

Kontrolisano dozrevanje i čuvanje kasnog paradajza

TEHNIČKO REŠENJE

Autori:

Jasna S. Mastilović, Žarko S. Kevrešan, Aleksandra Novaković, Elizabet P. Janić-Hajnal, Tanja Radusin
Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije

Oblast tehnike na koju se tehničko rešenje odnosi

Ovo rešenje se odnosi na proizvodnju, skladištenje i plasman kasnog paradajza namenjenog potrošnji u svežem stanju, a proizvedenom u zagrevanom zaštićenom prostoru.

Tehnički problem

Na kraju sezone proizvodnje paradajza u zagrevanom zaštićenom prostoru utrošak energenata koji se troše za grejanje prostora podiže cenu proizvodnje paradajza toliko da on postaje skuplji od uvoznog. U tom trenutku uobičajeno se, na našim prostorima, prekida proizvodnja paradajza. Zbog temperaturnih oscilacija teško je tačno predvideti kraj proizvodnje, pa na biljkama ostaju značajne količine poluzrelog, potpuno nalivenog zelenog paradajza i zelenih plodova koji su fazi nalivanja (nalivanje – proces kojim se prilikom zrenja ploda transportuju hranjive u plod. Ovaj proces može se odvijati iako su svi organi u plodu potpuno formirani). Zbog visoke cene, relativno malih količina, slabijeg kvaliteta i velike količine vode u sebi, ovi plodovi su vrlo retko korišćeni kao sirovina za industrijsku proizvodnju. U vrlo retkim slučajevima poljoprivredni proizvođači pokušavaju da podvrgnu ove plodove dozrevanju posle berbe, ali zbog neadekvatne tehnologije vrlo mali procenat zaista i završi na tržištu. Najveći deo ovih plodova biva odbačen, pri čemu, najčešće, kao organski otpad predstavlja opterećenje kako za proizvođača tako i za životnu okolinu.

Stanje tehnike

Nezreli plodovi paradajza iz kasne proizvodnje u zagrevanom zaštićenom prostoru na kraju proizvodne sezone preživljavaju jednu od sledećih sudbina: 1) bivaju bačeni zajedno sa biljkom 2) budu obrani sa ciljem dalje distribucije ili prerade. Za obrane zelene neklasirane plodove industrijski prerađivači van sezone nisu zainteresovani. Ukoliko se ovakvi plodovi i prerade, to se dešava na poljoprivrednom gazdinstvu, bez primene principa HACCP-a, što onemogućava stavljanje dobijenih proizvoda u promet. Mali deo poljoprivrednih proizvođača zadržava plodove u cilju njihovog dozrevanja, međutim, zbog neodgovarajućih uslova, plodovi u vremenskom periodu od mesec dana dobijaju crvenu boju vrlo neravnomerno i neujednačeno, te se stoga mala količina ovih plodova retko nađe na tržištu.

U zemljama u okruženju deo ovakvih plodova biva nasilno dozrevan primenom hemijskih sredstava (etrel, etefon, 2-hloretilen—fosforna kiselina). Ovaj način dozrevanja je zabranjen u Republici Srbiji, a plodovi koji su na ovaj način dozreli u zemljama u okruženju predstavljaju nelojalnu ali prisutnu konkurenciju.

Izlaganje suštine tehničkog rešenja

Cilj ovog tehničkog rešenja je definisanje postupaka kojima se omogućuje kontrolisano dozrevanje ubranih plodova zelenog paradajza iz kasne proizvodnje uz postizanje ujednačenosti vremena dozrevanja i svojstava plodova na nivou koji obezbeđuje mogućnost tržišne valorizacije zaostalog roda. Tehničko rešenje obuhvata sledeće postupke:

- (1) Definisane kriterijuma za odabir i klasifikaciju plodova koji se mogu ujednačeno dozreti
- (2) Definisane optimalnih uslova i mogućih tretmana za ujednačeno dozrevanje odabranih klasifikovanih plodova i
- (3) Definisane tretmana kojim bi se upravljalo dozrevanje paradajza, uključujući (3a) skladištenje zelenih ili plodova u prelaznoj fazi u uslovima kojima se produžuje moguće trajanje skladištenja i (3b) optimizaciju tretmana kojim se utiče na usporavanje procesa posleberbenih promena u toku skladištenja.

Kombinacijom navedenih postupaka moguće je kontrolisati dozrevanje paradajza u zavisnosti od potreba tržišta, čime se stiču uslovi da se nezreli naliveeni plodovi kasnog paradajza iz zaštićenog prostora uspešno plasiraju na tržište.

Detaljan opis tehničkog rešenja

Definisanje kriterijuma za odabir i klasifikaciju plodova

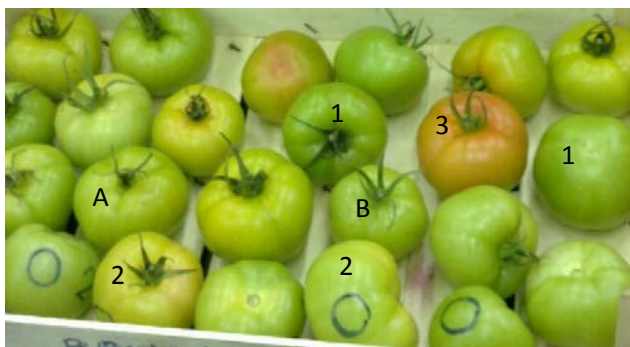
Prva faza kontrolisanog dozrevanja i čuvanja kasnog paradajza obuhvata klasifikaciju plodova paradajza.

