšte se smatra da 80% kvaliteta ubranog voća i povrća je definisano pre no što je usev odnesen sa njive, a samo 20% kvaliteta je pod uticajem posleubirajućih fakotra (Gladon, 2006). Ključni agronomski faktori koji utiču na adekvatan razvoj biljaka su pravilan odabir kulture u odnosu na podneblje i tip zemljišta na kome se vrši setva, način pripreme zemljišta pre setve, pravilan odabir semena u smislu njegovog tipa i geometrijskog oblika, i odabir termina i uslova setve (Marković, et al, 2009).

## 2. SVOJSTVA VOĆA I POVRĆA, MOGUĆNOST SKLADIŠTENJA

Priprema voća i povrća za skladištenje započinje njihovom berbom koja treba biti pravovremena. Vreme berbe zavisi od nekoliko faktora, kao što su vrsta i sorta voća i povrća, način dozrevanja, njegova namena, podneblje, zahtevi i udaljenost tržišta (Karel i Lund, 2003). Neki plodovi dozrevaju posle berbe kao što su: breskve, kajsijske, letnje sorte jabuka i krušaka, neke sorte šljiva i sl. Berba ovih plodova počinje 3-5 dana pre pune zrelosti, a dozrevaju tokom transporta i skladištenja. Neki plodovi dozrevaju na stablu kao što su: jagodasto voće, trešnja, višnja i neke sorte šljiva. Dozrevanje ploda je genetički programiran, kompleksan fiziološki proces u kome važnu ulogu ima biljni hormon etilen (Marić, et al, 2005). Etilen pogotovo upijaju kupusnjače, lisnato povrće, pasulj, šargarepa, grašak, paprike, patlidžan i krastavac, pa ovo povrće treba izolovati od povrća koje emituje etilen (dinje, paradajz, pečurke i najveći broj vrsta voća). Smatra se da je etilen ključni regulator dozrevanja ploda jabuke (Theologis, 1992) i da su blokiranje biosinteze etilena i njegovog dejstva primarni mehanizmi putem kojih se u kontrolisanoj atmosferi dužina čuvanja ploda jabuke produžava (Lau, et al, 1986; Gorney i Kader, 1996, 1997). Velike količine etilena u zatvorenom prostoru (staklenici, skladišta, transportna vozila) obično potiču iz zaraženih, oštećenih i plodova koji sazrevaju, loše utiču na kvalitet proizvoda i mogu predstavljati problem u skladištima. Jedan od kvalitativnih parametara voća i povrća je sadržaj vitamina C. Gubitak vitamina C može biti značajan tokom kvarenja i tada se uticaj temperature ne smatra značajnim. Nezreli krompir pokazuje značajan gubitak vitamina C tokom prve nedelje skladištenja, dok je gubitak minimalan kod zrelih lukovica (Panitkin, et al, 1979). Manje vitamina C je pronađeno u lukovicama skladištenim na 15°C nego na 1°C, sa najmanjim gubitkom na 5°C (Effmert, et al, 1961), dok se može očekivati gubitak od 50% prilikom 8 meseci skladištenja na 7.5°C (Augustin, 1975).

Tab. 1. Tačke smrzavanja pojedinih vrsta voća objavljenih u stručnoj literaturi

Tab. 1. Freezing of certain kinds of fruit in the published literature

Porizvod-Product	Finney (1981)	Kang (1996)	Hua et al. (1999)	Zhang (1993)	Feng (1999)
Kruška- Pear	-1,60	-2	-1,60		-1,50
Jabuka- Apple	-1,10	-2	-1,10	-1,50	-1,50
Trešnja- Cherry	-1,80		-1,80	-1,77	
Višnja- Cherry	-1,70		-1,70		
Breskva- Peach	-0,90		-0,90	-0,88	-0,88
Šljiva-Plum	-0,80			-0,82	-0,82
Jagoda- Strawberry	-0,80		-0,80	-0,77	-0,77

