

UTICAJ 1-METILCIKLOPROPENA (1-MCP) NA ČUVANJE PLODOVA KRUŠKE SORTE 'VILIJAMOVKA'

Pakeza Drkenda, Eldin Muhović, Osman Musić

Poljoprivredno - prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Bosna i Hercegovina
E-mail: p.drkenda@ppf.unsa.ba

Izvod. Cilj ovog rada bio je ispitati uticaj tretmana 1-metilciklopropenom (1-MCP) na čuvanje i promjenu kvaliteta plodova kruške sorte 'Vilijamovka'. Plodovi kruške tretirani su sa 1-MCP (Smartfresh™; 0,14% MCP) koncentracije 625 ppb tokom 24 sata, a zatim uskladišteni tokom dva mjeseca na temperaturi od 4°C i uslovima od 90% relativne vлаге zraka (NA hladnjača). Neki parametri kvaliteta, kao što su čvrstoća mesa ploda, sadržaj ukupno rastvorljive suhe tvari, sadržaj titracijskih kiselina i boja pokožice ploda (određena kolorimetrijski) su mjereni prije postharvest treatmana 1-MCP-om, kao i nakon skladištenja u trajanju od 60 dana. Dobijeni rezultati su pokazali da je tretman 1-MCP bio učinkovit na stepen omekšavanja plodova, povećanje sadržaja ukupno rastvorljive suhe tvari i smanjenje sadržaja titracijskih kiselina u plodu. 1-MCP nije imao značajan uticaj na promjenu boje pokožice ploda. Na osnovu dobijenih rezultata ovog istraživanja 1-MCP se može preporučiti kao potencijalno dobro sredstvo za odlaganje dozrijevanja i promjena u kvalitetu plodova kruške tokom 60 dana čuvanja u hladnjači.

Ključne riječi: 1-metilciklopropen (1-MCP), skladištenje, kruška, kvalitet ploda, SmartFresh.

Uvod

Po proizvodnji u svijetu kruška zauzima drugo mjesto među listopadnim voćkama, odmah iza jabuke. Prema podacima FAOSTAT (2016) prosječna proizvodnja kruške u svijetu u 2014. godini iznosila je 25,7 miliona t. Glavni proizvođač je Kina, a za njom slijede SAD, Italija, Argentina i Španija. Prema podacima zavoda za statistiku BiH godišnja proizvodnja kruške u Bosni i Hercegovini za 2015. godinu iznosila je 27400 t. Na prostoru Bosne i Hercegovine najzastupljeniji je sljedeći sortiment krušaka: 'Vilijamovka', 'Kaluđerka', 'Butira', 'Santa Marija', 'Junsko zlato', 'Šampionka', 'General Leklerk', 'Kleržo', 'Pakams trijumf' i dr.

Rezultati analize vanjskotrgovinske razmjene za sektor voća i povrća u BiH za period 2011-2015. ukazuju da svježi plodovi kruške spadaju u top tri izvozna proizvoda, prema količini i vrijednosti izvoza (Begović, 2016). Dakle, Bosna i Hercegovina izveze oko 5651 tkrušaka u svježem stanju, a najveći izvoz se ostvaruje prema Rusiji (96%, ukupne vrijednosti 10,353,638 KM).

Proizvođači voća u Bosni i Hercegovini uglavnom ne raspolažu adekvatnim kapacitetima za skladištenje (ULO, ULE, DA hladnjače). Najzastupljeniji je NA tip hladnjača ili improvizovana skladišta u vidu preuređenih podrumskih prostorija. Zbog toga su prinuđeni da veći dio proizvoda prodaju neposredno nakon berbe, kako bi izbjegli gubitke u njihovom kvalitetu. Razumljivo je da je cijena plodova u tom periodu dosta niska, uslijed 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 mjeseci i dalje tokom naredne godine. Na ovaj način u Bosni i Hercegovini se godišnje uvoze značajne količine plodova kruške (7500 t u 2015. godini). 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.

