Dehidratacija u procesima prehrambene industrije

Mikičević, Mirela

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:509969

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Mirela Mikičević

Dehidratacija u procesima prehrambene industrije

završni rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Završni rad

DEHIDRATACIJA U PROCESIMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE

Nastavni predmet:
Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla 2
Osnove tehnologije vina

Predmetni nastavnik: izv.prof.dr.sc. Andrija Pozderović
doc.dr.sc. Anita Pichler

Student/ica: Mirela Mikičević (MB: 3559/12)

Mentor: dr. sc. Anita Pichler, docent

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

DEHIDRATACIJA U PROCESIMA PREHRAMBENE INDUSTRIJE

Sažetak

Od samih početaka prerade hrane ljudi su koristili dehidrataciju kao proces konzerviranja namirnica. Prihvaćeni postupci konzerviranja lako kvarljivih namirnica na ovom principu mogu se podijeliti na 3 grupe i to: sušenje, to jest odstranjivanje vode, a da namirnica ostane u čvrstom stanju; koncentriranje, to jest odstranjivanje vode u manjem stupnju u odnosu na sušenje, uobičajeno je da se proizvodi konzervirani koncentriranjem nalaze u tekućem agregatnom stanju; povećanje sadržaja suhe tvari dodatkom određene količine tvari koje povezuju dio slobodne vode, odnosno smanjuju aktivitet vode. Sušenje je najčešće korišten postupak koji se zasniva na korištenju energije sunca i vjetra. Namirnice prije sušenja mogu biti u krutom ili tekućem agregatnom stanju, a finalni proizvod je u krutom agregatnom stanju. Sušenjem se odvaja voda do tog stupnja da takva namirnica može godinama biti zaštićena od kvarenja, gubitka okusa i plijesni. Pri tome se ne smije namirnici oduzeti sva količina vode jer to negativno djeluje na elastičnost i na sposobnost za ponovno upijanje vode odnosno rehidrataciju. Iako se sušenjem može konzervirati bilo koja namirnica, najčešće se suši voće i povrće kao što su krumpiri, mrkva, kupus, paprika, rajčica, grašak, jabuka, smokva, breskva, kruška, šljiva...

Ključne riječi: sušenje, aktivitet vode, voda

DEHYDRATION IN FOOD ENGINEERING PROCESSES

Summary

From the very beginning of the food processing people have used dehydrating process for food preservation. Accepted preservation methods of perishable foods on this principle can be divided into 3 groups: drying, i.e. the removal of water with the food remaining in the solid state; concentration, that is the removal of water to a lesser degree compared to the drying, usually by concentrating the products they are preserved in the liquid state; increasing the dry matter content by adding a certain quantity of the substance that connects part of the free water, and reducing water activity. Drying is the most commonly used method based on the use of solar and wind energy. Foods before drying may be in a solid or a liquid state, and the final product is in the solid state. With drying, the water is separated to the extent that such foods can be protected for years from deterioration, loss of taste and mold. With this method , not all water should be removed because it has a negative impact on the resilience and the ability to re-absorb water and re-hydrate. Although drying can preserve any food, most commonly dried fruits and vegetables include potatoes, carrots, cabbage, peppers, tomatoes, peas, apples, figs, peaches, pears, plums ...

Keywords: drying, water activity, water

SADRŽAJ:

1. UVOD....1
2. GLAVNI DIO....2
   2.1 Voda u namirnicama....2
      2.1.1 Slobodna voda....2
      2.1.2 Vezana voda....2
      2.1.3 Udio vode u namirnici....3
      2.1.4 Ravnotežni sadržaj vlage....3
   2.2 Aktivitet vode....3
   2.3 Izoterme sorpcije....4
   2.4 Apsolutna i relativna vlažnost zraka....5
      2.4.1 Apsolutna vlažnost zraka....5
      2.4.2 Relativna vlažnost zraka....5
   2.5 Faze (periodi) procesa dehidratacije namirnica....6
      2.5.1 Nehigroskopične namirnice....6
      2.5.2 Higroskopične namirnice....6
      2.5.3 Periodi sušenja....6
      2.5.4 Periodi sušenja kod nehigroskopičnih namirnica....7
      2.5.5 Periodi sušenja kod higroskopičnih namirnica....7
   2.6 Stabilnost dehidrirane hrane....8
   2.7 Monomolekularni sloj vode....9
   2.8 Promjene tijekom dehidratacije....9
   2.9 Sposobnost rehidratacije....10
   2.10 Pripreme namirnica za sušenja....10
      2.10.1 Blanširanje....11
      2.10.2 Sumporenje....11
      2.10.3 Sulfitiranje....11
      2.10.4 Dipovanje....11
   2.11 Postupci za dehidrataciju namirnica....11
   2.12 Uređaji za dehidrataciju....11
   2.13 Liofilizacija....12
   2.14 Pakiranje dehidriranih proizvoda....12
3. ZAKLJUČAK....15
4. LITERATURA....16