Kada je u pitanju svež proizvod, glavni cilj je usporiti proces disanja uskladištenog proizvoda jer plodovi koji imaju veći intenzitet disanja izdržavaju kraće vreme u skladištu od onih sa manjim intenzitetom disanja i zato temperaturu treba održavati u rasponu od 0-4°C, dok se u rasponu od 4-10°C voće i povrće može sačuvati samo kraći vremenski period. Tačka smrzavanja je ključna referenca za određivanje odgovarajuće temperature za skladištenje bioproizvoda (Wang, et al, 2003). Kada se uskladišten proizvod izloži uticaju temperatura koje su bliske njihovim tačkama zamrzavanja, njihova tkiva više ne mogu da obavljaju normalne metaboličke procese. Ako se dejstvo niskih temperatura nastavi, nepravilno funkcionisanje tkiva dovešće do pojave niza simptoma oštećenja od niskih temperatura, kao što su gubitak čvrstine, lezije (povred, ozlede) na površini ploda, obezbojavanje unutrašnjosti ploda, nemogućnost pravilnog sazrevanja i pojava viška vode. U tabeli 1, su date temperature smrzavanja pojedinih vrsta voća.

Kada je u pitanju čuvanje voća i povrća u dužem vremenskom periodu onda se proizvodi konzervišu zamrzavanjem. Za ovako konzervisan proizvod koriste se izrazi: zamrznut proizvod, smrznut proizvod, duboko zamrznut proizvod ili brzo smrznut proizvod (Zlatković, 2002). Ovi izrazi odnose se na namirnicu koja je zamrznuta ne na bilo kojoj temperaturi, već na 'niskoj' temperaturi (-18°C ili nižoj) i to takozvanim brzim zamrzavanjem i predstavlja savremeniji način konzervisanja. Osetljivost pojedinih vrsta povrća i voća na oštećenja od zamrzavanja je različita. Takođe zahtevi koji se postavljaju pri sortiranju i kalibriranju jagodičastog voća se odnose i na tehnološke procesa prethodnog hladjenja i zamrzavanje plodova čime se postiže mogućnost kvalitetnijeg izvršenja naknadnih mehaničkih operacija bez znatnih gubitaka (Veljić, et al, 2009). Ipak tokom samog procesa smrzavanja može da dodje i do oštećenja proizvoda. Reynoso i De Michelis (1994), su istražili rizik lomljenja maline Schoeneman na različitim temperaturama, rezultati su dati u tabeli 2. Da bi se smanjio ovaj problem, preporučuje se da se kontroliše konačna temperatura maline tokom zamrzavanja i ako je moguće da se zamrzne na -18°C (De Michelis, 2003).

Tab. 2. Prosečan procenat izlomljene maline u funkciji konačne temperature zamrzavanja (Reynoso i De Michelis, 1994)

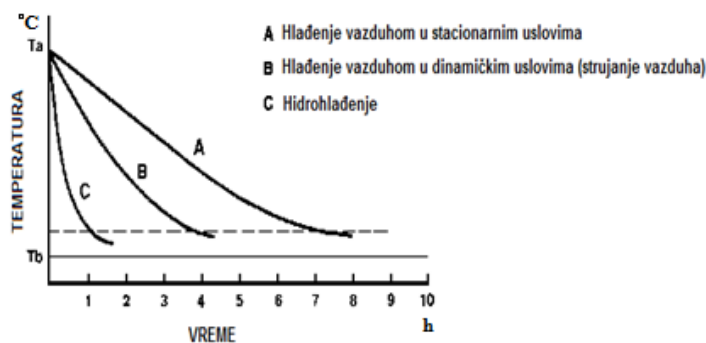
Tab. 2. The average percentage of broken raspberries in the function of final temperature of freezing

Temperatura smrzavanja (°C) Freezing temperature (°C)	Izlomljena malina (%) Punctuated by raspberries (%)
-18	1.58
-25	5.60
-30	9.36

### 3. IZBOR SISTEMA ZA HLAĐENJE

Za vreme uskladištenja može doći do različitih gubitaka. Uzroci gubitaka mogu biti u prirodi robe, uslovima skladištenja, nesavesnom ili nepravilnom manipulisanju robom i sl. (Pavličić, 2004), posebno kada su u pitanju lako kvarljive prehrambene namirnice kao što su voće i povrće. Najbolje je da se skladištenje ovih proizvoda odvija u za to specijalno projektovanim skladištima, jer se može tek tada ostvariti prava korist.