Ipak, da bi se osiguralo kvalitetno skladištenje plodova kruške, neophodno je proizvesti plodove visokog kvaliteta, obrati ih u optimalnom vremenu i uskladištiti u odgovarajućim uslovima. Jedan od važnih faktora koji utiče na proces čuvanja voća je gasoviti fitohormon etilen, koji u malim koncentracijama dovodi do aktiviranja procesa usmjerjenih ka senescenciji (starenju) plodova, što u konačnici dovodi do njihovog propadanja. Zbog toga je kontrola etilena neposredno nakon berbe i tokom skladištenja plodova voćaka od presudnog značaja za očuvanje njihovog kvaliteta do iznošenja na tržište. Ranije se kontrola etilena u hladnjačama vršila različitim tehnološkim postupcima, čije su osnovne karakteristike vezane za slabu efikasnost, komplikovanu proceduru i visoku cijenu aplikacije. Jedan od najstarijih reagensa koji se koristio za neutralisanje etilena je kalijum-permanganat ($KMnO_4$) (Gvozdenović i Davidović, 1990). Značajan iskorak u blokiranju djelovanja etilena na uskladišteno voće učinjen je uvođenjem 1-metilklopropena (1-MCP). 1-MCP je gas slične hemijske strukture kao etilen, koji reaguje sa receptorima etilena na ćelijskom nivou brže nego sam etilen (Sisler i Serek, 1997). Na ovaj način se blokira dejstvo etilena, čime izostaje ili se značajno usporava aktivacija enzima koji dovode do senescencije plodova. Tretiranje klimakteričnog voća (jabuke i kruške) 1-MCP-om usporava procese sazrijevanja, ali ne sprečava u potpunosti smanjenje čvrstoće mesa ploda (Baritelle el al., 2001). Ovo jedinjenje utiče na intenzitet disanja u plodu (Fan i Mattheis, 1999; Xuan i Streif, 2005), čvrstoću mezokarpa ploda (Fan i Mattheis, 2001; Mir i Beaudry, 2001; De Ell et al., 2005; Magazin et al., 2012), smanjenje pojave brašnjavosti i stabilnost boje pokožice (Fan i Mattheis, 1999; Leverenntz et al., 2003; Crouch, 2003).

Omekšavanje plodova rezultat je razgradnje nerastvorljivog protopektina u rastvorljivi pektin ili hidrolize skroba (Mattoo et al., 1975). Smanjenje pektinskih supstanci u srednjoj lameli ćelijskog zida je vjerovatno ključni korak u procesu sarzijevanja plodova koji vodi gubitku cjelovitosti ćelijskog zida, a time i gubitku čvrstoće i omekšavanju (Solomos i Laties 1973). 1-MCP smanjuje gubitke u masi ploda i inhibira sintezu etilena, što u konačnici rezultira većom čvrstoćom mesa ploda (Jiang et al. 2001, Dong et al., 2002). Povećanje ukupno rastvorljive suhe tvari

tokom skladištenja vjerovatno je rezultat razgradnje kompleksnih organskih metabolita u proste molekule, ili nastaje uslijed hidrolize skroba u šećere (Wills et al., 1980).

Američka kompanija AgroFresh je otkupila pravo proizvodnje preparata na bazi 1-MCP-a i prvi njihov proizvod je dobio naziv SmartFreshTM. SmartFreshTM korišten u ovom radu je formulisan kao puder čija je aktivna materija (1-metilciklopropen) obložen alfa-ciklodekstrinom. Kada se stavi u vodu, SmartFreshTM odaje 1-MCP u okolini vazduh u vidu gasa. Dakle aplikacija se sastoji od punjenja komora voćem i postavljanja posuda sa vodom. Nakon toga se izračunava količina preparata koji će se dodati i to na osnovu zapremine komore, a zatim se u pripremljene posude sa vodom dodaje SmartFreshTM. Tretman traje 24 sata na temperaturama od 0 do 20°C. Tretman se vrši samo jednom. Primijenjeni 1-MCP blokira receptore etilena na plodovima čime se produžava period njihovog skladištenja, smanjuje pojava fizioloških oboljenja i postiže bolji kvalitet nakon skladištenja. SmartfreshTM je danas dozvoljen za upotrebu u većini zemalja EU, Kanadi, Meksiku, Južnoafričkoj Republici, Novom Zelandu, Australiji, Izraelu i većini zemalja Južne Amerike.

