

Uticaj smrzavanja u industrijskim uslovima na kvalitet jagode

Effect of freezing in the industrial conditions on quality of strawberry fruits

Snežana STEVANOVIĆ^{1*}, Uroš MILOVANČEVIĆ², Milena OTOVIĆ², Dragan MARKOVIĆ², Aleksandar LEPOSAVIĆ³, Tijana UROŠEVIĆ¹

¹ Poljoprivredni fakultet, Odsek za prehrambenu tehnologiju Univerziteta u Beogradu, Beograd

² Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd

³ Institut za voćarstvo, Čačak

Ključne reči:
smrzavanje; jagode;
rashlađivanje; kvalitet

Smrzavanje je postupak koji se u velikoj meri koristi za konzervisanje osetljivog voća, jer omogućava očuvanje prvobitnih karakteristika, pa i nutritivna svojstva ostaju bliska svežim plodovima. Jagoda je vrlo rasprostranjena i na tržištu veoma tražena vrsta voća, ali se njeni plodovi mogu čuvati u svežem stanju samo kratak vremenski period i zato se najveća količina prerađuje i to smrzavanjem. Cilj rada je da se utvrdi uticaj procesa smrzavanja u industrijskim uslovima, sa prethodnim rashlađivanjem plodova, na relevantne parametre kvaliteta jagode. Plodovi su smrzavani u struji hladnog vazduha temperature $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ u klasičnom tunelu za smrzavanje, diskontinualno do postizanja temperature od $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ u termalnom centru plodova. Upakovani smrznuti plodovi su zatim čuvani u komori na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. U cilju utvrđivanja promene kvaliteta plodova jagode, analiziran je sadržaj suve materije, ukupnih šećera i kiselina, pH, vitamin C, kao i senzorna analiza kvaliteta. Računskim putem je određen i Indeks kvaliteta plodova pre i posle procesa smrzavanja. Dobijeni rezultati su pokazali da nakon smrzavanja plodova jagode nije došlo do značajne promene u fizičko-hemijskim parametrima kvaliteta. Nešto su veće promene utvrđene kod ocenjivanih senzornih karakteristika. Najupadljiviji je gubitak čvrstoće jagode, a primećeni su i donekle izmenjena boja, ukus i aroma plodova nakon procesa smrzavanja u industrijskim uslovima.

Key words:
freezing; strawberry;
precooling; quality

Freezing is the method usually used for preserving delicate fruit, because the product tends to maintain its original attributes, i.e., keeping its nutritional properties as close as possible to those of fresh fruit. Strawberry is a widespread and highly demanded fruit, but the fresh fruits are available in a short period of time and the largest amount of strawberry is processed by freezing. The aim of the paper is to determine the effect of process of freezing in the industrial conditions, with precooling, on the relevant parameters of the strawberry quality. The fruits were frozen in the conventional freezing tunnel by cold air temperature of $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ until reaching a temperature of $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ in the thermal center of the fruits. Packaged frozen fruits were stored in the chamber at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. In order to determine the changes in strawberry quality, the content of dry matter, total sugars and acids, pH, vitamin C, and sensory quality characteristics were analyzed. Also, quality index of the fresh and frozen strawberry is determined by calculation. The obtained results showed that there were no significant changes in the physicochemical parameters of quality after the freezing of the strawberry fruits. Significant changes are found in the sensory characteristics and the most remarkable is the loss of consistency and firmness of the frozen strawberry. Also, some modified color, taste and aroma of the strawberry fruit have been noticed after freezing in the industrial conditions.

1. Uvod

Smrzavanje (ili zamrzavanje) vrlo je rasprostranjen i prihvaćen postupak i smatra se podесnim za duže čuvanje hrane. U izveštajima Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) Ujedinjenih nacija (FAO, 2005) smrzavanje se ocenjuje kao metod koji u velikoj meri očuva osobine hrane, čak i nutrijente. Barbosa-Canovas, G. V. i dr., (2002) navode da su zamrznuti proizvodi vrlo slični svežim i da su kvalitet i bezbednost zamrznute hrane bolji ako se primeni dobra i pažljiva priprema i rukovanje, i pre i posle smrzavanja (*safety practices*). Kvalitet hrane je danas glavni kriterijum za izbor tehnologije i opreme za njenu preradu (Marković i dr., 2010) i zato je upravo smrzavanje čest izbor za duže čuvanje hrane.