1. UVOD

Dehidratacija odnosno sušenje hrane jedna je od najstarijih i najraširenijih metoda konzerviranja. Prije svega se provodi zbog konzerviranja hrane, ali i zbog drugih razloga kao što su smanjene mase i volumena hrane. Najčešće se primjenjuje na žitarice, ali i voće, ribu i meso. Razlikujemo prirodno i ''umjetno'' sušenje. Prirodno sušenje je uklanjanje vode sunčevim zračenjem i prirodnim strujanjem zraka, dok se kod ''umjetnog'' sušenja kontroliraju uvjeti te je mogućnost primjene daleko šira. Konzerviranje sušenjem zasniva se na kseroanabiozi i osmoanabiozi, odnosno stvaranju nepovoljnih uvjeta za mikrobiološko kvarenje ali i kvarenje drugim promjenama osobito kemijskim. Uklanjanjem vode iz namirnice stvaraju se nepovoljni uvjeti za kvarenje namirnice. Voda se uklanja do minimalnog sadržaja vode ispod 10% ponekad više, zavisi prema vrsti hrane. Sušenjem se iz hrane uklanja i hidratna i konstitucijska voda pa u hrani nastaju značajne promjene, neke od njih su ireverzibilne kao što su posmeđivanje i gubitak nekih važnih sastojaka kao što su sastojci arome. Rješavanje problema sušenja danas je najviše usmjereno prema svladavanju tih nedostataka. Glavni cilj je dobivanje proizvoda otvorene strukture, dobre moći rehidratacije sa što manje promijenjenim organoleptičkim svojstvima.

2. GLAVNI DIO

2.1. Voda u namirnicama

Količina vode, stanje vode i njeno termodinamsko stanje u hrani imaju važan utjecaj na biološke, kemijske i fizikalne procese od kojih ovisi trajnost hrane. Udio vode ovisi o vrsti namirnice, postupcima prerade i drugim faktorima. Voda se u namirnicama nalazi kao slobodna i vezana.

2.1.1. Slobodna voda

Slobodna voda sudjeluje u kemijskim reakcijama, omogućava rast i razmnožavanje mikroorganizama, kristalizira kod smrzavanja. Može se odrediti primjenom kemijskih električnih metoda te metodom sniženja ledišta. Slobodna voda je voda koja se nalazi u namirnicama kao: vezana labavim vezama na pojedine komponente namirnice; voda koja se nalazi u gelovima;voda prisutna kao kontinuirana faza u kojoj su druge tvari otopljene,suspendirane, dispergirane molekularno, koloidno ili kao emulzija; voda kao čista komponenta koja se nalazi na površini namirnice koja nije dio proizvoda već dolazi izvana.

2.1.2. Vezana voda

Vezana voda ne smrzava pri niskim temperaturama, ne može sudjelovati u kemijskim reakcijama i ne može koristiti mikroorganizmima za rast i razmnožavanje. Ne može se odrediti metodama kojima se određuje slobodna voda, ali se može odrediti pomoću nuklearne magnetske rezonancije (NMR), određivanjem dielektričnih svojstava, metodom diferencijalne termičke analize DTA i određivanjem izotermi sorpcije. Vezana voda je voda koja se nalazi u namirnicama kao: voda čvrsto vezana vodikovim vezama na polarne komponente namirnice (proteini,ugljikohidrati); kemijski vezana na nekim solima primarnom valencijom ili kao hidrat; voda koja se nalazi u kapilarnim prostorima.

2.1.3. Udio vode u namirnici (m)

Udio vode u namirnici može se izraziti na ukupnu masu, tj. kao kg vode u kg namirnice ili na suhu tvar, tj. kg vode po kg suhe tvari u namirnici, što se češće upotrebljava u proračunima vezanim uz proces dehidratacije.

Odnos se može izraziti sljedećom jednadžbom:

$$m = \frac{100 * M}{1 + M}$$

m = masa vode u namirnici / masa namirnice * 100 (%)

$$M = \frac{m}{100(1 - \frac{m}{100})}$$

M = masa vode / masa suhe tvari

2.1.4. Ravnotežni sadržaj vlage

U dodiru sa zrakom neke konstantne temperature i vlažnosti uspostavlja se u (vlažnom) organskom materijalu (npr. u hrani) određeni sadržaj (količina) vlage, koji nazivamo ravnotežni sadržaj vlage, kod danih uvjeta (Lovrić, 2003; Pozderović, 2014.).

