

Pakovanje šljiva u modifikovanoj atmosferi - MAP

Miodrag Janković, Snežana Stevanović

Poljoprivredni fakultet, Zemun–Beograd, Srbija
E:mail: jankovic@agrifaculty.bg.ac.yu

Primljeno 31. avgusta, 2006; prihvaćeno 1. februara, 2007.

Rezime. Srbija je veliki proizvođač šljive koje se uglavnom prerađuju i izvoze u smrznutom stanju. Konzervisanje šljiva smrzavanjem podrazumeva određene probleme uz utrošak velike količine energije koja se sve teže uklapa u cenu smrznute šljive pri izvozu.

Pakovanjem svežih šljiva u odgovarajuću gasno izolovanu ambalažu, u modifikovanoj atmosferi, omogućilo bi produženje vremena čuvanja u svežem stanju i lakši plasman šljiva u izvozu. MAP pakovanje za sveže voće kod nas se još uvek ne primenjuje iako poprima sve veći značaj na tržištu EU. Tržište Amerike i Japana ne prihvata sveže voće ukoliko nije pakovano u modifikovanoj atmosferi, jer se time garantuje da je voće konzervisano bez hemijskih sredstava, da je bezbedno za potrošača i da je u skladu sa aktuelnim standardima kvaliteta, ISO 2001, QMS, odnosno HACCP.

U radu je obrađena tehnologija pakovanja svežih šljiva u semipermeabilne filmove i dat optimalan sastav modifikovane atmosfere u pakovanju radi maksimalnog očuvanja kvaliteta, mikrobiološke bezbednosti i produženja vremena čuvanja.

Cljučne reči: šljiva, MAP, kvalitet.

Uvod

Prema podacima Privredne komore Srbije, u 2005. godini izvezeno je 35.063 t svežeg voća, smrznuto 116.821 t, sušenog 2.087 tona i konzervisano 10.880 t. U ukupnom izvozu voća od 192.799 t, smrznuto učestvuje sa 61%, a sveže voće sa 18%. Šljiva se najčešće prerađuje u rakiju, zatim u slatko i koncentrisane kaše, pekmez i džem, suši se i smrzava. U svežem stanju plodovi se prodaju u vrlo ograničenim količinama, svega oko 1,5%. Cena sveže šljive na tržištu EU, u odgovarajućem pakovanju, se kreće od 0,5 do 2 EUR po kilogramu, pa se postavlja pitanje koja razlika u ceni se postiže ako se ona smrzava ili suši. Cena smrznute šljive bez koštice je 0,5 do 0,7 EUR, a sušene 2 EUR po kilogramu.

U agrarno razvijenijim zemljama, u odnosu na ukupnu količinu, na različite načine prerađenog i izvezenog voća, učešće svežeg voća iznosi i do 80% (Čile).

Razlozi za relativno mali izvoz voća u svežem stanju su: problemi sa niskom rentabilnošću zasada, visoke investicije za nove zasade, neadekvatna zaštita i tehnologija u proizvodnji, nedostatak organske proizvodnje, nedostatak hladnjača sa ultra niskom koncentracijom kiseonika, ili ULO kontrolisanom atmosferom, nedostatak sistema za kontrolu kvaliteta HACCP i EUREGAP, nepostojanje savremenih centara za doradu, pakovanje i distribuciju svežeg voća, neodgovarajuće pakovanje i logistika. Problemi su i sa marketingom, nedovoljna informisanost proizvođača, nedovoljno udruživanje između proizvođača, nedovoljna ulaganja u brend (Presnall et al., 2006).

Danas se sveže voće na tržište EU, SAD i Japana, uglavnom izvozi u modifikovanoj atmosferi upakovano u odgovarajuće polimerne filmove (MAP), čiji je zadatak da očuvaju prethodno izmenjeni sastav atmosfere. Šljiva kao klimakterično voće intenzivira disanje, troši kiseonik i oslobađa ugljendioksid i toplotu u pakovanju, a u prisustvu etilena ubrzano dozreva. Pakovanjem šljive u modifikovanu atmosferu mogu se usporiti biohemijske promene, izbeći razvoj plesni i vreme čuvanja značajno produžiti.

