

Dehidratirano voće

Pinkle, Tijana

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:951912>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-26**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Nastavni predmet

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

Dehidratirano voće

Završni rad

Mentor: izv.prof.dr.sc. Nela Nedić Tiban

Student/ica: Tijana Pinkle

3164/09

Mentor: izv.prof.dr.sc. Nela Nedić Tiban

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena:

Potpis mentora:

SAŽETAK

Produljenje roka trajanja jedan je od glavnih razloga sušenja voća i povrća. Pored toga, smanjenje mase i zapremine tijekom sušenja ne samo što reducira troškove skladištenja i prijevoza, već olakšava rukovanje i upotrebu gotovih proizvoda. Sušenje voća podrazumijeva tri koraka, i to najprije, određenu tehnološku pripremu sirovine prije sušenja (prilagođenu vrsti voća), u koju su uključene operacije i procesi općeg značenja (pranje, kalibriranje, guljenje, rezanje, blanširanje, itd.), zatim sušenje (dehidraciju) i, na kraju, kondicioniranje i pakiranje gotovog proizvoda. Zadatak rada bio je obraditi postupke i uređaje za dehidraciju (sušenje) voća, te navesti najznačajnije vrste voća koje se konzerviraju ovom metodom. Navedene su i različite promjene koje se zbivaju prije, tijekom i nakon dehidracije, te ambalaža, uvjeti pakiranja i skladištenja, kao važni čimbenici očuvanja kakvoće dehidratiranog proizvoda.

Ključne riječi: voće, dehidracija, uređaji

ABSTRACT

Extending the shelf-life is one of the main reasons for drying of fruits and vegetables. In addition, reduction of weight and size reduces the cost of storage, transportation and also makes it easier to handle and use the final products. Dehydration of fruits involves three main steps, first, technological preparation of raw material (depending on sorts of fruits) that includes general operations and processes (washing, calibration, peeling, cutting, blanching, etc.), then process of dehydration and, finally, conditioning and packaging of final products. The aim of this study was to present operation and equipment for dehydration and the most important fruit types which are conserved by this method. In this paper are described different changes that occur before, during and after dehydration, packaging materials, package and storage conditions as important factors of dehydrated products quality.

Key words: fruit, dehydration, equipment.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Povijest sušenja voća	2
2.2. Značajke sušenog (dehidratiranog) voća	3
2.3. Načini sušenja voća	4
2.4. Promjene tijekom sušenja	6
2.5. Priprema voća za sušenje	12
2.6. Tehnološki postupci i uređaji za sušenje	14
2.7. Kondicioniranje i pakiranje dehidratiranih proizvoda	22
2.8. Dehidratirano voće	24
2.8.1. Jabučasto voće	24
2.8.2. Smokva	25
2.8.3. Grožđe	26
2.8.4. Koštuničavo voće	26
2.9. Proizvodi od dehidratiranog voća	28
3. ZAKLJUČAK	30
4. LITERATURA	31

1. UVOD

Svježe voće zbog svog kemijskog sastava podliježe velikom broju kemijskih, biokemijskih, fizikalnih i mikrobioloških promjena zbog čega se razvila potreba za produljenjem trajnosti sirovina. Iako je konzerviranje bilo osnovni cilj sušenja voća, danas se sve više nameću i drugi razlozi, bilo ekonomski (gospodarstveni), bilo prehrambeno-fiziološki (Lovrić i Piližota, 1994.). U odnosu na svježe, sušeni proizvodi imaju niz prednosti, a jedno od osnovnih, na kojoj je ovaj način konzerviranja i zasnovan je duža trajnost zbog gubitka vode.

Sušenje (dehidracija) je tehnološki proces kojim se dio tekuće tvari uklanja, bilo prirodnim ili umjetnim putem, iz sirovine, isparavanjem vode.

Najčešće vrste voća koje se konzerviraju sušenjem u našim uvjetima su šljiva, grožđe, smokva i marelica. Sušeno voće predstavlja gotov proizvod, ali se isto tako može koristiti i za dalju preradu (npr. u proizvodnji kompota, konditorskoj i pekarskoj industriji) ili u kulinarstvu, kao dodatak raznim jelima. Pozitivne strane sušenog voća spoznate su vrlo rano, ali je razvoj prehrambene industrije omogućio njihovu dostupnost, a marketing i edukacija potrošača veću prodaju. Zbog toga su sušeni (dehidratirani) proizvodi zauzeli respektabilno mjesto na listi svakodnevnih zdravih namirnica. Oni se mogu upotrebljavati bilo kao „*snack*“ proizvodi, preporučena prehrana sportaša (za vrlo brzu nadoknadu energije), ali su dobar izvor i za neke ciljane populacije, posebno dijabetičare zbog značajnog izvora prirodnih šećera.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijest sušenja voća

Dobro je poznato da je sušenje hrane jedna od najstarijih metoda konzerviranja hrane koje se od vremena kada je nastalo nije puno mijenjalo. Naime, sušenje na suncu metoda je koja je nastala prije dimljenja i usoljavanja namirnica, a zadržala se do danas, najviše u sredozemnim područjima.

Smatra se da je sušenje bilo poznato još u kamenom dobu kada je primijećena veća slatkoća i duža trajnost osušenih plodova koji su prirodno padali sa stabala. Tome ide u prilog i da su prve uzgojene sorte voća bile upravo one koje su bile i najpogodnije za sušenje i transport, pa su primjerice trešnje kultivirane otprilike 10.000 g.pr.Kr., jabuke 8.000 g.pr.Kr., a grožđe i datulje 6.000 g.pr.Kr. Sušeno voće imalo je značajnu ulogu i u razdoblju velikih geografskih otkrića, pa su prvi moreplovci, među kojima i C. Kolumbo preživjeli na svojim putovanjima zahvaljujući sušenom voću, ali i žitaricama, grahoricama i mesu. I prehrana prvih Europljana koji su kolonizirali Ameriku temeljila se na sušenim namirnicama, mesu, ribi, grahoricama, ali i voću, posebno jabukama, grožđicama, kruškama, breskvama i marelicama.

Kada je 1797. godine u Švicarskoj proizveden prvi dehidrator na bazi cirkulacije vrućeg zraka nastupila je nova era u povijesti sušenja voća, povrća i ostalih namirnica. No, zbog raznih gospodarskih kriza, rata i bolesti, sušenje na takav način postaje neekonomično i sušeno voće postaje vrlo rijedak i skup proizvod (Web 1.).

2.2. Značajke sušenog (dehidratiranog) voća

Sušeno voće je proizvod dobiven sušenjem cijelih plodova ili dijelova plodova svježeg i tehnološki zrelog voća, po odgovarajućem postupku, do takvog stupnja da postane prikladno za dulje čuvanje. Uvjeti kojima mora udovoljavati sušeno voće propisani su Pravilnikom o kvaliteti proizvoda od voća, povrća i gljiva te pektinskih preparata, članom 101, koji više nije na snazi:

- da ima aromu i boju svojstvene odgovarajućoj vrsti, odnosno sorti sušenog voća
- da poslije potapanja u vrelu vodu u trajanju od 10 minuta pokazuje dobru sposobnost bubrenja
- da poslije rehidracije dobije miris i okus voća od kojega je proizvedeno, a koji su karakteristični za sušeno voće
- da nema mrlja nastalih uslijed fiziološkog oštećenja plodova, zagorenosti i sl.
- da nema miris i okus presušenog voća, ni drugi strani miris i ukus
- da nije pljesnivo ni zagađeno mehaničkim ili biološkim nečistoćama i da ne sadrži insekte ili njihove dijelove iz bilo kog stadija razvitka
- da ne sadrži više od 27% vode
- da ne sadrži više od 0,1% pepela netopljivog u HCl
- da nije posipano škrobom, šećerom ili sličnim tvarima
- ako je cijelo sušeno, mora biti dovoljno krupno, mjereno brojem plodova u jedinici pakiranja, što se mora posebno deklarirati (NN 53/91).

Sukladno Pravilniku o označavanju, reklamiranju i prezentiranju hrane sušeno voće može sadržavati maksimalno 2,0 µg na kilogram jestivog djela B₁ aflatoksina (ili 5,0 µg na kilogram jestivog djela prije sortiranja ili fizikalne obrade), odnosno najviše dopuštene količine od 0,5 mg/kg i 0,1 mg/kg olova, te 0,05 mg/kg žive (NN 16/05).

2.3. Načini sušenja voća

Sušenje hrane jedna je od najstarijih metoda konzerviranja koja se primjenjuje u prvom redu za povrće, zatim za voće, meso te ostale vrste hrane koje sadrže veće količine vode. Voće se može sušiti na više načina što ovisi od prethodne pripreme, kemijskih i fizikalnih svojstava svježih sirovina kao i o ekonomičnosti procesa sušenja, tj. uređaja koji se koriste za sušenje. Možemo izdvojiti dva osnovna načina:

- Sušenje voća prirodnim putem

U područjima gdje to klimatski uvjeti dopuštaju pojedine vrste voća mogu se sušiti u makroklimatskim uvjetima tj. na otvorenom prostoru- na suncu ili u prirodnoj struji zraka (u zavjetrini, ali tako da na voće djeluje toplina).