2.2. Aktivitet vode

Voda ima važan utjecaj na stabilnost namirnice jer djeluje kao otapalo za kemijske, mikrobiološke i enzimske reakcije.

Aktivitet vode je broj kojim se izražava sposobnost vode za sudjelovanje u kemijskim, biokemijskim i mikrobiološkim reakcijama. Voda u namirnici stvara određeni tlak para koji ovisi o sadržaju vode, temperaturi i kemijskom sastavu namirnice. Pojedini sastojci hrane različito snižavaju tlak vode, stoga dvije namirnice istog sadržaja bode ne moraju imati isti aktivitet vode. Aktivitet vode je omjer tlaka para vode u namirnici (p) i tlaka para čiste vode (p_0) kod istih uvjeta (Heldman, 1998).

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{\%ERH}{100}$$

p = tlak para vode u namirnici

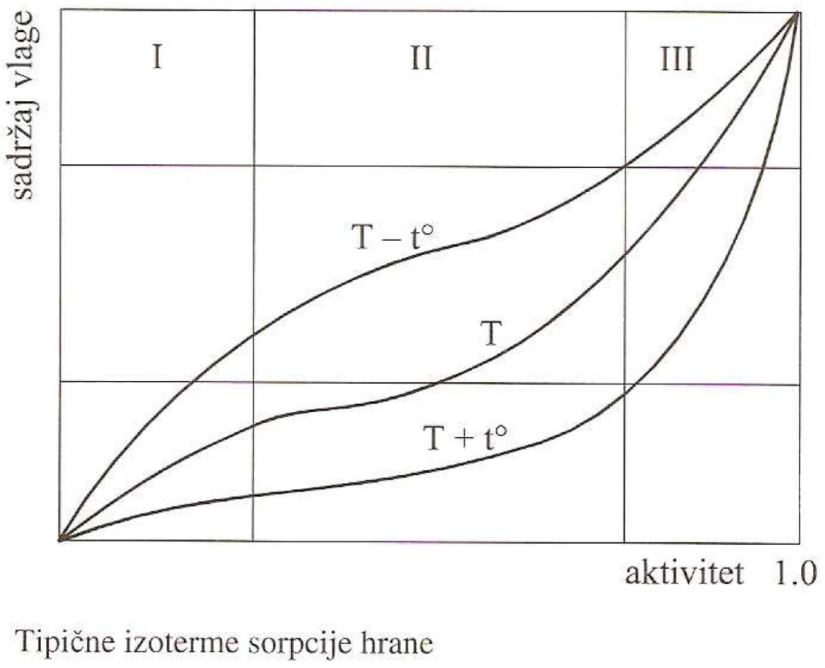
p_0 =tlak para čiste vode

%ERH = relativna vlažnost kod koje namirnica niti prima niti otpušta vodu u atmosferu

Aktivitet vode je bezdimenzionalni broj, vrijednost mu je od 0 do 1, 1 i oko 1 imaju svježe namirnice, a niže vrijednosti dehidrirane namirnice i namirnice sa manjim sadržajem vode (Pozderović, 2014.).

2.3. Izoterme sorpcije

Na osnovi ravnotežnog sadržaja vlage neke namirnice u različitim uvjetima vlažnosti i temperature atmosfere moguće je konstruirati izoterme sorpcije **(Slika 1)**. To su krivulje koje pokazuju grafičku ovisnost ravnotežnog sadržaja vode (ordinata) i aktiviteta vode (apscisa) kod neke konstantne temperature. Izoterme sorpcije imaju sigmoidalan oblik i podijeljene su na tri područja te pomoću njih možemo odrediti stanje vode u namirnici(Heldman, 1998).



Slika 1 Izoterme sorpcije (web 1)

U početku procesa sušenja namirnice kada je prisutna slobodna voda i kada su veće vrijednosti aktiviteta vode treba se dovoditi samo latentna toplina isparavanja vode. U završnoj fazi sušenja kod higroskopičnih namirnica kada treba ukloniti vezanu vodu mora se dovesti latentna toplina isparavanja i toplina adsorpcije što otežava dehidrataciju u završnoj fazi(Heldman, 1998).