U trenutku završetka proizvodne sezone usled previsokih troškova energenata u proizvodnji paradajza, u zaštićenom prostoru na biljkama zaostaje veliki broj plodova koji se razlikuju po:

- 1) Veličini, obliku i masi
- 2) Boji

Opsezi u kojima se ova svojstva kreću zavisi su od uslova proizvodnje i sorte paradajza. Karakteristični izgled mešavine zaostalih ubranih plodova u zavisnosti od sorte prikazan je na slici 1.

Slika 1 – Izgled mešavine zaostalih ubranih plodova paradajza za dve sorte (gore – Brooklin, dole - Izmir)



- 1 - Zeleni plodovi
- 2 – Bledo-zeleni plodovi
- 3 - Ružičasti plodovi



- A - Potpuno naliveni plodovi
- B - Nepotpuno naliveni plodovi

S obzirom na to da postupcima posleberbenog upravljanja dozrevanjem plodova nije moguće nadomestiti nedostajuću masu nedovoljno nalivenih plodova, prvi korak u odabiru i klasifikaciji plodova je odbacivanje nedovoljno nalivenih plodova. Nalivenost plodova paradajza je upravo proporcionalna veličini i masi plodova. Tipična veličina/masa pojedinačnih plodova je sortna osobina, pa se i vrednosti veličine plodova, koje su kod savremenih hibrida izuzetno ujednačene, mogu dobiti od proizvođača semena prilikom kupovine zajedno sa ostalim osobinama hibrida kao što su na primer: optimalan način gajenja, mineralna ishrana, vreme prispeća plodova (rani/kasni) i drugo. Potrebno je napomenuti da su, u zavisnosti od proizvodnih uslova, moguća odstupanja veličine i mase plodova paradajza od one koja je definisana od strane proizvođača hibrida, te u definisanje veličine i mase plodova koji se smatraju dovoljno nalivenim treba uključiti i podatke iz protekle proizvodnje kojima sami proizvođači paradajza raspolažu.

Vreme potrebno za dozrevanje plodova u posleberbenom periodu zavisi od stepena zrelosti ploda, podrazumevajući pri tome fazu do koje su se na biljci odigrali fiziološki procesi koji karakterišu proces dozrevanja. Ovi fiziološki procesi podrazumevaju i promene u sastavu pigmenata, koje obuhvataju nestajanje hlorofila, zbog čega zelena boja blede, i nastajanje likopena i pratećih crvenih i žutih pigmenata, zbog čega boja postepeno prelazi iz ružičaste u crvenu. U praksi je fazu dozrevanja ploda moguće proceniti na osnovu vizuelno ili instrumentalno utvrđene boje ploda.

Za vizuelno određivanje stepena zrelosti na osnovu boje ploda potrebno je ubrati veću količinu plodova sličnog stepena zrelosti. Tek kad se veća količina plodova postavi u jednom sloju, pod prirodnim osvetljenjem moguće je i potrebno utvrditi suptilne nijanse u boji (Slika 2). Na osnovu razlike u nijansi plodove je potrebno razvrstati, kako bi se omogućilo njihovo ravnomerno dozrevanje u ambalažnim jedinicama, čime se izbegava potreba dodatne manipulacije pre stavljanja dozrelog paradajza na tržište.

Slika 2 – Odabir i klasifikacija nalivenih plodova složenih u jednom sloju po boji



Ukoliko za to postoje tehničke mogućnosti, odabir i klasifikaciju plodova po boji moguće je vršiti i uz primenu uređaja za instrumentalno merenje boje. Za instrumentalno određivanje boje može se koristiti *Konica Minolta Chroma Meter CR-400* ili neki drugi uređaj koji kao rezultat merenja daje vrednosti L^*

(svetlina), a^* (odnos (+) crvene i (-) zelene boje), b^* (odnos (+) žute i (-) plave boje) i dominantnu talasnu dužinu, kao i iz njih izvedene vrednosti (h^0 , C^* , ΔE i druge). Eksperimentima je utvrđeno da je boja ploda u određenoj fazi zrelosti sortna karakteristika, te da je kod pojedinih sorti paradajza belo-zelena boja viši stepen zrelosti, dok je kod drugih to žuto-zelena boja, te je izbor pokazatelja i graničnih vrednosti na bazi kojih će se klasifikovati plodovi potrebno izvršiti za svaku sortu, pa i za svaki proizvodni prostor pojedinačno. U obavljenim istraživanjima definisane su vrednosti pokazatelja instrumentalnog merenja boje utvrđeni za tri sorte proizvedene u polukontrolisanim uslovima, a razvrstane vizuelno, u novembru 2012. Rezultati su dobijeni merenjem i razvrstavanjem 180 plodova sorti paradajza: Brooklin, Izmir i Nemo-neta (Tabela 1). Ove vrednosti se mogu koristiti samo kao indikativne, odnosno date su kao primer moguće primene instrumentalnog odabira i klasifikacije.

