

PRIMENA BIOREGULATORA U CILJU POBOLJŠANJA KVALITETA I SKLADIŠNE SPOSOBNOSTI PLODOVA

Gottfried Lafer

Bildungszentrum für Obst – und Weinbau Silberberg, Leibnitz, Austria

E-mail: gottfried.lafer@stmk.gv.at

Izvod. Bioregulatori mogu dati značajan doprinos poboljšanju kvaliteta ploda i produžavanju mogućnosti skladištenja. Značajni ciljevi u ogledima sa bioregulatorima u Istraživačkom centru Haidegg (Grac, Austrija), u poslednjim godinama bili su ispitivanje njihovog uticaja na smanjivanje rasta, sprečavanje alternativne rodnosti, poboljšanje kvaliteta ploda (boja, krupnoća, unutrašnji kvalitet) i produžavanje mogućnosti skladištenja plodova. Upotreba bioregulatora u konceptu integralne proizvodnje ne može otkloniti ozbiljne greške u proizvodnji voćaka kao što su pogrešan izbor lokacije, podloge i sorte, loš sadni materijal, neodgovarajuća rezidba, neredovna zaštita voćaka, pogrešan termin berbe itd. Dozvola za upotrebu aktivne materije 1-metilciklopropan (1-MCP), posle uvođenja CA tehnologije u proizvodnju šezdesetih godina, je bila prekretnica u austrijskoj tehnologiji hlađenja. Poboljšanje čvrstoće, osnovne boje i sadržaja kiselina omogućava ponudu plodova sa boljim ukusom, naravno ako je berba izvedena u optimalnom terminu za sortu. Plodovi sorti koje su sklone brzom smanjivanju čvrstoće plodova (Elstar, RubINETTE, Jonagold) mogu se sa uspehom skladištiti duže vreme. Kod sorti koje su posebno osetljive na posmeđivanje pokožice (Granny Smith i Crveni delišes) kroz upotrebu 1-MCP proizvodnja ponovo doživljava renesansu uzimajući u obzir da u Austriji u plodovima posle skladištenja ne sme biti ostataka (rezidua) preparata. Pored mogućnosti kvalitetne proizvodnje, proizvođači u Austriji sa 1-MCP imaju na raspolaganju preparat, sa kojim mogu minimizirati gubitke u kvalitetu plodova u skladištu i produžiti skladišnu sposobnost.

Ključne reči: bioregulatori, jabuka, opadanje plodova, kvalitet ploda, skladištenje.

Uvod

Osnova za dobar kapacitet skladištenja i kvalitet plodova su potpuno razvijeni plodovi u optimalnom stanju zrelosti. Potpuno razvijeni plodovi podrazumevaju spoljašnji izgled plodova (potpunu morfološku razvijenost – veličina, oblik, boja) i sadržaj određenih supstanci (puna biohemijska razvijenost). Visok nivo hemijskih materija kao što su šećeri, kiseline itd. je garancija za odličan ukus posle skladištenja, ako su plodovi bili ubrani u optimalnom terminu berbe i hlađeni u najboljim uslovima. Uspeh skladištenja plodova u velikoj meri zavisi od predberbenih faktora (Tabela 1). Skladištenjem plodova možemo očuvati kvalitet plodova, ali ga ne možemo poboljšati.

Tabela. 1. Faktori koji utiču na kvalitet i čuvanje plodova.*Factors that influence fruit quality and storage.*

<i>Ekološki faktori</i> <i>Ecological factors</i>	<i>Fiziološki faktori</i> <i>Physiological factors</i>	<i>Stanje plodova u vreme berbe</i> <i>Fruits condition at harvest time</i>	<i>Uslovi čuvanja</i> <i>Storage conditions</i>
Lokacija (nadm. visina)	Opterećenje stabla (proređivanje plodova)	Zrelost plodova (optimalni termin berbe)	Temperatura
Temperatura	Snabdevanje mineralima kroz đubrenje (Ca, K, Mg, N i dr.)	Snabdevanje mineralima (Ca)	Cirkulacija vazduha
Sunčani sati	Starost voćnjaka	Krupnoća plodova	Sastav atmosfere (O ₂ , CO ₂ , C ₂ H ₄)
Snabdevanje vodom	Osvetljenost	Obojenost plodova	Tretiranja posle berbe (Ca, topla voda, 1-MCP)
Tip zemljišta	Rast mladara (regulisanje rasta)	Hemijski sastav (šećeri, kiseline, vitamin C)	
	Stanje listova	Bioregulatori protiv opadanja plodova pre berbe, kasnija berba (NAA, AVG, 1-MCP)	

Sa finansijsko-proizvodnog aspekta treba skladištiti samo visokokvalitetne i dobro održive plodove. Bioregulatori se koriste pre berbe (četiri nedelje pre prognozirane berbe) u cilju smanjivanja opadanja plodova ili za kontrolu sazrevanja plodova (Tabela 2). Kod jabučastog voća (jabuka, kruška) se koristi α -naftilsirćetna kiselina (NAA) za sprečavanje opadanja plodova. Preparati sa aktivnim materijama aminoetoksivinilglicin (AVG) i 1-metilciklopropen (1-MPC) se koriste kod svih vrsta klimaterijskog voća za kasnije izvođenje berbe. Za usporavanje sazrevanja plodova se koristi i giberelinska kiselina (GA₃), uglavnom kod koštičavog voća. U suprotnom pravcu, etefon ubrzava sazrevanje plodova. Njegova upotreba je značajna na parcelama gde gajimo plodove za brzu upotrebu, kao što su plodovi za preradu, npr. industrijske parcele pripremljene za mehanizovanu berbu.