Pravilno upravljanje temperaturom voća i povrća počinje sa precooling metodom (tzv. prethlađivanje). Prethlađivanje ubranih proizvoda na samom polju se uopšte ne praktikuje iako temperatura područja u kom je ubrano voće i povrće iznosi često i preko 30°C. Pothlađivanje je naglo hlađenje sirovine (neposredno nakon branja) na +2 °C do +4 °C zavisi o tome da li se radi o više ili manje osetljivom voću ili povrću. Voće i povrće treba da bude ohlađeno do 0°C u roku od 4 do 6 sati od branja (Micke, et al, 1965). Sistem za rashlađivanje, pri prijemu proizvoda, kroz nekoliko sati može da snizi temperaturu voća i povrća čak do 0°C. Nakon što se temperatura proizvoda smanji na niži nivo, smanjuje se i disanje proizvoda. Kada su u pitanju jagode, odlaganje hlađenja od 2 sata nakon branja može dovesti do gubitka količine za tržište sa 93% na 80% (Mitchell, et al, 1974) dok 6 sati dovodi do povećanog gubitka askorbinske kiseline, rastvorljivih čvrstih materija, fruktoze, glukoze i čvrstoće (Nunes, 1995). Tržišni vek trajanja brokolija je smanjen usled odlaganja hlađenja od 3 sata (Brennan i Shewfelt, 1989), dok maksimalno dozvoljeno odlaganje koje neće dovesti do gubitaka iznosi 6 sati za zelenu salatu (Lipton i Barger, 1965) i 2 sata za maline (Robbins i Moore, 1992). Pothlađivanje proizvoda može da se vrši direktno na polju, u komorama za rashlađivanje ili pomoću hidrohlađnjaka. Na slici 1, je prikazano da se proizvodi najbrže ohlade primenom hidrohlađenja.



Sl. 1. Brzina hlađenja u zavisnosti od vrste pothlađivanja (Izvor: Agrichill, 2008)  
Fig. 1. Cooling rate, depending on the type of over-cooling (Source: Agrichill, 2008)

Veoma važan aspekt skladišta hrane je ta da hrana zahteva različite temperature i uslove vlažnosti za maksimalno vreme trajanja. Skladištenje svežeg voća i povrća se vrši u rashladnim komorama na temperaturi +3°C do +8°C, a skladištenje smrznutog voća i povrća se vrši u komorama na temperaturi -18°C do -20°C. Brokoli gube zadovoljavajuću čvrstinu ukoliko se drže na temperaturi od 5°C i višoj (Toivonen, 1997). Gubitak čvrstine jabuka je praćen sa pojačanjem boje, što je više vezano sa kvarenjem voća nego sa direktnim uticajem temperature na čvrstinu (Landfald, 1966).

Većina specijalnih skladišta za voće i povrće nemaju ugrađenu opremu za povećanje vlažnosti vazduha, a gubitak vlage tokom skladištenja je redovna prateća pojava. Relativna vlažnost vazduha za skladištenje zamrznutog povrća i voća je 80-97%, a za one koja se konzumiraju u svežem stanju 90-95%. Relativna vlažnost vazduha ispod ovog opsega utiče na prevelik gubitak vode iz proizvoda. Međutim, vlažnost blizu 100% može da prouzrokuje

prekomeran razvoj mikroorganizama i pucanje pokožice plodova. Dok niske temperature usporavaju proces disanja, visoka vlažnost usporava isparavanje i gubitak vode iz listova i plodova. Gubici vlage 3 - 6% su dovoljni da izazovu značajan gubitak kvaliteta za mnoge vrste povrća i voća.

U tabeli 3, je prikazano potencijalno vreme skladištenja u zavisnosti od temperature i relativne vlažnosti u skladištu. Za projektovanje efikasnog sistema za hlađenje moraju se uzeti u obzir brzina hlađenja i cena hlađenja, karakteristike proizvoda, način pakovanja, inicijalna temperatura, željena finalna temperatura, a na cenu sistema za hlađenje utiču prostor za hlađenje, oprema za hlađenje, radna snaga i električna energija.

