

Biblid: 0350-2953 (2017) 43(2): 53-62
UDK: 631.3; 62;

Originalni naučni rad
Original scientific paper

**POSLEUBIRAJUĆE TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE JABUKE:
OSNOVA NAPREDNOG VOĆARSTVA
POSTHARVEST TECHNOLOGY PRODUCTION OF APPLE:
BASE OF ADVANCED FRUIT GROWING**

**Aleksandar Sedlar, Darko Radojčin, Vladimir Višacki,
Rajko Bugarin, Jan Turan, Ondrej Ponjičan**

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: alek@polj.uns.ac.rs

REZIME

U radu su date osnovne informacije o tehnologiji berbe, skladištenja i linije za doradu jabuke u cilju prilagođavanja uslovima tržišta i zahtevima za svežim plodovima tokom cele godine. Savremene hladnjače nisu same po sebi dovoljne za uspešno skladištenje plodova i očuvanje njihovog kvaliteta. Posebnu pažnju je neophodno usmeriti na kvalitet plodova koji se unose u hladnjaču. U radu su data iskustva sa određivanjem optimalnog momenta berbe plodova jabuke za skladištenje u ULO-hladnjačama, kao i preporuke za njihovo skladištenje u ULO komorama. Poseban osvrt je dat na kalibraciju i selektiranje jabuke, kao mere bitne za uspostavljanje veće tržišne vrednosti ploda.

Ključne reči: berba, skladištenje, hladnjača, dorada jabuke.

1. UVOD

U razvijenim voćarskim zemljama tehnologiji berbe i skladištenja voća posvećuje se velika pažnja. Prema podacima agencije UN-a za hranu i poljoprivredu (FAO, 2002) gubici u prinosima nakon berbe svežeg voća, u zavisnosti od primenjenog tretmana, kreću se od 5 do 25% u razvijenim zemljama, a 20 do 50% u zemljama u razvoju (Crouch, I. 2004). Da bi se ovi gubici smanjili, neophodno je steći osnovna znanja o biologiji i fiziološkim procesima u plodovima tokom rastanja i razvića, u periodu do i nakon berbe, kao i o uticaju faktora spoljne sredine na pogoršanje kvaliteta plodova.

Savremeno voćarstvo ne može se zamisliti bez odgovarajućih kapaciteta za skladištenje, koji omogućavaju čuvanje plodova nakon berbe, tokom kraćeg ili dužeg perioda. Dužina ovog perioda zavisi od voćne vrste, tehničkih karakteristika skladišta i mogućnosti kontrole uslova unutar skladišta (temperature, relativne vlažnosti vazduha, koncentracije kiseonika i ugljen-dioksida, mogućnosti uklanjanja etilena itd).

Proizvođači voća u Srbiji uglavnom ne raspolažu sličnim kapacitetima ili posjeduju improvizovana skladišta u vidu preuređenih podrumskih prostorija. Zbog toga su prinuđeni da veći deo proizvodnje prodaju neposredno nakon berbe, kako bi izbegli gubitke u njihovom kvalitetu. Razumljivo je da je cena plodova u tom periodu dosta niska, usled velike ponude na tržištu. Ubrzo zatim otvara se mogućnost uvoza velikih količina voća budući da se domaće zalihe potroše, što se događa uglavnom tokom zimskih meseci i

dalje tokom naredne godine. Na ovaj način u Srbiju se godišnje uvoze značajne količine plodova jabuke. Razlog tome je upravo činjenica da voćarski razvijene zemlje posjeduju odgovarajuće skladišne kapacitete u kojima postoji mogućnost dugotrajnijeg čuvanja plodova i plasiranja na tržište onda kada se za to ukaže potreba.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Praćenje procesa berbe, skladištenja i dorade jabuke su sprovedena u voćnjaku firme AlDahra u Pavlovcima, opština Irig.

Voćnjak

Voćnjak, slika 1, nalazi se na južnim obroncima Fruške Gore. 2010. godine završena je prva faza podizanja plantaže na 130 hektara, na kojoj je zasađeno 490.000 sadnica jabuka. Na plantaži se nalazi pet sorti jabuka (Gala, Fudži, Zlatni delišes, Crveni delišes i Greni Smit), a podloga je kržljava M9. U voćnjacima je postavljena protivgradna mreža i doveden sistem za navodnjavanje.