Bioregulatori za sprečavanje opadanja plodova

Za sprečavanje opadanja plodova su u mnogim evropskim zemljama registrovane aktivne materije iz grupe auksina (NAA, NAAm). U Nemačkoj je i aktivna materija trihopir (trgovački naziv Topper) registrovana za poboljšanje održavanja plodova pre berbe (Baab i Lafer, 2005). Za poboljšanje održavanja plodova upotrebljava se biljni aktivator 1-triptofan – prirodna amino kiselina, koja je prekursor auksina. U mnogim zemljama se dosta koriste inhibitori etilena AVG i 1-MCP, koji za vreme sazrevanja plodova inhibiraju dejstvo etilena. 1-MCP u obliku preparata Harvista se upotrebljava za sprečavanje opadanja plodova i za kasnije izvođenje berbe. Za upotrebu posle berbe 1-MCP u obliku preparata Smartfresh je dozvoljen u velikom broju zemlja.

Tabela. 2. Bioregulatori za regulisanje sazrevanja i poboljšanje kvaliteta skladištenja plodova.
Bioregulators for regulation of fruit maturation and fruit storage quality.

Aktivna materija <i>Active ingredient</i>	Trgovački naziv <i>Trade name</i>	Sadržaj a.m. <i>Content of a.i.</i>	Polje dejstva <i>Field of action</i>	Vrsta voćaka <i>Fruit species</i>	Svrha <i>Purpose</i>
NAA	Fruitone, Obsthormon 24a	75 g/l, 84 g/l	Regulisanje prinosa, zadržavanje rasta	Jabuke, kruške	Proređivanje plodova, smanjenje opadanja plodova pre berbe
GA ₃	Berelex, Gibb 3	10%	Regulisanje rasta, prinosa i sazrevanja plodova	Kruške, koštičavo voće	Diferenciranje cvetnih pupoljaka, kasnije zrenje koštičavog voća
Etefon	Cerone, Ethrel, Flordimex 420	660 g/l, 480 g/l, 420 g/l	Regulisanje rasta, prinosa i sazrevanja plodova	Jabuke, kruške, koštičavo voće	Povećava diferenciranje cvetnih pupoljaka, ubrzava zrenje plodova
AVG	ReTain	4,15-15%	Regulisanje diferenciranja cvetnih pupoljaka i sazrevanja plodova	Jabuke	Povećava diferenciranje cvetnih pupoljaka, kasnije sazrevanje plodova
1-MCP	Harvista, SmartFresh, Fysium	1,3%, 3,3%, 97,65%	Regulisanje sazrevanja plodova	Jabučasto voće	Manje opadanje plodova pre berbe, kasnije zrenje, pre i posle berbe

Auksini sprečavaju opadanje plodova tako što sprečavaju stvaranje sloja za odvajanje između peteljke i ploda. U jesen se smanjuje prirodna sinteza auksina u plodovima. Ovo vodi stvaranju sloja za odvajanje u osnovi peteljke i rezultat toga je opadanje plodova. Kroz tačno ciljano prskanje sintetičkim auksinima (NAA, NAAM, 3,5,6-TCP) nadoknađuje se manjak prirodne sinteze auksina i tako se sprečava formiranje sloja za odvajanje, a time i opadanje plodova. Suprotno tome, Etilen forsira izgradnju tkiva za odvajanje i kod upotrebe ethefona za proređivanje ili za ubrzavanje sazrevanja plodova u jesen jako se povećava opadanje plodova. NAA se primenjuje u proseku 12 do 14 dana pre planirane berbe, a najkasnije kad opadnu prvi plodovi. Moguće je mešanje sa fungicidima ili preparatima kalcijuma koji sprečavaju pojavu gorkih pega. NAA sprečava opadanje plodova, ali ima i negativnu stranu da kroz proces sazrevanja ubrzava sintezu etilena. Problemi koji mogu nastupiti kroz endogenu produkciju etilena su:

- Rano i brzo sazrevanje,
- Brže starenje plodova u hladnjači (intenzivnije disanje),
- Manja čvrstoća mesa plodova,
- Brža razgradnja hlorofila (rumeni Zlatni delišes),
- Skraćeno vreme čuvanja plodova u hladnjači.

U Austriji je preparat Fruitone sa aktivnom materijom α -naftilsirćetna kiselina (NAA) iz grupe auksina registrovan za sprečavanje opadanja plodova. Primenjena količina zavisi od sorte i varira od 0,15 do 0,2 L/ha.