Značajke ovog načina sušenja su pored ekonomičnosti, niska temperatura sušenja, potreba za velikim površinama za sušenje, veliki utrošak radne snage i znatno dulje vrijeme sušenja. Brzina isparavanja ovisi o visini temperature i razlike u parcijalnim tlakovima vodene pare na površini proizvoda i okolne atmosfere. Prirodno strujanje zraka također doprinosi učinkovitijem sušenju.

Sušenje se u pravilu odvija na prenosivim podlogama (lesama) izgrađenim od prikladnih materijala (žičanog pletiva na okvirima, drvenim ili metalnim rešetkama i sl.). Priprema voća za sušenje na suncu u osnovi je slična pripremi za sušenje u sušnicama, ovisna također o vrsti voća, ali i o eventualnim lokalnim specifičnostima. Ovisno o željenom proizvodu voće se može rezati ili ostavljati u izvornom obliku. Voće se u tankim slojevima (najbolje u jednom sloju) slaže na podloge koje moraju imati otvore kako bi zrak neprestano stujio kroz njih. Posebno treba obratiti pozornost na okretanje plodova kako bi se izbjeglo kvarenje plodova tijekom sušenja (veća je mogućnost infekcije i pristupa mehaničkih nečistoća). Zbog toga se pri sušenju na suncu postavlja kao uvjet da se sušenje obavlja daleko od mjesta koja bi mogla biti izvor infekcije. Prirodno sušenje kao nedostatak ima ograničenja u vidu klimatskih obilježja područja u kojima se provodi, te vremena samog provođenja procesa (20-30 puta dulje od vremena sušenja u industrijskim, kontroliranim uvjetima).

U novije vrijeme ima sve više pokušaja iskorištenja sunčane (solarne) energije upotrebom tzv. kolektora za sušenje voća. Kod nas se sušenje na suncu uglavnom primjenjuje za sušenje smokava. Međutim, taj se način konzerviranja može primijeniti za različito voće, prije svega koštuničavo, poput marelice i šljive, te za grožđe, banane i sl. (Lovrić i Piližota, 1994.).



Slika 1 Sušenje smokava

- Sušenje voća umjetnim putem

Ovaj način sušenja odnosi se na sušenje u mikroklimatskim uvjetima u sušnicama. Njegova primjena mnogo je raširenija, jer kontrolirani uvjeti daju sigurnost u smislu kvalitete konačnog proizvoda, a vrijeme sušenja je kraće. Modernim industrijskim postupcima voće se suši do masenog udjela vode od 16 do 25% (najviše 27%), što je zbog kontroliranih uvjeta lakše i sigurnije postići.

Konzerviranje sušenjem zasniva se na kseroanabiozi tj. anabiozi¹ uzrokovanoj sušenjem, odnosno osmoanabiozi, koje djeluju kao dehidratacija do nekog udjela vode u hrani još dovoljnog za aktivnost prisutnih mikroorganizama. Obično je to od 10- 20%, a ponekad i više, zbog čega je sušena hrana uvijek u krutom agregatnom stanju, čak i onda kada je dobivena

¹ Anabioza – načelo koje se primjenjuje u metodama konzerviranja kojima se staraju nepovoljni uvjeti za razvoj i djelovanje mikroorganizama.

od sirovina s visokim udjelom vode ili pak od sirovina koje se prirodno nalaze u tekućem agregatnom stanju-npr. mlijeko, jaja, sokovi i dr. (Lovrić, 2003).

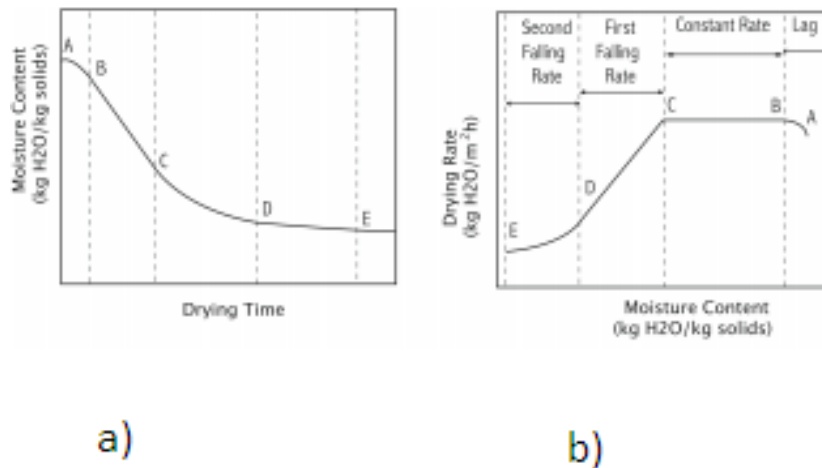
Kod sušenja zrakom kod konstantnih uvjeta okoline možemo razlikovati period konstantne brzine i jedan ili više perioda padajuće brzine sušenja. Prema tome, materijale koji se podvrgavaju sušenju možemo podijeliti na nehigroskopične (karakteristika je da je parcijalni tlak vode u njima jednak tlaku pare čiste vode) i higroskopične (karakteristika je da je parcijalni tlak vode manji od tlaka pare vode kod istog kritičnog sadržaja vlage).

Sušenje prehrambenih proizvoda uključuje tri osnovna područja problema:

1. Izračunavanje brzine sušenja na osnovi pojava prijenosa tvari i energije, termofizičkih i termodinamskih ravnotežnih svojstava.
2. Predviđanje promjena tijekom sušenja (djelovanje na mikroorganizme, enzimske promjene, kemijske, fizikalne i fizikalno-kemijske promjene, gubitak odnosno zadržavanje boje, arome, teksture, nutrijenata, itd. Većina ovih promjena ovisi ponajviše o tri čimbenika: aktivitetu vode, trajanju samog procesa te temperaturi na kojoj se proces odvija, iz čega proizlazi da je poznavanje temperature i vlažnosti važno za procjenu korisnih i štetnih promjena.
3. Optimizaciji samog procesa - odabir uređaja za sušenje i njegovo projektiranje moraju biti takvi da se postigne što povoljniji odnos kakvoće i cijene proizvoda (Lovrić, 2003.)

2.4. Promjene tijekom sušenja

Pomjene (u hrani) tokom sušenja nastaju prvenstveno u periodu padajuće brzine (u pravilu: što proces dalje odmiče degradativne promjene su veće), ali i u periodu konstantne brzine (**Slika 2**). Međutim, i u tom pogledu postoje razlike između pojedinih vrsta hrane, njezinog sastava, fizičkih odnosno strukturalnih svojstava (nije svejedno radi li se o tkivima s celularnom strukturom, dezintegriranim tkivima, otopinama ili suspenzijama, manje ili više higroskopičnim materijalima itd.).



Slika 2 Krivulja sušenja

a) Ovisnost količine vlage o vremenu sušenja

b) Ovisnost brzine sušenja o količini vlage tijekom lag faze (A-B), perioda konstantne brzine (B-C), prve faze padajuće brzine sušenja (C-D), te druge faze padajuće brzine sušenja (D-E)

Tijekom procesa sušenja zajedno s vodom mijenjaju položaj i različiti sastojci hrane. Zagrijavanjem tkiva mijenjaju se svojstva stijenki tako da postaju propusnije ne samo za vodu, već propusne i za veće molekule u kojoj su otopljene. Sve to dovodi do postupnog koncentriranja otopljenih tvari u perifernim dijelovima (iako ima slučajeva migracije otopljenih tvari i prema unutrašnjosti) hrane, što ima za posljedicu intenziviranje različitih degradativnih reakcija (npr. reakcija neenzimskog posmeđivanja) na tim mjestima, orožnjavanje (otvrdnjavanje) i „kvrčenje“ površinskog sloja.

Celularna vegetabilna tkiva u svježem stanju nalaze se pod određenim osmotskim tlakom (turgor) iz čega rezultira odgovarajuća čvrstoća i «jedrina». To svojstvo i druga teksturalna svojstva u pravilu se gube ili mijenjaju tijekom procesa dehidracije i javljaju se različite plastične deformacije (iznimka kod efikasne liofilizacije).

Na orožnjavanje, „zatvaranje“ površine, nasipnu volumnu gustoću, otvorenost strukture, rehidracijska svojstva itd. u velikoj mjeri utječe režim sušenja (npr. temperatura, vlažnost i

brzina strujanja zraka u pojedinim fazama sušenja), ali i karakteristike hrane, te specifičnosti primijenjenog postupka.

U nastavku su navedene i objašnjene promjene koje se događaju tijekom sušenja voća.

- Smanjenje mase i volumena proizvoda

Zbog uklanjanja vode te eventualnog uklanjanja sjemenki zbog zahtjeva tržišta masa i volumen se višestruko smanjuju.

Manji volumen i masa imaju pozitivne učinke i u transportu same sirovine, budući da je ovime taj dio proizvodnje uvelike olakšan.

- Promjena u senzorskim svojstvima

Nepoželjne promjene do kojih može doći su neenzimsko posmeđivanje, smežuranje, površinsko otvrdnjavanje uz deponiranje topljivih sastojaka, gubitak tvari okusa i mirisa, gubitak sposobnosti vezivanja vode denaturacijom proteina te kristalizacijom ili unakrsnim povezivanjem ugljikohidratnih polimera, i sl. Razlika u senzorskim svojstvima najčešće je uvjetovana gubitkom hlapljivih tvari koje se pripisuje njihovoj velikoj relativnoj hlapljivosti u odnosu na vodu. Aromu je moguće kod ovog procesa zadržati primjenom optimalnih uvjeta pri provedbi procesa, što predstavlja vrlo važan kriterij za tijek procesa.