Tabela 1 – Primer definisanja mogućnosti odabira i klasifikacije paradajza na bazi rezultata instrumentalnih merenja

Sorta	Stepen zrelosti	$L^*(D65)$	$a^*(D65)$	$b^*(D65)$	ΔE	dominantna talasna dužina(D65)
Brooklin	zeleni	49,4	-7,87	16,4	1,88	567,4
	bledo-zeleni	51,2	-7,38	16,2		567,9
Izmir	zeleni	50,8	-9,18	19,5	2,62	567,4
	bledo-zeleni	51,8	-7,97	17,4		567,8
Nemo-neta	zeleni	49,9	-8,84	18,6	2,86	567,3
	bledo-zeleni	52,0	-7,72	17,0		567,9

Na osnovu prikazanih podataka (Tabela 1.) evidentno je da su plodovi ocenjeni kao potpuno zeleni u odnosu na blede zelene plodove u kojima je otpočeo proces smanjenja udela zelenih pigmenta i stvaranja crvenih i žutih pigmenta okarakterisani kao svetliji (prosečna vrednost L^* za 1 do 2 veća) sa smanjenim udelom zelene boje (prosečna vrednost $-a^*$ za 0,5 do 1,5 veća) i sa manjim udelom žute boje (prosečna vrednost b^* za 0,2 do 2 manja) uz neznatnu promenu talasne dužine. Izračunate vrednosti razlike boje (ΔE) između plodova ubranih u različitim fazama zrelosti koje su bez obzira na sortu u intervalu od 1,5 do 3 ukazuju na to da se radi o jedva приметnim razlikama boje (Kim et al., 2002) što govori u prilog opravdanosti primene pristupa određivanju boje instrumentalnim merenjem uprkos troškovima nabavke instrumenta čime bi se mogla omogućiti klasifikacija direktno prilikom branja plodova sa biljke.

Uslovi i tretmani za postizanje ubrzanog i ujednačenog dozrevanje plodova

Vreme potrebno da bi ubrani potpuno naliveni plodovi kasnog paradajza dostigli stepen zrelosti koji omogućuje njihov plasman na tržište zavisi od sledećih faktora:

- Uslova čuvanja (temperatura, relativna vlažnost);
- Prisustva etilena kao stimulatora za dozrevanje plodova klimakteričnih biljaka, među kojima je i paradajz;
- Stepena zrelosti u kom su plodovi ubrani.

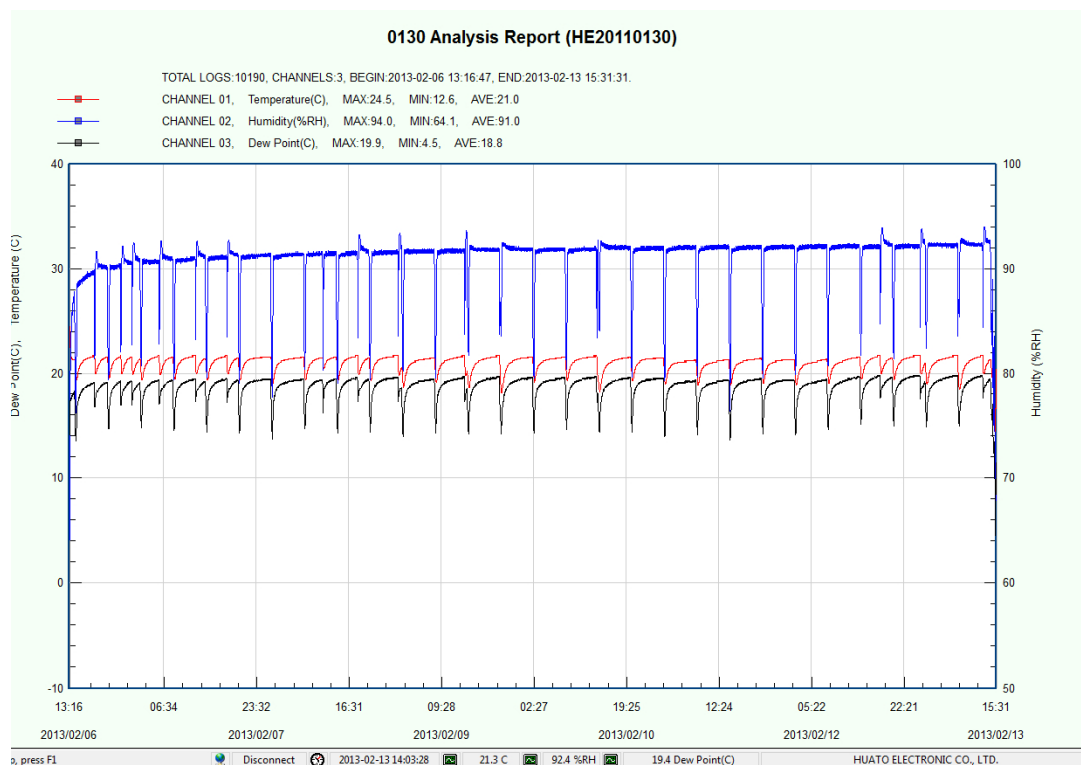
a) Primena optimalne temperature i vlažnosti

Optimalni uslovi za dozrevanje paradajza predstavljaju kompromisno rešenje koje omogućuje:

- Maksimalno ubrzanje procesa vezanih za dozrevanje plodova (stvaranje crvenih i nestanak zelenih pigmenata),
- Maksimalno onemogućavanje enzimskih i mikrobioloških procesa koji bi doveli do narušavanja senzornih, tehnoloških i bezbednosnih aspekata održivosti,
- Minimalan gubitak mase plodova.