Tab. 3. Potencijalno vreme skladištenja pojedinih vrsta povrća i voća u zavisnosti od temperature i relativne vlažnosti vazduha u skladišnom prostoru (Anon, 1986; Hardenburg et al, 1986; Snowdon, 1990, 1992; Markoski, 2006)

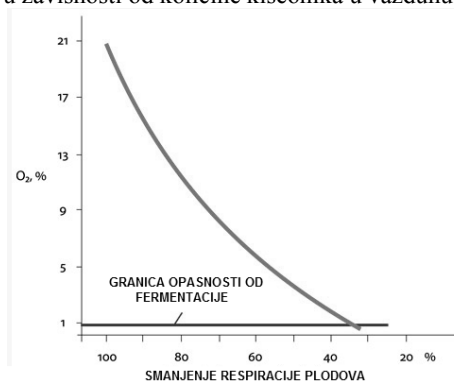
Tab. 3. Potentially during storage of certain types of vegetables and fruits depending on the temperature and relative humidity in storage areas (Anon, 1986; Hardenburg et al 1986, Snowdon, 1990, 1992; Markoski, 2006)

Vrsta proizvoda -Type of product	Uslovi čuvanja		
	Temperatura [°C] Temperature [° C]	Relativna vlažnost [%] Relative humidity [%]	Dužina čuvanja Length of storage
Paradajz- Tomato	2 - 8	85 - 90	3 - 4 nedelje
	4,5 - 10	85	7 - 10 nedelja
Salata- Salad	0	90 - 95	3 - 4 nedelje
Paprika- Pepper	5 - 7	90 - 95	3 - 4 nedelje
	0	80 - 85	1 - 3 nedelje
Krastavac- Cucumber	4,5 - 10	95 - 100	2 nedelje
	4 - 7	85	10 - 14 dana
Kukuruz šećerac- Sweet corn	0	100	6 - 8 dana
	0	90-95	4- 6 dana
	-0,5	85 - 90	1- 4 nedelje
Boranjia- Green beans	7	90 - 100	1 nedelja
	0 - 4	85 - 90	1 - 2 nedelje
Krompir- Potato	4 - 10	90 - 95	4 - 5 meseci
	16 - 18	85 - 90	do 5 meseci
Pečurke- Mushrooms	0	90	5 dana
	0 - 2	80 - 85	2 - 3 dana
Grašak- Peas	0	90 - 95	1 - 2 nedelje
	1,5	90	1 - 2 nedelje
Mrkva- Carrot	0	90 - 95	1 - 6 meseci
	0	98 - 100	3 - 6 meseci
	0 - 5	95 - 100	4 - 5 meseci
Jagoda- strawberry	0	90 - 95	3 - 6 dana
Malina- raspberry	-0.5 - 0	90 - 95	3 - 6 dana
Kupina-blackberry	-0.5 - 0	90 - 95	7 - 10 dana
Jabuka-apple	-1 - 4	90 - 95	1 - 12 meseci
	-0,5	90 - 95	3 - 8 meseci
Trešnja-cherry	-1 - 0	90 - 95	14 - 21 dana

Postoje dva osnovna modela (tipa) hladnjača s obzirom na primenjenu tehnologiju skladištenja voća i povrća: hladnjače sa standardnim sistemom hlađenja i hladnjače sa

kontrolisanom atmosferom (CA). Pri formiranju kontrolisane atmosfere, održava se manje od 8% kiseonika i više od 1% ugljen dioksida. Uobičajeno je da je koncentracija kiseonika u CA skladištima 2-3% i ugljen dioksida 3-5%. Često skladišta sa CA dovode do delimičnog gubljenja ukusa usled isparljivih jedinjenja (Echeverría, et al, 2007; Ortiz, et al, 2010). Pod veoma strogim uslovima u skladištu (niski nivo kiseonika/visoka koncentracija ugljen dioksida), mogu da se razviju oboljenja plodova kao što je naprimer tamnjenje jabuke i kruške (Peppelenbos and Oosterhaven, 1998), dok u blagim uslovima skladištenja kvalitet brzo opada (skladišnost je ograničena).

U poslednje vreme istraživači u oblasti posleubirajućih tehnologija preporučuju skladišta sa niskom koncentracijom kiseonika, takozvana ULO tehnologija (Ultra Low Oxygen). U ovim komorama se nivo kiseonika održava između 1,5 – 2%, a nivo ugljen-dioksida do 1,5 %. U komorama mora biti visoka relativna vlažnost vazduha, najčešće od 90 do 95%. U komoru se unose samo plodovi bez oštećenja. Uvođenje ULO atmosfere se smatra isplativim za hladnjače koje skladište preko 150 t voća ili povrća. Na sl. 2, prikazano je vreme čuvanja jabuka u zavisnosti od količine kiseonika u vazduhu, atmosferi u skladištu.