- Promjena u kemijskom sastavu sirovine

Kao posljedica koncentriranja sastojaka tijekom sušenja, sušeno voće ima veću energetska vrijednost, viši udio makronutrijenata, a često i znatno veću antioksidacijsku aktivnost u usporedbi sa svježim voćem (Legec i Ljubičić, 2011., Bennett i sur., 2011.).

Tablica 1 Kemijski sastav sušenog (dehidratiranog) voća (Kulier, 2001.)

	SMOKVA 	GROŽĐICE 	MARELICA 	JABUKA 	ŠLJIVA 
Glukoza	24,79 g	27,75 g	33,08 g		25,46 g
Fruktoza	22,93 g	29,68 g	12,47 g	/	12,45 g
Saharoza	0,07 g	0,45 g	7,89 g		0,15 g
Vitaminski	C 2,5 mg Folna kis. 14 µg β-karoten 51 µg	C 2,3 mg K 3,5 mg	β-karoten 4620 µg Folna kis. 5,1 µg	Nikotinska kis. 0,8 mg	β-karoten 670 µg Nikotinska kis. 1,73 mg
Minerali	K 850 mg Ca ²⁺ 193 mg Na ⁺ 40 mg	K 749 mg F 234 mg P 101 mg	K 1370 mg P 114 mg Mg ²⁺ 50 mg	K 622 mg P 50 mg Ca ²⁺ 30 mg	K 824 mg P 73 mg Ca ²⁺ 41 mg

- Smanjenje mogućnosti rehidracije

Jedan od važnijih kriterija za ocjenjivanje dehidratiranih proizvoda jest sposobnost njihove rehidracije. Rehidracija (rekonstitucija) je vraćanje vode u osušenu namirnicu. U idealnom slučaju, trebalo bi se pri tom postići vraćanje potpune količine uklonjene vode, uz njeno vezivanje i obnavljanje ishodne građe i jedrine sirovine. Međutim, jasno je da izlaganje povišenoj temperaturi i uklanjanje vode tijekom sušenja, te kasnije skladištenje dovodi do niza nepoželjnih promjena i gubitka prijašnjih svojstava.

Tijek i doseg rehidracije mjere se povećanjem mase proizvoda kuhanjem kroz određeno vrijeme, a izražavaju se kao rehidracijski omjer, koeficijent rehidracije i postotak vode u rehidratiranom proizvodu. Rehidracijski omjer izražen je matematičkom formulom:

$$\text{Rehidracijski omjer} = \frac{M_r}{M_d}$$

gdje je M_r masa ocijeđenog rehidratiziranog proizvoda, a M_d masa osušenog proizvoda.

Koeficijent rehidracije izražen je formulom:

$$\frac{M_r}{M_0} = \frac{W_r + 1}{W_0 + 1}$$

gdje je M_r masa ocijeđenog rehidratiziranog uzorka, M_0 masa uzorka prije sušenja, W_r sadržaj vlage u rehidratiziranom uzorku, W_0 sadržaj vlage u svježem uzorku.

Na rehidraciju nemaju utjecaj samo veličina i oblik čestica, već sve kemijske i fizikalne promjene koje su se dogodile tijekom sušenja, odnosno skladištenja proizvoda (Lovrić, 2003.).

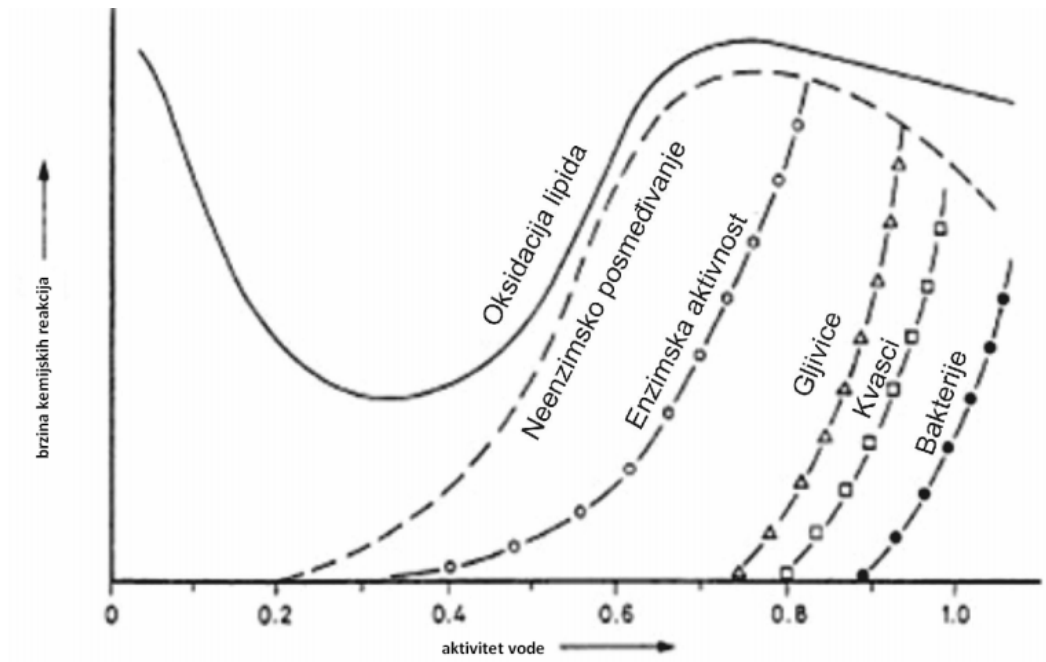
- Smanjenje aktiviteta vode (a_w)

Gotovo je nemoguće govoriti o promjenama, a ne spomenuti smanjenje aktiviteta vode. Pomoću vrijednosti a_w može se procijeniti koliki je udio slobodne vode na raspolaganju za odvijanje metabolizma prisutnih mikroorganizama. Na **Slici 4** prikazani su aktiviteti vode potrebni za razvoj određenih mikroorganizama (kvasaca, bakterija, plijesni).

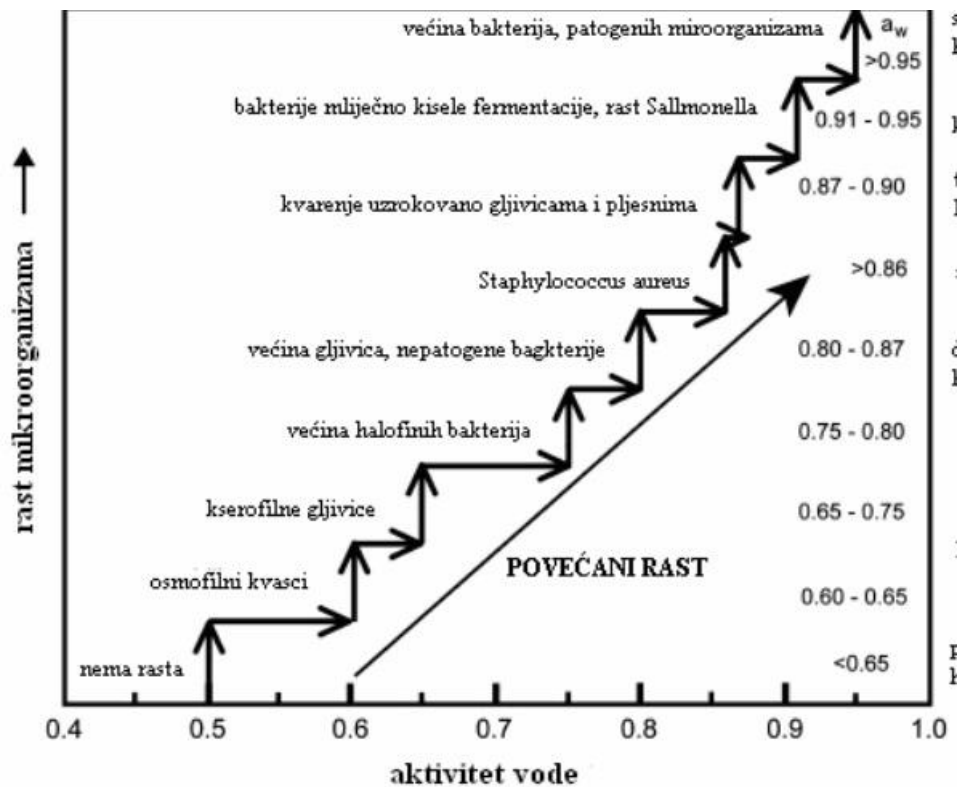
Hrana se, prema aktivitetu vode, može podijeliti u 3 skupine:

- Hrana s niskim aktivitetom vode 0-0,25,
- Hrana sa srednjim aktivitetom vode 0,25-0,75,
- Hrana s visokim aktivitetom vode 0,75- 1,0 (Kopjar, 2011.).

No, osim na rast mikroorganizama aktivitet vode utječe i na druge promjene u namirnici, izražene u gubitku ukupne kvalitete.