Nutritivna vrednost šljive

Sadržaj ukupnih šećera u šljivi se kreće oko 18 g/100 g, pri čemu je relativno veliko učešće glukoze, koja se brzo resorbuje u organizmu pa se zbog toga preporučuje za brzo vraćanje energije. Zbog relativno velikog sadržaja kalijuma (250 mg/100 g), šljiva se preporučuje za snižavanje krvnog pritiska. Antocijani i polifenoli koji su prisutni u šljivi spadaju u grupu antioksidanata i pomažu kod neutralizacije „slobodnih radikala“. Međutim, ono po čemu je posebno sušena šljiva poznata jeste laksativno dejstvo koje proističe iz prisustva diacetilhidroksilizatina ili skraćeno diizatina (Janković, 2000).

Intenzitet disanja, emisija toplote i etilena

Šljiva spada u grupu klimakteričnog voća, što znači da posle berbe intenzivira disanje. Disanjem se oslobađa toplota, ugljendioksid, etilen i vodena para. Intenzitet disanja zavisi od: stepena zrelosti, temperature i sastava atmosfere. Podaci za intenzitet disanja su dati u tabeli 1.

Tab 1. Intenzitet disanja šljive u normalnoj atmosferi pri različitim temperaturama (Janković, 2002; Crisosto, 2000)
Respiration rate for plums in normal atmosphere at different temperatures (Janković, 2002; Crisosto, 2000)

Temperatura Temperature °C	Toplota disanja <i>Heat of respiration kJ kg⁻¹ za 24 h</i>	Oslobađanje etilena Ethylene production μL kg ⁻¹ h ⁻¹	Intenzitet disanja <i>Respiration rate mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹</i>
0	1.800	0,01–5	2–3
5	5.600	0,02–15	–
10	10.900	0,04–60	8–12
20	20.900	0,1–200	16–24

Berba i rashlađivanje

Za izvoz u svežem stanju šljivu treba brati ručno. Za hlađenje i transport u svežem stanju šljive treba brati 6–7 dana pre postizanja konzumne zrelosti. Posle berbe potrebno je šljivu klasirati prema zahtevu kupca. Najkasnije 4 časa posle berbe šljiva se mora rashladiti. Ukoliko se rashlađivanje odloži može doći do razvoja plesni *Monilinia laxa* i *Rhizopus nigricans* i ubrzanog truljenja (Tonini et al., 1987).

Rashlađivanje treba vršiti u tunelima za brzo hlađenje do temperature od 0–5°C. Crisosto i Kader (2000), su utvrdili da se kod izbora temperatura vazduha mora voditi računa o osetljivosti sorte na niske temperature. Oštećenje niskim temperaturama nastaje posle 4 do 5 nedelja čuvanja na temperaturi koja je niža od optimalne za sortu. Za neke sorte to je 0°C, pa ih treba čuvati na 2–5°C. Pod dejstvom dužeg delovanja niskih temperatura dolazi do fiziološkog oštećenja koje se naziva unutrašnje tamnjenje (internal breakdown), koje se često naziva i razgradnja gela (gel breakdown).

Uslovi transporta sveže šljive u rashladnim kontejnerima

Pre utovara u rashladni kontejner šljiva mora biti rashlađena do 0°C. Preporučena temperatura vazduha u kontejneru je -0,5 do 0°C. Na temperaturi od -1°C može početi smrzavanje. Na termostatu kontejnera se podešava temperatura od 0°C, uz relativnu vlažnost vazduha od 90–95%. Intenzitet cirkulacije vazduha u kontejneru treba da bude 10–15 m³/h. Ventiliranje kontejnera se vrši sa 25% svežeg vazduha u toku 1 časa. Vreme uspešnog skladištenja u kontejneru je 3–4 nedelje.

Dodatni tretman ugljendioksidom

Radi sprečavanja razvoja plesni i truljenja uz niske temperature se preporučuje i primena povišene koncentracije ugljendioksida. Još je Duckworth (1966) preporučio da se šljiva kratkotrajno tretira visokom koncentracijom ugljendioksida u atmosferi sa od 20%, pa čak do 60% CO₂. Međutim, povećana koncentracije CO₂ može dovesti do oštećenja ili smrti ćelija. Intervali koncentracija O₂ i CO₂ pri kojima neće doći do oštećenja su publikovani za veći broj vrsta voća i povrća (Kadre, 1997; Beaudry, 1999). Prema navedenim autorima, parcijalni pritisak CO₂ iznad koga može doći do oštećenja kod plodova šljive iznosi 15 kPa.