Cilj rada je bio ispitati uticaj 1-MCP, kao inhibitora etilena- hormona zrenja na kvalitet i sposobnost skladištenja plodova kruške sorte 'Vilijamovka' u hladnjači sa normalnom atmosferom.

Materijal i metode

Zasad kruške iz kojeg su uzeti plodovi za analizu je u opštini Ilijaš, na 434 m nadmorske visine. Vodeća sorta u ovom zasadu je sorta 'Vilijamovka', čiji su plodovi korišteni za analizu u ovom radu. Stabla sa kojih su uzimani plodovi se nalaze u osmoj godini uzgoja i kalemljena su na sijanac divlje kruške. Uzgojni oblik je vitko vreteno. Meduredni razmak iznosi 3,5 m, a redni 2 m.

Kao pokazatelji za određivanje optimalnog momenta berbe korišteni su veličina ploda i čvrstoća mesa ploda. Prema podacima CTIFL, optimalni momenat za berbu plodova sorte 'Vilijamovka' sa aspekta čvrstoće mesa ploda iznosi od 6,5 do 8,5 kg/cm² (Pašalić, 2004). Berbi plodova se pristupilo nakon mjerjenja čvrstoće mesa ploda (u zasadu), a izmjerene vrijednosti suse nalazile u navedenom intervalu. Po završetku berbe na 30 plodova suu Laboratoriju za voćarstvo i vinogradarstvo Poljoprivredno – prehrambenog fakulteta Sarajevo izvršena mjerjenja parametara kvaliteta ploda u momentu berbe. Parametri koji su mjereni u ovom radu su: čvrstoća mesa ploda (određena penetrometrom – Model GY-3, Top Instrument Co., Kina), boja pokožice ploda (određena kolorimetrom - Chroma meter CR – 400, Konica Minolta, Japan), sadržaj rastvorljive suhe tvari (određen refraktometrom - „Pocket“ refraktometar, Pal-α, Atago, Japan) i sadržaj ukupnih kiselina (metodom titracije sa 0,1M NaOH- indikator fenoftalein).

Ostatak plodova (120 plodova) je podijeljen u dvije skupine. Jedna skupina plodova je namjenjena za tretiranje 1-MCP-om, a druga predstavlja kontrolne plodove.

Preparat SmartFresh™ 0,14 Technology nabavljen je kao donacija firme Rohm and Hass iz SAD-a. Njegova primjena vršena je u skladu sa preporukama proizvođača, te na osnovu metode prema Magazin et al. (2012). Budući da se 1-MCP u toku primjene oslobođa u vidu gasa, ogled je vršen u hermetički zatvorenom plastičnom kontejneru od 120 l zapremine. Plodovi koji su korišteni u ovom ogledu su tretirani 2 dana nakon berbe. Ujednačeni plodovi bez spoljnih oštećenja su stavljeni u mrežaste PVC džakove, tako da je ukupno bilo 6 džakova (za svaku oglednu varijantu tri ponavljanja) od po 20 plodova. Od togasu tri džaka smještena u plastični kontejner za tretiranje, a ostala tri su služili kao kontrola. Na osnovu zapremine kontejnera izračunata je potrebna količina preparata (120 mg preparata SmartFresh™ 0,14 Technology) i destilovane vode (5 ml) da bi se dobila željena koncentracija gasa od 625 ppb. I preparat i voda su uz brzo miješanje sipani u manju plastičnu posudu koja je smještena u plastični kontejner, a isti je zatim hermetički zatvoren na 24 sata. Distribucija gasa u kontejneru je potpomognuta malim ventilatorom. Nakon 24 sata, tretirani i netretirani plodovi su smješteni u hladnjajuću sa normalnom atmosferom (na temperaturu od 4°C i 90% vlažnosti zraka) i čuvani u periodu od dva mjeseca.