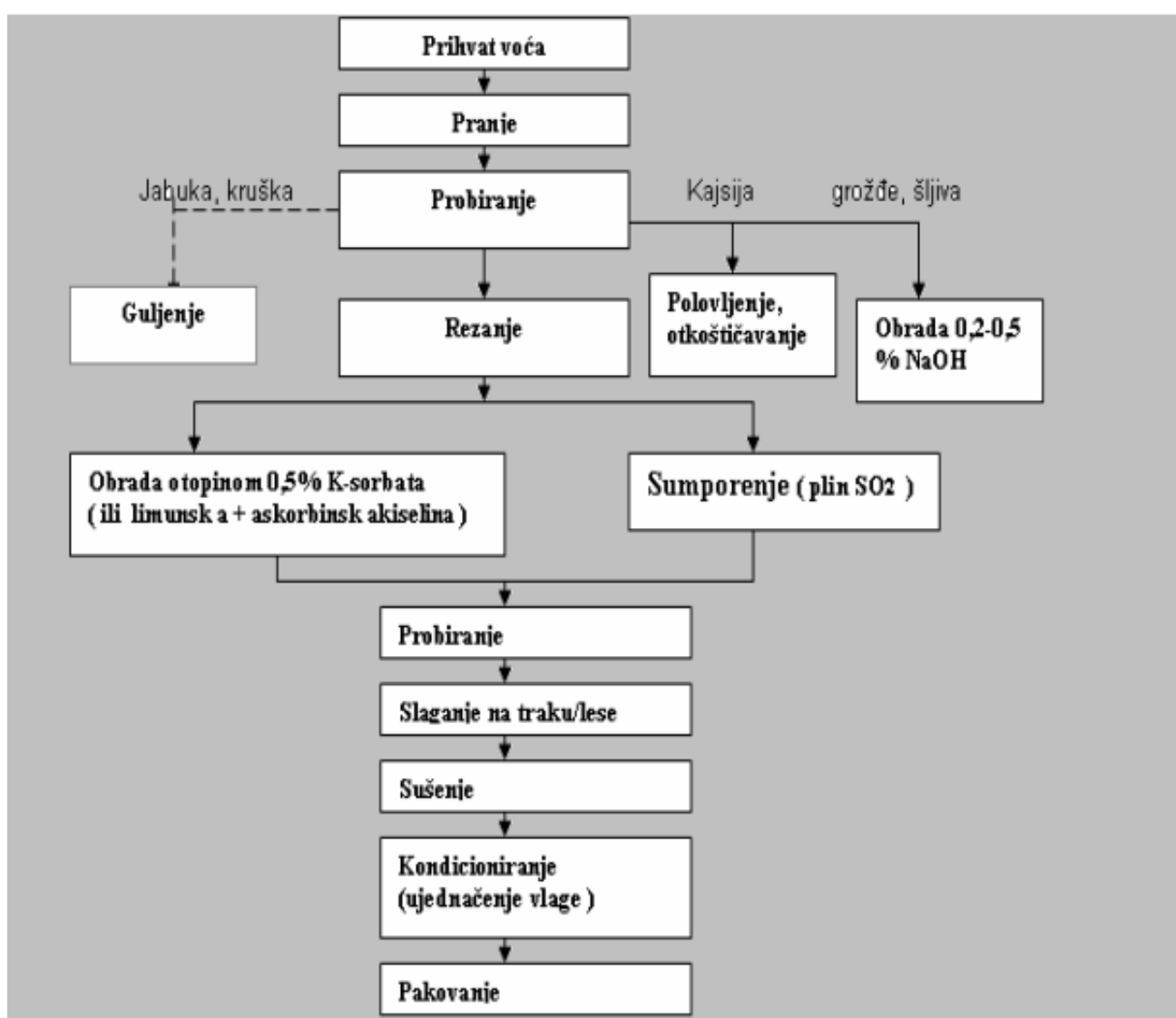
Slika 3 Degradativne promjene u hrani u funkciji aktiviteta vode



Slika 4 Ovisnost rasta mikroorganizama o aktivitetu vode

2.5. Priprema voća za sušenje

Svaka vrsta voća prije nego je podvrgnuta procesu sušenja mora proći kroz određenu tehnološku pripremu kojom se priprema za uspješno provođenje procesa. Započinje se sa tzv. operacijama općeg karaktera koje su karakteristične i za voće i za povrće koje se podvrgava bilo kojoj metodi obrade ili konzerviranja. Važno je naglasiti da je vrlo bitno oprezno rukovati sirovinom u ovom dijelu procesa jer oštećenja znače nepogodnost namirnice (sirovine) za provedbu procesa sušenja.



Slika 5 Shema proizvodnje sušenog voća

Nakon branja, transporta i prijema same sirovine slijedi proces inspekcije. Ovisno o tehnologiji, najčešće se odvija tako što se voće istovara na horizontalnu traku sa koje radnici ručno odvajaju sve plodove koji su nedovoljno zreli, kao i nečistoće (lišće i grančice ili ostatke), koje su zaostale nakon berbe. Ovaj postupak se provodi za sve vrste voća.

Druga faza je postupak skidanja peteljki (kod vrsta voća kod kojih je to potrebno) koje se najčešće obavlja strojno, a ukoliko se obavlja ručno treba paziti se da se pri tome ne ošteti sam plod.

Treća faza je pranje voća, nakon čega se ponovno obavlja inspekcija. Sve vrste voća se obavezno peru vodom, osim banana.

Četvrta faza je guljenje koje se upotrebljava za određene vrste voća koje zahtijevaju ovaj način obrade. Nekim vrstama uklanja se koža zbog toga jer sadrži mikroorganizme koji bi mogli utjecati na daljnji proces, dok se drugima uklanja zbog zahtjeva tržišta na koje se proizvod u konačnici i plasira. Proces se može obavljati ručno ili mehanizirano, a može biti mehaničko, kemijsko ili vodenom parom.

Peta faza je rezanje na kockice, kriške, ploške ili polovice. Vrsta i oblik rezanja ovisi o samoj vrsti voća, dok se primjerice bobičasto voće uopće ne reže.

Nakon ovog pripremnog dijela obavljaju se procesi koji su karakteristični za sam postupak sušenja.

U prvoj fazi razlikujemo dva moguća postupka, a to je mokro i suho tretiranje voća. Sumporenje ili suho sulfitiranje je tretiranje voća sa plinovitim SO_2 u zatvorenim komorama kroz nekoliko sati. Sulfoniranje ili mokri postupak se provodi uranjanjem voća u otopinu sumporaste kiseline (0,1 do 0,5%) ili soli sumporaste kiseline (sulfita ili bisulfita).

Sumporenje i sulfitiranje se u zadnje vrijeme pokušava zamijeniti drugim metodama, te je u nekim zemljama propisana maksimalna količina sumporovog dioksida koja smije zaostati u gotovom proizvodu. Ovim tehnološkim postupkom sprječava se posmeđivanje voća.

Zbog djelotvornijeg postupka sušenja kod nekih vrsta voća npr. šljiva i grožđa vrši se prethodno kratkotrajno uranjanje u zagrijanu otopinu NaOH (0,5%) radi uklanjanja voštane ovojnice tzv. kutikule. Taj postupak se naziva dipovanje.

Nakon navedenih postupaka slijedi sušenje sirovine koje se provodi u sušnicama ili pomoću desilikanata (uglavnom za dosušivanje u zatvorenoj ambalaži).

2.6. Tehnološki postupci i uređaji za sušenje

Zbog velike raznolikosti sastava i svojstava hrane, u matematičkoj interpretaciji prijenosa mase i topline pri njenoj dehidraciji susreću se mnoge poteškoće, tako da je potrebno eksperimentalno utvrditi uvjete tog procesa za svaki pojedini sistem. Zbog toga postoje brojni tipovi postrojenja (**Tablica 2**) za konzerviranje sušenjem, više ili manje prilagođeni dehidraciji pojedinih vrsta hrane (Lovrić, 2003.)

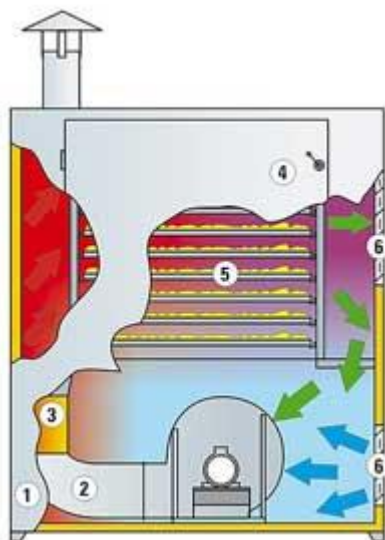
Tablica 2 Primjena uređaja za sušenje

Sušnica		Hrana koja se može sušiti
Vrsta	Tip	
Adijabatska sušara	Komorni	Čvrsta u komadićima
	Tunelski	Čvrsta u komadićima
	Kontinualni	Čvrsta, kašasta, tekuća
	Rotirajući	Čvrsta
	Pneumatski	čvrsta u komadima (granulama)
	S fluidiziranim slojem	čvrsta u komadima ili granulama
Sušara s valjcima	S raspršivanjem	tekuća, kašasta
	Otvoreni	Tekuća, kašasta
	vakuumski	Tekuća, kašasta
Vakuumska sušara	S policama (pločama)	Čvrsta
	S trakom	Tekuća, kašasta
	liofilizatori	Čvrsta, tekuća, kašasta

Najviše su u upotrebi:

1. *Komorne sušnice*

Spadaju među najjednostavnije tipove. U pravilu su diskontinuirane, a sastoje se iz jedne izolirane komore, odnosno prostora za smještanje materijala, ventilatora i grijača.