Temperatura od 20° C i relativna vlažnost od 90 % su na bazi teorijskih saznanja odabrane kao kombinacija koja u najvećoj mogućoj meri zadovoljava gore navedene zahteve. Odabrana kombinacija temperature i vlažnosti je testirana u idealnim eksperimentalnim uslovima (temperatura 20 ± 1 °C; relativna vlažnost 90 ± 5 % - Slika 3).

Slika 3 – Zapis održavanja temperature i vlažnosti tokom eksperimentalnog testiranja optimizovanih uslova za ubrzano dozrevanje kasnog paradajza



Udeo plodova koji će u toku određenog vremenskog perioda, u zadatim optimalnim uslovima, dostići tehnološku zrelost zavisi od sorte i stepena zrelosti u kom su plodovi ubrani. Eksperimentalno je izvršeno testiranje tri sorte (Brooklin, Izmir i Nemo-neta) ubrane u dva stepena zrelosti (zeleni i bledo-zeleni plodovi). Eksperimentima je utvrđeno da plodovi ubrani u stepenu zrelosti u kom su inicirani procesi dozrevanja na biljci, gotovo po pravilu dostižu tehnološku zrelost u toku 10 dana (Tabela 2). U toku ovog vremenskog perioda manje od 50 % plodova ubranih u nižem stepenu zrelosti dostiže tehnološku zrelost (Tabela 2). U periodu od 20 dana pri testiranim optimalnim uslovima 100 % plodova sazri bez obzira na sortu i stepen zrelosti plodova u trenutku branja (Tabela 2). Međutim, treba imati u vidu da čuvanje plodova paradajza na relativno visokoj temperaturi i vlažnosti (20 ± 1 °C i 90 ± 5 % RV) u dužem vremenskom periodu (20 dana) može dovesti do mikrobiološke neispravnosti plodova, stoga se preporučuje korišćenje kraćeg vremenskog perioda.

Tabela 2 – Udeo plodova koji su sazreli u toku zadatog vremenskog intervala na odabranim optimalnim uslovima za dozrevanje paradajza iz kasne proizvodnje

		Brooklin	Izmir	Nemo-neta
Zeleni	10 dana	44,4%	44,4%	88,9%
	20 dana	100%	100%	100%
Bledo zeleni	10 dana	88,9%	77,8%	55,6%
	20 dana	100%	100%	100%

Podaci iz tabele 2 nedvosmisleno ukazuju da postoji sortna zavisnost od vizuelno i instrumentalno utvrđene boje kao stepena zrelosti. Naime, kako se iz tabele vidi, u slučaju sorti Brooklin i Izmir veći procenat dozrevanja je bio kod bledo-zelenih plodova, dok je u slučaju sorte Nemo-neta veći procenat dozrevanja bio kod plodova koji su vizuelno okarakterisani kao zeleni i imali su veću a^* vrednost.

b) Primena etilena

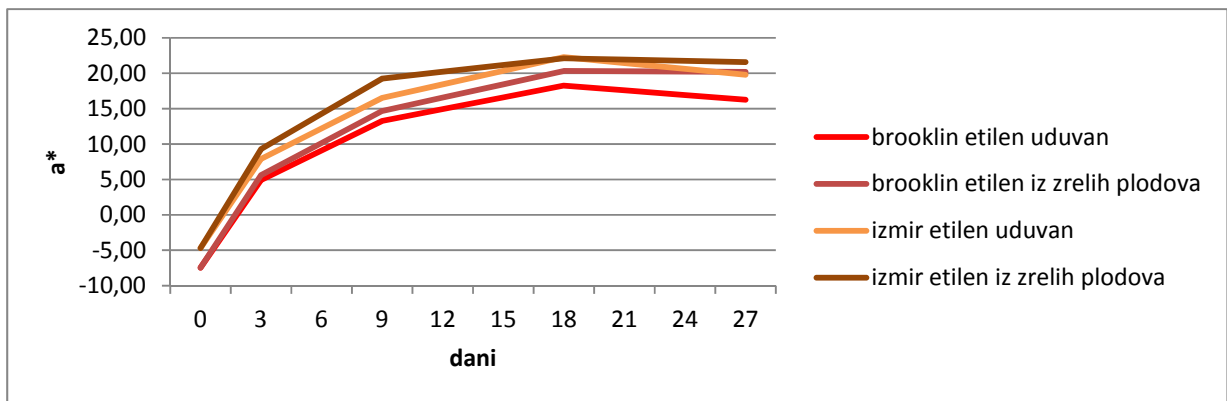
Poznato je da je etilen signal za dozrevanje klimakteričnih plodova, među koje se svrstava i paradajz. Stoga u cilju dodatnog ubrzavanja dozrevanja paradajza sortiranog po boji, odnosno stepenu zrelosti, i postavljenog u ambalažne jedinice u jednom sloju i smeštenog u komoru sa regulisanim uslovima okruženja ($t=20\pm 1$ °C; $RH=90\pm 5$ %) i konstantnim kruženjem (kretanjem) vazduha, u komori treba obezbediti povišen sadržaj etilena na jedan od sledećih načina :

1. Obezbeđenjem prisustva zrelih plodova, što predstavlja najprirodniji način obezbeđenja višeg udela etilena u okruženju. Ukoliko se koristi ovaj način za obezbeđivanje etilena, nije potrebno instalirati opremu/uređaj za praćenje nivoa etilena u vazduhu.