Aminoetoksivinilglicin (AVG) je otkriven u kasnim sedamdesetim godinama pod pokroviteljstvom firme Hoffman LaRoche. Aktivna materija je prirodna aminokiselina. U poslednjih 20 godina sa AVG postavljen je veliki broj ogleda. AVG je od 1995. godine pod okriljem Abbott Laboratories (Valent Bio Sciences) na tržištu raširen pod imenom Retain™ (sadržaj aktivne materije AVG 4,15-15%) u brojnim zemljama kao što su: SAD, Čile, Argentina, Južna Afrika, Novi Zeland. AVG je registrovan za smanjenje opadanja plodova jabuke i kruške pre berbe. U Evropskoj Uniji je proces registracije, iniciran od strane firme Valent, zaustavljen zbog novih strogih procesa registracije od strane homologacijskih organa.

Aktivnost AVG zasniva se na inhibiranju sinteze enzima koji je odgovoran za pretvaranje S-adenozilmetionina (SAM) u 1-aminociklopropan-1-karboksilnu kiselinu (ACC) koja je prekursor etilena. Polazna materija za biosintezu etilena je aminokiselina metionin. Etilen je jedini poznati fitohormon koji je kao gas fiziološki aktivan. Njegove najvažnije biološke aktivnosti su ubrzavanje sazrevanja plodova, staranja, opadanja lišća i plodova.

Tabela 3. Poređenje uticaja NAA i AVG.

Comparison of influence of NAA and AVG.

Uticaj / Influence	AVG	NAA
Opadanje plodova	+	+
Čvrstoća mesa ploda	+	-
Staklavost ploda	+	-
Posmeđivanje pokožice	+	-
Mogućnost produženja skladištenja	+	-
Proizvodnja etilena	-	+

Bangerth (1978) i Halder-Doll i Bangerth (1987) navode rezultate o izvanrednom uspehu sprečavanja opadanja plodova kod upotrebe AVG mesec dana pre planiranog temina berbe. Učinak sprečavanja opadanja plodova bio je isti kao kod NAA, ali je uporedo sa NAA pokazao puno drugih prednosti (Tabela 3), kao što je usporavanje sazrevanja plodova preko inhibiranja sinteze etilena. Takođe, kod upotrebe AVG pre berbe može se primetiti značajano povećanje čvrstoće mesa ploda. Stoga se AVG može upotrebiti kao obećavajuće sredstvo u tehnologiji voćarske proizvodnje u kontroli opadanja plodova i poboljšanju njihovog kvaliteta za vreme berbe. Dok se aplikacijom auksina (NAA) često stimuliše proizvodnja etilena i time ubrzava sazrevanje plodova, upotrebom AVG se postiže kontra efekat - znači bolji kvalitet plodova za duže skladištenje. Tretiranje plodova sa AVG zadržava hormonski indukovano opadanje plodova i sprečava skoro u potpunosti autokatalitičku sintezu etilena u plodovima. Rezultat smanjene sinteze etilena je znatno veća čvrstoća plodova posle skladištenja.

Upotreba 1-MCP (Harvista) pre berbe.

Harvista je trgovačko ime za 1-MCP, koji se upotrebljava za prskanje voća pre berbe. 1-MCP blokira procese sazrevanja tako što spaja receptore etilena sa ćelijskim membranama biljke i time čini etilen neaktivnim. Tretiranje preparatom Harvista usporava razlaganje skroba, omekšavanje plodova, razvoj crvene boje, opadanje plodova pre berbe i može sprečiti ili odložiti pojavu staklavosti plodova. Ovaj preparat možemo upotrebiti blizu predviđenog termina berbe (tri dana pre berbe). Sazrevanje plodova se može odvijati normalno i tretiranje možemo obaviti tačno pre početka berbe bez neželjenih efekata. Harvista se ne upotrebljava na stablima u stresnoj situaciji. Efekat upotrebe Harviste sa drugim inhibitorima nije dovoljno istražen. Harvista je često aplicirana linijskim injektor sistemom, a u SAD i helikopterom (Vriends, 2012). Harvista prouzrokuje usporavanje sazrevanja plodova, koje rezultira kasnijim izvođenjem berbe od 7 do 14 dana. Zakašnjenje zavisi od sorte, stanja voćnjaka i ciljeva proizvođača. Zakašnjenje sazrevanja ima neke prednosti: bolju organizaciju berbe, redukciju opadanja plodova pre berbe, redukciju sinteze etilena u plodovima, dodatno vreme za razvoj boje i krupnoće plodova, održavanje čvrstoće plodova, usporavanje hidrolize skroba i pojave staklavosti plodova, poboljšanje skladišne sposobnosti plodova.

Upotreba 1- MCP (Smartfresh) posle berbe.