2.3.1. Područja izotermi sorpcije

| = područje u kojem je voda ispod vrijednosti monomolekularnog sloja u vrijednosti aktiviteta vode od 0,2 do 0,3, voda je ''čvrsto'' vezana na sastojke namirnice

|| = područje u kojem voda popunjava monomolekularni sloj u vrijednosti aktiviteta vode od 0,7 do 0,8, voda je ''labavije'' vezana odnosno djelomično je pokretna

||| = područje u kojem je aktivitet vode veći od 0,8, odgovara većem sadržaju vode, ova vode je slobodna i ona se najlakše uklanja dehidratacijom

(Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).

2.4. Apsolutna i relativna vlažnost zraka

Udio vode u zraku izražava se kao apsolutna i relativna vlažnost zraka.

2.4.1. Apsolutna vlažnost zraka

Apsolutna vlažnost zraka je omjer mase vode u zraku i mase suhog zraka.

$$AH = \frac{masa\ vode}{masa\ suhog\ zraka} = \frac{broj\ molekula\ vode * molarna\ masa\ vode}{broj\ molekula\ zraka * molarna\ masa\ zraka}$$

$$AH = \frac{18 p_{wv}}{29(p_a - p_{wv})}$$

p_{wv}= tlak para vode

p_a=atmosferski tlak

Hlađenjem ili zagrijavanjem zraka stvarna apsolutna vlažnost zraka se ne mijenja.

2.4.2. Relativna vlažnost zraka (RH)

Relativna vlažnost zraka izražava koliko je zrak zasićen u odnosu na maksimalno zasićenje kod neke temperature, izražava se u postotcima (%) (Pozderović, 2014.).

$$RH = \frac{apsolutna\ vlažnost\ zraka}{apsolutna\ vlažnost\ zasićenog\ zraka\ kod\ iste\ temperature} * 100 \quad (\%)$$

2.5. Faze (periodi) procesa dehidratacije namirnica

Dehidratacijom namirnica uklanja se voda iz namirnica prijenosom mase i topline. Razlikujemo higroskopične i nehigroskopične namirnice.

2.5.1. Nehigroskopične namirnice

Parcijalni tlak bode u materijalu jednak je tlaku čiste vode.

Za $0 < m \leq m1$

2.5.2. Higroskopične namirnice

Parcijalni tlak vode u materijalu postaje manji od tlaka para vode kod istog kritičnog sadržaja vlage (m_h).