Jagode su vrlo popularne širom sveta i prema podacima FAO proizvodnja im je povećana više od 80% u poslednjoj deceniji, a iznosila je preko 4,5 miliona tona u svetu u 2012. godini (FAOSTAT, 2013). Od ukupne proizvodnje oko 80% čini tržište svežih plodova, dok su ostale jagode namenjene industrijskoj preradi. Međutim, kao sveže voće dostupne su u vrlo kratkom vremenskom periodu, jer vrlo brzo nakon berbe podležu neželjenim promenama i kvare se (Gonçalves i dr., 2017). Razlog za to je visok sadržaj vode u plodovima, a imaju i veliku brzinu respiracije, pa vrlo brzo nakon berbe nastaju biohemijske i mikrobiološke promene. Osim toga, mehanička otpornost plodova jagode vrlo je mala, što otežava manipulaciju, njihovu preradu i transport, a u literaturi se često nazivaju i mekanim (*soft*) ili malim voćem (*small fruit*). Pored mikroorganizama, upravo su mehanička oštećenja češći uzrok kvarenja i neupotrebljivosti tih plodova. Da bi se biohemijske i mikrobiološke promene i brzo propadanje tih

* Autor za korespondenciju: smasovic@agrif.bg.ac.rs

lako kvarljivih plodova usporile, primenjuje se i rashlađivanje pre smrzavanja. Na taj način snižava se temperatura plodova, čime se fizičko stanje menja usled odvođenja energije što inhibira aktivnost mikroorganizama i usporava biohemijske procese koji dovode do promena, utiču na kvalitet i izazivaju kvarenje. Stoga se u novije vreme rashlađivanju plodova neposredno nakon berbe poklanja veliki značaj, naročito kada je cilj očuvanje kvaliteta plodova u što većoj meri i u što dužem vremenskom periodu.

Zbog karakterističnih senzornih osobina jagode imaju vrlo široku primenu. Osim za dobijanje sokova i pektinskih proizvoda, našle su široku primenu u konditorskoj i pekarskoj industriji, u proizvodnji sladoleda, mlečnih proizvoda, topinga itd. Za potrebe industrijske proizvodnje van vremena sazrevanja, tj. kada sveže jagode nisu dostupne za preradu i dobijanje raznovrsnih proizvoda – koriste se zamrznuti plodovi. Zato je veoma važno da se pri zamrzavanju i čuvanju obezbede minimalne promene kvaliteta plodova jagode.

Ipak, tokom procesa smrzavanja može da dođe do oštećenja proizvoda (Marković i dr., 2011). Najčešće promene su fizičke prirode, ali i biohemijske i fizičko-hemijske transformacije moguće su pri zamrzavanju i čuvanju u zamrznutom stanju, jer se voda transformiše u led, u tkivu se formiraju kristali koji rastu, dolazi do migracije vode i promene na makromolekulima, pa se ćelijski zidovi i membrane menjaju, što dovodi do strukturnih transformacija. Promena teksture je dominantna pri procesu smrzavanja (Alonso i dr., 2005), posebno kod plodova nežnije strukture i smrzavanje može da izazove gubitak turgora i čvrstoće tkiva. Sve te promene vidljive su tek nakon odmrzavanja. Zato je važno da se svi parametri procesa, pripreme operacije, pred-tretmani, način i brzina smrzavanja prilagode karakteristikama proizvoda u cilju maksimalnog očuvanja kvaliteta.