2. Uduvavanjem etilena koji je komercijalno dostupan kao 5% etilen u inertnom N_2 , pod nazivom „banana gas“. Uduvavanjem ovog gasa vrlo brzo se postiže koncentracija 0.1 do 1 ppm na kojoj etilen ima dejstvo ubrzavanja zrenja. U slučaju primene ovog rešenja neophodno je preduzeti **SIGURNOSNE MERE**: neophodna je oprema/uređaji kojima će se obezbediti merenje koncentracije etilena koji je na visokim koncentracijama eksplozivan gas (pri koncentraciji od 27000 ppm jedna varnica je dovoljna da izazove eksploziju). Kao sigurnosna mera, poželjno je da prostorija u kojoj se vrši dozrevanje ima mogućnost provetravanja i to na tavanici, pa ukoliko dođe do povećanja koncentracije etilena, postoji mogućnost provetravanja (na gore), jer je etilen lakši od vazduha.
3. Stvaranje etilena na licu mesta pomoću generatora etilena. Pored sigurnosnih mera navedenih u prethodnoj tački, neophodno je pridržavati se mera koje je propisao proizvođač generatora etilena (naročito veličina prostorije).

U eksperimentalnim uslovima izvršeno je uporedno testiranje predloženih načina obogaćenja atmosfere u kojoj se vrši dozrevanje etilenom na sortama Izmir i Brooklin. Dinamika promene zelene u crvenu boju, koja je instrumentalno registrovana uređajem *Konica Minolta Chroma Meter CR-400*, prikazana je na slici 4.

Slika 4 - Dinamika promene zelene u crvenu boju u zavisnosti od sorte u prisustvu etilena obezbeđenog prisustvom zrelih plodova u komori i uduvavanjem etilena



Prikazani podaci ukazuju da već u toku prva tri dana dozrevanja u atmosferi etilena boja plodova prelazi iz vrednosti $-a^*$, koje označavaju dominantno prisustvo zelene u odnosu na crvenu boju, u oblast vrednosti $+a^*$, koje označavaju dominantno prisustvo crvene boje. U periodu od trećeg do desetog dana boja plodova postaje intenzivnije crvena, da bi nakon toga ostala stabilno izraženo crvena tokom mesec dana, koliko je praćena trajnost plodova. Intenzitet ostvarene crvene boje je u slučaju obe testirane sorte nešto viši u slučaju primene rešenja zasićavanja atmosfere u kojoj plodovi sazrevaju putem prisustva zrelih plodova, u odnosu na boju koja se postiže u slučaju uduvavanja etilena u skladišni prostor.

Uslovi i tretmani za produženo skladištenje u cilju odloženog kontrolisanog dozrevanja

Nakon završetka proizvodne sezone kasnog paradajza u vrlo kratkom vremenskom roku pojavljuje se velika količina nezrelog paradajza. Dozrevanjem svih plodova u isto vreme dovelo bi do prezasićenja tržišta vansezonskim paradajzom, što ne ide u prilog niti proizvođačima niti potrošačima. Postoji i opasnost da, bez obzira na investicije uložene u ove plodove, zbog zasićenja tržišta, ipak velika količina neprodatog dozrelog paradajza završi kao otpad i optereti životnu sredinu organskim otpadom. Rešenje bi predstavljao postupak skladištenja zelenog paradajza u toku određenog vremenskog perioda, i njegovog dozrevanja i stavljanja u promet u skladu sa zahtevima tržišta. S tim u vezi, ustanovljen je postupak produženog čuvanja plodova zelenog i bledo-zelenog kasnog paradajza.

Kako se radi o skladištenju koje bi moglo da traje i do 30 dana, neophodno je da svi plodovi budu u odgovarajućoj fazi zrelosti, bez oštećenja i bez vidljivih tragova napada bolesti. Posebno je potrebno obratiti pažnju na zdravstveno stanje dela ploda oko peteljke. U cilju usporavanja metabolizma nezrelih plodova potrebno je zdrave plodove skladištiti na temperaturi od 13 °C. Na ovoj temperaturi plodovi paradajza usporavaju metabolizam, a ne dolazi do oštećenja. Na nižoj temperaturi plodovi će početi da pokazuju znakove oštećenja od niskih temperatura, a na višim temperaturama metabolizam neće biti dovoljno usporen. Zbog dugog perioda skladištenja, poželjno je relativnu vlažnost održavati na 95 % kao i neprestano strujanje vazduha, a sve u cilju sprečavanja gubitka vlage i sprečavanja razvoja bolesti.