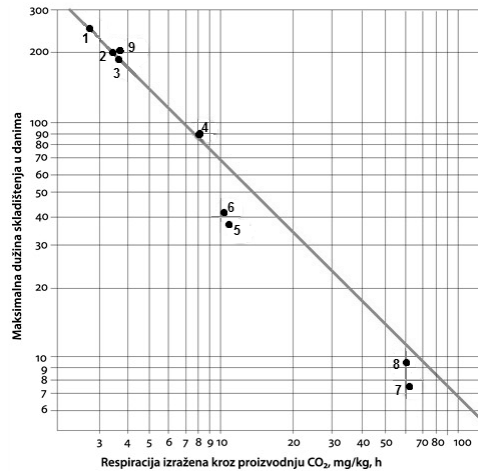
Sl. 2. Smanjenje respiracije plodova jabuke u zavisnosti od sadržaja kiseonika pri čuvanju na +3°C (Izvor: AgroPlus, 2010)

Fig. 2. Reduction of apple fruit respiration depending on the oxygen content for storage at +3 °C (Source: Agroplus, 2010)

Uočava se da intenzitet respiracije, disanja, smanjenjem sadržaja kiseonika značajno opada. Pri tome je granična vrednost oko 1%, jer bi, ukoliko kiseonika bude još manje, došlo do druge vrste gubitaka, anaerobnog disanja – fermentacije. Aroma jabuke zavisi od nekoliko faktora uključujući i zrelost pri branju (Hansen, et al, 1992), koncentracije O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> u skladišnoj atmosferi, i perioda skladištenja (Streif i Bangerth, 1988). Proizvođačima koji imaju iskustva sa skladištenjem poznato je da su gubici plodova jabuke pri čuvanju u ULO hladnjačama do 1%, dok se pri čuvanju u konvencionalnim, samo sa hlađenjem, kreću u granicama 7-10%. Ponekad, kada su uslovi u berbi loši, oni mogu da budu i do 40%. Na sl. 3, prikazano je trajanje skladištenja hlađenjem za najzastupljenije biljne vrste voća i povrća. Intenzitet respiracije izražen je kroz količinu ugljendioksida koju

uskладиštene biljne vrste voća i povrća oslobađaju. Vremenski interval čuvanja proizvoda u zavisnosti od vrste rashladnih komora iznosi za:

- Rashladne komore sa normalnim vazdušnim prostorom: 1-4 meseci;
- Rashladne komore sa kontrolisanom atmosferom (CA): 3-6 meseci;
- Rashladne komore sa kontrolisanom koncentracijom kiseonika (ULO): 4-10 meseci.



Sl. 3. Zavisnost moguće dužine skladištenja od respiracije – skladištenje hlađenjem; 1. Luk, 2. Krompir, 3. Mrkva, 4. Jabuka/kruška, 5. Breskva, 6. Nektarina, 7. Jagoda, 8. Šampinjoni, 9. Kupus (Izvor: AgroPlus, 2010)

Fig. 3. Possible length dependence of respiration storage - storage cooling; First Luke, 2 Potatoes, 3 Carrots, 4 Apple / pear, 5 Peach, 6 Nectarine, 7 strawberry, 8th Mushrooms, 9 Cabbage (Source: Agroplus, 2010)

#### 4. HLADNJAČARSKA INDUSTRIJA U SRBIJI

U Srbiji postoji veliki dijapazon postrojenja, većina je mala ili srednje veličine, sa kapacitetima skladištenja između 150 i 2.500 tona proizvoda, iako neka veoma velika postrojenja, kapaciteta 11.000, 16.000 i 20.000 tona, takođe rade. Poslednjih deset godina izgrađen je veliki broj privatnih hladnjača pa ih je sada ukupno oko 120 sa ukupnim kapacitetom od 454 810 t (Izvor: Vibilia buisness portal, 2010).