Za $m_h < m \leq m_1$; $0 < p < p_0$; $0 < m \leq m_h$

m = sadržaj vlage u materijalu kg vode/kg suhe tvari

m_h = kritični sadržaj vlage

m_1 = početni sadržaj vlage

p = tlak para vode u namirnici

p_0 = tlak para čiste vode

P_0 = parcijalni tlak zasićenja

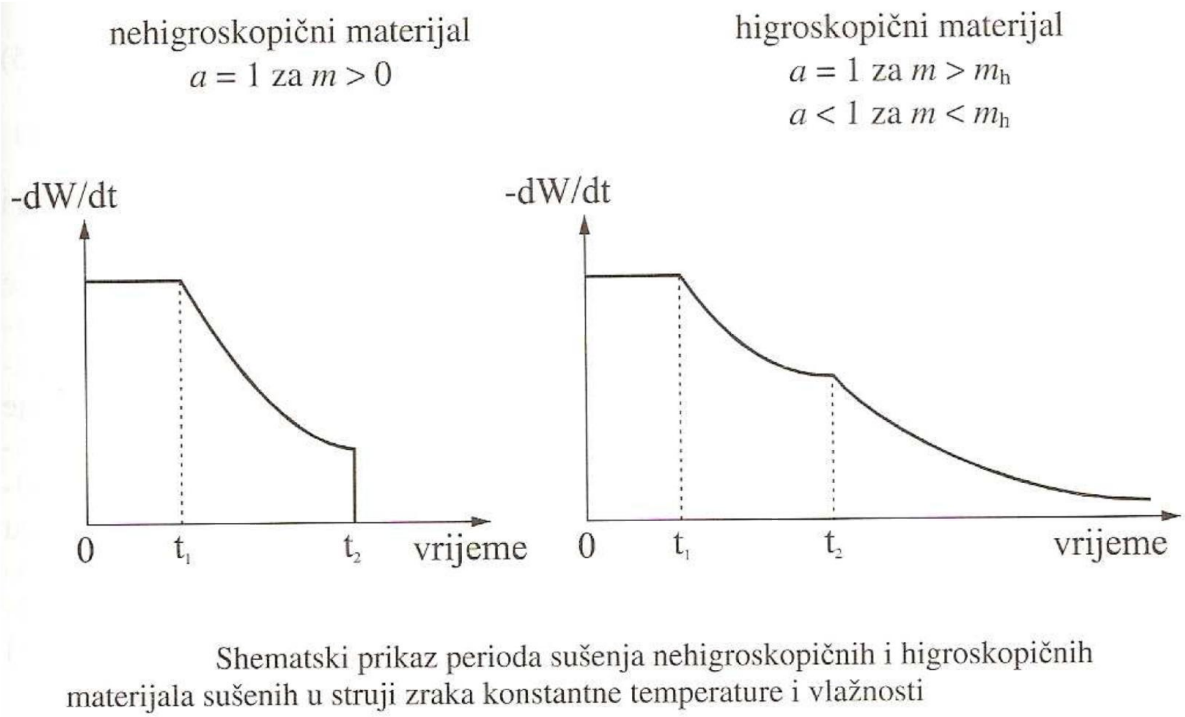
2.5.3. Periodi sušenja

2.5.4. Periodi sušenja kod nehigroskopišnih namirnica:

1. Period konstantne brzine sušenja
2. Prvi period padajuće brzine sušenja

2.5.5. Periodi sušenja kod higroskopičnih namirnica:

1. Period konstantne brzine sušenja
2. Prvi period padajuće brzine sušenja
3. Drugi period padajuće brzine sušenja



Shematski prikaz perioda sušenja nehigroskopičnih i higroskopičnih materijala sušenih u struji zraka konstantne temperature i vlažnosti

Slika 2 Prikaz perioda sušenja nehigroskopičnih i higroskopičnih materijala sušenih u struji zraka konstantne temperature i vlažnosti (web 1)

1. **Period konstantne brzine sušenja**

U periodu konstantne brzine sušenja količina vode na površini materijala je takva da je parcijalni tlak vode na površini namirnice jednak parcijalnom tlaku zasićenja p = P_0 kod

temperature mokrog termometra (T_w). To važ sve dok je sadržaj vode na površini veći od nule za nehigroskopične namirnice odnosno veći od kritičnog sadržaja vode za higroskopične namirnice. Period konstantne brzine traje sve dok je dotok vode na površinu takav da se održava konstantna temperatura na toj površini, a tlak vodene pare je jednak P_0 kod temperature mokrog termometra, a završava kada na površini namirnice nisu više isupnjeni navedeni uvjeti odnosno kada dotok vode na površinu više ne omogućava zasićenje površine. U ovom periodu nema opasnosti za pregrijavanje namirnice jer se sva dovedena toplina troši na isparavanje vode sa površine namirnice te se zbog toga mogu upotrijebiti visoke temperature(Heldman, 1998).

2. **Prvi period padajuće brzine sušenja**

U unutrašnjosti materijala vladaju uvjeti zasićenja pri čemu je parcijalni tlak vode u unutrašnjsti namirnice jednak parcijalnom tlaku zasićenja $p = P_0$. Voda iz unutrašnjosti materijal difundira na površinu gdje isparava. Ovaj period sušenja završava onda kada u unutrašnjosti materijala nema više dovoljno vode da je $p = P_0$ odnosno ne vladaju više uvjeti zasićenja.

Kod nehigroskopičnih namirnica na kraju ovog perioda sušenje je završeno, dok je kod higroskopičnih namirnica na kraju ovog perioda sadržaj vode u središtu materijala jednak kritičnom sadržaju vode m = mh.

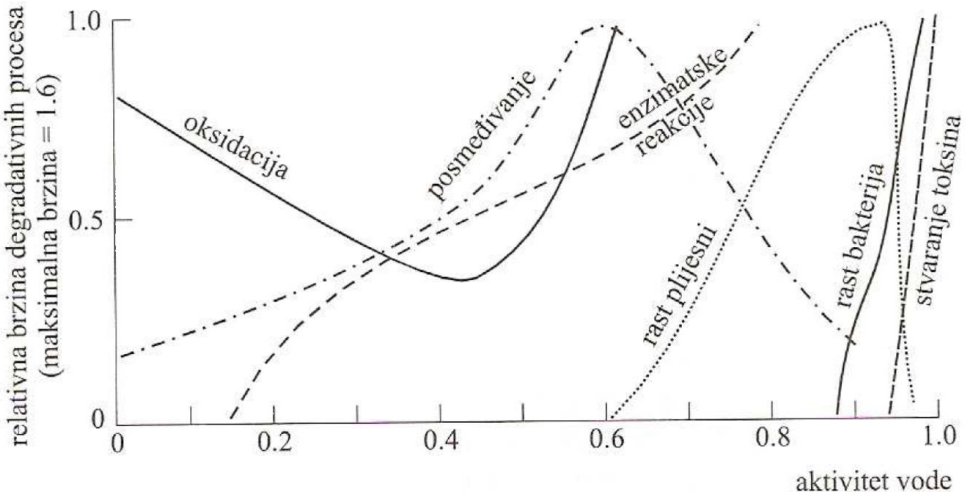
3. **Drugi period padajuće brzine sušenja**