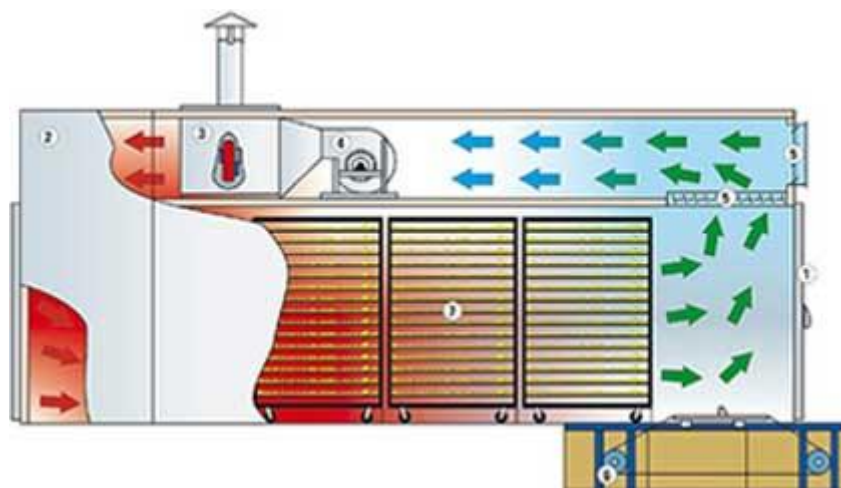


Slika 6 Prikaz komorne sušnice

1. tijelo sušnice
- 2.ventilatori
3. toplinski agregat
4. vrata
5. lesa
6. regulator zraka

2. Tunelske ili kanalske sušnice

Najčešće su polukontinuirane. Lese s materijalom smještaju se i provode kroz sušnicu na kolicima.



Slika 7 Prikaz tunelske sušnice i njenih dijelova

1. Vrata sušnice
2. Tijelo sušnice
3. Toplinski agregat
4. Ventilatorska grupa za cirkulaciju
5. Regulator zraka
6. Mehanizam za pomicanje kolica
7. Kolica sa lesama

Prema smjeru kretanja materijala i zraka kojim se sušenje vrši postoje dvije osnovne vrste - na principu sustrujnog ili protustrujnog sistema.

Kod sustrujnog sistema je velika brzina sušenja na vlažnom kraju tunela zbog relativno visoke temperature i male relativne vlažnosti zraka kojom dolazi na vlažni materijal bez opasnosti od toplinskog oštećenja. Kako se materijal kreće prema izlazu tunela dolazi u kontakt s

hladnijim i vlažnijim zrakom tako da brzina sušenja pada, pa je teško ostvariti dovoljnu vlažnost materijala na suhom kraju tunela.

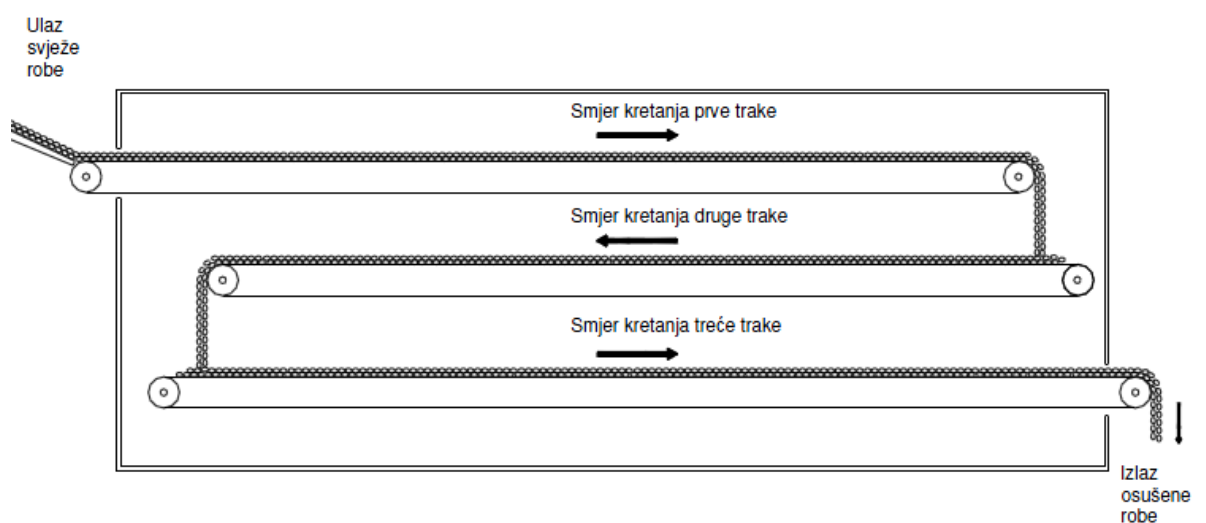
Kod protustrujnog sistema početna brzina sušenja u ovom načinu je vrlo mala zbog malog temperaturnog i koncentracionog gradijenta između zraka i materijala. Zbog toga se sirovina skuplja te se povećava nasipna volumna gustoća. Kod većeg opterećenja sušnice topla i vlažna atmosfera pogoduje kontaminaciji mikroorganizama. Uvjeti na suhom kraju tunela doprinose postizanju niske vlažnosti u konačnom proizvodu, no istodobno i prijetnju za toplinsko pregrijavanje odnosno oštećenje stroja.

U cilju veće učinkovitosti sustrujni i protustrujni sistem mogu se kombinirati.

3. Sušnica s trakom

Materijal se transportira na trakama (jednoj ili više) od pletiva određenom brzinom (najčešće 0,1-1 m/min) i na taj način se osigurava kontinuiranost procesa i kontakt sa zagrijanim zrakom. Prebacivanjem materijala s gornje na donju traku postiže se okretanje materijala i ujednačenost dehidracije.

Ove vrste sušionica jedne su od najčešće upotrebljivanih za sušenje uglavnom rezanog voća i povrća.



Slika 8 Shema trakaste sušnice

4. Rotacijska sušnica

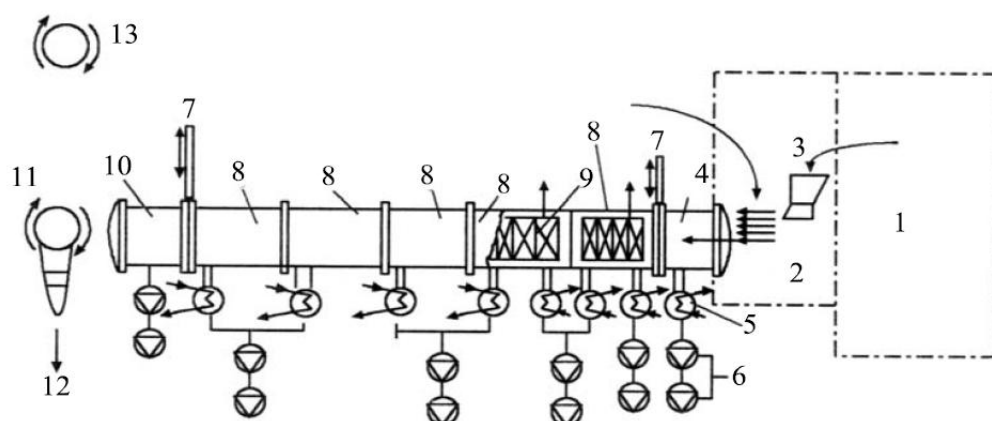
Ovisno o vrsti materijala kao medij za sušenje koriste se različiti dimni plinovi temperature do maksimalnih 1000 °C ili jednostavno zagrijani zrak. Prednost ovog tipa sušenja su pregrade u rotacijskom bubnju koje prilikom rotacije osiguravaju kontakt materijala i plinovitog medija.

5. Dehidracija osmozom (prevlačenjem semipermeabilnom membranom)

Ovaj način se koristi najčešće zbog određenih prednosti koje ima u odnosu na druge načine sušenja – manji su gubici arome i manje su degradativne promjene na samoj sirovini tijekom sušenja te su manji troškovi u odnosu na liofilizaciju, a brzina samog procesa je veća nego u metodama koje se zasnivaju na faznim promjenama vode. Ovaj proces najčešće se koristi kod kandiranog voća jer je neizbježna difuzija odnosno prolaz otopljene tvari u proizvod, pa se stoga koristi kod proizvoda kod kojih je dozvoljena upotreba hipertonične otopine nekog sredstva. Da bi se ta pojava spriječila odnosno ublažila koriste se polupropusne membrane čiji je uvjet, osim polupropusnosti, da budu jestive. Najčešće se koriste membrane gelova, npr. hitozan gel dobiven deacetilacijom hitina. Prevlačenje proizvoda takvom membranom usporava permeaciju otopljene tvari iz hipertonične otopine u proizvod.