1-MCP zauzima etilen receptore biljke i tako zadržava procese sazrevanja, a takođe deluje i kada se hormon sazrevanja etilen proizvodi ili se nalazi u vazduhu. Iz ovoga rezultira usporavanje sazrevanja koje prouzrokuje dužu mogućnost skladištenja plodova, što funkcioniše kod svih klimakterijskih vrsta voća (jabuka, kruška i dr.). 1-MCP ima mogućnost da značajno minimizira smanjenje čvrstoće plodova, zadržava degradaciju kiselina i zelene boje. Upotreba ove nove aktivne materije uglavnom služi tome da poboljša unutrašnji kvalitet plodova posle hlađenja i da se izbegnu nepovoljne fiziološke promene plodova. Mnoge fiziološke promene plodova pozrukovane staranjem plodova i iduciranjem etilena, kao što su posmeđivanje pokožice i semene kućice plodova, mogu se sprečiti sa 1-MCP (Lafer i Zanella, 2004). Takođe, mnoge skladišne bolesti, kao što je *Neofabraea* ssp. mogu se minimizirati kroz usporavanje sazrevanja pozrukovano sa 1- MCP. 1- MCP pod trgovačkim imenom EthylBloc[®] se upotrebljava za rezano cveće, a SmartFresh[®] (Dow AgroSciences) za voće i povrće. U Austriji je SmartFresh[®] od 2004. godine dozvoljen za upotrebu kod jabuke. 2016. godine je dobio dozvolu za upotrebu alternativni proizvod belgijske firme Janssen Pharmaceutica pod trgovačkim imenom Fysium. Hemijski, 1- metilciklopropen je gasovita supstanca sa formulom C₄H₆. SmartFresh[®] je formulisan kao prašak, a Fysium kao tečnost. Upotrebljava se kao sredstvo za zamagljivanje ćelija na sobnoj temperaturi (12 sati) ili hlađenih ćelija (24 sata). 1-MCP se upotrebljava u gasovitom obliku u jako niskoj koncentraciji 0,625 µ/L (625 ppb), nema rezidua i njegova upotreba je laka.

Rezultati ogleđa sa bioregulatorima u cilju poboljšanja kvaliteta ploda i produžavanja skladištenja

Eksperiment 1. Sprečavanje opadanja plodova pre berbe kod sorte jabuke Arlet.

U određenim godinama kod nekih sorti jabučastih voćaka dolazi do velikih gubitaka prinosa zbog opadanja plodova pre berbe. U Austriji je za ovakve slućajeve dozvojen auksin NAA u obliku tgovaćkog preparata Late Val (10% aktivne materije). U bližoj budućnosti se može očekivati ukidanje proizvoda na bazi NAA sa tržišta. Zbog toga je potrebno kod odabranih sorti jabučastih voćaka testiranje alternativnih proizvoda, kao što su AVG i aminokiselina 1-triptofan na različitim lokacijama sa ciljem smanjenja opadanja plodova pre berbe. Cilj eksperimenta je bio testirati efekt AVG, NAA i 1-triptofana na opadanje plodova pre berbe i kvalitet ploda kod sorte jabuke Arlet.

Materijal i metode rada

Lokacija: Farma Erlacher, Wolfgruben kod Gleisdorfa
Voćna vrsta: Jabuka
Sorta: Arlet
Podloga: M9
Sistem sadnje: jednoredni - protivgradna mreža; 3,5 m × 1 m (2857 stabla/ha)
Uzgojni oblik: usko vitko vreteno
Datum berbe: 14.09.2004.
Skladištenje: normalna (NA) + kontrolisana atmosfera (CA)
NA: temperatura 1,2°C (do 20.11.2004)
CA: temperatura 2,5°C, CO₂ i O₂ po 2,0%

Vađenje iz hladnjaće: 18.05.2005.

Rok trajanja plodova (shelf life): 30.05.2005. na 20°C

Varijante ogleđa

1. Kontrola (bez prskanja)
2. AVG - 125 ppm: Retain 0,3% (3 kg/ha) + okvašivać 0,1%, 1× tri nedelje pre optimalnog termina berbe; upotreba vode od 1000 l/ha
3. 1-triptofan - 50 ppm: Platina (Glob 20) 0,1%, 1× tri nedelje pre optimalnog termina berbe
4. NAA - 15 ppm: Luxan Lateval 0,015% (150 ml/ha), upotreba 1× tri nedelje pre optimalnog termina berbe

Rezultati

Rezultati eksperimenta pokazuju signifikantnu redukciju opadanja plodova kod upotrebe AVG i triptofana. AVG pouzrokuje kašnjenje berbe za oko nedelju dana u poređenju sa kontrolom (tabela 4), što se može videti po skrobnom indeksu (7,1 do 8,6 u kontroli) i indeksu sazrevanja po Štraifu (0,09 do 0,07 u kontroli).

Tabela 4. Opadanje plodova, opterećenje, kvalitet ploda i zrelost plodova u vreme berbe.
Fruit drop, crop load, fruit quality and fruit maturity at harvest.