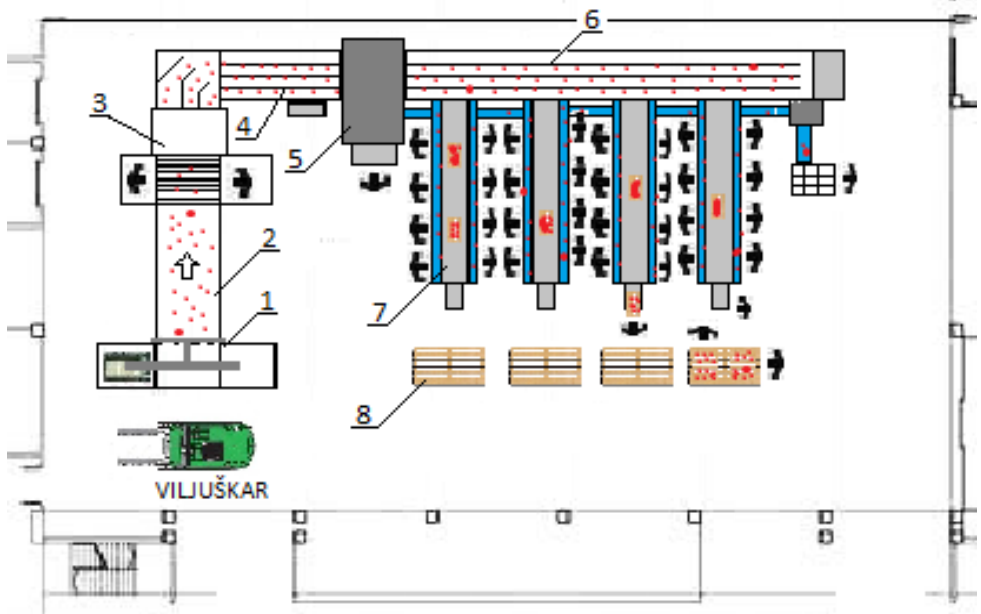


Sl. 1. Voćnjak u Pavlovcima

Razmak sadnje je 3,2 m, a razmak u redu je 0,8 m. Jabuka prečnika 75 mm je prva klasa, a ispod toga je druga klasa, a takođe i jabuke koje su iznad 85 mm su druga klasa. Prinos prve klase na plantažama je oko 95%, što znatno olakšava skladištenje u pogledu kvaliteta i ekonomičnosti skladištenja. Prinos jabuka po hektaru iznosi od 60 do 70 tona, dok je kod starih sistema gajanja oko 40 tona po ha.

Prostor za doradu jabuke i hlađanjača

Ispred komora hladnjača se nalazi linija za doradu jabubuke firme Compac, koja je šematski prikazana na slici 2.



Sl. 2. Šematski prikaz prostorije i linije za doradu jabuke

Legenda:

1. Mašina koja uzima boks palete sa jabukama i potapa je u vodu,
2. Most,
3. Četkarnica,
4. Rotirajući nosač,
5. Kompjuterska vaga,
6. Elektromagnetni uređaj na vagi,
7. Linija za sortiranje po boji i
8. Euro paleta na koju se slažu gajbice sa jabukama.

Kapacitet hladnjača je 4250 tona u 20 komora. Trenutno je u izgradnji još 20 komora, tada će kapacitet hladnjače biti 8500 tona. Komora su ULO (ultra niski sadržaj kiseonik) i DCA (sa direktnom kontrolisanom atmosferom).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Berba jabuke

Očuvanje kvaliteta uskladištenih plodova zavisi od brojnih faktora, ali jedan od presudnih faktora koji direktno utiče na proces skladištenja plodova predstavlja određivanje optimalnog momenta berbe voća. Berba plodova predstavlja jedan od najvažnijih momenata u tehnologiji gajenja voća. Svi agrotehnički i pomotehnički zahvati koji su primenjeni tokom proizvodnog ciklusa i koji dovode do formiranja zdravih i kvalitetnih plodova mogu biti uzaludni ukoliko se ne izvrši pravovremena berba i ne

primene odgovarajući tretmani sa plodovima nakon berbe. Optimalno vreme berbe zavisi, pre svega, od namene plodova koji se beru.