Pratella i Tonini (1983), su ispitivali uticaj povećane koncentracije CO₂ na pojavu unutrašnjeg tam-

njenja kod šljive sorte Stenlej i Prezident. Minimalna pojava unutrašnjeg tamnjenja i omekšavanja je nađena kod sorte Stenlej pri koncentraciji CO₂ od 10 vol%. Kod sorte Prezident isto je postignuto sa znatno višim koncentracijama CO₂ od 10–20 vol%.

Dodatni tretman 1-metilciklopropenom

Jedinjenje 1-methylcyclopropene, ili kako se skraćeno označava 1-MCP, se koristi u obliku gasa u vrlo malim koncentracijama čime se postiže kompletna neoseitljivost biljnog materijala na etilen.

Argenta et al., (2003) su šljive tretirali sa različitim koncentracijama 1-MCP, od 0,05 do 1,00 $\mu\text{L L}^{-1}$, posle toga su ih čuvali na 23°C 16 dana i na 1°C 50 dana. Rezultati su pokazali da se primenom 1-MCP u koncentraciji od 0,5 do 1 $\mu\text{L L}^{-1}$ na 23°C, čuvanje može produžiti za 6 dana, a na 1°C za 20 dana, posle čuvanja šljive se dozrevaju na 23°C pet dana. Ovo sredstvo je ispitano i dozvoljeno za upotrebu u SAD i Kanadi, ali se kod nas na žalost ne nalazi na listi regulatora rasta kojima je dozvoljen uvoz.

Pakovanje u modifikovanu atmosferu – MAP

Moderna tehnologija skladištenja voća ima za cilj potpunu kontrolu procesa disanja, sazrevanja i starenja biljnih prizvoda. Kontrolom nad fiziološkim, fizičkim i mikrobiološkim uzročnicima kvarenja, može se znatno produžiti vreme čuvanja, a istovremeno smanjiti gubici kvaliteta i kalo.

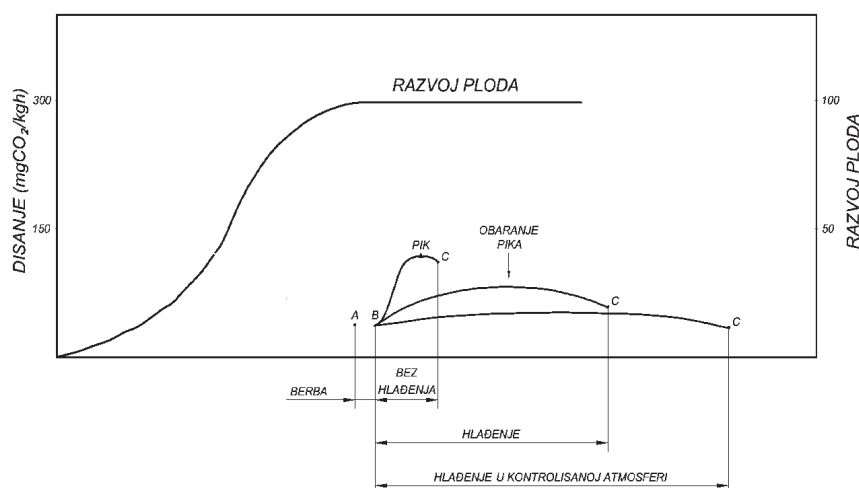
Smanjenje intenziteta disanja je moguće postići snižavanjem temperature, na žalost samo do tačke smrzavanja. Da bi se pri ograničeno niskoj temperaturi intenzitet disanja mogao i dalje snižavati, koristi se dodatni tretman, kao što je kontrolisana ili modifikovana atmosfera. Modifikovana atmosfera u pakovanju ili MAP, se razvija od 1970. godine, kao posledica razvoja polimernih membrana za ambalažu i pakovanje voća.