Varijante <i>Variants</i>	Opali plodovi <i>Fruit drop (kg)</i>	Broj plodova <i>No. of fruits</i>	Prinos po stablu <i>Yield per tree (kg)</i>	Masa ploda <i>Fruit weight (g)</i>	Dopunska boja ploda <i>Fruit overcolor (%)</i>	Skrobni indeks <i>Starch index (1-10)</i>	Štrafjov indeks ¹ <i>Streif index</i>
Kontrola	3,0 a	62,3 b	13,0 a	206,8 b	60,1 ab	8,6 a	0,07 a
AVG 125 ppm	1,2 ab	74,8 a	14,1 a	189,6 a	49,3 a	7,1 b	0,09 b
1 - triptofan 50 g/l	0,8 b	72,9 ab	14,6 a	201,6 ab	52,0 a	8,2 a	0,08 ab
NAA 15 ppm	2,2 ab	74,0 a	14,9 a	200,9 ab	58,6 b	8,7 a	0,07 a
Prosek	1,8	71,0	14,2	199,7	57,5	8,2	0,08
LSD 5%	2,5	12,12	3,12	13,49	13,26	0,72	0,01

¹Štrafjov indeks - Čvrstoća plodova (kg/cm²) × Skrobni indeks / Šećeri (°Brix).
Streif index – Fruit firmness (kg/cm²) × Starch index / Sugars (°Brix).

Udeo crvene boje kod primene AVG i triptofana je bio signifikantno niži. Čvrstoća plodova je bila kod svih varijanti za vreme berbe visoka i najstabilnija kod primene AVG i triptofana (tabela 5). U sadržaju suve materije (šećera) i jabučne kiseline za vreme berbe nije bilo signifikantnih razlika između varijanti ogleđa. Najniži sadržaj jabučne kiseline i čvrstoće plodova posle Shelf-life testa imali su plodovi iz varijante tretirane NAA (1,9 gL⁻¹). Ovo je dokaz da NAA ubrzava sazrevanje plodova.

Tabela 5. Dinamika smanjenja čvrstoće plodova i sadržaja jabučne kiseline.
Dynamics of decrease of fruit firmness and the content of malic acid.

Varijante <i>Variants</i>	Čvrstoća ploda <i>Fruit firmness (kg/cm²)</i>				Jabučna kiselina <i>Malic acid (g L⁻¹)</i>			
	Berba ¹ <i>At harvest</i>	MS ²	PS ³	SL ⁴	Berba <i>At harvest</i>	MS	AS	SL
AVG 125 ppm	7,4	5,3	5,5	4,3	7,0	4,7	3,1	2,1
1-triptofan 50 g/l	7,6	5,8	5,6	4,8	7,1	4,9	3,2	2,3
NAA 15 ppm	7,3	6,1	4,9	4,7	7,3	5,3	3,3	2,3
Prosek	7,3	5,4	5,2	4,0	6,9	4,4	3,0	1,9
AVG 125 ppm	7,4	5,7	5,3	4,5	7,1	4,8	3,1	2,2
SX	0,12	0,37	0,33	0,4	0,19	0,38	0,15	0,21

¹Berba / Harvest - 14.09.2004.

²MS – U toku skladištenja / During cold storage - 21.03.2005.

³PS – Posle skladištenja / After cold storage - 18.05.2005.

⁴SL – Nakon 7 dana na 20°C / Shelf life (7 days at 20°C).

Plodovi koji su bili tretirani su imali i najveću pojavu mekih ožegotina (Soft Scald) za oko 10% više nego kod kontrole. Suprotno tome, AVG je uticao na smanjenje pojave mekih ožegotina za 30% u poređenju sa kontrolom. Zrelost plodova odlučujuće utiče na intenzitet nastupanja ove fiziološke skladišne bolesti.

Zreliji plodovi su osetljiviji na niske temperature i pokazuju više simptoma mekih ožegotina u hladnjači (tabela 6).

Tabela 6. Pojava i intenzitet mekih ožegotina po kategorijama (% plodova sa simptomima) posle dugog skladištenja (240 dana) + shelf life (7 dana na 20°C).
The occurrence and intensity of Soft Scald by category (% of fruit with symptoms) after long storage (240 days) + shelf life (7 days at 20°C)

Varijante <i>Variants</i>	Posle čuvanja / <i>After storage</i>					Shelf life			
	0%	1-10%	11-20%	21-30%	>30%	0%	1-10%	11-30%	>30%
AVG 125 ppm	68,6	14,7	8,0	5,9	2,8	68,6	14,7	13,9	2,8
1-triptofan 50 g/l	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
NAA 15 ppm	63,7	14,3	6,9	6,6	8,5	63,7	14,3	13,5	8,5
Prosek	58,3	11,6	7,9	8,8	13,5	58,3	11,5	16,7	13,5
AVG 125 ppm	72,6	10,1	5,7	5,3	6,2	72,6	10,1	11,0	6,2
SX	18,72	6,9	3,84	3,75	6,03	18,72	6,9	7,49	6,03