Nakon skladištenja plodovi su analizirani u pomenutom laboratoriju, a dobijeni podaci su obrađeni metodom analize varijanse korištenjem statističkog programa SPSS (Chicago, IL, USA) i primjenom analize osnovnih komponenti (PCA).

Rezultati i diskusija

Čvrstoća mesa ploda

Prosječne vrijednosti čvrstoće mesa ploda kruške 'Viljamovka' prije i nakon skladištenja prikazane su u tabeli 1.

Prosječna čvrstoća mesa ploda se kretala od 8,38 kg/cm² prije skladištenja do 4,97 kg/cm² nakon dvomjesečnog skladištenja. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1. može se konstatovati da je tokom skladištenja došlo do signifikantnog pada čvrstoće mesa ploda, kako kod kontrolnih, tako i kod plodova tretiranih 1-MCP-om. Nakon dvomjesečnog skladištenja plodovi tretirani 1-MCP-om imali su značajno veću čvrstoću mesa u odnosu na netretirane plodove. To znači da je nakon skladištenja pad čvrstoće tretiranih plodova bio značajno manji u odnosu na pad kakav je zabilježen kod kontrolnih podova. Dobijeni rezultati su sukladni literaturnim izvorima (Crouch, 2003; Leverentz et al., 2003; Zanella, 2003; Magazin et al., 2012). Prema Mahajan i Dhatt (2004), najbolji konzumni kvalitet plodovi kruške imaju kada vrijednost čvrstoće ploda iznosi od 5,4 do 6,3 kg/cm². Dakle,

plodovi koji nisu tretirani 1-MCP-om nakon skadištenja ne posjeduju zadovoljavajući konzumni kvalitet sa aspekta čvrstoće mesa ploda.

Tabela 1. Čvrstoća mesa (kg/cm^2) ploda kruške 'Vilijamovka' prije i nakon skadištenja.

Fruit flesh firmness (kg/cm^2) of 'Williams' pear cultivar before and after cold storage.

Termin <i>Term</i>	Kontrola <i>Control</i>	1-MCP	Prosjek termin <i>Average for term</i>
	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$
Prije skadištenja/ <i>Before storage</i>	8,38 a $\pm 0,51$	8,38 a $\pm 0,51$	8,38 a $\pm 0,51$
Poslije skadištenja / <i>After storage</i>	3,70 c $\pm 1,43$	6,86 b $\pm 0,90$	4,97 b $\pm 2,00$
Prosjek tretman / <i>Average for treatment</i>	5,74 b $\pm 2,76$	7,83 a $\pm 1,23$	

Ukupna rastvorljiva suha materija

Vrijednosti ukupne rastvorljive materije u plodovima kruške 'Vilijamovka' prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. Sadržaj ukupnerastvorljive suhe materije u plodovima kruške 'Vilijamovka' prije i nakon skadištenja.

Total soluble solids content ($^{\circ}\text{Brix}$) in 'Williams' pear fruits before and after storage.

Termin <i>Term</i>	Kontrola <i>Control</i>	1-MCP	Prosjek termin <i>Average for term</i>
	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$
Prije skadištenja/ <i>Before storage</i>	15,03b $\pm 0,64$	15,03b $\pm 0,64$	15,03 $\pm 0,57$
Poslije skadištenja / <i>After storage</i>	17,13a $\pm 0,13$	15,50b $\pm 0,95$	16,58 $\pm 0,95$
Prosjek tretman / <i>Average for treatment</i>	16,43a $\pm 1,10$	15,26a $\pm 0,77$	

Prosječan sadržaj ukupne rastvorljive suhe materije u plodovima kruške 'Vilijamovka' je prije skadištenja bio $15,03^{\circ}\text{Brix}$ -a, a nakon skadištenja je bio $16,58^{\circ}\text{Brix}$ -a. Kod kontrolnih plodova tokom skadištenja je došlo do signifikantnog povećanja suhe tvari, u odnosu na plodove tretirane 1-MCP, kod kojih tokom skadištenja ovo povećanje nije bilo statistički značajno. Sličan efekat 1-MCP na sadržaj ukupne rastvorljive suhe tvari je ostvaren kod dunje (Kaynas et al., 2012).