Dodatno produženje skladištenja plodova paradajza može se postići sprečavanjem ulaska plodova u klimakteričnu fazu zrenja. Signal za početak ulaska plodova paradajza u fazu sazrevanje je gasni hormon etilen. Povećanjem koncentracije etilena u vazduhu pospešuje se ulazak plodova u fazu zrelosti, što ima za posledicu biosintezu novih količina etilena, a ceo ovaj tok ima za posledicu združeno klimakterično sazrevanje plodova paradajza. Ova pojava, iako potpuno prirodna, nije poželjna tokom produženog skladištenja plodova paradajza. Sprečavanje ovakvog sazrevanja može se postići na dva načina:

- 1) uklanjanjem etilena iz vazduha što je u komori punoj plodova paradajza vrlo teško, ili/i
- 2) blokiranjem receptora etilena na plodovima paradajza.

Blokiranje receptora se postiže primenom 1-MCP (1-metilciklopropan) koji je komercijalno dostupan pod nazivom *Smartfresh*. Ovo jedinjenje se trajno vezuje za receptore etilena bez iniciranja klimakteričnih procesa vezanih za sazrevanje. Na ovaj način se plodovi paradajza mogu duže vremena skladištiti bez iniciranja procesa zrenja, čak i u skladištu sa relativno visokim sadržajem etilena.

U eksperimentalnim uslovima je testiran tretman zelenih i bledo-zelenih plodova paradajza sa 1-MCP (prema uputstvu proizvođača, preparat SmartFresh, proizvođača AgroFresh, Italija) u toku 24 h, nakon čega su plodovi čuvani u toku 30 dana na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % (Tabela 3).

Iz prikazanih podataka je evidentno da je potreba primene 1-MCP u cilju blokiranja receptora etilena zavisna od sorte. U pogledu ispitanih sorti, sorta Brookin koja je jedna od raširenijih i prihvaćenijih kod

potrošača na tržištu Srbije, nije pogodna za produženo čuvanje bez primene 1-MCP ali primena ovog tretmana omogućuje 100% očuvanje zelenih plodova i za ovu sortu u toku 30 dana. Na tržištu Srbije prisutne su i druge, starije sorte, sličnih osobina. Zeleni plodovi druge dve ispitivane sorte novije generacije, Izmira i Nemo-nete mogu se čuvati na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % bez oštećenja 30 dana i bez primene 1-MCP.

Tabela 3 – Uporedni prikaz udela neoštećenih plodova nakon 30 dana skladištenja na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % u zavisnosti od sorte i primene tretmana sa 1-MCP

Broj sačuvanih plodova	Brooklin				Izmir				Nemo-neta			
	Zeleni		Bledo zeleni		Zeleni		Bledo zeleni		Zeleni		Bledo zeleni	
	∅	1-MCP	∅	1-MCP	∅	1-MCP	∅	1-MCP	∅	1-MCP	∅	1-MCP
Inicijalni broj plodova	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Broj neoštećenih plodova nakon 30 dana skladištenja	33	45	35	45	45	45	45	45	45	45	45	45

Tokom skladištenja, iako usporen, metabolizam plodova paradajza se i dalje odvija, pa tako dolazi i do biosinteze novih receptora etilena, a ovim i mogućnosti ponovnog pokretanja procesa sazrevanja.

Uticaj primene tehničkog rešenja kontrolisanog dozrevanja i čuvanja kasnog paradajza na kvalitet i gubitke u masi paradajza

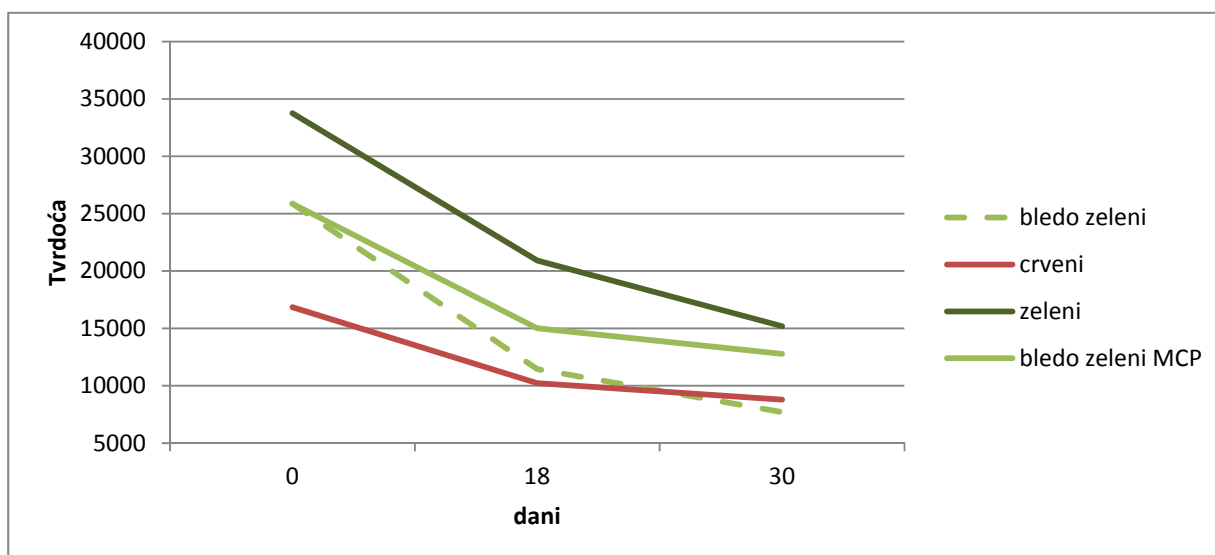
Da bi tehničko rešenje kontrolisanog dozrevanja i čuvanja kasnog paradajza bilo u potpunosti primenjivo u praksi neophodno je pored postizanja željene crvene boje plodova i očuvanja bezbednosnih aspekata obezbediti da:

- 1) nivo kvaliteta plodova u pogledu teksturnih i senzornih svojstava bude takav da je prihvatljiv i dopadljiv za potrošača
- 2) nivo gubitaka u masi bude takav da je prihvatljiv za proizvođača.

Eksperimentalno je praćena tvrdoća paradajza primenom TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, England, UK) analizatora u toku 30 dana skladištenja na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % u zavisnosti od stepena zrelosti iskazanog bojom ploda u trenutku branja i primene 1-MCP (Slika 5).

Tvrdoća je pored boje jedna od važnijih i za potrošače opredeljujuća osobina paradajza. Delovanjem biohemijskih procesa u plodu dolazi do njihovog omekšavanja tokom skladištenja. Istraživanja su pokazala da tvrdoća plodova zavisi od stepena zrelosti, pri čemu se ističe zeleni paradajz kao plod koji je tvrdi od plodova ostalih stepeni zrelosti. Takođe, zeleni plodovi nakon branja sporije smekšavaju od plodova ubranih u drugim fazama zrelosti. Uticaj 1-MCP-a na tvrdoću plodova se iskazao kada je isti primenjen na bledo-zelenim plodovima kod kojih je očuvanje tvrdoće bilo značajno popravljeno primenom ovog tretmana. Sa aspekta potrošača značajno je istaći da je tvrdoća zelenih plodova, kao i bledezelenih plodova tretiranih sa 1-MCP, a nakon 30 dana čuvanja, na nivou tvrdoće crvenih (zrelih) plodova u momentu branja.

Slika 5 – Tvrdoća plodova paradajza tokom 30 dana skladištenja na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % u zavisnosti od stepena zrelosti i primene 1-MCP



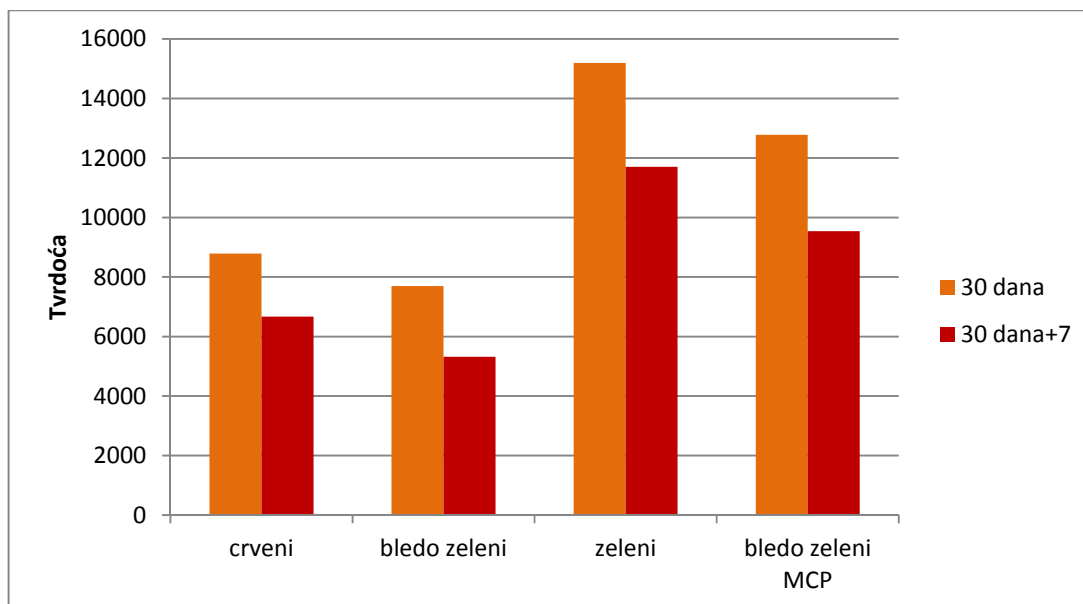
Senzorna ocena arome paradajza primenom potrošačkih testova nakon 30 dana skladištenja i ubrzanog dozrevanja pokazala je da nema razlike između ovog paradajza i paradajza koji se u zimskom periodu nalazi na tržištu.

Tokom 30 dana skladištenja na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % registrovani su gubici mase uskladištenog paradajza koji su se kretali od 0,072 do 0,17 grama/plodu/danu što je, s obzirom na to da je do sada ovaj paradajz predstavljao potpuni gubitak, za proizvođače potpuno prihvatljivo.