Proizvodnja bezbednog zamrznutog voća zahteva istu maksimalnu pažnju koja se poklanja svežim plodovima. To podrazumeva uspostavljanje dobre proizvođačke prakse (engl. *good manufacturing practices* – GMP) po standardima Evropske unije, koji obezbeđuju visok kvalitet i ograničavaju rizik da neispravni proizvodi ili oni koji predstavljaju rizik po zdravlje, mogu da se nađu u prodaji (HACCP). Kvalitet zamrznutog voća značajno zavisi i od drugih faktora, kao što su vrsta voća, njihov stepen zrelosti, primenjenih pred-tretmana, ali i metode, tj. načina smrzavanja. Sam proces smrzavanja treba da bude prilagođen karakteristikama određene hrane i tehnološki parametri procesa podešeni da obezbede minimalne promene i senzornih i nutritivnih parametara kvaliteta. Zato je u ovom radu velika pažnja posvećena, osim fizičko-hemijskim i senzornim parametrima kvaliteta i njihovom očuvanju pri smrzavanju plodova jagode u industrijskim uslovima sa prethodnim rashlađivanjem.

2. Materijal i metode rada

Ispitivanje je obavljeno na plodovima jagode sorte Zenga Zengana (Senga Sengana). Korišćeni su celi, neoštećeni plodovi ujednačene veličine. Vodilo se računa o stepenu zrelosti i da bude ujednačen. Plodovi su prvo rashlađeni (5 °C) u komori za rashlađivanje (slika 1) i čuvani na toj temperaturi do smrzavanja, koje je obavljeno u klasičnom, diskontinualnom tunelu (slika 2), pri temperaturi od -33 °C, do postizanja temperature -15 °C u termalnom centru plodova. U komori su zamrznute jagode zatim čuvane na temperaturi -18 °C (24–48 h), tj. do momenta analize.

U cilju praćenja promene kvaliteta određivan je sledeći sadržaj.

- Suve materije, ukupne - prema JUS ISO 939/1997, sušenjem na 105 °C, do konstantne mase.
- pH vrednost – potenciometrijski, pehametrom TTT2, Radiometer, Copenhagen, Denmark.

- Sadržaj ukupnih šećera – refraktometrom RF-3, Br. 776, na temperaturi 20 °C.
- Sadržaj ukupnih kiselina - metodom neutralizacije sa NaOH, a izražen je preko limunske kiseline, (Trajković i dr., 1983).
- Vitamin C - jodometrijskom metodom, (Trajković i dr., 1983).
- Indeks slasti – određen je računskim putem, kao odnos sadržaja ukupnih šećera i ukupnih kiselina.

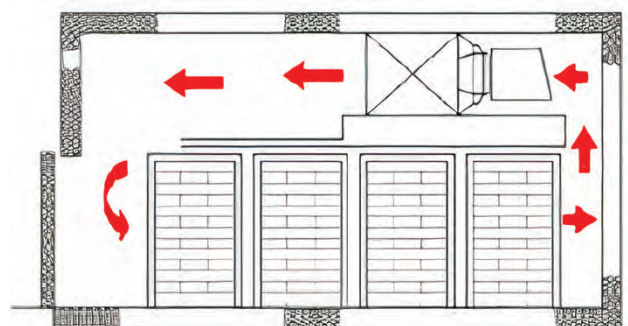
Senzorna analiza kvaliteta ispitivanih uzoraka vršena je metodom bodovanja sa maksimalnim ukupnim zbirom 20. Senzornom ocenom su obuhvaćeni sledeći parametri: boja, ukus, aroma i čvrstoća. Ocena je vršena bodovanjem sa rasponom od 1 - neprihvatljiv proizvod, do 5 - optimalan kvalitet (Radovanović i Popov-Raljić, 2000–2001), za svaki parametar kvaliteta. Komisiju za senzornu analizu činilo je sedam nezavisnih stručnih ocenjivača.

Ocene su prikazane kao srednja vrednost. Sabiranjem srednjih vrednosti ocena pojedinačnih parametara dobija se ukupna ocena, koja je generalni pokazatelj kvaliteta.



Slika 1. Jagode u komori za rashlađivanje

Statistička obrada podataka – rezultati su predstavljeni kao srednja vrednost tri merenja \pm standardna devijacija (SD). Poređenje srednjih vrednosti za nivo značajnosti od 5% korišćen je T-test.