Ukupne kiseline

Prosječan sadržaj organskih kiselina u plodovima kruške 'Vilijamovka' se kretao od 4,13 g/l prije unošenja u skadište do 3,68 g/l, koliko je u prosjeku izmjereno nakon skadištenja. Prosječan sadržaj kiselina u analiziranim plodovima je značajno opadao tokom skadištenja. Nakon

dvomjesečnog skladištenja plodovi tretirani 1-MCP-om imali su značajno veći sadržaj kiselina odnosu na netretirane plodove. To znači da je nakon skladištenja pad sadržaja kiselina bio značajno manji u odnosu na pad kakav je zabilježen kod kontrolnih plodova. Do sličnih rezultata su došli Kaynas et al. (2012) u istraživanjima o uticaju 1-MCP-a na očuvanje kvaliteta dunje.

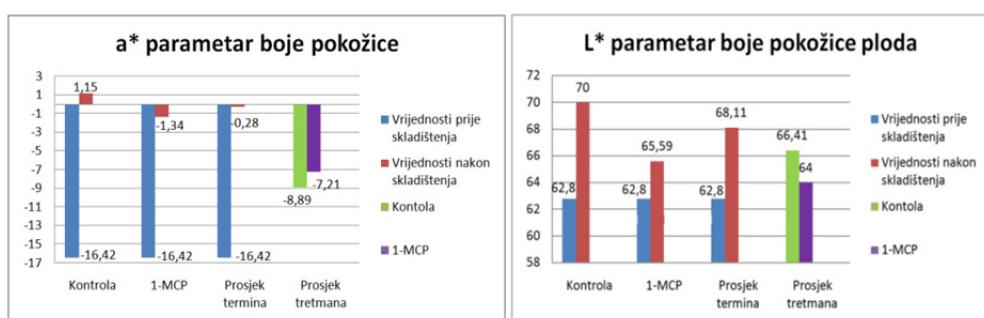
Tabela 3. Sadržaj ukupnih kiselina lodovima kruške 'Vilijamovka' prije i nakon skladištenja.
Content of titrable acids (g/l) of 'Williams' pearfruits before and after storage.

Termin <i>Term</i>	Kontrola <i>Control</i> $\bar{x} \pm Sd$	1-MCP $\bar{x} \pm Sd$	Prosjek termin <i>Average for term</i> $\bar{x} \pm Sd$
Prije skladištenja / <i>Before storage</i>	4.13a \pm 0.19	4.13a \pm 0.19	4.13a \pm 0.18
Poslije skladištenja / <i>After storage</i>	3.56c \pm 0.30	3.89b \pm 0.19	3.68b \pm 0.25
Prosjek tretman / <i>Average for treatment</i>	3.75b \pm 0.25	4.01a \pm 0.22	

Plodovi tretirani sa 1-MCP održavaju veći sadržaj kiselina tokom skladištenja uslijed odgađanja procesa dozrijevanja.

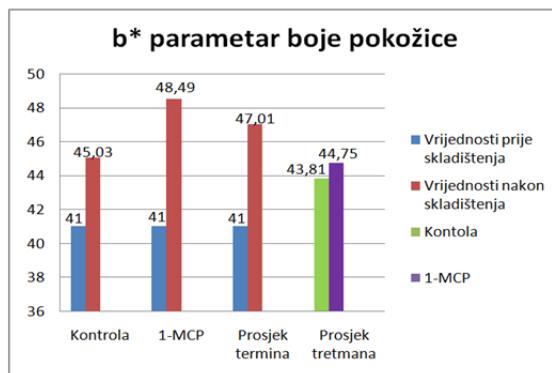
Boja pokojice ploda

Test analize varijanse je pokazao da je samo termin mjerena imao signifikantan uticaj na kolorimetrijski određene parametre boje pokojice ploda (L^* a* b*). Sve vrijednosti parametara boje pokojice ploda nakon skladištenja su bile značajno veće u odnosu na vrijednosti prije skladištenja. Nije bilo značajnog uticaja tretmana 1-MCP-om na posmatrano obilježje (grafikoni 1, 2 i 3).