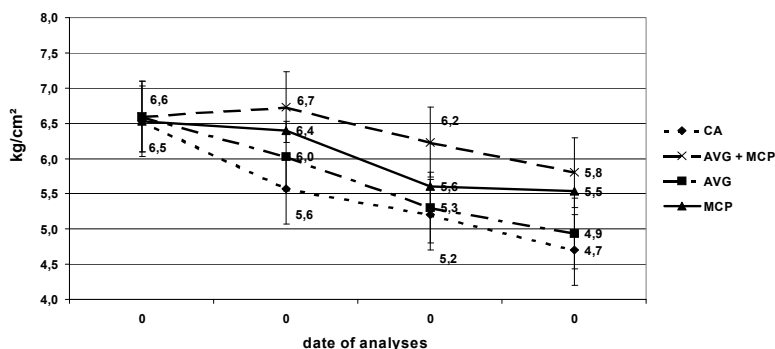
Eksperiment 2. Skladišni kapacitet i kvalitet plodova Zlatnog delišesa u zavisnosti od termina berbe i tretiranja sa AVG i 1-MCP.

U istraživačkom centru Haidegg na sorti Zlatni delišes je praćen efekat primene preparata AVG upotrebljenog pre berbe i 1-MCP upotrebljenog posle berbe. Plodovi su bili skladišteni u kontrolisanoj atmosferi (CA). Preparat Retain™ (15% a.m.) je bio je korišćen kao izvor AVG. Upotrebljen je u dozi od 125 ppm četiri nedelje pre očekivane berbe (OB). Plodovi su bili skladišteni u tri različite faze sazrevanja (OB, OB + 1 nedelja, OB + 2 nedelje). Svaka faza podeljena je na dva dela (sa oko 40 kg plodova). Prvi deo je bio tretiran sa 1-MCP (625 ppb), dok je drugi deo ostao netretiran (kontrola). Plodovi su čuvani u CA hladnjači na temperaturi od 1,0°C, sa 1,5% O₂ i 3,5% CO₂ u periodu od 270 dana.

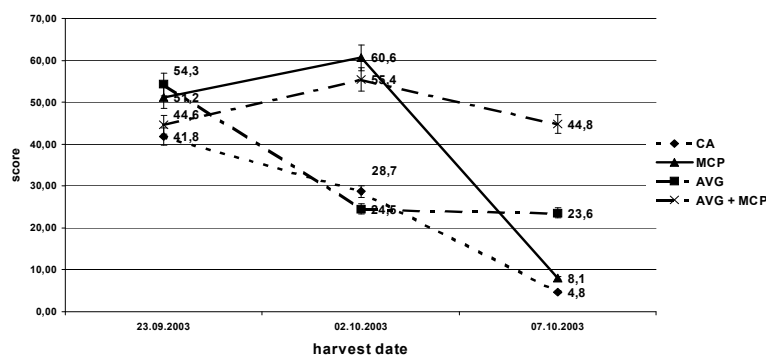
AVG prouzrokuje zakašnjenje berbe za 7 dana i zaustavlja procese sazrevanja plodova u uslovima CA skladišta. U varijanti bez AVG i 1-MCP plodovi pokazuju preteran gubitak čvrstoće i titracione kiselosti za vreme roka trajanja (shelf life). AVG i 1-MCP odlažu omekšavanje plodova (slika 1) i stabilizuju titracione kiseline. Ovaj efekat se odnosi na sazrevanje plodova i značajan sinergetski efekat AVG i 1-MCP se može primetiti kod kvaliteta ploda. Prekasno ubrani plodovi u hladnjači više gube čvrstoću i kiseline u odnosu na plodove ubrane u optimalnom terminu sazrevanja. Primećuje se i pozitivan efekat AVG i 1-MCP na nivo ukupne suve materije (šećera).

Truljenje plodova, oštećenja zbog CO₂, starosno posmeđivanje su bolesti koje su glavni problem posle dugog hlađenja plodova. 1-MCP ima sposobnost da značajno redukuje trulež kroz proces sazrevanja plodova. Ako su plodovi ubrani prekasno, 1-MCP ima jako mali učinak ili je bez efekta. AVG snažno redukuje trulež plodova (od 18,4% do 3,4%), kod kasnijeg sazrevanja plodova. Prekasno ubrani plodovi tretirani sa 1-MCP dodatno pokazuju veću osetljivost na bolesti

posmeđivanja plodova (pokožice, mesa plodova i semene kućice). Ovakvi plodovi moraju biti isključeni iz tretiranja sa 1-MCP. Plodovi tretirani sa 1-MCP za vreme sazrevanja više su osetljivi na visoke koncentracije CO₂ nego netretirani plodovi.



Slika 1. Efekat AVG i 1-MCP tretiranja na čvrstoću plodova Zlatnog delišesa u toku CA skladištenja (prosek poslednja tri termina berbe: OB, OB+1, OB+2).
Effect of AVG and 1-MCP treatments on firmness of Golden Delicious fruits during CA storage (average of the last 3 picking dates, OHD, OHD +1, OHD+2).



Slika 2. Efekat AVG i 1-MCP tretiranja na senzoričko ocenjivanje kvaliteta ploda Zlatnog delišesa za poslednja tri termina berbe (OB, OB+1, OB+2).
Effect of AVG and 1-MCP treatments on sensoric evaluation of fruit quality of Golden Delicious of the last 3 picking dates (OHD, OHD +1, OHD+2).