6. Liofilizacija

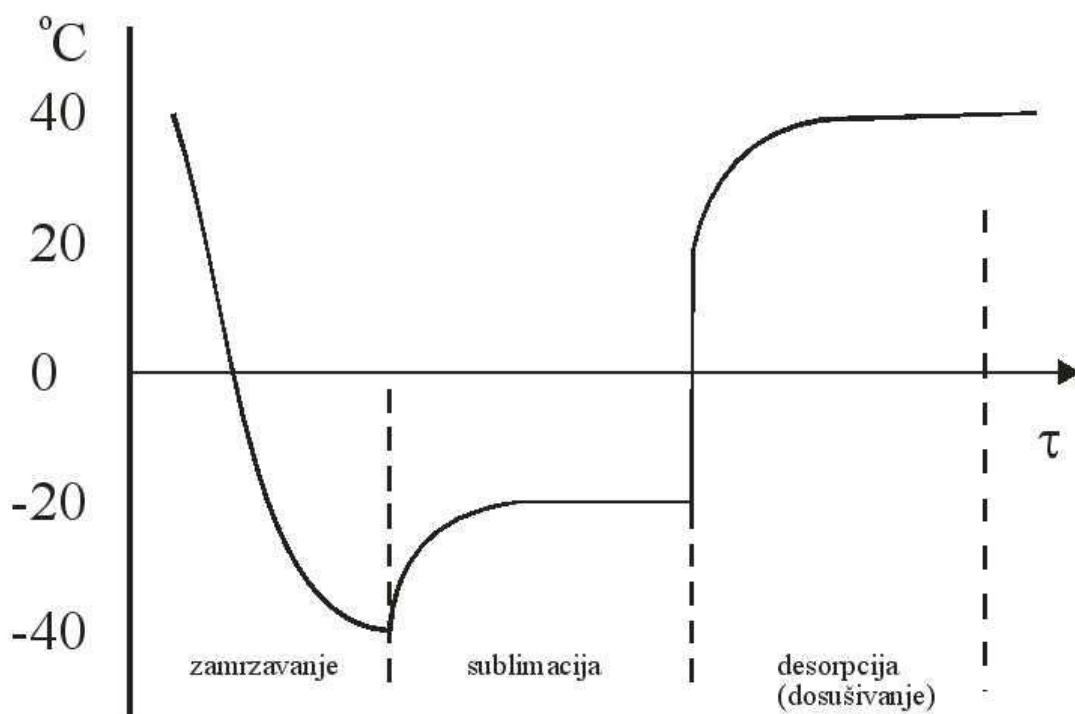
Liofilizacija je relativno nov postupak sušenja voća koji se javlja tek nakon II svjetskog rata kao odgovor na ekonomičniji transport hrane za potrebe vojske. Ima niz prednosti od kojih su najznačajnije neznatne promjene boje, arome i okusa, velika trajnost, minimalan gubitak vitamina, dobra topljivost proizvoda u prahu, isključena je migracija topljivih sastojaka (kiselina, šećera) prema površini proizvoda karakteristična za ostale metode dehidracije, itd. Liofilizacijom je omogućeno odstranjivanje onog dijela vode iz materijala koji se uobičajenim tehnikama ne mogu uopće ili ne mogu dovoljno osušiti.



Slika 9 Kontinuirani uređaj za liofilizaciju s pet komora

1. Komora za zamrzavanje,
2. Prostor za punjenje,
3. Uređaj za punjenje tava,
4. Ulazna predkomora,
5. Kondenzator,
6. Vakuumpumpe,
7. Nepropusni zasun,
8. Tunel za liofilizaciju,
9. Ploče za grijanje CQC nosačima,
10. Izlazna komora,
11. Uređaj za pražnjenje,
12. Izlaz za liofilizirani proizvod,
13. Uređaj za pranje.

Liofilizacija je često definirana kao jedinstveni postupak sušenja namjernica u zamrznutom stanju koji se sastoji od nekoliko glavnih faza koje obuhvaćaju operacije zamrzavanja i sušenja (sublimacijom i desorpcijom), te kondicioniranja finalnog proizvoda.

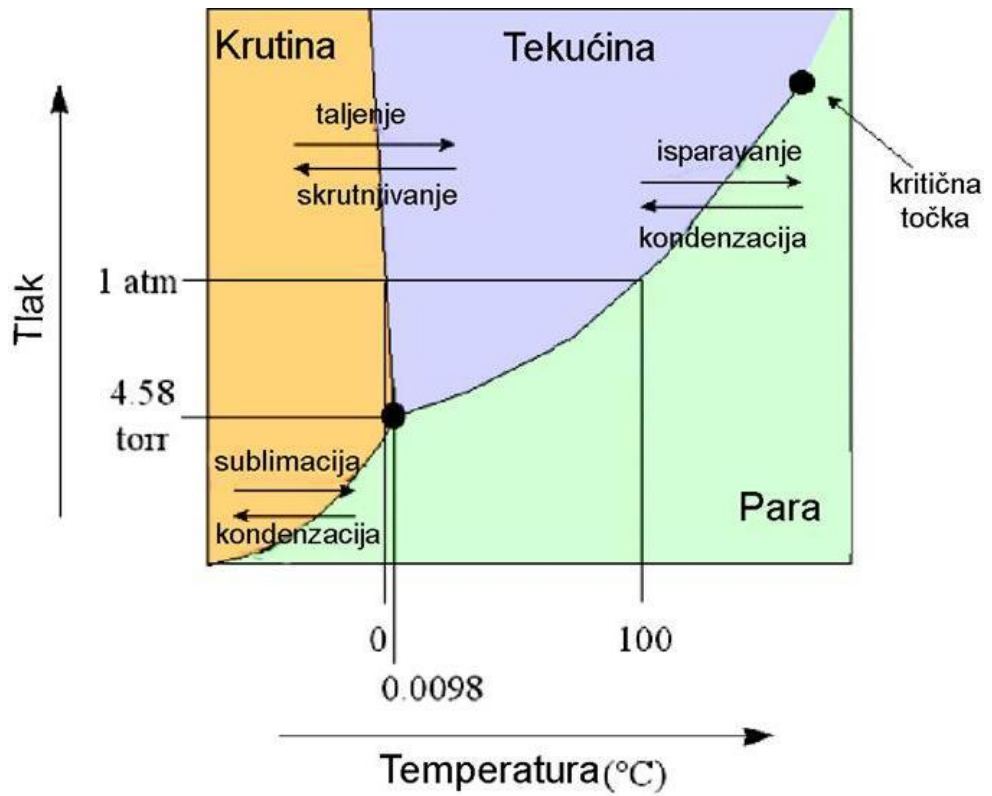


Slika 10 Promjena temperature proizvoda tijekom liofilizacije

Vrlo je bitno kvalitetno izvesti svaku od spomenutih operacija jer samo tako se osigurava kvaliteta i stabilnost proizvoda i, naravno, jedno od najbitnijih zahtjeva današnjeg vremena-ekonomičnost samog procesa.

Glavni tehnološki procesi koje obuhvaća liofilizacija jesu zamrzavanje i sublimacija vode iz zamrznutog proizvoda. Princip na kojemu se zasniva liofilizacija je naizgled vrlo jednostavan. On se obično definira na sljedeći način: iz predhodno zamrznutog proizvoda voda se uklanja sublimacijom leda, tj. neposrednim prijelazom iz čvrstog u plinovito stanje. To se realizira neposrednim podvrgavanjem zamrznutog proizvoda djelovanju topline pod odgovarajućim vakuumom (Lovrić, 2003).

Voda se uklanja na dva osnovna načina: u prvom stadiju tzv. primarnoj dehidraciji uklanja se slobodna voda koja se nalazi u obliku leda, a u drugom stadiju uklanja se voda koja nije bila vezana u obliku leda tretiranjem proizvoda određeno vrijeme u vakuumu na temperaturi od 30 ili višoj (Lovrić, 2003).



Slika 11 Fazni p-T dijagram vode sa kritičnom točkom

Iz faznog dijagrama možemo vidjeti kako se mijenja agregatno stanje vode. Ovaj dijagram je bitan jer nam naglašava koordinate trojne točke, točke gdje namjernica može biti u sva tri agregatna stanja. Za odvijanje procesa sublimacije vrijednosti temperature i tlaka treba držati ispod vrijednosti danih za trojnu točku.

2.7. Kondicioniranje i pakiranje dehidratiranih proizvoda

Prije unošenja voća u skladište ono se treba ohladiti. Za skladištenje osušenog voća koriste se čiste, provjetrene prostorije. Ove prostorije moraju biti specijalno pripremljene, dezinficirane, okrečene, sa propisno obrađenim podom, kako bi se onemogućio razvoj bilo kakvih štetočina i insekata.

Većina ohlađenog voća stavlja se u boks palete i unosi u specijalne komore da bi se dezinficirala. Tako tretirana unosi se u skladište i čuva u rinfuznom stanju do dalje obrade. Skladištenje ne samo da omogućava korištenje suhog proizvoda za duži period, već je neophodno radi izjednačavanja vlage u plodovima.

U skladištima se odvija nekoliko postupaka koji za cilj imaju isporučiti što kvalitetniji proizvod. Skladištenje u cilju izjednačavanja vlage naziva se kondicioniranje. Najmanji period kondicioniranja je desetak dana.

Sljedeći postupak koji slijedi je klasiranje. O klasama proizvoda ovisi i cijena na tržištu, tako da je za cilj dobiti što veći postotak prvoklasnog proizvoda.