Grafikon 1. a* vrijednosti boje pokojice ploda kruške Vilijamovka.
a values of fruit skin color of 'Williams' pear.*

Grafikon 2. L* vrijednosti boje pokojice ploda kruške Vilijamovka.
L values of fruit color of 'Williams' pear.*

**Grafikon 3.** b* vrijednosti boje pokožice ploda kruške 'Vilijamovka'.*b* values of fruit skin color of 'Williams' pear.*

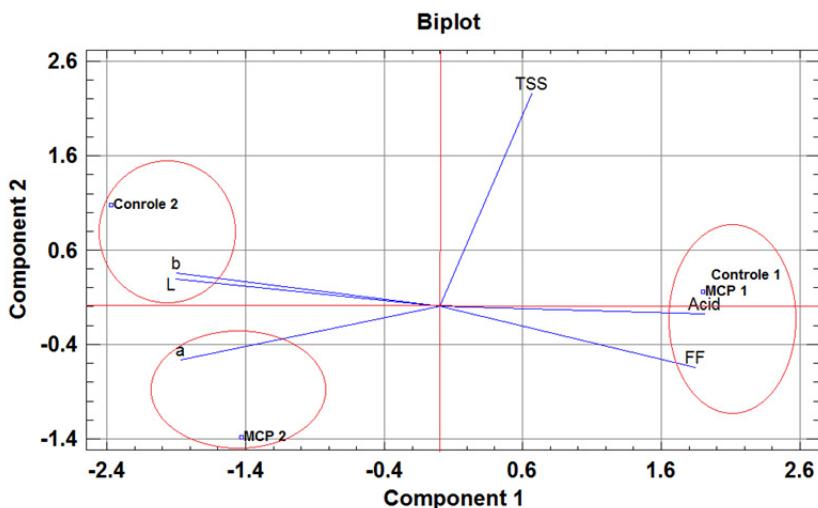
Analiza osnovnih komponenti (PCA) parametara kvaliteta ploda kruške 'Vilijamovka' u zavisnosti od skladištenja i tretmana MCP-om

Rezultati PCA analize su predstavljeni tabelom 4 i grafikonom 4.

Tabela 4. Broj osnovnih komponenti u PCA analizi.*Number of principal components in PCA analysis.*

Broj komponente <i>Component number</i>	Svojstvena vrijednost <i>Eigenvalue</i>	% variranja <i>% of variance</i>	Kumulativni procenat <i>Cumulative percentage</i>
1	4.95924	82.654	82.654
2	1.04076	17.346	100.000
3	4.30828E-16	0.000	100.000

Da bi se dobio uvid u promjene plodova kruške 'Vilijamovke' prije i nakon skladištenja, kao i između kontrolnih plodova ove sorte i plodova tretiranih 1-MCP-om prije skladištenja, urađena je analiza osnovnih komponenti (Principal Component Analysis-PCA) ispitivanih fizičko-hemijskih parametara ploda (tabela 4). Pošto je tzv. svojstvena vrijednost ili latentni korijen (eigenvalue) imala veću vrijednost od 1 za dvije osnovne komponente, PCA je predstavljena sa jednim biplotom (grafikon 4). Sa ove dvije komponente je objašnjeno 100% varijabilnosti, pri čemu je komponentom 1 objašnjeno 82,65%, a komponentom 2 17,35% varijabilnosti.



Grafikon 4. Analiza osnovnih komponenti (PCA).

Principal component analysis (PCA).

