

---

## STORAGE AND CONSERVATION OF FRUIT AND VEGETABLES PRESERVED BY LOW TEMPERATURES IN PČINJA REGION, SERBIA

**Jovana Dzoljic**

College of Applied Professional Studies Vranje, Srbija, jovana.dzoljic@visokaskola.edu.rs

**Ljiljana Djordjevic**

College of Applied Professional Studies Vranje Srbija, ljiljana.djordjevic@visokaskola.edu.rs

**Gordana Bogdanovic**

College of Applied Professional Studies Vranje, Srbija, gordanabd@gmail.com

**Jelena Markovic**

College of Applied Professional Studies Vranje, Srbija, gogajeka84@gmail.com

**Abstract:** Low-temperature food treatments have been used for a long time in food technology, with an aim to preserve their durability. According to the authors of Sharma, Thakur & Maiti (2016) fruits and vegetables are considered as living entities even after harvesting, since respiration processes continue along with numerous metabolic processes at the cellular level. The ultimate quality of the product depends largely on all the metabolic processes that take place inside fruits and vegetables after harvesting.

The use of low temperatures for conservation, as well as other processing techniques, can cause damage on fruits and vegetables (Jha & Jury, 2019) resulting texture changes and loss of firmness of the fruit. It is important to highlight the study of Bof, Fontana, Piemolini-Barreto and Sandri (2012) that encourages the use of frozen fruit pulps and jellies as sources of natural antioxidants. The authors point out that their use is more economical and efficient than use of artificial supplements in protection of the human body from oxidative stress.

The modern way of producing and distributing fruits and vegetables highlights the importance of cold stores, as a place where it will be kept. Cold stores are used to preserve fruits and vegetables quality and to prolong their use. According to the Serbian Agricultural Inspectorate and the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, there are sufficient storage capacities for domestic needs in Serbia, but they are unevenly distributed and focused on typically fruit-bearing regions (Grocka, Cacak, Smederevo, Subtica and Topola).

There are several cold stores at the territory of the Pcinja District like "Nesa Komerc" and "Voce promet" in Vranje, "Sumsko blago" in Bresnica, "Bellus terra" in Katun, "Radulovic M&S" in Suvo Dol, "Hladnjaca DEJ" in Ranutovac and others. The most commonly stored fruits are presented on the example of the „Dej“ cold stores in Ranutovac. Since Vranje has favorable pedological and climatic conditions, it is necessary to intensify the fruit growing, which will induce increment of having higher number and higher capacity of cold stores in the Pcinja district.

**Keywords:** storage, fruits, vegetables, cold stores, Pcinja district

## SKLADIŠTENJE I ČUVANJE VOĆA I POVRĆA KONZERVISANIH NISKIM TEMPERATURAMA U PČINJSKOM REGIONU, SRBIJA

**Jovana Dzoljic**

Visoka škola primenjenih strukovnih studija Vranje, Srbija, jovana.dzoljic@visokaskola.edu.rs

**Ljiljana Djordjevic**

Visoka škola primenjenih strukovnih studija Vranje, Srbija, ljiljana.djordjevic@visokaskola.edu.rs

**Gordana Bogdanovic**

Visoka škola primenjenih strukovnih studija Vranje, Srbija, gordanabd@gmail.com

**Jelena Markovic**

Visoka škola primenjenih strukovnih studija Vranje, Srbija, gogajeka84@gmail.com

**Резиме:** Третмани хране ниским температурима познати су одавнина и врше се у циљу очувања њене трајности. Према ауторима Sharma, Thakur & Maiti (2016) воће и поврће се сматрају живим ентитетима чак и након брњања, јер се процеси дисања настављају заједно са бројним метаболчким процесима на ћелијском нивоу. Крајњи квалитет производа зависи у великој мери од свих метаболчких процеса који се у воћу односно поврћу одигравају након бербе.