Ovaj period se odvija samo kod higroskopičnih namirnica. Parcijalni tlak vode u svim dijelovima materijala je manji od parcijalnog tlaka zasićenja $p < P_0$, a sadržaj vlage jednak je kritičnom sadržaju vlage $m = m_h$ (Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).

2.6. Stabilnost dehidrirane hrane

Kada se određuju optimalni uvjeti pakiranja i skladištenja za pojedine namirnice potrebno je izraditi izoterme sorpcije kod različitih temperatura. Iz njih će se vidjeti stanje vode u namirnici. Da bi dehidrirana namirnica bila stabilna potrebno je ukloniti vodu do vrijednosti monomolekularnog sloja osim ako se u istu ambalažu pakiraju dvije ili više dehidriranih

namirnica pri čemu može doći do izmjene vlage. Ovisnot pojedinih degradativnih procesa hrane o aktivitetu vode je različita što se vidi iz dijagrama **(Slika 3)** (Lovrić, 2003.).



Ovisnost intenziteta pojedinih degradativnih procesa u hrani o aktivitetu vode

Slika 3 Ovisnost intenziteta pojedinih degradativnih procesa u hrani o aktivitetu vode (web 1)

2.7. Monomolekularni sloj vode

Monomolekularni sloj vode označava granični sadržaj vode u namirnici ispod kojeg se sva voda u namirnici nalazi u vezanom obliku, dok voda koja se nalazi u namirnici iznad monosloja je slobodna voda. Poznavanje vrijednosti monosloja od velike je važnosti prilikom određivanja optimalnih uvjeta skladištenja dehidriranih namirnica (Pozderović, 2014.).

2.8. Promjene tijekom dehidratacije

Proces dehidratacije (sušenja) namirnica je usko povezan s većim ili manjim ireverzibilnim promjenama izvornih sastojaka hrane, što je posljediva uklanjanja vode i utjecaj povišene temperature. Promjene tijekom sušenja prvenstveno nastaju u periodu padajuće brzine sušenja te u periodu konstantne brzine, ali znatno manjim dijelom. Promjene ovise o vrsti hrane, njenim svojstvima, kemijskom sastavu, strukturnim i fizičkim svojstvima. Tijekom procesa dehidratacije zajedno s vodom iz unutrašnjosti materijala na površinu difundiraju i otopljene tvari. U živim stjenkama stanične stjenke imaju svojstva visoko selektivnih

permeabilnih membrana pa kroz njh prolaze samo voda i male molekule. Međutim, zagrijavanjem dolazi do promjena svojstava pa dolazi do propuštanja i difuzije većih molekula. Dolazi do koncenctriranja otopljenih tvari na površini te dolazi do degradativnih promjena kao što su neenzimsko posmeđivanje, otvrdnjavanje i kvrčenje površinskog sloja. Neka teksturalna svojstva se gube tijekom dehidratacije budući da se u svježem stanju nalaze pod osmotskim tlakom zbog čega imaju čvrstoću. Na intenzitet ovih promjena utječu režim sušenja, temperatura, vlažnost zraka, brzina strujanja zraka i karakteristike materijala (Lovrić, 2003.; Pozderović 2014.).

2.9. Sposobnost rehidratacije

Jedno od najvažnijih svojstava dehidrirane hrane je otvorenost strukture odnosno sposobnost rehidratacije. Rehidratacijska svojstva se određuju praćenjem porasta težine kuhanjem dehidrirane hrane kroz određeno vrijeme, a izražavaju se rehidratacionim omjerom, koeficijentom rehidratacije i postotkom vode u rehidriraniom materijalu.

$$rehidratacioni\ omjer = \frac{M_r}{M_d} \qquad koeficijent\ rehidratacije = \frac{M_r}{M_0} = \frac{W_r+1}{W_0+1}$$