Rezultati testova senzoričke evaluacije pokazuju sinergetski efekat AVG i 1-MCP tretiranja. Posle dugotrajnog vremena skladištenja, senzorički kvalitet plodova iz termina kasne berbe je bilo neadekvatan (loš); sa izuzetkom plodovi tretiranih sa AVG i 1-MCP koji su senzorički ocenjeni pozitivno (slika 2).

Eksperiment 3. Optimalni termin berbe i poboljšanje mogućnosti skladištenja kod sorte jabuke Gala (Lafer, 2010).

Sorta jabuke Gala pokazuje osetljivost na dužinu skladištenja. Sa produžavanjem vremena skladištenja plodova rastu problemi održavanja kvaliteta (mala čvrstoća plodova, posmeđivanje pokožice, truleži plodova), koji su često povezani sa vađenjem plodova iz hladnjače. Posebno su kasno ubrani plodovi osetljivi na ove nepovoljne fiziološke promene. Problem se u poslednje vreme povećava zbog produžavanja skladištenja plodova čak do 12 meseci. U pogledu ovih novih ciljeva postavlja se nova definicija optimalnog vremena berbe sorte Gala. Novom tehnologijom hlađenja možemo produžiti skladištenje Gale za 4 do 6 meseci. Iz ovih razloga već tri godine u istraživačkom centru Haidegg se traži najbolji termin berbe Gale u cilju poboljšanja kvaliteta plodova za duže skladištenje uz pomoć dinamičke atmosfere (Zanella et al., 2005) i uz upotrebu 1-MCP (Smartfresh).

Materijal i metode rada

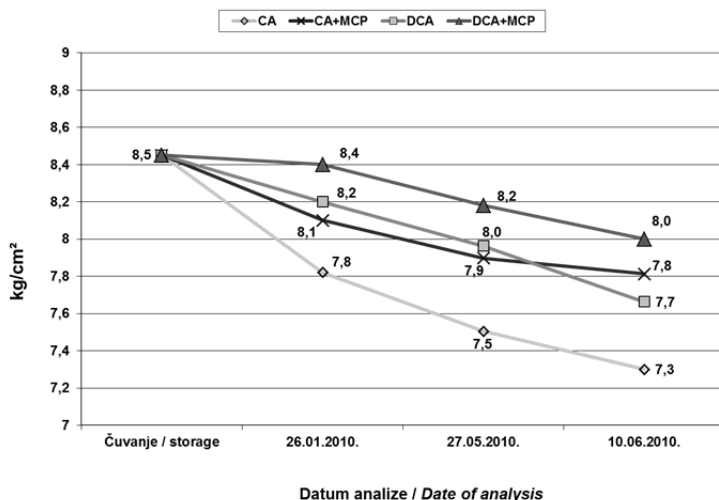
Lokacija:	Haidegg (Grac)
Voćna vrsta:	Jabuka
Sorta:	Gala Galaxy
Podloga:	M9
Sistem sadnje:	jednoredni - protivgradna mreža; 3,4 m × 1 m (2941 stabla/ha)
Uzgojni oblik:	vitko - usko vreteno
Pravac redova:	SI – JZ
Datum berbe:	14.09.2004

Metode skladištenja:

1. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (I termin berbe)
2. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (I termin berbe)
3. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (I termin berbe) + MCP
4. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (I termin berbe) + MCP
5. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (II termin berbe)
6. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (II termin berbe)
7. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (II termin berbe) + MCP
8. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (III termin berbe) + MCP
9. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (III termin berbe)
10. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (III termin berbe)
11. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (III termin berbe) + MCP
12. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (III termin berbe) + MCP
13. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (IV termin berbe)
14. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (IV termin berbe)
15. CA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 3,0%, O₂ 1,3% (IV termin berbe) + MCP
16. DCA skladištenje: 1,0°C, CO₂ 1,5%, O₂ DCA prilagođavanje (IV termin berbe) + MCP

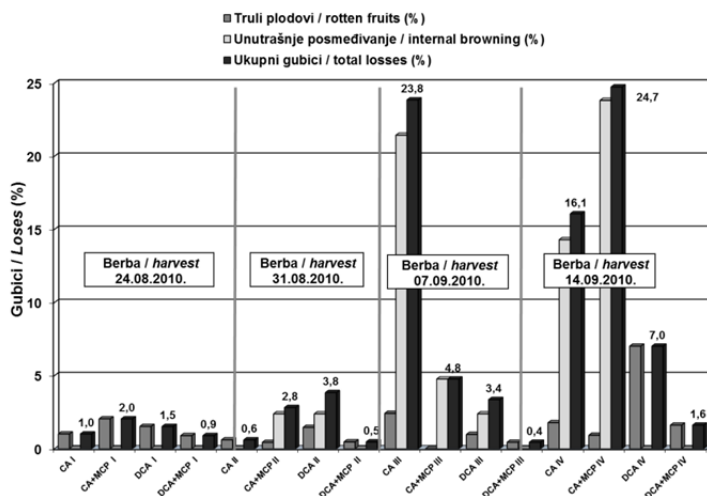
Rezultati

Rezultati ispitivanja skladištenja sorte Gala prikazani su na slikama 3 i 4.