U Srbiji su u upotrebi konvencionalne hladnjače, sa kontrolisanom atmosferom (uključujući ULO hladnjače) i konvencionalne hladnjače za duboko zamrzavanje. Međutim, treba napomenuti da su noviji objekti u Srbiji sve više projektovani i usmereni na čuvanje ohlađenog voća (primarno jabuka), da su manji po kapacitetu (150 do 600 tona) i da uglavnom imaju sisteme kontrolisane atmosfere.

## 5. ZAKLJUČAK

Gubici (kaliranje) pri plasmanu na tržište svežeg voća i povrća (berba, manipulisanje, pakovanje, skladištenje, prodaja) su uzrokovani visokim temperaturama tokom skladištenja, transporta, koji ubrzavaju sazrevanje, truljenje, gubitke kvaliteta jestivosti i gubitke hranljivosti. Pothlađivanje svežih proizvoda, kako bi se snizila visoka temperatura sa polja je možda i najkorisnija investicija u proizvodnji voća i povrća i mora se sprovesti što je brže moguće kako bi se smanjila stopa respiracije svežih proizvoda i kako bi se značajno smanjio pritisak na rashladne sisteme u objektima za preradu i skladištenje. Održavanje ukupnog kvaliteta proizvoda zahteva primenu odgovarajuće temperature i relativne vlažnosti, kao i pripremu od berbe do potrošača. Pažljiva kontrola nivoa kiseonika i ugljen-dioksida je neophodna i najbolje je primenjivati skladišta sa kontrolisanom atmosferom.

## 6. LITERATURA

- [1] Agrichill, 2008. Introduction to Proper Postharvest Cooling and Handling Methods,
- [2] [http://www.agrichill.com/info/Info\\_Cooling\\_PostHarvest.pdf](http://www.agrichill.com/info/Info_Cooling_PostHarvest.pdf)
- [3] AgroPlus, 2010. Tehničko-ekonomske osnove izgradnje postrojenja za savremenu doradu i skladištenje voća i povrća na komercijalnim porodičnim gazdinstvima – pojedinačnim i udruženim (32), <http://agroplus.rs/?p=979>,
- [4] Anon, 1986. A Handbook on Shipping Perishable Commodities. American President Lines, Oakland, CA.
- [5] Augustin, J., 1975. Variations in the nutritional composition of fresh potatoes. *J. Food Sci.* 40, pp. 1295–1299.
- [6] Brecht JK, Felkey K, Bartz JA, Schneider KR, Saltveit ME, Talcott ST. 2004. Fresh-cut vegetables and fruits. *Hort Rev* 30:185–251.
- [7] Brennan, P.S., Shewfelt, R.L., 1989. Effect of cooling delay at harvest on broccoli quality during postharvest storage. *J. Food Qual.* 12, pp. 12–22.
- [8] De Michelis Antonio, 2003. Parameters affecting pre-cooling, freezing, storage and transport of red raspberry fruits, individually frozen in discontinuous tunnels. Comparison among five varieties of *Rubus* sp., *International Journal of Refrigeration*, 26, 586–592
- [9] Echeverría, G., Lara, I., Graell, J., López, M. L. 2007. Volatile emission after controlled atmosphere storage of ‘Mondial Gala’ apples (*Malus domestica*): Relationship to some involved enzyme activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 6087–6095.
- [10] Effmert, B., Meinel, G., Vogel, J., 1961. Atmung, zuckerspiegel und ascorbinsäure-gehalt von kartoffelsorten bei verschiedenen lager-temperaturen. *Zucker* 31, pp. 23–32.
- [11] Feng, S. 1999. The storage of fruit and vegetable. Peking: China Chemical Publishing Company, 262–263.
- [12] Fidler, J.C., Wilkinson, B.G., Edney, K.L., Sharples, R.O., 1973. The biology of apple and pear storage. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling. Research Review Number 3, Commonwealth Agricultural Bureau.
- [13] Finney, E. E., Jr. 1981. Handbook of transportation and marketing in agriculture. CRC Press.
- [14] Gladon R. 2006. Post harvest technology of fruits and vegetables in USA. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi / PTEP*, br. 10(1-2), str. 1-5.
- [15] Gorney, J. R., Kader, A. A. 1996. Controlled-atmosphere suppression of ACC synthase and ACC oxidase in “Golden Delicious” apples during long-term cold storage. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 121, pp. 751-755.