Primena niskih temperatura za konzervisanje kao i drugih tehnike obrade, mogu da uzrokuju oštećenja na voću i povrću (Jha & Jury, 2019) zbog čega dolazi do gubitka teksture i čvrstine ploda. Važno je napomenuti da studija autora Bof, Fontana, Piemolini-Barreto i Sandri (2012) ohrabruje korišćenje zamrznutih voćnih pulpi i želea, kao izvora prirodnih antioksidanasa. Autori ističu da je njihovo korišćenje ekonomičnije i efikasnije u odnosu na veštačke suplemenate koji se koriste za zaštitu ljudskog tela od oksidativnog stresa.

Moderan način proizvodnje i distribucije voća i povrća ukazuje na važnost hladnjača, kao mesta gde se vrši skladištenje. Hladnjače predstavljaju pravo mesto gde može da se očuva kvalitet voća i povrća na pravi način i to duži vremenski period. U Srbiji prema podacima Poljoprivredne inspekcije i Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede postoji dovoljno skladišnih kapaciteta za domaće potrebe, ali su oni neravnomerno raspoređeni i skoncentrisani na tipično voćarske regione (Grocka, Čačak, Smederevo, Subtica i Topola).

Na teritoriji Pčinjskog okruga nalazi se više hladnjača od kojih su poznatije „Neša-komerc“ i „Voće-promet“ u Vranju, „Šumsko blago“ u Bresnici, „Bellus terra“ u Katunu, „Radulović M&S“ u Suvom Dolu, „Hladnjača DEJ“ u Ranutovcu i druge. Najčešće skladištena roba biće data na primeru Hladnjače „Dej“ u Ranutovcu. S’ obzirom na to da Vranje ima povoljne pedološke i klimatske uslove, treba intezivirati voćarstvo koje će usloviti povećanje kapaciteta i broja hladnjača na teritoriji Pčinjskog okruga.

**Ključne reči:** skladištenje, voće, povrće, hladnjače, Pčinjski okrug

## 1. UVOD

Tretmani hrane niskim temperaturama poznati su odavnina, a vrše se u cilju očuvanja njene trajnosti korišćenjem hladnoće. Prema autorima Sharma, Thakur & Maiti (2016) voće i povrće se smatraju živim entitetima čak i nakon branja, jer se procesi disanja nastavljaju zajedno sa brojnim metaboličkim procesima na ćelijskom nivou. Respiratorni procesi koji se odvijaju u plodovima voća i povrća nakon berbe zavise uglavnom od dva faktora: od temperature na kojoj se skladišti kao i od sastava vazduha u skladištu, u smislu koncentracija O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i etilena (Bhande et al., 2008; Kays, 1991; Mahajan & Goswami, 2001; Jha & Jury, 2019). Krajnji kvalitet proizvoda zavisi u velikoj meri od svih metaboličkih procesa koji se u voću odnosno povrću odigravaju nakon berbe.

Anabiotički postupci konzervisanja obezbeđuju visoku mikrobiološku bezbednost namirnica. Uticaj niskih temperatura ogleda se pre svega u stvaranju nepovoljnih uslova za razvoj mikroorganizama u ili na namirnicama. Takođe, niske temperature usporavaju ili onemogućavaju i rad enzima koji uzrokuju kvarenje namirnica. Niske temperature se veoma često upotrebljavaju za konzervisanje namirnica. Međutim, dokazano je da zaleđivanje hrane uzrokuje promene na ćelijskom nivou, koje pak mogu dovesti do smanjenja ukupnog kvaliteta zaleđenog proizvoda. Hlađenje i održavanje temperature na preporučenim nivoima tokom transporta ili skladištenja odavno su poznati kao najefikasnije sredstvo za produženje veka svežeg voća i povrća nakon berbe. Usporavanje odnosno sprečavanje razvića i razmnožavanje mikroorganizama je upravo proporcionalno snižavanju temperature.

## 2. KONZERVISANJE NISKIM TEMPERATURAMA

Kod konzervisanja hrane fizičkim agensima, u zavisnosti od stepena snižavanja temperature i promene fizičkih svojstava hlađene namirnice, razlikujemo dve metode: hlađenje i zamrzavanje. Veoma je pogodno koristiti ove metode za konzervisanje namirnica bez tkiva i ćelija (mleko i sokovi).