Berba plodova koji se odmah upućuju na tržište ne vrši se u isto vreme kad i berba plodova koji se smeštaju u hladnjače ili upućuju u neki vid prerade. U radu sa proizvođačima voća, primećeno je da oni procesu berbe plodova pristupaju gotovo stihijski, na osnovu ličnih procena, koje nisu bazirane na bilo kakvim analitičkim metodama, koje se danas koriste u savremenom voćarstvu. Primera radi, veliki broj proizvođača počinje sa berbom plodova onda kada oni počnu da otpadaju sa stabala, ne vodeći računa da to otpadanje može da bude prouzrokovano napadom određenih insekata, delovanjem vetra, sortnom karakteristikom i sl. Ukoliko se berba izvrši prerano ili prekasno, dolazi do pojave većeg broja posledica koje mogu imati negativne efekte na proizvođače. Danas se koristi nekoliko metoda za određivanje optimalnog momenta berbe plodova jabučastog voća (Mičić, 2005). One se sa aspekta pouzdanosti mogu podeliti u tri grupe.

1. Metode za procenu nastupanja optimalnog momenta berbe:

- broj dana od punog cvetanja do berbe,
- suma temperatura od punog cvetanja do berbe,

2. Orjentacione (dopunske) metode:

- promena osnovne i dopunske boje pokožice ploda,
- promena boje semenjače,
- lakoća odvajanja ploda od grane.

3. Egzaktne metode:

- jodno-skrobni test,
- refraktometrijski indeks,
- čvrstina mesa ploda,
- merenje intenziteta disanja i sadržaja etilena u plodovima.

Nijedna od pomenutih metoda, sama po sebi, ne predstavlja apsolutno pouzdan način za procenu optimalnog momenta berbe plodova jabučastog voća, u zavisnosti od njegove namene. Zbog toga se u tu svrhu praktikuje kombinovanje rezultata više različitih metoda (najčešće se koristi kombinacija jodno-skrobnog testa, refraktometrijskog indeksa, penetrometrijske vrednosti čvrstine mesa ploda i nekih orjentacionih metoda). Osnovni problem vezan za nabrojane metode leži u činjenici da se radi o destruktivnim metodama određivanja optimalnog momenta berbe plodova, odnosno prilikom analiza dolazi do oštećivanja analiziranih plodova.

Zbog toga se danas sve više koriste nedestruktivne metode za određivanje zrelosti ploda:

- merenje čvrstine mesa ploda pomoću zvučnih talasa,
- određivanje boje pokožice ploda hromametrima,
- određivanje unutrašnjeg kvaliteta ploda pomoću infracrvenih zraka,
- procena unutrašnjeg kvaliteta ploda upotrebom NMR (nuklearna magnetna rezonanca).

Upotrebom nedestruktivnih metoda za određivanje optimalnog momenta berbe voća ne vrši se oštećenje plodova, odnosno merenja se mogu ponoviti na istim plodovima bez narušavanja njihovog integriteta.

U tabeli 1. prikazani su neki pokazatelji za određivanje optimalnog vremena berbe najznačajnijih sorti jabuke, odnosno prosečne vrednosti parametara za postizanje optimalnog momenta za berbu plodova jabuke u voćarskoj stanici Merano, koja se nalazi u severnoj Italiji.