Slika 3. Dinamika smanjenja čvrstoće mesa ploda sorte Gala kod različitih metoda skladištenja (prosek za sve termine berbe).

Dynamics of decrease of flesh fruit firmness of cultivar Gala, with different storage methods (the average for all harvest dates).



Slika 4. Gubici u toku skladištenja (unutrašnje posmeđivanje i propadanje plodova) kod dugog skladištenja plodova sorte Gala.

Losses during storage (internal browning and fruit rot) due to long-term storage of fruits of Gala cultivar.

Zaključak

- Vreme berbe je odlučujući faktor za održavanje kvaliteta i čuvanje plodova u skladištu.
- Kod skladištenja prezrelih plodova ne mogu se postići bolji rezultati DCA hlađenjem i primenom preparata Smart Fresh.
- Optimalno vreme berbe kod sorte jabuke Gala je kraće nego što je bilo dosada (sedam dana).
- Što kasnije beremo plodove, to su veći gubici u skladištenju (za 10% veći između prve i četvrte berbe).
- Kod prekasne berbe se jako povećavaju bolesti posmeđivanja.
- DCA + MCP metode skladištenja minimiziraju bolesti posmeđivanja, i čak i kod prezrelih plodova.
- DCA i CA + MCP su takođe efikasne metode za očuvanje stabilnosti kvaliteta ploda.
- DCA metoda stabilizuje čvrstoću plodova i rok trajanja (Shelf life).
- Efekat na titracionu kiselost plodova postiže se samo sa DCA + MCP metodom.
- DCA+MCP je posebno interesantna metoda skladištenja za malo zrelije plodove (druga polovina optimalnog roka berbe).

Literatura

- Baab, G., Lafer, G. 2005. Profi-Guide Obst – Kernobst: Harmonisches Wachstum – optimaler Ertrag. AV-Buch, Österreichischer Agrarverlag.
- Bangerth, F. 1978. The effect of substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drops of apple fruits. J. Amer. Soc. Hort Sci., 103, 401-404.
- Halder-Doll, H., Bangerth, F. 1987. Inhibition of autocatalytic C₂H₄-biosynthesis by AVG applications and consequences on the physiological behaviour and quality of apple fruits in cool storage. Sci. Hort., 33, 87-96.
- Lafer, G. 2006. Storability and fruit quality of Golden delicious as affected by harvest date, AVG and 1-MCP treatments. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14, (Suppl. 2), 203-212.
- Lafer, G. 2010. Optimaler Erntetermin und Lagerung von Gala. Haidegger Perspektiven 3/2010, 18-19.
- Lafer, G., Zanella, A. 2004. 1-MCP – ein neuer Wirkstoff in der Obstlagerung. Besseres Obst, 9, 4-13.
- Vriends, P. 2012. Harvista. Präsentation im Rahmen des AgroFresh meetings in Paris. Dec. 2012.
- Zanella, A., Cazanelli, P., Panarese, A., Coser, M., Cecchinell, M., Rossi, O. 2005. Fruit fluorescence response to low oxygen stress: Modern storage technologies compared to 1-MCP treatment of apple. Acta Hort., 682, 1535-1542.

Bioregulators Application in Promoting Fruit Quality and Postharvest Maintaining

Gottfried Lafer

Educational Center for Fruit and Wine Production Silberberg, Leibnitz, Austria

E-mail: gottfried.lafer@stmk.gv.at

Summary

Bioregulators can make a significant contribution to improving fruit quality and extending the cold storage. Important goals in trials with bioregulators at Research Center Haidegg (Graz, Austria), in recent years have been testing their effects on the reduction of growth, preventing alternative bearing, improve fruit quality (color, size, internal quality) and extension of cold storage of fruits. Use of bioregulators in the concept of integrated production can not remove serious errors in the fruit production, such as the wrong choice of location, rootstocks and cultivars, poor planting material, improper pruning, irregular protection of fruit trees, the wrong dates of picking, etc. Permission to use the active ingredient 1-methylcyclopropene (1-MCP), after the introduction of CA technology in the production of the sixties, was a milestone in Austrian cooling technology. Improving the firmness, ground color and acidity allow to offer fruits with better taste, of course, if the harvest was performed at the optimum time for cultivar. Fruits of cultivars that are prone to rapid reduction of flesh firmness (Elstar, RubINETTE, Jonagold) can be successfully stored for a long time. For cultivars that are particularly prone to skin browning (Granny Smith and Red Delicious) through the use of 1-MCP production again experiences a renaissance, taking into account that in Austria the fruits after storage must not contain residues of chemicals. Besides the possibility of high-quality production, producers in Austria with 1-MCP have access to chemical which can minimize losses in fruit quality in storage and extend the storage capacity.

Keywords: bioregulators, apple, preharvest fruit drop, fruit quality, cold storage.