U običnoj atmosferi, vazduh ima 78% azota, 21% kiseonika i 0,03% ugljendioksida. Ako se koncentracija kiseonika sa 21% snizi na 1–5%, a koncentracija ugljendioksida povisi na 1–25%, dobija se modifikovana atmosfera u kojoj voće uz nisku temperaturu značajnije smanjuje intenzitet disanja (Graf. 1.)

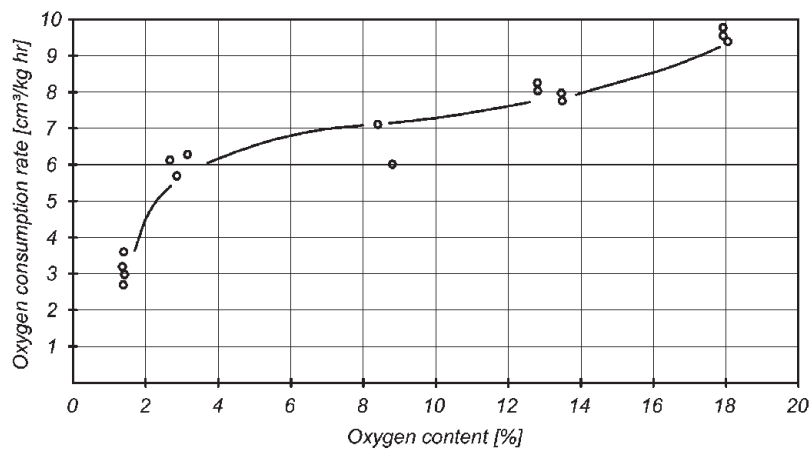
Snižavanjem koncentracije kiseonika ispod 8% intenzitet disanja se značajnije smanjuje (Graf. 2) (Karel et al., 1975).

Granična koncentracija kiseonika u atmosferi za aerobno disanje šljive je oko 1 vol% O₂. Ispod ove koncentracije dolazi do anaerobnog disanja i fermentacije, čime se stvaraju alkoholi, aldehidi i organske kiseline. Smanjena koncentracija kiseonika ispod 1,5%, utiče na usporeno oslobađanje etilena, ali i na usporeno vezivanje etilena za supstrat. Smanjena koncentracija O₂ u znatnoj meri može da uspori razvoj sive plesni. Konačno usporeno disanje i povećana relativna vlažnost vazduha utiču i na smanjenje isušivanja ili kaliranja sveže šljive.

Povećanje koncentracije ugljendioksida ima isti efekat kao i snižavanje kiseonika, sa tom razlikom što



Graf.1. Vreme čuvanja voća posle berbe, bez hlađenja, sa hlađenjem, uz primenu kontrolisane atmosfere sa hlađenjem (Stanković, 1973)
Storage time of fruits after harvest, without cooling, with cooling, by use of controlled atmosphere with cooling



Graf. 2. Intenzitet disanja u funkciji koncentracije kiseonika (Karel et al. 1975)
Respiration rate in function of oxygen concentration

povišene koncentracije CO₂ deluju mikrobicidno. Granična koncentracija CO₂ za šljive je 15 vol%. Pri većim koncentracijama može doći do pojave fiziološkog oštećenja. Ugljendioksid u pakovanju utiče prvenstveno na usporavanje ili čak zaustavljanje razvoja plesni iz roda: *Monilia*, *Botrytis*, *Rhizopus* i *Penicillium*, a efekat inhibicije se povećava sa snižavanjem temperature (Daniels, et al., 1985). Druga značajna uloga CO₂ je usporavanje razvoja etilena C₂H₄.

Modifikovana atmosfera podrazumeva pakovanje šljive u film odgovarajuće propustljivosti prema O₂, CO₂ i vodenoj pari. Ravnotežna modifikovana atmosfera ili EMA – Equilibrium Modified Atmosphere, predstavlja varijantu u kojoj je propustljivost filma za pakovanje tako izabrana da omogućava održavanje zadate koncentracije O₂/CO₂ zahvaljujući definisanoj dinamici razmene gasova.