Slika 2. Šematski prikaz diskontinualne komore za smrzavanje

3. Rezultati i diskusija

Analizama utvrđeni sadržaj suve materije prikazan je u tabeli 1 i ukazuje na vrlo visok sadržaj vode u plodovima jagode, koji iznosi preko 90%. Puno vode čini plodove fiziološki veoma vrednim, jer organizam lako usvaja nutritivno vredne supstance, a sa druge strane, smanjuje energetske vrednosti hrane. Uz to, voda je neophodna za odvijanje metabolizma u svim ćelijama i u njoj se nalaze sve rastvorljive komponente ploda. Sa tehnološkog aspekta visok sadržaj vode otežava manipulaciju, preradu i čuvanje. Jagode su specifične i nežne morfološke strukture i pripadaju grupi vrlo osetljive hrane, jer pokazuju nisku mehaničku otpornost. Puno vode čini to voće još podložnijim mikrobiološkim, fizičkim i biohemijskim promenama. Pored toga, pri procesu smrzavanja prisutna voda kristališe i formira se srazmerno velika količina leda u plodovima, što takođe dovodi do većih promena.

Tabela 1. Sadržaj suve materije, vitamina C i pH svežih i zamrznutih plodova jagode

Uzorak	Suva materija [%]	pH	Vitamin C [mg%]
Sveža jagoda	9,12 ± 0,08a	3,32 ± 0,02a	57,44 ± 0,14a
Zamrznuta jagoda	9,14 ± 0,02a	3,33 ± 0,01a	57,39 ± 0,13a

Rezultati su srednja vrednost tri merenja ± SD

Bez obzira na svu važnost vode, u tehnologiji se veća pažnja poklanja sadržaju suve materije, dakle svega onoga što nije voda, a nalazi se u hrani. Plodovi jagode obiluju visoko vrednim komponentama, a naročito je značajno prisustvo mikronutrijenata, pre svega vitamina, minerala i antioksidanata koji imaju povoljan uticaj na zdravlje (Battino i dr., 2009, Šamec i dr., 2016).

Dobijeni rezultati (tabela 1) pokazuju da razlika u sadržaju suve materije pre i posle zamrzavanja jagode nije statistički značajna, a nešto veća srednja vrednost nakon zamrzavanja može se objasniti isparavanjem površinske vlage u toku tehnološkog procesa. Utvrđivanje sadržaja suve materije jeste polazni i vrlo važan parametar, a stalni uvid pruža određena i jasna uputstva za vođenje i usmeravanje tehnološkog postupka.

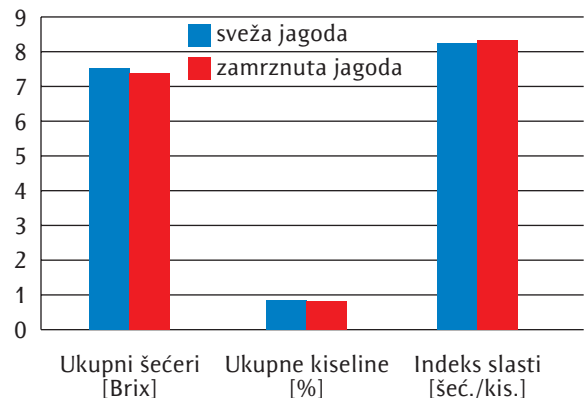
Šećeri su posle vode najzastupljeniji sastojci voća. Zajedno sa kiselinama oni predstavljaju osnovne i značajne komponente formiranja ukusa plodova. Zato su utvrđivane njihove vrednosti pre i posle procesa smrzavanja jagode. Dobijene vrednosti za sadržaj ukupnih šećera date su grafikonom 1. Analize nakon procesa smrzavanja pokazale su da ne dolazi do statistički značajne promene u sadržaju ukupnih šećera. Stabilnost šećera prisutnih u plodovima jagode veoma je važna, jer su oni delom odgovorni za kvalitet i prihvatljivost plodova nakon smrzavanja. Šećeri učestvuju u formiranju slatkoće, ukusa i ukupnog senzornog kvaliteta plodova.

Šamec i dr. (2016) takođe ističu da su šećeri i kiseline, kao i njihov odnos, značajni za određivanje kvaliteta jagoda, a došli su i do podudarnih zaključaka o očuvanju ovih komponenti nakon smrzavanja i čuvanja različitih sorti jagoda.