- [16] Gorney, J. R., Kader, A. A. 1997. Low oxygen and elevated carbon dioxide atmospheres inhibit ethylene biosynthesis in preclimacteric and climacteric apple fruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 122, pp. 542-546.
- [17] Hansen, K., Poll, L., Olsen, C.E., Lewis, M.J., 1992. The influence of oxygen concentration in storage atmospheres on the post-storage volatile ester production of 'Jonagold' apples. *Lebens. Wiss. Technol.* 25, pp. 457-461.
- [18] Hardenburg, R.E., Watada, A.E., Wang, C.Y., 1986. The Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. US Dept. Agric. Handbook No. 66.
- [19] Hua, Z. et al. 1999. Facilities for food storage. Peking: Mechanical Publishing Company, 12-40.
- [20] Kang, J. 1996. Quick freeze. China Commercial Publishing House, pp. 98-99.
- [21] Karel, M., Lund, D., B., 2003. Physical principles of food preservation; Marcel Dekker Inc; New York.
- [22] Kidd, F., West, C. 1936. The refrigerated gas storage of apples. Food Investigation Board, Leaflet No. 6. H.M.S.O. Department of Scientific and Industrial Research.
- [23] Landfald, R., 1966. Temperature effects on apples during storage. *Bull. Int. Inst. Refrig. Annexe* 1966-1, pp. 453-460.
- [24] Lau, O. L., Liy, Y., Yang, S. F. 1986: Effect of fruit detachment on ethylene biosynthesis
- [25] and loss of flesh firmness, skin color and starch in ripening "Golden Delicious" apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 111: 731-734.
- [26] Lipton, W.J., Barger, W.R., 1965. Market quality of head lettuce in relation to delays between harvest and precooling and temperature after cooling. US. Department of Agriculture, Agric. Res. Serv. ARS 51-5, Washington, DC.
- [27] Malinović N, Meši M., 2008. Pravci razvoja mehanizacije za racionalniju i ekološku proizvodnju hrane, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34: 3-4, 171-179.
- [28] Marić, S., Bošković, R., Tešović, Ž., & Lukić, M. 2005. Genetički polimorfizam ACC sintaze i ACC oksidaze kod selekcija jabuke stvorenih u Čačku. *Genetika*, br. 37(3), str. 225-233.
- [29] Markoski, M., 2006. Rashladni uređaji - prvi deo; Mašinski fakultet u Beogradu, Beograd.
- [30] Marković, D., Veljić, M., Čebela, Ž., Božić, S. 2010. Systems for optic color calibration, Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi, Novi Sad, 14(1), 23 - 26.
- [31] Marković, D., Veljić, M., Simonović, V., 2009. Algoritam za softversko upravljanje setvenim pločama sejalice, Traktori i pogonske mašine, JUMTO, Novi Sad, 14 (4), 8-14.
- [32] Mattheis, J.P., Fellman, J.K., Chen, P.M., Patterson, M., 1991. Changes in headspace volatiles during physiological development of Bisbee Delicious apple fruit. *J. Agric. Food Chem.* 39, 1903-1906.
- [33] Micke, W.C., Mitchell, F.G., Morie, E.C., 1965. Handling sweet cherries for flesh shipment. *Calif. Agric.* 19 (4), pp. 12-13.
- [34] Mitchell, F.G., Mayer, G., Maxie, E.C., Coates, W.W., 1974. Cold storage effects on fresh market peaches, nectarines, and plums: 1) estimating freezing points; 2) using low temperature to delay internal breakdown. *Calif. Agric.* 28, pp. 12-14.
- [35] Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A.M.M.B., Sargent, S.A., 1995. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biol. Technol.* 6, pp. 17-28.
- [36] Ortiz, A., Echeverría, G., Graell, J., & Lara, I. 2010. The emission of flavourcontributing volatile esters by 'Golden Reinders' apple is improved after midterm storage by postharvest calcium treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 57, 114-123.
- [37] Panitkin, V.A., Dzikovich, K.A., Prokozhev, V.V., Treushnikova, N.A., Konotantinova, V.L., Zhukov, S.N., 1979. Effect of different forms and doses of potassium fertilizer on change in potato quality during storage. *Agrokimiya* 1979 (9), 30-36.
- [38] Pavličić, D. 2004. Mogućnosti racionalnijeg korišćenja skladišnih kapaciteta u preduzeću. *IMK-14 - Istraživanje i razvoj*, 10(1-2):73-77.