Pozitivni dio komponente 1 je determinisan čvrstoćom mesa ploda i sadržajem kiselina u plodu, a njen negativni dio je dominantno određen parametrima boje pokožice (L^*a^*b). Pozitivni dio komponente 2 je dominantno određen sadržajem ukupno rastvorljive suhe tvari i svjetloćom boje ploda (L^*), te sadržajem ukupno rastvorljive suhe tvari, a negativni dio ove komponente je određen parametrom a^* boje pokožice, kao i čvrstoćom mesa ploda. Iz grafikona 4 je vidljivo da su plodovi sorte 'Vilijamovka' prije skladištenja i prije tretmana sa 1-MCP-om jedini smješteni na desnoj strani biplota, što znači da su ovi plodovi određeni uglavnom varijablama determinisanim sa pozitivnim dijelom komponente 1, a to su čvrstoća mesa ploda i sadržaj kiselina u plodu. Plodovi kruške nakon skladištenja se nalaze u negativnom dijelu komponente 1, a to znači da su određeni višim sadržajem ukupno rastvorljive suhe tvari, a nižim sadržajem kiselina i manjom čvrstoćom mesa ploda, u odnosu na plodove prije skladištenja. Plodovi kruške 'Vilijamovke' koji prije skladištenja nisu tretirani 1-MCP-om se nalaze u negativnom dijelu komponente 1, ali u pozitivnom dijelu komponente 2. To znači da se ovi plodovi izdvajaju visokim sadržajem ukupno rastvorljive tvari, a niskim sadržajem kiselina u plodu i niskom čvrstoćom mesa ploda. To ukazuje da je kod tih plodova tokom skladištenja došlo do ubrzanog dozrijevanja. Na ovo upućuje i promjena parametara boje pokožice ploda.

Međutim, plodovi kruške 'Vilijamovke' koji su prije skladištenja tretirani 1-MCP-om nalaze se u negativnom dijelu komponenti 1 i 2. To znači da kod tretiranih plodova tokom skladištenja nije došlo do intenzivnog rasta ukupne rastvorljive suhe tvari kao kod kontrolnih plodova, ali ti plodovi nakon skladištenja imaju i veću čvrstoću mesa u odnosu na netretirane plodove.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može se dati preporuka za primjenu tretmana 1-MCP-omprije skladištenja plodova kruške sorte 'Viljamovka'. Ovaj tretman se pokazao učinkovitim na očuvanje kvaliteta ploda s obzirom na parametre čvrstoće mesa ploda, sadržaja ukupno rastvorljive suhe tvari i organskih kiselina. To znači da su plodovi tretirani 1-MCP-om imali sporije dozrijevanje i sporiji pad kvaliteta tokom dvomjesečnog skladištenja u uslovima hladnjače sa normalnom atmosferom.

Acknowledgement

We acknowledge to RandH's for kindly contribution to research work of this manuscript.

Literatura

- Begović, F., Šehić A. 2016. Analiza vanjskotrgovinske razmjene za sektor voća i povrća u biih period: 2011-2015, VTK/STK BiH Sarajevo.
- Baritelle, A.L., Hyde, G.M., Fellman, J.K., Varith, J.A. 2001. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. Postharvest Biol. Technol., 23, 153–160.
- Crouch, I. 2003. 1-methylcyclopropene (SmartFresh) as alternative to modified atmosphere and control atmosphere storage of apples and pears. Acta Hortic., 600, 433–436.
- DeEll, J.R., Murr, D.P., Wiley, L. Mueller, R. 2005. Interaction of 1-MCP and low oxygen CA storage on apple quality. Acta Horticul., 682, 941–943.
- Dong, L., Lurie, S., Zhou, H. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino', apricots and 'Royal Zee' plums. Postharvest Biol. Technol., 24, 135–145.
- Fan, X., Mattheis, J.P. 2001. 1-MCP and storage temperature infoence responses of 'Gala' apple fruit to gamma irradiation. Postharvest Biol. Technol., 23, 143–151.
- Fan, X., Mattheis, J.P. 1999. Methyl jasmonate promotes apple fruit degreening independently of ethylene action. HortScience, 34, 310–312.
- FAOSTAT (2016). [http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC\(22.12.2016\)](http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC(22.12.2016)).
- Gvozdenović, D., Davidović, M. 1990. Berba i čuvanje voća. Nolit, Beograd.
- Jiang, Y., Joyce, D.C., Terry, L.A. 2001. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. Postharvest Biol. Technol., 23, 227–23.
- Kaynas, K., Kocakurt, Ş., Sakaldas ,M. 2012. The effects of 1-MCP on quality of "Esme" quince at different harvest maturity stages. Contemporary Agriculture/Savremena poljoprivreda, 61(special), 21–29.
- Leverenz, B., Conway, W.S., Janisiewicz, W.J., Saftner, R.A., Camp, M.J. 2003. Effect of combining MCP treatment, Heat tretment, and bioconol on the reduction of postharvest decay of 'Golden Delicious' apples. Postharvest Biol. Technol., 27, 221–233.
- Magazin, N., Keserović, Z., Milić, B., Dorić, M. 2012. Fruit quality of air cold stored 'Idared' apples picked at different harvest time and treated with 1-methylcyclopene. Contemporary Agriculture/Savremena poljoprivreda, 61(special), 64–73.