M_r = težina ocijeđenog rehidriranog uzorka

M_0=težina uzorka prije sušenja

M_d= težina osušenog materijala

W_r= sadržaj vlage rehidriranog uzorka

W_0=sadržaj vlage u svježoj namirnici

Neki dehidrirani proizvodi (mlijeko u prahu...) imaju loša dehidrataciona svojstva, u vodi plivaju na površini, stvaraju grudice i teško se rehidratiraju. Često se u cilju poboljšanja rehidratacionih stvojstava vrši aglomeracija čestica. Aglomeracija se provodi zagrijavanjem dehidrirane namirnice sa vodenom u parom u kontroliranim uvjetima čime dolazi do sljepljivanja čestica. Odgovarajući proizvod se zatim dosuši u struji zagrijanog zraka. Na rehidrataciona svojstva utječe veličina i oblik čestica, ali i kemijske i fizikalne promjene koje su se dogodile tijekom procesa sušenja ili skladištenja. To se odnosi na denaturaciju proteina i ireverzibilne promjene drugih sastojaka. Velik problem predstavlja škrob koji se modificira djelovanjem topline (Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).



Slika 4 Prikaz sposobnosti rehidratacije namirnica (web 2)

2.10. Priprema namirnica za sušenja

Svaka vrsta proizvoda se prije procesa dehidratacije mora tehnološki pripremiti počevši od operacija pranja, kalibriranja, ljuštenja rezanja, usitnjavanja... Neke namirnice iziskuju specifične procese kao što su blanširanje, sumporenje, sulfitiranje, dipovanje...

2.10.1. Blanširanje

Blanširanje se često koristi kod različitih procesa konzerviranja povrća i voća; u pripremi za dehidrataciju usmjereno je inaktivaciju enzima koji bi doveli do enzimskog posmeđivanja. Provodi se termičkim tretiranjem pripremljenog materijala na odgovarajući način (oljušenog, rezanog...). Namirnice se termički zagrijavaju u vreloj vodi ili zasićenoj vodenoj pari temperature 70 – 95 celzijevih stupnjeva u trajanju od nekoliko minuta (3-6 minuta).

2.10.2. Sumporenje

Sumporenje ili suho sulfitiranje je tretiranje namirnice sa plinovitim sumporovim dioksidom u posebnim zatvorenim komorama kroz nekoliko sati.

2.10.3. Sulfitiranje

Sulfitiranje se provodi kratkotrajnim uranjanjem u otopinu sumporaste kiseline koncentracije 0,1 – 0,5 % ili soli sumporaste kiseline.

2.10.4. Dipovanje

Dipovanje je uklanjanje voštane ovojnice sa površine nekih vrsta voća, provodi se kratkotrajnim uranjanjem u zagrijanu 0,5 % otopinu natrijevog hidroksida (Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).

2.11. Postupci za dehidrataciju namirnica

Dehidratacija namirnica se najčešće provodi sa zagrijanim zrakom **(Slika 5)**, djelomično ovlaženim i zagrijanim zrakom, te u kontaktnim sušnicama u kojima se toplina prenosi preko metalne plohe. Način prijenosa topline i mase u različitim sušnicama je različit. Razlikuju se postupci za dehidrataciju tekućih i polutekućih namirnica te postupci za dehidrataciju krutih namirnica (Lovrić, 2003.).



Slika 5 Sušenje na zraku (web 3)

2.12. Uređaji za dehidrataciju

1. Komorne sušnice- najjednostavniji tipovi sušnica koje su u pravilu diskontinuirane, sastoje se od jedne izolirane komore – prostora za smješaj materijala, ventilatora i grijača.
2. Tunelske (kanalske) sušnice- obično polukontinuirane, lese s materijalom smještaju se i provod kroz sušnicu na kolicima.
3. Sušnica s trakom- slična tunelskoj, materijal se raspoređuje i transportira na perforiranim trakama od pletiva, što omogućava kontinuiranost procesa i dobar kontakt sa zrakom dok se prebacivanjem s gornje na donju traku postiže okretanje materijala i ujednačenost dehidratacije pojedinih dijelova proizvoda.
4. Rotacijska sušnica- koristi se za sušenje različizog zrnatog materijala, povrća, repnih rezanaca... Kao medij za dehidrataciju koriste se dimni plinovi ili zagrijani zrak.
5. Sušenje fluidizacijom- primjenjuje se struja zraka takvih svojstava da se materijal podvrgnut dehidrataciji održava u lebdećem stanju iznad perforirane plohe kroz struju i ujedno suši, sadrži velike mogućnosti primjene u prehrambenoj industriji.

6. Pneumatske sušnice- vlažni materijal je suspendiran u struji zagrijanog zraka koji ga pokreće kroz uređaj za sušenje, proces je kontinuiran i relativno brz (Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).