- [39] Peppelenbos, H.W., Oosterhaven, J., 1998. A theoretical approach on the role of fermentation in harvested plant products. *Acta Hort.* 464, 381-386.
- [40] Reyonso, R., O., De Michelis, A., 1994. Parameters affecting freezing, storage and transport of individually frozen Schoeneman raspberries, *International Journal of Refrigeration*, 17(3), 209-213.
- [41] Robbins, J., Moore, P.P., 1992. Fruit quality of stored, fresh red raspberries after a delay in precooling. *HortTechnology* 2, pp. 468-470.
- [42] Shewfelt, R.L., 1999. What is quality? *Postharvest Biol. Technol.* 15, 197-200.
- [43] Snowdon, A.L. (Ed.), 1990. *A Color Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables: Vol. 1: General Introduction and Fruits.* CRC Press, Boca Raton, FL.
- [44] Snowdon, A.L. (Ed.), 1992. *A Color Atlas Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables Vol. 2: Vegetables.* CRC Press, Boca Raton, FL.
- [45] Streif, J., Bangerth, F., 1988. Production of volatile aroma substances by 'Golden Delicious' apple fruits after storage for various times in different CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations. *J. Hort. Sci.* 63, 193-199.
- [46] Theologis, A. 1992: One rotten apple spoils the whole bushel: the role of ethylene in fruit ripening. *Cell*, 70: 181-184.
- [47] Toivonen, P.M.A., 1997. The effects of storage temperature, storage duration, hydrocooling, and micro-perforate wrap on shelf life of broccoli (*Brassia oleracea* L.). *Postharvest Biol. Technol.* 10, pp. 59-65.
- [48] Veljić, M., Mladenović, N., Marković, D., Simonović V., 2009. Optimizacija parametara tehničkih rešenja za mašinsko branje koštičavog i jagodičastog voća, *Poljoprivredna tehnika*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Zemun, 34(3), 85-94.
- [49] Vibia business portal, 2010. Spisak značajnih hladnjača Srbije, <http://www.vibia.rs/srpski/izvestaj/0403/hladnjace.htm>
- [50] Wang Jie, Li Lite, Dan Yang, 2003. The correlation between freezing point and soluble solids of fruits, *Journal of Food Engineering*, Vol. 60, pp.481-484.
- [51] Zhang, W. 1993. *Post-harvest physiology of fruit and vegetable.* Peking: Agricultural Publishing Company, 10-50.
- [52] Zlatković, P. B. 2002. *Tehnologija prerade i čuvanja voća*, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.

## POSTHARVEST TECHNOLOGY OF FRUITS AND VEGETABLES IN SERBIA

Dragan Marković, Dragan Živković, Nenad Kosanić, Ivana Marković, Aleksandra Sretenović

### SUMMARY

This paper gives an overview of solutions for storing fruits and vegetables in fresh and frozen conditions. Fruit and vegetables in Serbia occupies a significant place in the total value of agricultural production and much of the produced fruits and vegetables are exported and are therefore required a large capacity and introduce new harvest technologies to store them, and how important is the placement of foreign markets is necessary improving product quality, it is growing and upgrading technology and introduction of European standards in all aspects of production, processing and preserving of fruits and vegetables. The most important environmental conditions to be provided in storage areas are temperature and humidity. The main difficulty in keeping fresh products is a high water content (80-96%), and moisture loss during storage is certain phenomena. Loss of moisture 3-6% are sufficient to cause a significant loss of quality for many foods. New technologies that provide safe and prolonged storage bioproducts as warehouses with controlled atmosphere (CA) and ULO storage.

**Keywords:** storage, fruit, vegetables, cold storage

Rezultati istraživanja su deo projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj, program Tehnološki razvoj, pod nazivom "Istraživanje i razvoj opreme i sistema za industrijsku proizvodnju, skladištenje i preradu povrća i voća", broj TR 35043.
---

Primljeno: 21. 09. 2011.

Prihvaćeno: 23. 12. 2011.