Primena niskih temperatura za konzervisanje, kao i druge tehnike obrade, mogu da uzrokuju oštećenja na voću i povrću (Jha & Jury, 2019). Još 1997. godine Reid je ukazao na to da su oštećenja nastala zamrzavanjem u vezi sa formiranjem kristala leda, bilo direktnim putem (mehanička oštećenja) bilo indirektnim putem (npr. promene u koncentraciji rastvora u nezaleđenoj fazi) zbog:

- kretanja vode iz intraćelularnog u ekstracelularni prostor, koje uzrokuje sušenje i sakupljanje ćelija i vodi ka oštećenjima;
- promena u rastvorljivosti gasova i
- transformacije faza u hidrofobnim komponentama membrane (npr. lipidi).

Krajnji efekat ovih promena je gubitak teksture plodova voća i povrća koja je uzrokovana promenom turgiditeta ćelije. Međutim autori Jha i Jury (2019) ističu da je za pravilnu procenu oštećenja nastalih zamrzavanjem neophodno uraditi opsežnija istraživanja kako bi se odredio sveobuhvatni metod koji bi mogao da proceni sve aspekte promena na ili u voću i povrću, u zavisnosti od karakteristika matriksa, uslova zamrzavanja i vremena skladištenja.

Interesantno je napomenuti da su autori Bof, Fontana, Piemolini-Barreto, & Sandri (2012) istraživali uticaj tehnoloških procesa obrade i zamrzavanja voćne pulpe i želea na njihov antioksidativni kapacitet. Rezultati do kojih su došli pokazuju da voćne pulpe i želei (od grožđa, jabuke, jagode, kruške, guave i smokve) i dalje poseduju antioksidativni kapacitet samo je različitog intenziteta, a najveću antioksidativnu aktivnost pokazuju pulpa i žele guave. Važno je napomenuti da ova studija ohrabruje korišćenje voćne pulpe i želea kao izvore prirodnih

antioksidanasa kao ekonomičnije i efikasnije u odnosu na primenu veštačkih suplemenata za zaštitu ljudskog tela od oksidativnog stresa.

### 2.1. HLAĐENJE VOĆA I POVRĆA

Hlađenje je proces snižavanja temperature na oko 0°C (+4 do -4°C), pri čemu se kod voća i povrća, usporavaju procesi respiracije, isparavanja kao i razviće mikroorganizama. U zavisnosti od fizioloških svojstava voća i povrća ono se može čuvati ograničeno vreme. Usporavanje oksidativnih procesa vodi dužem očuvanju nutritivnih vrednosti ploda.

U uslovima regulisane atmosfere, mogu se kontrolisati procesi respiracije i oksidacije što vodi dužem očuvanju namirnica. Kako bi se postigla regulisana atmosfera koristi se azot ili neko drugi inertni gas, što može produžiti vreme čuvanja i duže od šest meseci.

U svetu se danas koriste različiti postupci za hlađenje, od kojih se najčešće upotrebljavaju :

- hlađenje naglim isparavanjem (engl. *evaporative cooling*) je ekonomična i efikasna metoda koja se koristi za smanjenje temperature i povećanje relativne vlažnosti skladištenja proizvoda primenom principa isparavanja vode (Deoraj, Ekwue & Birch, 2015). Još je Rusten (1985.g.) napomenuo da se razlikuju dve osnovne metode hlađenja rasprašivanjem: direktna i indirektna, a Sanjeev (2008) dopunio da se direktno i indirektno hlađenje se razlikuju u smislu da se kod indirektnog procesa vazduh hladi uz pomoć procesa isparavanja vode, bez direktnog kontakta vazduha i vode (Liberty, Ugwuishiwu, Pukuma, & Odo, 2013);
- hlađenje uranjanjem u rashladno sredstvo (engl. *immersion cooling* ili *hydrocooling*) je postupak uranjanja namirnica u hladnu vodu ili drugo sredstvo s nižom temperaturom od okoline, s obzirom da je voda bolji provodnik toplote od vazduha ("Postharvest Management of Vegetables," 2018);
- hlađenje pod vakuumom (engl. *vacuum cooling*) – postupak hlađenja namirnica isparavanjem slobodne vode u voću ili povrću pod vakuumom. Prednosti vakuumskog hlađenja uključuju kraće vreme obrade, produženi rok trajanja proizvoda, poboljšani kvalitet proizvoda i sigurnost. Vakuumsko hlađenje je dobro utvrđena komercijalna metoda hlađenja lisnatog povrća, gljiva i nekih delikatnih pekarskih proizvoda (Rao, 2015). Najbolje je upotrebljavati ga za hlađenje plodova koji lako gube vodu (pr. kupus i mladi usevi);
- čuvanje u ledu se koristi najčešće za transportovanje brokoli i prokelja, s obzirom da led omogućava hidratisanost i nisku temperaturu zbog kojih proizvod izgleda sveže. Jedini problem javlja se zbog topljenja leda jer voda u tečnom stanju podstiče razvijanje korenčića.