Procentualni sadržaj svih prisutnih kiselina u voću se definiše kao titracioni aciditet. U grafikonu 1 predstavljene su utvrđene vrednosti za sadržaj ukupnih kiselina pre i posle procesa smrzavanja jagode. Vrednosti su izračunate i izražene preko limunske kiseline kao dominantno zastupljene u tim plodovima. Nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju ukupnih kiselina pre i posle zamrzavanja jagode. Slično su zaključili i Moraga i dr. (2006) nakon smrzavanja plodova jagode. Prisustvo, ali i očuvanje kiselina pri preradi veoma je značajno, jer su one odgovorne za svež, karakterističan voćni ukus plodova i formiranje tipične arome.

Osim titracionog aciditeta, značajna je i kiselost definisana koncentracijom vodonikovih jona kao aktuelni aciditet, izražen kao pH. Vrednost pH često se koristi i kao merilo zrelosti voća, ali i kao indikator promena u toku prerade ili čuvanja. Izmerene pH vrednosti prikazane su u tabeli 1 i one ukazuju da jagode pripadaju grupi kiselo-srednje kiselo voće, jer je pH vrednost u intervalu 3–3,5. Nakon procesa smrzavanja nije došlo do statistički značajne promene pH vrednosti plodova jagode. Dobijeni rezultati su u korelaciji sa utvrđenim sadržajem ukupnih kiselina (grafikon 1).

Chassagne-Berces i dr. (2010) takođe su utvrdili vrlo malu promenu (oko 2%) u sadržaju kiselina i pH vrednosti tokom smrzavanja različitog voća.



Grafikon 1. Sadržaj ukupnih šećera, kiselina i indeksa slasti svežih i zamrznutih plodova jagode

Kao odnos prisutnih šećera i ukupnih kiselina izražava se *indeks slasti*, a u literaturi se često naziva i *indeks kvaliteta* (engl.: *Quality index*). On pokazuje tj. indikator je ukupne, opšte prihvatljivosti. U grafikonu 1 prikazane su izračunate vrednosti za indeks slasti plodova jagode i utvrđeno je da ne dolazi do značajne promene nakon smrzavanja, mada je nešto veća vrednost izračunata nakon smrzavanja.

S obzirom da se izračunava kao odnos sadržaja šećera i kiselina, dakle veća vrednost indeksa može da se poveže sa slađim i ukusnijim plodom. Njegova veća vrednost može se protumačiti kao povoljniji odnos šećera i kiselina. Dobijene vrednosti pokazuju da primenjeno smrzavanje u industrijskim uslovima, kome je prethodilo blagovremeno rashlađivanje plodova nakon berbe, ne remeti odnos tih komponenti, što za posledicu ima očuvanje i utvrđivanje Indeksa.

Vitamin C je veoma značajan sastojak i čini voće fiziološki veoma vrednim. Njegova funkcija u organizmu se može okarakterisati kao specifična i neophodna. Zbog toga je zadatak svakog tehnološkog procesa je da vitamin sačuva u najvećoj mogućoj meri.

Vrednosti vitamina C u svežim i zamrznutim plodovima prikazane su u tabeli 1 i rezultati pokazuju da nije došlo do statistički značajne promene iako je niži sadržaj nakon zamrzavanja jagode. Kako se uzorci analiziraju u odmrznutom stanju, teško je razgraničiti da li promene nastaju pri zamrzavanju ili odmrzavanju. U svakom slučaju rezultati pokazuju značajno očuvanje ovog važnog vitamina, koji se smatra i indikatorom očuvanja kvaliteta.

Dakle, pri zamrzavanju jagode u industrijskim uslovima sa prethodnim rashlađivanjem do 5 °C sadržaj i termolabilnog vitamina C ne menja se značajno. Inače, sadržaj vitamina C jedan je od najvažnijih parametara koji se utvrđuje kada se želi predstaviti nutritivni i zdravstveni (engl.: *health-promoting*) kvalitet voća (Stevanović i dr. 2014). Očuvanje vitamina C može da bude dobar indikator stepena promena tokom prerade (Skrede, 1996), pa i pri smrzavanju proizvoda.

Rezultati senzorne analize svežih i zamrzanih plodova jagode dati su u tabeli 2. Kao senzorni parametri kvaliteta ocenjivani su: boja, aroma, ukus i čvrstoća.