Vrlo važna osobina paradajza, sa aspekta trgovinskih lanaca, je i postojanost plodova tokom stajanja, manipulacije i stajanja na rafu tokom prodaje. Stoga je, na plodovima koji su skladišteni 30 dana na 30 °C i 90±5 % RH ispitivana tvrdoća posle dodatnih 7 dana stajanja na sobnoj temperaturi (20 °C i ~60 % RH). Kako je i očekivano, visoke temperature su za vrlo kratko vreme dodatno smanjile tvrdoću plodova kod

svih ispitivanih grupa. Interesantno je napomenuti da su plodovi tretirani sa 1-MCP i dalje bili značajno tvrdi ukoliko se porede sa netretiranom grupom iste zrelosti, međutim uočava se i dodatno smanjenje razlike između zelenih netretiranih, kao najtvrdih, plodova i tretiranih plodova više grupe zrelosti.

Slika 6 – Tvrdća plodova paradajza nakon 30 dana skladištenja na 13° C uz relativnu vlažnost 90 % i dodatnih 7 dana na temperaturi od 20 °C u zavisnosti od stepena zrelosti i primene 1-MCP.



Primena postupka ubrzanog dozrevanja i produženog čuvanja kasnog paradajza

Kombinovanje predloženih postupaka omogućuje produženje sezone kasnog paradajza iz domaće proizvodnje. Naime, nakon branja preostalog paradajza na kraju sezone potrebno je plodove klasirati na blede-zelene, zelene i blede-ružičaste. Netipične, obolele i meke plodove potrebno je odbaciti. Za brzo dozrevanje potrebno je postaviti od svih navedenih grupa, jedan deo plodova na postupak dozrevanja čime će se za vrlo kratko vreme, a ipak postupno zbog zavisnosti od faze zrelosti, dobiti zreli plodovi. Deo plodova potrebno je staviti na 13 °C. Ovi plodovi se mogu vrlo brzo dozreti ukoliko se postave na višu temperaturu i u atmosferu u kojoj se nalazi etilen. Treća grupa plodova bi se tretirala 1-MCP-om i ovi plodovi bi se čuvali na 13 °C u toku odabranog perioda do 30 dana, a zatim bi se premestili na višu temperaturu kako bi dozreli. Na ovaj način omogućeno je:

- produženo permanentno snabdevanje tržišta paradajzom iz domaće proizvodnje;
- smanjenje gubitaka proizvođača koji su nastajali zbog odbacivanja nedozrelih plodova kasnog paradajza nakon terminacije zasnovane proizvodnje;
- smanjenje odlaganja organskog otpada u okolinu.

Primena

Ovo tehničko rešenje razvijeno je 2012. godine u pilot postrojenju za postharvest tehnologije Naučnog instituta za prehrambene tehnologije, Univerziteta u Novom Sadu, za potrebe kompanije FRESHGRO iz Srbobrana, koja raspolaže sa više hektara zaštićenog prostora, u kom sa velikim udelom proizvodi paradajz. Tokom iste sezone tehničko rešenje je sa uspehom primenjeno u istoj kompaniji.

Potencijalni korisnici su svi proizvođači paradajza u zatvorenom prostoru, kojih u regionu ima sve više.

LITERATURA

1. Flordowski, WJ, Shewfelt, RL, Brueckner, B & Prussia, SE (eds.) 2009, Postharvest handling : a systems approach, Academic, London. ISBN: 978-0-12-374112-7
2. Golob, P., Farrell G., Orchard, J.E. (Editors) (2002). Crop Post-Harvest: Science and Technology Volume 1 Principles and Practice. Blackwell Science Ltd, a Blackwell Publishing Company. ISBN: 0-632-05723-8.
3. Kim, S., Park, J. & Hwang, I.K. (2002). Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *Journal of Food Science*, 67, 2957–2961.
4. Lu, J., Charles, M.T., Vigneault, C., Goyette, B., Vijaya Raghavan, G.S. (2010), "Effect of heat treatment uniformity on tomato ripening and chilling injury", *Post-harvest Biology and Technology*, 56, 155-62.
5. Nascimento Nunes do, M.C. (2008). *Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables*. John Wiley & Sons, Inc. ISBN: 978-0-813-81752-1
6. Paliyath, G., D.P. Murr, A. Handa and S. Lurie (Editors). (2008). *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. ISBN-13: 978-0-8138-0408-8.
7. Prasanna, V. , Prabha, T. N. and Tharanathan, R. N.(2007) 'Fruit Ripening Phenomena-An Overview', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47: 1, 1-19. DOI: 10.1080/10408390600976841
8. Singh, N.P. (2007). *Fruit and Vegetable Preservation*. Oxford book company, Jaipur, India. ISBN: 978-81-89473-12-9.
9. Thompson, A. K. (2003). *Fruit and Vegetables Harvesting, Handling and Storage*. Blackwell Publishing Ltd. ISBN 1-4051-0619-0
10. Thompson, A.K. (2010). *Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables, Second Edition*. CAB International, Wallingford, UK ; ISBN: 978-1-84593-646-4
11. Thompson, J. *Pre-cooling and Storage Facilities*.
<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/011precooling.pdf> (last access on 30.10.2013).
12. Zakon o sredstvima za zaštitu bilja ("Sl. glasnik RS", br. 41/2009).