U nekim slučajevima se provodi etviranje. Tijekom ove operacije, koja se provodi pri temperaturama preko 100 °C plodovi gube dio vode, pa je potrebno o tome voditi računa tijekom cjelokupnog postupka, tj. u fazi sušenja (u tom slučaju sadržaj vlage na kraju sušenja mora biti nešto veći) i završne obrade.

Zadnji postupak prije izlaska proizvoda na tržište je pakiranje. Velika važnost pridaje se ambalaži za pakiranje dehidratiranog voća jer je ona jedan od glavnih čimbenika za očuvanje kvalitete proizvoda. Osnovne funkcije ambalaže su zaštita voća i povrća, svježeg i prerađenog, od raznih vanjskih utjecaja, posebno negativnih. Ambalaža ima i prodajnu te uporabnu funkciju. Prodajna funkcija ambalaže obuhvaća racionalizaciju prodaje, povećanje opsega prodaje, jamstvo o kakvoći i količini robe (Lovrić i Piližota, 1994.). Ambalaža u koju se pakira osušeni proizvod mora zadovoljavati nekoliko općih i specifičnih uvjeta:

- a) Štititi proizvod od rehidracije i dodira s kisikom
- b) Štititi proizvod od kombiniranog utjecaja vlage, kisika i svjetla

- c) Štititi proizvod od mehaničkih oštećenja, nagnječenja i lomova tijekom transporta proizvoda

Kao ambalažni materijali najčešće se koriste plastične folije, laminati ili limovi. Pakiranje se ponekad odvija pod vakuumom ili u atmosferi inertnog plina. Ponekad se tijekom pakiranja dehidriranih proizvoda provodi proces fumigacije ili pasterizacija. Fumigacija je proces obrade s plinovima u svrhu uništavanja insekata. Najčešće korišten fumigant u Hrvatskoj i svijetu je fosforovodik (Lovrić i Piližota, 1994.).

Suho voće treba pohraniti na tamno, suho i hladno mjesto. Pod tim uvjetima ne dolazi do posmeđivanja, kristalizacije šećera, pojave plijesni, a niti do značajnijeg gubitka vitamina i pojave insekata. Niskom relativnom vlažnošću u skladištu otklanja se mogućnost kristalizacije šećera i pojava plijesni (Legec i Ljubičić, 2011.).

2.8. Dehidratirano voće

Na našim prostorima najviše su zastupljene grožđice tj. suho grožđe, zatim šljive, smokve i marelice, no sve su više zastupljene na tržištu i „egzotičnije vrste voća“ tj. banane, mango, ananas i sl.

2.8.1. Jabučasto voće

Jabučasto voće, kao što su jabuke i kruške, suši se gotovo isključivo u mikroklimatskim uvjetima, tj. sušnicama.

Priprema za sušenje ovih vrsta voća obuhvaća obično i (mehaničko) guljenje te uklanjanje središnjeg dijela sa sjemenkama (sjemene lože), što, međutim nije nužno. Danas se, naime, sve češće traži osušeni proizvod bez prethodnog guljenja, već samo izrezan u kriške ili kolutiće odnosno ploške.

Ukoliko se plodovi mehanički gule, potrebno ih je prethodno sortirati prema veličini (kalibriranje). Nakon prijema i vaganja voće se pere i probire radi uklanjanja nedovoljno zrelih i oštećenih plodova, ako je potrebno sortira se prema veličini te guli posebnim strojevima a istodobno se uklanjaju sjemene lože. Strojem za rezanje plodovi se režu u komade određene veličine i oblika, te odmah podvrgavaju obradi za sprečavanje posmeđivanja ili uranjanjem u otopinu (0,5%) bisulfita ili limunske (i askorbinske) kiseline, ili pak sumporenjem (plinovitim SO₂). Ako je primijenjeno namakanje u vodenoj otopini, prije nanošenja na lese ili traku za sušenje potrebno ih je ocijediti. Na lese ili trake nanosi se oko 10 kg izrezanog voća po četvornom metru. U tunelskim sušnicama temperatura na početku iznosi 70 - 75 °C, a pri kraju sušenja 55 - 60 °C. Osušeni proizvod nakon kondicioniranja (ujednačivanja vlage) pakira se ili u plastične vrećice nepropusne za vlagu ili na tanjuriće od stiropora prekrivene plastičnom folijom. Za veće potrošače upotrebljava se i druga prikladna ambalaža (kartonske kutije ili bačve, s umetnutom folijom i sl.).

2.8.2. Smokva

Sušenje smokve jedno je od obilježja vezanih za obalno područje naše zemlje. Kako je već opisano u radu, najčešće se suše prirodno na suncu, ali i umjetnim putem kako bi se zadovoljile potrebe tržišta.

Za sušenje se koriste samo ljetno-jesenski plodovi, i to prvenstveno bjelice. Od svih sorata koje se kod nas uzgajaju najbolje osobine za sušenje pokazala je sorta *Zamorčica*. Smokve predviđene za sušenje beru se u stadiju potpune zrelosti, čak vrlo često nakon što su se djelomično osušile na stablu. Nakon branja, plodove istog stupnja zrelosti, sa stabljikom okrenutom prema dolje, treba pažljivo posložiti na podloške od prikladnih materijala (žičanog pletiva na okvirima, drvnim ili metalnim rešetkama i sl.) u sloju ne debljem od 10-15 cm i poželjno ih je vrlo pažljivo transportirati do mjesta određenog za sumporenje i sušenje. (Lovrić i Piližota, 1994; web 2).

U industrijskim uvjetima, priprema za sušenje najčešće obuhvaća sumporenje, tj. obradu plinovitim SO₂ u zatvorenim komorama nakon probiranja i slaganja na lese, odnosno kratkotrajno umakanje u 2 - 3%-tnu vruću otopinu kuhinjske soli (ili u more) ili oboje (najprije namakanje a zatim sumporenje). Za sumporenje, koje traje oko 2 sata, troši se 1,5 - 2 kg sumpora za tonu proizvoda. Uspješnost sušenja više ovisi o vlažnosti i brzini strujanja zraka nego o neposrednom djelovanju sunčevih zraka. Osušene se smokve (sa 20 - 25% vlage) probiru, ako je potrebno sortiraju prema veličini i obrađuju ili ponovnim uranjanjem u kipuću otopinu NaCl ili fumigacijom (obradom metilbromidom ili etilenom) radi uništenja kukaca i površinske mikroflore, odnosno površinskom obradom nekim dopuštenim konzervansom (npr. solima sorbinske kiseline), što mora biti u skladu s odgovarajućim zakonskim normama.

Energetska vrijednost 100 g sušenih smokava iznosi 249 kcal/1041 kJ. Od toga sadrži 64% ugljikohidrata, 3,3% proteina i 0,9% masti.

Od minerala suha smokva sadrži kalij (680 mg), kalcij (162 mg), magnezij (68 mg), fosfor (67 mg), mangan (0,5 mg), željezo (2 mg), selen (0,6 mg), bakar (0,3 mg) i cink (0,5 mg) izraženo na 100 g proizvoda.

Od vitamina suha smokva sadrži nešto vitamina C, vitamine B kompleksa, vitamin E i K (Web 3).

2.8.3. Grožđe

Grožđe, pretežno bijele sorte bez sjemenki, ubraja se među one vrste voća koje se najčešće suše na otvorenom prostoru tj. na suncu.

Priprema podrazumijeva obradu kratkotrajnim (2 - 5 sek.) uranjanjem plodova u vruću (98 °C) 0,2 - 0,3%-tnu otopinu NaOH (ili neke druge alkalne soli) uz eventualni dodatak (0,4%) maslinova ulja te sumporenje.

Sušenje se provodi kao i za smokve na podlogama - lesama od drvenih ili plastičnih rešetki, odnosno od žičanog pletiva, do sadržaja vlage 16 - 24%. Obrada nakon sušenja obuhvaća uklanjanje peteljki, probiranje, ponekad fumigaciju i pakiranje (Lovrić i Piližota, 1994.).

Sušenje grožđa moguće je također uspješno provesti u sušnicama. Provodi se obrada lužnatim otopinama, npr. 0,2 - 0,5%-tnom otopinom NaOH (2 - 5 sek. pri 100 °C).

Groždice su koncentrirani izvor ugljikohidrata, bogate su prehranbenim vlaknima, antioksidansima i mineralnim tvarima, među kojima su najzastupljeniji kalij i željezo (Kim i sur., 2008.).

2.8.4. Koštuničavo voće

Pojedino koštuničavo voće, koje se nekad pretežno sušilo na suncu, danas se sve više suši u sušnicama. To se uglavnom odnosi na šljive, ali i na marelice, te u manjoj mjeri na trešnje i višnje.

Priprema voća za sušenje prilagođena je vrsti voća i ona, uz obvezno uklanjanje onečišćenja i pranja, za šljive, trešnje i višnje uključuje kratkotrajnu obradu vrućom 0,25 - 0,50% -tnom otopinom lužine (NaOH), a za marelice (uz eventualno guljenje) raspolavljanje ploda i vađenje sjemenke (koštice), te sumporenje.