Tabela 2. Rezultati senzorne analize i ukupna ocena

Parametar	Boja	Ukus	Aroma	Čvrstoća	Ukupna ocena
Maksimalna ocena	5	5	5	5	
Sveža jagoda	5,00a	5,00a	5,00a	5,00a	20,00a
Zamrzuta jagoda	4,5 ±0,25b	4,38 ±0,22b	4,25 ±0,18b	3,38 ±0,23b	16,51b

Rezultati su srednja vrednost ± SD

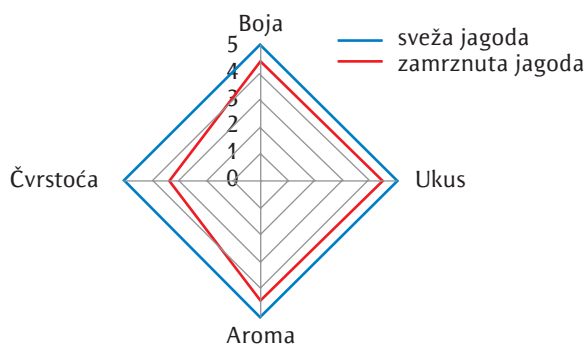
Sabiranjem srednjih vrednosti ocena pojedinačnih parametara dobija se ukupna ocena, koja je generalni pokazatelj kvaliteta. Komisiju za senzornu analizu činilo je sedam nezavisnih stručnih ocenjivača. Ocene su prikazane kao srednja vrednost.

Sveži plodovi jagode dobili su najvišu ocenu za sve analizirane parametre kvaliteta, tako da ukupna ocena odgovara maksimalnoj, a to je 20. Kod zamrznutih plodova jagode senzornom analizom je utvrđeno da su boja plodova, njihov ukus i aroma očuvani u velikom stepenu nakon procesa zamrzavanja.

Boja je bila nešto svetlija kod zamrznutih jagoda u odnosu na sveže plodove i ocenjena je sa 4,5, dok su ukus i aroma ocenjeni kao delimično oslabljeni i ova dva parametra kvaliteta ocenjeni su sa 4,38 odnosno 4,25. Gonçalvesa i dr. (2017) smatraju da izgled ima veoma važnu ulogu kod potrošača, jer upravo na osnovu boje i opšteg utiska formiraju mišljenje o plodu.

Znatno veće promene su primećene pri analizi čvrstoće zamrznutih plodova jagode, jer im je oblik bio delimično izmenjen, plodovi su izgubili svoju konzistenciju i oslobađao se tečni deo iz plodova nakon odmrzavanja. Komisija je čvrstoću plodova ocenila sa 3,38 i to je najniža ocena od analiziranih senzornih parametara kvaliteta. Pokazalo se da kristalizacija pri procesu smrzavanja dovodi do promena strukture, što se odražava gubitkom čvrstoće plodova jagode nakon odmrzavanja.

Upravo način smrzavanja ima veliki uticaj na navedene promene, jer kristalizacija počinje u međućelijskom prostoru, a daljim odvođenjem toplote formira se sve veći broj kristala, pa usled koncentracije neravnoteže voda iz ćelija difunduje u međućelijski prostor gde se zamrzava i kristali rastu. Dislokacija vode u procesu smrzavanja dovodi i do promene na makromolekulima, pa nakon odmrzavanja oni više nisu u stanju da vežu molekule vode, što se manifestuje oslobađanjem tečnog dela iz plodova nakon odmrzavanja, gubitkom turgora i čvrstoće, mekšim tkivom (Stevanović i dr., 2014).



Grafikon 2. Senzorna analiza

Rezultati senzorne analize ukazuju da su statistički značajne razlike utvrđene nakon smrzavanja plodova jagode u industrijskim uslovima. Ipak, najveće promene javile su se u čvrstoći plodova, što je posledica promene strukture i teksture, pa je nakon odmrzavanja oblika jagoda bio delimično izmenjen, izgubile su prvobitnu konzistenciju i turgor, što je ocenjeno najnižim ocenama (grafikon 2).