2.13. Liofilizacija

Liofilizacije je poseban proces za dehidrataciju tekućih i krutih namirnica. To je postupak dehidratacije namirnica u smrznutom stanju u kojem se voda iz namirnica uklanja sublimacijom leda. Zbog niže temperature procesa i dobrih rehidratacijskih svojstava ovim postupkom se dobivaju prioizvodi visoke kvalitete. Prednosti liofilizacije su velika trajnost, održavanje strukture i vanjskog oblika, dobra topljivost proizvoda u prahu, dobra rekonstrukcija kod ponovnog primanja vode, porozna struktura, neznatne promjene boje, arome i teksture, te minimalan gubitak vitamina. Smanjenjm težine snizuju se i troškovi transporta i skladištenja. Zamrzavanje se provodi ili na uobičajen način pomoću rashladnih uređaja podesnih za postizanje željenih niskih temperatura ili otparavanjem određene količine vode podvrgavanjem proizvoda odgovarajućem vakuumu, pri čemu oduzimanje topline isparavanja izaziva njegovo zamrzavanje. U većini slučajeva, tijekom faze sublimacije, potrebno je dostići temperature između -30 i -40 celzijevih stupnjeva. Da bi se postigla određena stabilizacija materijala potrebno je provesti njegovo pothlađivanje (Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).



Slika 6 Uređaj za liofilizaciju (web 4)

2.14. Pakiranje dehidriranih proizvoda

Ambalaža i uvjeti pakiranja i skladištenja važni su čimbenici održavanja kvalitete dehidrirane hrane. Važno je da ne dolazi do rehidratacije i dodira s kisikom. Proizvodi koji su u vidu praha ili granula vrlo su osjetljivi na kombinirani utjecaj vlage, kisika i svjetla. Zbog toga se kao ambalažni materijal upotrebljavaju plastične folije **(Slika 7)**, različiti laminati ili limovi. Ponekad je potrebno primijeniti i zatvaranje proizvoda pod sniženim tlakom ili atmosferu intertnog plina ili dodavanje desikanta. U nekim slučajevima se provodi i fumigacija te pasterizacija kako bi se proizvod duže očuvao (Lovrić, 2003.; Pozderović, 2014.).



Slika 7 Prikaz upakiranog dehidriranog proizvoda (web 5)

3. ZAKLJUČAK

Aktivnost vode je značajan faktor održivosti namirnica. Smanjenjem aktiviteta vode ograničava se mikrobiološka i ezimska aktivnost. Smanjivanje aktiviteta vode u namirnici se najčešće koristi kao dodatni faktor u postupku konzerviranja namirnica i to najčešće u kombinaciji sa sniženom pH vrijednošću ili skladištenjem namirnica na temperaturi hlađenja. Niska vrijednost aktiviteta vode omogućava manje termičko obrađivanje namirnica, dovoljna je samo pasterizacija. Aktivnost vode se rijetko koristi kao jedini faktor konzerviranja namirnica zbog lošeg utjecaja na senzorske osobine namirnica. Niska vrijednost aktiviteta vode onemogućava razvoj bakterija. Kada je vrijednost aktiviteta vode ispod 0,80 mogu se razvijati samo kserofilne plijesni i osmofilni kvasci. Za namirnice čija je vrijednost aktiviteta vode ispod 0,60 može se reći da su sterilne. Za najveći broj namirnica aktivitet vode se kreće između 0,90 i 0,98. Aktivitet vode namirnice zavisi o kemijskom sastavu namirnica i nije određena ukupnih sadržajem vode u namirnici. Postupci smanjivanja aktiviteta vode u namirnici su: sušenje, koncentriranje i dodavanja kemijskih tvari koje vežu vodu.

4. LITERATURA

Heldman D R, Hartel R W: Principles of Food Processing, Gaithersburg, 1998.

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

Pozderović A: Procesi u prehrambenoj industriji, Prehrambeno – tehnološki fakultet, Osijek, 2014.

web 1: http://www.hinus.hr/wp-content/knjige/2011/10/PROCESI-U-PREHRAMBENOJ-INDUSTRIJI.pdf [04.10.2011.]

web 2: http://www.easy-food-dehydrating.com/re-hydrating-food.html [22.01.2013.]

web 3: http://theselfsufficientliving.com/preserving-and-storing-vegetables-and-fruits/ [30.1.2015.]

web 4: http://www.voyagernutrition.com/the-company/the-process/the-interest-and-benefit-of-lyophilization/

web 5: http://saludmediterraneo.com/en/cereales/591-bayas-secas-aronia-bio-500g-aronia-original-4250396900873.html