- Mahajan, B.V.C., Dhatt, A.S. 2004. Studies on postharvest calcium chloride application on storage behaviour and quality of Asian pear during cold storage. *J. Food Agric. Environ.*, 2, 57–159.
- Mattoo, A.K., Murata, T., Pantastico, E.B., Chachin, K., Ogata, K., Phan, C.T. 1975. Chemical changes during ripening and senescence. In: Pantastico EB (ed.) *Post-harvest physiology, handling and utilization of tropical and sub-tropical fruits and vegetables*. The AVI Pub Co Inc, Westport, Connecticut, USA, pp. 103–127.
- Mir, N.A., Beaudry, R.M. 2001. Use of 1-MCP to reduce the requirement for refrigeration in the storage of apple fruit, *Acta Hortic.*, 533, 557–580.
- Pašalić, B. 2004. Skladištenje i čuvanje plodova. Agroprezent, Čačak.
- Sisler, E.C., Serek, M.E. 1997. Inhibitors of ethylene response in plants at the receptor level: recent development, *Plant Physiology*, 100, 577–582.
- Solomos, T., Laties, G.G. 1973. Cellular organization and fruit ripening. *Nature*, 245, 390–391.
- Xuan, H., Streif, J. 2005. Effect of 1-MCP on the respiration and ethylene production as well as on formation of aroma volatiles in 'Jonagold' apple during storage, *Acta Hortic.*, 682, 1203–1210.
- Wills, R.B.H., Bembridge, P.A., Scott, K.J. 1980. Use of flesh firmness and other objective tests to determine consumer acceptability of 'Delicious apples'. *Aust. J. Exp. Agric.*, 20, 252–256.
- Zanella, A. 2003. Control of apple scald - A comparison between 1-MCP and DPA postharvest treatments, IIOS and ULO storage. *Acta Hortic.*, 600, 271–275.

Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fruit Cold Storage of 'Williams' Pear Variety

Pakeza Drkenda, Eldin Muhović, Osman Musić

Faculty of Agriculture and Food Science, University of Sarajevo, Bosnia i Herzegovina
E-mail: p.drkenda@ppf.unsa.ba

Summary

The objective of this research was to investigate the effect of treatment with 1-MCP on storage and fruit quality changes of Williams' pear cultivar. Pear fruits were treated with 1-MCP (SmartfreshTM; 0.14% MCP) with concentration of 625 ppb for 24 hours and were stored for two months at 4°C temperature and 85–90% relative humidity conditions (NA storage room). Some quality parameters such as fruit firmness, total soluble solids, titratable acidity and fruit skin colour (analyzed colorimetrically) were measured before postharvest treatment of 1-MCP and after storage period of 60 days. The obtained results indicated that 1-MCP treatment were effective on the rate of softening, increase of total soluble solids and decrease of titratable acids. 1-MCP did not influence the change of fruit skin color. On the basis of obtained results in this study, 1-MCP could be recommended as a potential tool to delay ripening and enhance pear fruit quality during 60 days of cold storage.

Keywords: 1-methylcyclopropene (1-MCP), storage, pear, fruit quality, SmartFresh.