Tabela 1. Prosečne vrednosti parametara za postizanje optimalnog momenta za berbu plodova jabuke u voćarskoj stanici Merano (Pašalić, 2004)

Sorta	Jodnoskrobni test KI-test (1-5)	Čvrstoća mesa (kg/cm ²)	Rastvorljive suve materije (°Brix)	Sadržaj kiselina (g/l)
Gala	2,5 – 3,0	6,8 – 7,0	11,5 – 12,5	3,1 – 4,2
Fudži	3,5 – 5,0	7,2 – 7,6	12,0 – 15,0	3,5 – 4,3
Zlatni delišes	2,8 – 3,5	6,6 – 7,0	11,5 – 13,0	3,8 – 5,1
Crveni delišes	2,0 – 2,8	6,6 – 7,5	11,0 – 12,0	2,6 – 3,8
Greni Smit	2,3 – 2,8	6,8 – 7,7	10,0 – 11,0	6,4 – 8,0

Dorada i skladištenje jabuke

Osnovni zadatak skladištenja jabuke je očuvanje njenog kvaliteta u što dužem vremenskom periodu, čime se omogućava kontinuirana ponuda sveže jabuke tokom čitave godine. Mada postoje i druga rešenja najbolji način skladištenja jabuke je čuvanje u hladnjačama. U Kraljevini Srbiji je prvo kompresorsko postrojenje za hlađenje voća postavljeno u pivari Vajfert, 1895. god, a do Prvog svetskog rata je izgrađeno oko 36.000 m³ rashladnog prostora, odnosno oko 10.000 t (Janković, 2002). Rashladni kapaciteti kojima Srbija danas raspolaže iznose oko 483.000 t ("Poslovna zajednica za voće i povrće", Beograd, 2008). Danas se u upotrebi nalazi više tipova hladnjača za skladištenje voća, a osnovne razlike su vezane za nivo tehnoloških rešenja i opreme koja se u njima nalazi.

U objektu AlDahre ispred hladnjača je prostor za sortiranje i manipulaciju jabuka, slika 3, i tu se vrši pakovanje, utovar u kamione, itd. Mašina za sortiranje jabuka izvodi sortiranje po boji, veličini i po težini. Uglavnom se radi po težini, jer određena sorta za određenu težinu ima određen promet.



Sl. 3. Prostor za sortiranje i manipulaciju jabuka

Proces sortiranja počinje tako što se boks palete dopremaju iz komore u prostor za sortiranje, odakle se postavljaju na mašinu koja uzima boks paletu sa jabukama i potapa je u vodu, slika 4. Pri tome jabuke isplivaju. Tok vode ih gura nagore, gde jabuke odlaze na most.



Sl. 4. Mašina koja potapa boks palete sa jabukama u vodu

Kada senzor detektuje da je boks paleta prazna, podiže je ocedi i izvlači napolje, i odlaze na platformu. Linija za doradu jabuke firme „Compac” ima 10 - 15 senzora koji su uglavnom postavljeni zbog bezbednosti. Na mostu, slika 5, se reguliše brzina kojom će jabuke ići gore. Dva radnika stoje i vade lišće, trule jabuke itd. Pored svakog radnika na mostu nalaze se trake, koje služe za izbacivanje lišća, trulih jabuka, itd.



Sl. 5. „Most” linije za doradu jabuke u radu

Četkarnica, slika 6, je mašina u kojoj se nalaze valjci i sunderi koji upijaju višak vode sa jabuke i ima dva ventilatora koji jabuku ujedno i suše. U četkarnici se radi proces čišćenja. Jabuka dalje odlazi na rotirajući nosač odakle odlazi na vagu, gde se meri po težini. Na vagi postoji elektromagnet koji će izbaciti jabuku na određenu traku u zavisnosti od njene veličine.