Izbor filma za pakovanje

Filmovi su obično mešavine dva ili tri različita polimera, gde svaki polimer ima specifičnu funkciju, kao što je čvrstoća, poroznost i obezbeđen prolaz gasova u skladu sa zahtevima određene vrste proizvoda. Gasovi O₂, CO₂ i vodena para, ulaze ili izlaze iz pakovanja kontrolisano, uz održavanje aerobne respiracije, željene koncentracije O₂/CO₂ i parcijalnog pritiska vodene pare. Za pakovanje šljiva se preroručuju filmovi koji imaju „srednju“ propustljivost. Umereni intenzitet disanja šljive ne zahteva veliku propustljivost filma prema kiseoniku.

Crouch (1996), je ispitivao promene kod šljiva upakovanih u film, poznat pod komercijalnim nazivom P-Plus. U filmu-kesi, MA se uspostavila prirodnim disanjem uz regulaciju difuzije O₂ i CO₂ kroz film. Skladištenje je trajalo 7 nedelja. Ispitivani su filmovi različite propustljivosti prema O₂/CO₂, od PA 30 do PA 240. Najveća izmena atmosfere se postiže u PA 30, a najmanja u PA 240. Preporuka je da se za šljive ne koristi film iznad PA 120, jer je propustljivost velika i biohemijske promene u toku čuvanja su intenzivne. Kalo kod upakovanih šljiva u P-Plus film, iznosio je 0,6%.

„FreshSpan“ sistem za pakovanje čini plastična membrana koja omogućava disanje upakovanom voću,



Sl. 1. Šljive u Xtend kesi za MAP (StePac, 2006)
Plums in Xtend bag for MAP

a slepljena je za kartonsku kutiju u koju se voće pakuje. Odnos CO₂ i O₂ je 1:1. Ovaj sistem se može koristiti za pakovanje šljive koja se može čuvati 8 nedelja na 0–2°C i posle otvaranja još 5–7 dana u frižideru.

StePac L.A. Packaging Manufacturer proizvodi kese za pakovanje voća, pod nazivom Xtend (Sl. 1). Upakovana šljiva u ovu ambalažu, na temperaturi od 0–2°C, MA postiže disanjem, a vreme čuvanja se kreće do 60 dana uz minimalno kaliranje, očuvanje čvrstine plodova, očuvanje boje i sprečava razvoj plesni i truljenje.

Priprema i pakovanje šljiva u MAP

Šljive koje se pakuju u MAP moraju biti obrane u optimalnoj zrelosti, bez oštećenja, kalibrirane, brzo rashlađene do 0°C, najkasnije 1–2 sata posle berbe. Pakuju se u kese u količini od 250–300 g, a zatim u kutije, ili u kese-film koje se ulažu u kartonsku kutiju 10/1.

Za čuvanje šljiva u MAP pakovanju veoma je važno da temperatura bude niska, od 0–2°C, a relativna vlažnost vazduha visoka, od 90–95%. Preporučuje se vakumiranje pakovanja i ubacivanje pripremljene gasne smeše. Preporučeni sastav gasne smeše je: 1 do 2% O₂ i 3 do 5% CO₂, a ostatak čini azot. Pored toga, preporučuje se upotreba 1-MCP, u koncentraciji od 0,5 do 1 μL L⁻¹ u gasovitoj fazi.

U ovakvim uslovima vreme čuvanja se kreće od 60–90 dana.

Zaključak

Tržište EU, SAD i Japana postavljaju sve strožije zahteve vezane za kvalitet i bezbednost hrane. Praktično je nemoguće izvoziti sveže voće na tržište SAD i Japana ukoliko nije pakovano u kontejnerima sa kontrolisanom atmosferom ili MAP. Ovo je razlog za uvođenje savremene tehnologije MAP pakovanja za šljivu

Ovo naravno podrazumeva obezbeđenje savremene opreme za pakovanje u MAP i poznavanje specifičnih zahteva kod izbora filma za pakovanje za šljivu, kao i odgovarajuće uslove brzog rashlađivanja, izmene sastava atmosfere odgovarajućom gasnom smešom.

Ukoliko je za svežu šljivu moguće postići cenu koja je veća od cene za smrznutu, onda treba uvesti savremenu tehnologiju MAP pakovanja. Time se izbegava čitav niz problema koji se javljaju u tehnologiji smrzavanja, a ujedno se ostvaruje ušteda u energiji čija cena neprestano raste.