### 2.2. ZAMRZAVANJE VOĆA I POVRĆA

Zamrzavanje je jedna od najstarijih i najčešće korišćenih metoda konzerviranja hrane koja omogućava očuvanje ukusa, teksture i hranjive vrednosti u hrani boljoj nego bilo koja druga metoda. Proces zamrzavanja je kombinacija blagotvornog dejstva niskih temperatura na kojima mikroorganizmi ne mogu rasti, smanjenih hemijskih reakcija i usporenih ćelijskih metaboličkih reakcija (Delgado & Sun, 2000; Barbosa-Cánovas, Altunakar, & Mejía-Lorio, 2005).

Značaj zamrzavanja hrane, kod razvijenih zemalja, ogleda se u jednostavnosti postupka, dostupnosti opreme i visokoj ekonomskoj isplativosti u smislu međunarodne trgovine. Tržište zamrznutih proizvoda je najveće i najdinamičniji sektor u industriji hrane (Barbosa-Cánovas, Altunakar, & Mejía-Lorio, 2005). U Tab.1 prikazan je godišnji prihod od prodaje hrane u 2001. godini, a u Tab. 2. je prikazan prihod samo od prodaje zamrznutog povrća.

**Tab. 1. Prikaz prihoda industrije zamrznute hrane u smislu godišnje prodaje u 2001. godini (izvor: Barbosa-Cánovas, Altunakar, & Mejía-Lorio, 2005)**

Hrana	Prodaja u milionima dolara (mil. \$)	% Promena u odnosu na 2000.g.
<b>Ukupna prodaja zamrznute hrane</b>	26 600	6,1
<b>Peciva</b>	1 400	9,0
<b>Zamrznuti deserti/voće/prelivi</b>	786	5,4
<b>Sokovi/pića</b>	827	-9,7
<b>Povrće</b>	2 900	4,3
<b>Hrana za doručak</b>	1 050	4,1
<b>Sladoledi</b>	4 500	5,7

**Tab. 2. Prikaz prihoda od prodaje različitih vrsta zamrznutog povrća u smislu godišnje prodaje 2001.godine (izvor: Barbosa-Cánovas, Altunakar, & Mejía-Lorio, 2005)**

Vrsta povrća	Prodaja u milionima dolara (mil. \$)	% Promena u odnosu na 2000.g.
Brokoli	184	4,4
Kukuruz/ kukuruz na klipu	312	3,5
Boranija	115	6,0
Mešano povrće	450	7,2
Grašak	207	3,9
Krompir	1 070	4,4

### 3. HLADNJAČE

Moderan način proizvodnje i distribucije voća i povrća ukazuje na važnu ulogu koje imaju hladnjače. Hladnjače su objekti u kojima se vrši konzervisanje životnih namirnica putem hladnoće (Žujović, 1967). Važnost usluge skladištenja se često previda, ali se detaljnom analizom dolazi do zaključka da predstavlja važnu i osnovnu kariku u lancu prerade voća i povrća. Hladnjače predstavljaju pravo mesto gde može da se očuva kvalitet voća i povrća na pravi način i to duži vremenski period.

Prema ekonomskoj funkciji koju obavljaju, hladnjače se mogu podeliti na pripremno-proizvodne, hladnjače za skladištenje na duže vreme i distributivne hladnjače.