Sl. 6. Transporter jabuke sa elektromagnetom na vagi

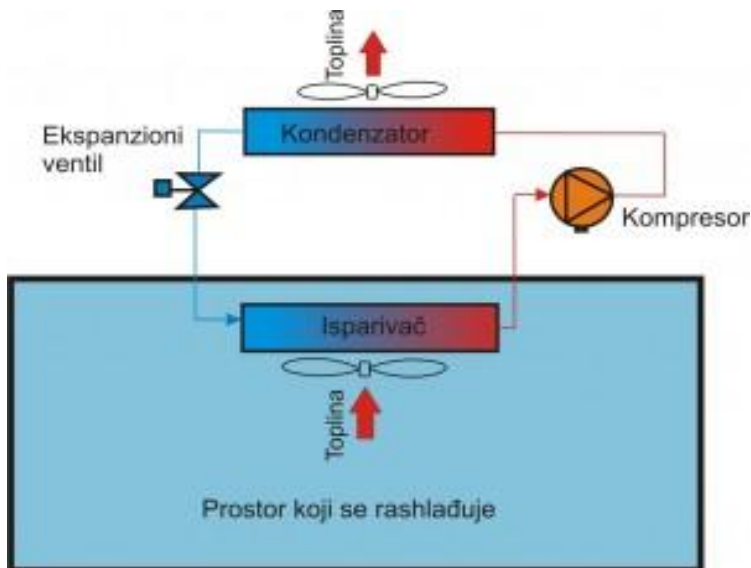
Potom se jabuka usmerava na liniju za sortiranje po boji. Nakon, sortiranja po boji i pakovanja u gajbicu vriši se slaganje gajbica na Euro palete. Euro palete sa jabukama utovaraju u kamione hladnjače za dalji transport ili se odnose u komore hladnjača kompanije. U komorama gde se čuvaju jabuke moraju biti angažovani električni viljuškari (zbog izduvnih gasova. Šesnaest (16) komora su ULO (ultra niski sadržaj kiseonika (sadržaj O_2 najviše 2%), a ostale četiri (4) komore su DCA (sa direktnom kontrolisanom atmosferom). Jabuke koje ulaze u komoru su različitih temperatura od $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ pa do $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i u roku od 2 dana temperatura se mora spustiti na $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, što znači da se jabuka naglo hladi. Kasnije u komorama u zavisnosti od temperature i sorte jabuke, O_2 i CO_2 se spuštaju na zadatu količinu.

U objektu se nalazi i posebno postrojenje koje služi za hlađenje celog objekta. Funkcioniše tako što se u njemu nalaze vijčani kompresori, slika 7, koji usisavaju paru amonijaka. Kompresor komprimuje amonijak, i pritom mu se povećava pritisak i temperatura, a zatim vreo amonijak odlazi u gornje slojeve, gde se nalaze kondenzator u kom se rashlađuje.



Sl. 7. Vijčani kompresor

U ULO komorama se nalazi i mašina sa ventilima pomoću koje se određuje doziranje CO_2 , O_2 , ili spuštanje nivoa O_2 na 1 - 2% ili koliko je već potrebno. Kada su komore na ULO režimu, zabranjen je ulaz i otvaranje komore slika 8.



Sl. 8. Šematski prikaz sistema za hlađenje komore hladnjače

Temperatura u komorama nije ista svake godine. Zависи od sorte i od toga da li je plod imao dovoljno sunca, dovoljno vlage, kao i od sadržaja mikro elemenata u jabuci. U tab. 2. su dati preporučeni parametri i optimalna dužina skladištenje sorti jabuke u ULO hladnjačama (Zoffoli, J.P. 2004).

Tabela 2. Preporučeni parametri i optimalna dužina skladištenje sorti jabuke u ULO hladnjačama (Vaysse , 2004; Kader, 2002)

Sorta	ULO			
	Temp. °C	meseci	O ₂ %	CO ₂ %
Gala	1 - 2	6 - 7	1,5	1,5
Fudži	0 - 1	8 - 9	1,5	0,8 - 1,2
Zlatni delišes	0 - 1	9 - 10	1,5 - 1,8	2 - 3
Crveni delišes	0 - 1	7 - 8	1,5	1,8 - 2,2
Greni Smit	0 - 1	7 - 8	1,5 - 1,8	1 - 1,5

4. ZAKLJUČAK

Proizvodnja jabučastog voća je u poslednje vreme podignuta na visok tehnološki nivo, kada su u pitanju sistemi gajenja. Do sada se u voćarskoj proizvodnji pažnja uglavnom usmeravala na agrotehničke zahvate u voćnjacima, dok je sam problem berbe, transporta, čuvanja i pakovanja plodova ostajao u drugom planu.