Na ovaj način se tržištu nudi novi brend, produžava vreme upotrebe proizvoda i time postiže bolja cena, a proizvod je zaštićen od razvoja patogena, kojima se danas poklanja posebna pažnja. Konačno, sve ovo omogućava rad po standardima HACCP, QMS i Traceability, što danas predstavlja imperativ tržišta EU.

Literatura

- Argenta L.C., Krammes G.J., Megguer C.A., Amarante T.V.C., Mattheis J. (2003): Ripening and quality of „Laetitia“ plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action. *Presqusa Agropecuaria Brasileira*, 38, 10: 1139–1148.
- Beaudry R.M. (1999): Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 293–303.
- Crisosto H.C., Kader A.A. (2000): Plum and Fresh Prune. *Postharvest Quality Maintenance Guidelines*. Pomology Department University of California, Davis, CA.
- Crouch J.I. (1996): Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on control of shrivel and overall quality of „Laetitia“ plums. *ISHS Acta Horticulture*, 464.
- Daniels J.A., Krishnamusthy R., Rizvi S.S.H. (1985): A Review of Effects of CO₂ on Microbial Growth and Food Quality. *Journal of Food Protection*, 48: 532–537.
- Duckworth B.R. (1966): *Fruit and vegetable*. Pergamon Press. Oxford.
- Internal Postharvest Science Conference Postharvest 96. www.actahort.org FreshSpan. www.freshxtend.com.
- Janković M. (2000): Tehnologija hlađenja i smrzavanja šljive. *Savezovanje „Dani šljive“*, Koštunići, Zbornik izvoda radova, pp. 80–81.
- Janković M. (2002): Tehnologija hlađenja, Opšti deo. Drugo dopunjeno izdanje, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Kadre A.A. (1997): A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than the apples and pears. *Postharvest Horticulture. Series No. 17*, University of California, Davis CA, 97 Proceeding, 2:1–36.
- Karel M., Fennema O., Lund D. (1975): *Principles of food science. Part II. Physical principles of food preservation*. Marcel Dekker, New York.
- Pratella G.C., Tonini G. (1983): CO₂ level in plum controlled atmosphere storage for delaying internal break down flesh softening and pathogenic diseases. *Proceeding of the 16th International Congress of Refrigeration, Paris*, pp. 237–243.
- Presnall B., Branković A., Savčić R. (2006): *Sveže voće i povrće. Konkurentnost privrede Srbije*. Jefferson Institute – Grafodrom, Beograd.
- Privredna komora Srbije (2006): *Proizvodnja voća u 2005. i aktuelni problemi u 2006. godini*. Privredna komora Srbije. Beograd.
- StePac L.A. Packaging Manufacturer. Xtend. www.stepac.com.
- Tonini G., Bertolini P., Brigati S. (1987): Influence of refrigeration delay on the rot growth rate of *Monilinia laxa* and *Rhizopus nigricans* of plum. *Proceeding of the 17th International Congress of Refrigeration: IIR.*, Viena, pp. 624–627.

PLUMS PACKAGING IN MODIFIED ATMOSPHERE – MAP

Miodrag Janković, Snežana Stevanović

Faculty of Agriculture, Zemun–Belgrade, Serbia

E-mail: jankovic@agrifaculty.bg.ac.yu

Abstract

Serbia is the grate producer of plums wich are mostly processed and exported in frozen state. Freezing implicate certain problems with buying, freezing and storage, along with grate energy consumption that makes difficulty to built in export price of frozen plums.

Packaging of fresh plums in properly gas permeable packaging in modified atmosphere will extend storage time and make site of plums easier in export. MAP packaging for fresh fruit is still not applied in our country, although it is very importante in EU although in EU market.

In these paper technology of packaging of fresh plums in semipermeabile films is describe and optimal

composition of modified atmosphere in package in order to maximal preserve of quality, microbiological safety and extending of shelf life.

Key words: plums, MAP, quality.

Author's address:

Prof. dr Miodrag Janković

Poljoprivredni fakultet

Nemanjina 6

11080 Zemun–Beograd

Srbija