Ukupna ocena senzorne analize zamrzanog uzorka je 16,51, a na smanjenje u odnosu na ocenu kod svežih plodova najviše je uticao upravo gubitak čvrstoće.

4. Zaključak

Na osnovu izvršenih ispitivanja i prikazanih rezultata može se izvesti zaključak da nakon smrzavanja plodova jagode u industrijskim uslovima sa prethodnim rashlađivanjem, ne dolazi do statistički značajnih promena fizičko-hemijskih parametara kvaliteta.

Ni gubitak sadržaja termolabilnog vitamina C nije bio značajan, što predstavlja vrlo važan pokazatelj očuvanja kvaliteta. Uz to, indeks slasti je imao nešto veću vrednost u zamrznutim plodovima u odnosu na sveže jagode. Međutim, utvrđene su značajne promene u senzornim karakteristikama kvaliteta. Među njima najupadljiviji je gubitak čvrstoće plodova nakon ciklusa smrzavanje–odmrzavanje.

Može se zaključiti da smrzavanje predstavlja podesan način za konzervisanje plodova jagoda, jer su fizičko-hemijski parametri kvaliteta očuvani u vrlo velikom stepenu.

Dakle, primenom procesa smrzavanja sa prethodnim rashlađivanjem moguće je da lako kvarljivi i vrlo osetljivi plodovi budu dostupni i van sezone sazrevanja potrošačima širom sveta.

5. Zahvalnost

Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj, br 451-03-9/2021-14/200116; projekti TR 35043 i III 46010.

6. Literatura

- [1] **Alonso, J., M. E., Tortosa, W., Canet, M. T, Rodriguez,** *Ultrastructural and changes in pectin composition of sweet cherry from the application of prefreezing treatments,* J. Food Sci. 70(9), E526–E530, 2005.
- [2] **Barbosa-Canovas, G. V., A. Ibarz,** *Unit operations in Food Engineering,* CRC Press, Boca Raton, FL, USA., 2002.
- [3] **Battino, M., J., Beekwilder, B., Denoyes-Rothan, M., Laimer, G., McDougall, B., Mezzettii,** *Bioactive compounds in berries relevant to human health,* Nutr. Rev. 67:S145–150, 2009.
- [4] **Chassagne-Berces, S., F., Fonseca, M., Citeau, M., Marin,** *Freezing protocol effect on quality properties of fruit tissue according to the fruit, the variety and the stage of maturity,* LWT-Food Sci. Technol. 43, 1441–1449, 2010.
- [5] **Gonçalvesa, G. A. S., N. S., Resende, C. S., Gonçalves, E. M., de Alcântar, E. E. N., Carvalho, J. V., de Resende, M. A. E., Cirilloc, E. V. B. Boas,** *Temporal dominance of sensations for characterization of strawberry pulp subjected to pasteurization and different freezing methods,* LWT-Food Sci. Technol. 77, 413–421, 2017.
- [6] *** FAO Bulletin 158, Freezing of fruits and vegetables, ISSN 1010-1365, 2005.
- [7] *** FAOSTAT, Searchable online statistical database from Food and Agriculture Division of the United Nations, 2013.

- [8] Marković, D., M., Veljić, Ž., Čebela, S. Božić, *Systems for optic color calibration*, Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi, Novi Sad, 14(1), 23–26, 2010.
- [9] Marković, D., D., Živković, N., Kosanić, I., Marković, A. Sretenović, *Posle ubirajuće tehnologije za voće i povrće u Srbiji*, Savremena poljoprivredna tehnika, 37, 4: 387–398, 2011.
- [10] Moraga, G., N., Martinez-Navarrete, A., Chiralt, *Compositional changes of strawberry due to dehydration, cold storage and freezingthawing processes*, J. Food Proc. Pres. 30(4), 458–474, 2006.
- [11] Radovanović, R., J. Popov-Raljić, *Senzorna analiza prehrambenih proizvoda*, Beograd-Novı Sad, 2001.
- [12] Skrede, G., *Fruits*. In *Freezing Effects on Food Quality*; Jeremiah, L. E., Ed.; Dekker: New York, 1996.
- [13] Stevanović, S., M., Janković, D., Marković, V., Simonović, F., Kosi, U., Milovančević, M., Stojković, *Promena kvaliteta i antioksidativnog potencijala pri smrzavanju maline*, Klimatizacija, grejanje, hlađenje (KGH), Vol 43, br. 2. s. 89–93, 2014.
- [14] Trajković, J., Baras, J., Mirić, M., S. Šiler, *Analiza životnih namirnica*, Tehnološko-metaluški fakultet, Univerziteta u Beogradu. Beograd 1983.
- [15] Šamec, D., M., Maretić, I., Lugarić, A., Mešić, B., Salopek-Sondi, B., Duralija, *Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis*, Food Chem. 194; 828–834, 2016.