Međutim, proizvođači danas sve više uviđaju da pravilno sprovođenje svih aktivnosti od berbe do prodaje voća uslovljava ekonomsku opravdanost čitave proizvodnje, odnosno gubici u masi i kvalitetu plodova, koji se jave u periodu nakon berbe, mogu dovesti u pitanje ukupan ishod proizvodnje. Berba plodova ne može se vršiti stihijski, već na bazi odgovarajućih metoda za procenu optimalnog momenta berbe, zavisno od namene plodova. Plodovi se nakon berbe usmeravaju na tržište ili čuvaju u hladnjačama za skladištenje voća. Obzirom da plodovi jabučastog voća botanički pripadaju grupi sinkarpne koštunice, a fiziološki se ubrajaju u grupu klimakteričnih plodova, moguće je njihovo čuvanje u svežem stanju sve do naredne berbe, naravno u objekima sa odgovarajućim tehničko - tehnološkim rešenjima. U tom smislu, optimalno rešenje za uspešno i dugotrajno čuvanje plodova jabučastog voća danas predstavljaju ULO hladnjače.

Niska koncentracija kiseonika (O₂) i povećan sadržaj ugljen-dioksida (CO₂), uz obaveznu termičku i gasnu izolaciju, te pravilno podešeni parametri u komorama, utiču na smanjenje intenziteta fizioloških funkcija plodova i omogućavaju njihovo čuvanje u svežem stanju tokom čitave godine. Posebnu pažnju je neophodno posvetiti kvalitetu plodova koji se unose u ULO-hladnjače, jer je samo skladištenje plodova ekstra i I klase ekonomski isplativo.

5. LITERATURA

- [1] Crouch, I. 2004. Practical experiences with 1-MCP in South Africa. European specialized fair with conference: «The apple in the world: growing, storage, marketing». Congress Papers, Bolzano, Italy, 27 – 36.
- [2] Janković, M. 2002. Tehnologija hlađenja. Poljoprivredni fakultet, Beograd
- [3] Kader, A.A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third edition, Davis University of California, Oakland, USA. Kitinoja, L., Kader, A. 2002. Small

- Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops (4th Edition). University of California, Davis, USA.
- [4] Mičić, N., Pašalić, B., Cvetković, M., Radoš, Lj. 2005. Određivanje momenta berbe, skladištenje i čuvanje plodova jabuke. Centar za razvoj i unapređenje sela grada Banjaluke.
- [5] Pašalić, B. 2006. Berba, pakovanje i skladištenje plodova voćaka. Poljoprivredni fakultet, Banjaluka.
- [6] Vaysse, P., Landry, P. 2004. Pomme–Poire de la recolte au conditionnement, Outils pratiques. Centre technique interprofessionnel des fruits et legumes. Paris, France.
- [7] Zoffoli, J.P. 2004. Practical experiences with 1-MCP in Chile. European specialized fair with conference: «The apple in the world: growing, storage, marketing». Congress Papers, Bolzano, Italy, 17-21.
- [8] <http://www.okov.me/mn/proizvod/Vijcani-kompresor-3/706>
- [9] <http://www.compacsort.com/>

POSTHARVEST TECHNOLOGY PRODUCTION OF APPLE: BASE OF ADVANCED FRUIT GROWING

**Aleksandar Sedlar, Darko Radojčin, Vladimir Višacki,
Rajko Bugarin, Jan Turan, Ondrej Ponjičan**

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: alek@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

This paper presents the basic information on the technology of harvesting, storage and processing line for apple in order to adapt to market conditions and requirements for fresh fruit throughout the year. Modern refrigerators are not in themselves sufficient for a successful fruit storage and preserving their quality. Particular attention is necessary to focus on the quality of the fruit to be entered in the refrigerator. In this paper are given experiences with determining the optimal moment of harvesting apples for storage in ULO refrigerated, as well as recommendations for their storage in ULO chambers. Special attention was paid to calibration and selection of apples, as well as measures essential for the establishment of higher market value of the fruit.

Keywords: harvesting, storage, cold storage, processing apples.

Napomena: Ovaj rad je deo istraživanja na projektu TR 31046: „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“ (2011-2018), koji finansira Ministarstvo za nauku i prosvetu Republike Srbije.

Primljeno: 02. 02. 2017. god.

Prihvaćeno: 08. 02. 2017. god.