#### 3.1. HLADNJAČE U PČINJSKOM OKRUGU

U Srbiji, prema podacima Poljoprivredne inspekcije, postoji dovoljno skladišnih kapaciteta za domaće potrebe, ukupno oko 600 000 tona. To je, kako se procenjuje, dovoljno, ali posmatrano po područjima i teritorijalno, oni nisu ravnomerno raspoređeni. Podaci Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, ukazuju na činjenicu da je najveći broj hladnjača je skoncentrisan u tipičnim „voćarskim regionima“, odnosno Smederevu, Topoli, Subotici, Grockoj i Čačku.

Najveći kapacitet za skladištenje ima teritorija opštine Arilje kako je precizirano u resornom ministarstvu, i tamo su hladnjače namenjene skladištenju maline. U ostalim područjima skladišni kapaciteti uglavnom se koriste za čuvanje svežeg voća, kao što su jabuke, kruške, breskve i drugo. U Ministarstvu poljoprivrede naglašavaju da je na osnovu poslednjeg popisa poljoprivrede uočeno da skladišni kapaciteti nedostaju, odnosno da ih ima malo u opštinama Valjevo i Prokuplje, koje su u vrhu po površinama pod voćem (Tanjug, 2017). Prema podacima Agencije za privredne registre (APR) u 2019. godini registrovano je 43 hladnjače, a mogu se naći i podaci da na teritoriji Srbije postoji više od 100 hladnjača.

Na teritoriji Pčinjskog okruga nalazi se više hladnjača od kojih su poznatije „Neša-komerc“ i „Voće-promet“ u Vranju, „Šumsko blago“ u Bresnici, „Bellus terra“ u Katunu, „Radulović M&S“ u Suvom Dolu, „Hladnjača DEJ“ u Ranutovcu i druge. Rad hladnjača i najčešće skladištena roba biće data na primeru Hladnjače „Dej“ u Ranutovcu.

#### 3.2. HLADNJAČA „DEJ“ U RANUTOVCU

Hladnjače „Dej“ postoji od 2006. godine i stekla je reputaciju jedne od najefikasnijih i najpouzdanijih hladnjača u okolini Vranja. Kapacitet hladnjače iznosi oko 120 tona, a površina hladnjače je 300 m<sup>2</sup>. U prostorijama hladnjače uglavnom se skladišti voće i pečurke, u zavisnosti od perioda godine. Hladnjača ima tunel koji je manji od komore, 2,5×2,5×3m, a dimenzije a komore su 15×7×4m. Ram palete se koriste za čuvanje robe koja tek treba da se prerađuje (Sl. 1).

Od voća se mogu izdvojiti maline, kupine, šljive i slično. U letnjoj sezoni najaktuelnije su maline. Za svako voće je definisan poseban tretman prilikom skladištenja i transporta, odnosno koriste se određene palete adekvatnog materijala kao i odgovarajuće niske temperature. Temperatura smrzavanja voća, pre svega malina, kupina i šljiva iznosi -20°C.



**Sl. 1. Skladištenje malina u plastičnim holandezima u hladnjači „Dej“.**

#### 4. ZAKLJUČAK

Hladnjače imaju važan aspekti u skladištenju i zamrzavanju voća i njihovo funkcionisanje se mora poznavati kako bi se vršio adekvatan proces konzervisanja voća. Niske temperature koje se postižu u komorama hladnjača vrše očuvanje trajnosti i svežine voća i pružaju odlične uslove skladištenja kao i obezbeđivanje odličnog kvaliteta proizvoda kupcima.

Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede ukazuje na činjenicu da na teritoriji R. Srbije postoji dovoljno skladišnih kapaciteta za domaće potrebe, međutim oni nisu ravnomerno raspoređeni. Podaci ukazuju da je najveći broj hladnjača smešten u tipičnim voćarskim regionima kao što su Čačak, Grocka, Subotica, Smederevo i Topola.