kgH

PROVEREN KVALITET
ZAGARANTOVANA SATISFAKCIJA

TEHNOLOGIJA, IDEJA, STIL
Technology International Services
T. +381 11 3440 862, F. +381 11 3085 730, E. office@tis-group.com

TECHNOLOGY
international services

NASI POSLOVNI PARTNERI
 SIGURAN EVROPSKI BREND
 ZEHNDER
 www.international-zehnder-systems.com
 Sušao prokura i "made to measure" radiatori
 te-sa
 www.te-sa.com
 Radijatorski ventili
 SABIANA
 www.sabiana.it
 Oprema za grejanje i klimatizaciju: ventilacioni torzi, zračni paneli, kaloriferi, vakuumske zavese, čitri, klima komore, dimnjaci
 BALTIMORE
 www.baltimore.airoil.com
 Otvoreni i zatvorene kule, evaporativni kondenzatori, barne kule, dry cooler
 ELBI
 www.elbi.it
 Ekspanzione posude, membranski hidrofoni, viskocirni bojeni i posude od polietilena velike gustine
 PRANDELLI
 www.prandelli.com
 Čeli od PE, PE i PE sa aluminijumskim pregradom
 BRANDONI
 www.brandonivalves.it
 Pneumatske kuglice, slavine, nepokretni ventili, balonni ventili, hvatači nečistoće
 MTA
 www.mta-it.com
 Čitri i ispladne pumpe
 SCTRUBES
 SERRAVALLE COPPER TUBES
 www.sctrubes.com
 Balame čitri

THERMOTEC FLEX
www.thermotecflex.rs

PREDIZOLOVANI CEVNI SISTEMI

INOVATIVNI PREDIZOLOVANI CEVNI SISTEMI

PREDIZOLOVANE SAVITLJIVE-FLEKSIBILNE CEVI
PREDIZOLOVANE KRUTE CEVI

PREDIZOLOVANI FLEKSIBILNI CEVNI SISTEMI

Predizolovane fleksibilne cevi se upotrebljavaju u sistemima daljinskog prenosa toplete kao što su sistemi daljinskog **grejanja** i **hlađenja**, sistemi za razvod tople sanitarne vode sa recirkulacijom i u ostalim sistemima gde treba transportovati toplotu i fluid na daljinu u podzemnoj ugradnji.

GENERALNI ZASTUPNIK
RK Radius - Kelit Infrastructure
ZA SRBIJU I BIH

Thermo Tec Flex doo Zabrzeje
Aleksandra Ace Simovića 132, 11500 Obrenovac
www.thermotecflex.rs
dimitrije@thermotecflex.rs
064/1556672

Tmax = 95°C P = 6 bar
 Tmax = 95°C P = 10 bar
 Tmax = 95°C P = 10 bar
 Tmax = 115°C P = 16 bar
 T = -20...-30°C P = 18 bar

RK Radius - Kelit Infrastructure
PREDIZOLOVANI CEVNI SISTEMI

GENERALNI ZASTUPNIK
THERMOTEC FLEX
www.thermotecflex.rs
ZA SRBIJU I BIH

Thermo Tec Flex doo Zabrzeje
Aleksandra Ace Simovića 132, 11500 Obrenovac
www.thermotecflex.rs
dimitrije@thermotecflex.rs
064/1556672

Inovativni pristup modernizacije sistema daljinskog grejanja

Radius-Kelit Infrastructure GesmbH
Gollensdorf 24, A-4300 St. Valentin
Phone+43 (0)7435/93080
Fax+43 (0)7435/93080-218
E-Mailoffice@radius-kelit.com