Režim sušenja u osnovi je sličan sušenju jabučastog voća i ovisi ponajprije o tipu uređaja za sušenje i načinu vođenja procesa (sustrujno i protustrujno). Sadržaj vode u gotovom proizvodu dobivenom konvekcionalnim postupcima (npr. u tunelskim sušnicama) relativno je visok i kreće se oko 20%, ponekad i više, a u skladu s odgovarajućim pravilnicima i standardima. Međutim, ponekad se provodi sušenje do nižeg udjela vode (manje od 10%), dodatnim sušenjem u posebnim uređajima, npr. u vakuum - sušnicama.

Sušena se šljiva u pravilu još toplinski obrađuje suhim ili mokrim postupkom. Suhi postupak sastoji se u svojevrsnoj sterilizaciji, zagrijavanju na 100 - 110 °C (tzv. etiviranje). Mokri je postupak u biti pasterizacija u vodenoj kupelji ili kontinualnom pasterizatoru pri oko 90 °C (2 - 3 min.). Budući da ove obrade utječu na sadržaj vode u gotovom proizvodu, potrebno je o tome voditi računa tijekom cjelokupnog postupka, tj. u fazi sušenja i završne obrade.

Pri sušenju šljiva na suncu postupa se na sličan način kao i pri sušenju šljiva u sušnicama ili pri sušenju grožđa na suncu. U pripremi za sušenje obično se primjenjuje obrada plodova lužnatom otopinom radi uklanjanja površinskog voštanog sloja i otvaranja pora u kožici, čime se pospješuje sušenje.

Suhe šljive su posebno bogate vitaminom A, riboflavinom i vitaminom C te kalcijem i magnezijem. Također, u literaturi se često spominje i njihove medicinsko značenje vezano ponajprije za njihov laksativni učinak (Web 4). Udio ukupnih šećera u suhoj šljivi iznosi 38,13 g na 100 g voća, pri čemu najveći udio čini glukoza (25,46 g), zatim fruktoza (12,45 g), a najmanji saharoza (0,15 g). Bogata je kalijem, fosforom i magnezijem (USDA, 2014.)

Marelice su također prikladno voće za sušenje na suncu, o čemu svjedoči rasprostranjenost takva sušenja u mnogim zemljama, u Iranu, Turskoj, Španjolskoj, te Južnoj Africi i Kaliforniji.

Plodovi moraju biti potpuno zreli i vrlo brižljivo ubrani da se ne bi oštetila osjetljiva kožica. Nakon raspolavljanja i vađenja koštica (sjemenke) polovice se slažu na perforirane tave ili lese u jednom sloju okrenute prema gore. Koštice se također osuše za kasniju upotrebu. Lese s polovicama plodova umeću se u posebne stalke i unose u komoru za sumporenje, u kojoj se izlažu plinovitom SO₂ (dobivenom spaljivanjem sumpora) najmanje 3 sata da bi se postigla svijetla i stalna boja proizvoda. Tako obrađene polovice marelice neće posmeđiti u daljnjem postupku sušenja i čuvanja. Sušenje traje nekoliko dana, pri čemu je nužno osigurati što bolje

strujanje zraka sa svih strana podizanjem jedne strane lese. Sušenje je završeno kad se udio vlage smanji na 18 - 20%, nakon čega se proizvod skida s lesa, podvrgava ujednačavanju vlage (kondicioniranju) u sanducima, zatim sortira i pakira. Ako je došlo do onečišćenja proizvoda tijekom sušenja (prašinom, lišćem ili jajašcima kukaca), potrebno ih je kratkotrajno isprati vodom, dodatno sušiti, odnosno sumporiti (Lovrić i Piližota, 1994.).

2.9. Proizvodi od dehidratiranog voća

Proizvodi od sušenog (dehidratiranog) voća mogu se kategorizirati u nekoliko skupina, ovisno o njihovoj upotrebi. Mogu se konzumirati direktno ili mogu biti poluproizvodi koji se kasnije dodaju u razne prehrambene proizvode radi povećanja energetske vrijednosti ili jednostavno radi poboljšanja okusa, kao na primjeru čokolade, odnosno konditorskih i pekarskih proizvoda.

- Direktna konzumacija dehidratiranog voća

Osušeno voće konzumira se takvo kakvo jest, bilo kao obrok ili kao dodatak raznim jelima. Konzumacija ovakvog oblika sušenog voća vezana je često za periode godine kada nisu dostupne sirovine u svježem stanju, najčešće zimski periodi.



Slika 12 Sušeno (dehidratirano) voće spremno za direktnu konzumaciju

- Voće kao „snack“ proizvod

Kao vrlo dobra alternativa standardnim „snack“ proizvodima na tržištu se javljaju razni oblici sušenog voća pripremljeni tako da izgledom i okusom zamjenjuju nezdrave „snack“ proizvode. Jedan od najpoznatijih primjera ovakvih proizvoda jesu čips od jabuke, čips od kelja ili kupusa itd. koji imaju znatno manju količinu kalorija jer je izostavljena jedna od najbitnijih značajki tog proizvoda- masnoća.



Slika 13 Čips od jabuke

- Dodatak energetske pločice

Zbog dužeg zadržavanja u želucu i velike količine šećera koja daje energiju te osigurava sitost sušeno voće često se dodaje energetske pločice koje su u prvom redu namijenjene sportašima profesionalcima i/ili rekreativcima.



Slika 14 Energetske pločice sa sušenim voćem

3. ZAKLJUČAK

Sušeno (dehidratirano) voće je proizvod dobiven sušenjem cijelih plodova ili dijelova plodova svježeg i tehnološki zrelog voća, po odgovarajućem postupku, do takvog stupnja da postane prikladno za dulje čuvanje. Sušenje voća odvija se na dva osnovna načina, prirodnim i umjetnim putem, a uključuje tri osnovna koraka - opću pripremu sirovine, postupak dehidracije te kondicioniranje. Sušeno (dehidratirano) voće danas ima sve veću primjenu zbog svoje produžene trajnosti koja je povezana sa gubitkom vlage, a velika se važnost pridaje i proizvodima od sušenog voća namijenjenim ciljanim populacijama, prije svega dijabetičarima i sportašima.

Cilj ovog rada bio je predstaviti sam proces, promjene koje se događaju tijekom procesa, opisati osnovne uređaje za sušenje jer je u današnje vrijeme vrlo važna ekonomičnost i brzina samog procesa, te opisati osnovne proizvode koji se nalaze na tržištu, a dobiveni su ovom metodom konzerviranja.

Svakako treba naglasiti da osim povećanja udjela ugljikohidrata i velike trajnosti što mu je najveća prednost, postoje i negativne strane ove metode, kao što je gubitak nekih vitamina. Također, dolazi i do smanjenja mase proizvoda, što za transport i skladištenje predstavlja veliku prednost, ali proizvođačima veliki nedostatak jer je dosta sirovine i energije uloženo, što utječe na cijenu proizvoda.

4. LITERATURA

Bennett L.E., Jegasothy H., Konczak I., Frank D., Sudharmarajan S., Cliengleffer P.R.: Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions. *Journal of Fuctional Foods*, 3: 115-124, 2011.

Kim,Y., Hertzler, S. R., Byrne, H. K., Mattern, C. O.: Raisins are a low to moderate glycemic index food with a correspondingly low insulin indeks. *Nutrition Research*, 28: 304–308, 2008.

Kopjar M: Kemija hrane, skripta. Prehrambeno- tehnološki fakultet, Osijek, 2011.

Kulier I.: Što jedemo? Impress, Zagreb, 2001.

Legec A., Ljubičić, I: Inovativne formulacije čajnih mješavina s prirodnim sladilima- karakterizacija nutritivnog sastava i biološke aktivnosti. *Studentski rad*. Prehrambeno- biotehnološki fakultet, Zagreb, 2011.

[http://www.unizg.hr/rektorova/upload_2011/studentski%20rad%20\(Legac%20i%20Ljubi%C4%8Di%C4%87\).pdf](http://www.unizg.hr/rektorova/upload_2011/studentski%20rad%20(Legac%20i%20Ljubi%C4%8Di%C4%87).pdf)

Lovrić T.: Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva. Hinus, Zagreb, 2003.

<http://www.hinus.hr/wp-content/knjige/2011/10/PROCESI-U-PREHRAMBENOJ-INDUSTRIJI.pdf>

Lovrić T., Piližota V. Konzerviranja i prerada voća i povrća. Nakladni zavod globus, Zagreb, 1994.

Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi RH: Pravilnik o toksinima, metalima, metaloidima te drugim štetnim tvarima koje se mogu nalaziti u hrani. Narodne novine 16/05, 2005.

Službeni list SFRJ 1/1979: Pravilnik o kvaliteti proizvoda od voća, povrća i gljiva te pektinskih preparata. Narodne novine 53/91, 1991.

United States Department of Agriculture (2014) Food composition.
<<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/> (20.02.2014.).

Web 1 <http://www.coolinarika.com/clanak/o-povijesti-susenog-voca/> (20.2.2014.)

Web 2 [http://www.agroklub.com/vocarstvo/susene-smokve/3644/\(15.9.2013.\)](http://www.agroklub.com/vocarstvo/susene-smokve/3644/(15.9.2013.))

Web 3 <http://sirovahrana.hr/clanak/smokva-95> (20.2.2014.)

Web 4 <http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijavoca-i-povrca/tehnologija-susenja-sljive> (15.9.2013.)