U Vranju i okolini postoje nekoliko privatnih radnji - hladnjača od kojih su poznatije "Voće-promet", "Neša-komerc" u Vranju, "Šumsko blago" u Bresnici i „Hladnjača DEJ“ u Ranutovcu. Kapacitet Hladnjače DEJ je 120t i u njoj se najčešće skladišti voće, u zavisnosti od sezone malina, kupina i šljiva ili pečurke.

S' obzirom na to da Vranje ima povoljne pedološke i klimatske uslove, treba intenzivirati voćarstvo koje će usloviti povećanje kapaciteta i broja hladnjača na teritoriji Grada. Takođe, moderna poljoprivreda i intenziviranje procesa organske proizvodnje moglo bi uticati na potrebu širenja skladišnih kapaciteta na ovom prostoru.

#### LITERATURA

- Barbosa-Cánovas, G. V., Altunakar, B., & Mejía-Lorío, D. J. (2005). Freezing of fruits and vegetables: An agribusiness alternative for rural and semi-rural areas (Vol. 158). Food & Agriculture Organization. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y5979e/y5979e03.htm#TopOfPage>
- Bartlett, D. (1980). Practical temperature control and cooling methods in relation to crop preservation. *Progress in Food and Nutrition Science*, 4(3/4), 47-53.
- Bhande, S. D., Ravindra, M. R., & Goswami, T. K. (2008). Respiration rate of banana fruit under aerobic conditions at different storage temperatures. *Journal of Food Engineering*, 87(1), 116-123.
- Bof, C. M. J., Fontana, R. C., Piemolini-Barreto, L. T., & Sandri, I. G. (2012). Effect of freezing and processing technologies on the antioxidant capacity of fruit pulp and jelly. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(1), 107–114. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132012000100014>
- Delgado, A. E., & Sun, D. W. (2001). Heat and mass transfer models for predicting freezing processes—a review. *Journal of Food Engineering*, 47(3), 157-174.
- Deoraj, S., Ekwue, E. I., & Birch, R. (2015). An evaporative cooler for the storage of fresh fruits and vegetables. *West Indian Journal of Engineering*, 38(1).
- Jha, P. K., & Jury, V. (2019). Assessment of freeze damage in fruits and vegetables. *Food Research International*, 121(November 2018), 479–496. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.002>
- Kays, S. (1991). Metabolic processes in harvested products. *Post harvest physiology of perishable plant products* (pp. 75–142). NY: Van Nostrand Reinhold Publication.
- Liberty, J. T., Ugwuishiwu, B. O., Pukuma, S. a., & Odo, C. E. (2013). Principles and Application of Evaporative Cooling Systems for Fruits and Vegetables Preservation. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 3(3), 1000–1006.
- Mahajan, P. V., & Goswami, T. K. (2001). Enzyme kinetics based modelling of respiration rate for apple. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79(4), 399-406.
- Postharvest Management of Vegetables. (2018). Retrieved November 3, 2019, from <https://www.postharvest.net.au/postharvest-fundamentals/cooling-and-storage/cooling-methods/>
- Rao, C. G. (2015). *Engineering for storage of fruits and vegetables: cold storage, controlled atmosphere storage, modified atmosphere storage*. Academic Press.
- Sharma, S., Thakur, A. K., & Maiti, R. (2016). Post-harvest Technology for Reducing Stress on Bioresource: Recent Advances and Future Needs. In *Bioresource and Stress Management* (pp. 229-256). Springer, Singapore.
- Tanjug. (2017). Kapaciteti hladnjača dovoljni, ali neravnomerno raspoređeni. Retrieved November 3, 2019, from [http://www.rtv.rs/sr\\_lat/ekonomija/aktuelno/kapaciteti-hladnjaca-dovoljni-ali-neravnomerno-rasporedjeni\\_822341.html](http://www.rtv.rs/sr_lat/ekonomija/aktuelno/kapaciteti-hladnjaca-dovoljni-ali-neravnomerno-rasporedjeni_822341.html)
- Žujović, M. (1967). *Hladnjače i hlađenje životnih namirnica*. Novi Sad: Jugoslovenski komercijalni list. Retrieved from <https://www.tehnologijahrane.com/knjiga/hladnjace-i-hladenje-zivotnih-namirnica>