

UDK: 664.151.8.047 | DOI:10.5937/etp2104020F

Datum prijema rada: 15.10.2021.

Datum korekcije rada: 01.11.2021.

Datum prihvatanja rada: 05.11.2021.

EKONOMIJA

TEORIJA I PRAKSA

Godina XIII • broj 4

str. 20–33

ORIGINALNI NAUČNI RAD

## ANALIZA EFIKASNOSTI PROCESA OSMOTSKE DEHIDRATACIJE BRESKVE U MELASI

Filipović Jelena<sup>1</sup>

Filipović Vladimir<sup>2</sup>

Knežević Violeta<sup>3</sup>

Lončar Biljana<sup>4</sup>

Ničetin Milica<sup>5</sup>

Ivanišević Dragan<sup>6</sup>

**Sažetak:** *Smanjenje potrošnje energije po jedinici uklonjene vlage iz proizvoda neophodno je radi smanjenja troškova*

<sup>1</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija, e mail: jelena.filipovic@fns.uns.ac.rs

<sup>2</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija, e mail: vladaf@uns.ac.rs

<sup>3</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija, e mail: ovioleta@uns.ac.rs

<sup>4</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija, e mail: cbiljana@uns.ac.rs

<sup>5</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bul. cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija, e mail: milican@uns.ac.rs

<sup>6</sup> Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Cvečarska 2, 21000 Novi Sad, Srbija, e mail: ivanisevicdragan67@gmail.com

*proizvodnje i povećanja ukupne efikasnosti procesa dehidratacije. Cilj istraživanja je analizirati efikasnost i ekonomičnost procesa osmotske dehidratacije breskve u melasi ispitivanjem parametara prenosa mase. Varirani su vreme, koncentracija i temperatura u procesu osmotske dehidratacije breskve u melasi i praćeni odzivi prenosa mase u procesu, gubitka vode i prirasta suve materije. Rezultati istraživanja su pokazali da povećanjem tehnoloških parametara vremena trajanja, koncentracije osmotskog rastvora i temperature procesa, dolazi do povećanja pojedinačnih parametara prenosa mase u procesu, gde su maksimalno ostvarene vrednosti od 0,7524 g/g<sub>i.s.</sub> i 0,1069 g/g<sub>i.s.</sub>, za gubitak vode i prirast suve materije, redom. Na osnovu eksperimentalnih podataka razvijeni su matematički modeli zavisnosti odziva procesa osmotske dehidratacije breskve u melasi od primenjenih tehnoloških parametara, koji su pokazali dobra poklapanja eksperimentalnih sa proračunatim vrednostima. Analiza kombinovanog parametra tehnološke efikasnosti ukazala je na ukupno povećanje efikasnosti procesa primenom temperature procesa od 20°C, u opsegu od 40,67 do 51,71%. Najveća ekonomičnost procesa ostvarena je primenom energetski nezahtevne temperature procesa od 20°C, pri čemu su izbegnuti energetski troškovi procesa i istovremeno ostvarena najbolja tehnološka efikasnost.*

***Ključne reči:*** osmotska dehidratacija / breskva / melasa / tehnološka efikasnost / matematičko modelovanje.

## UVOD

Sušenje ili dehidratacija prehrambenog materijala je zahtevna tehnološka operacija u pogledu energetskih i ekonomskih troškova i koja podrazumeva napredno shvatanje i poznavanje mehanizama prenosa mase ukoliko se želi postići unapređena efikasnost sušenja uz očuvanje kvaliteta finalnog proizvoda. Za operaciju termičkog sušenja koristi se 15% ukupne industrijske potrošnje energije u procesu proizvodnje, pri termičkoj efikasnosti od 25-50%, koja se može oceniti kao relativno niska. Stoga je smanjenje potrošnje energije po jedinici ukonjenje vode iz prehrambenog proizvoda neophodno radi ostvarenja smanjenja

troškova i povećanja sveukupne efikasnosti proizvodnje (Chua, Mujumdar, Hawlader, Chou i Ho, 2001; Filipović, 2013).

Poredeći sa drugim oblicima sušenja, proces osmotske dehidracije je niskoenergetski proces, (Panagiotou, Karanthanos, i Maroulis, 1999; Waliszewski, Cortés, Pardo i Garcia, 1999) s obzirom da se zasniva na uklanjanju vode iz prehrambenog materijala bez fazne transformacije, odnosno bez utroška energije za zagrevanje sirovine i latentnu toplotu isparavanja vode (Torreggiani, 1993; Della Rosa i Giroux, 2001; Filipović, 2013).

Proces osmotske dehidracije ima potencijal za dobijanje prehrambenih poluproizvoda koji imaju unapređene karakteristike, jer se u samom procesu voda iz prehrambene sirovine uklanja pri niskim procesnim temperaturama (bliskim ambijentalnim), a dodatno dolazi i do poboljšanja kvaliteta gotovog proizvoda kao posledica prirasta suve materije dehidriranog proizvoda, koji je specifičnost procesa osmotske dehidracije (Yadav i Singh, 2014; Filipović, 2020).

Postupak osmotske dehidracije je jednostavan, ima male energetske zahteve, oprema koja se koristi je jeftina i iz svih tih razloga preporučuje se njegova primena u velikim industrijskim pogonima (Shi i Xue, 2009).

Analiza kinetike prenosa mase se u procesima osmotske dehidracije obično ispituje pomoću dva parametra: vrednosti gubitka vode i prirasta suve materije. Ovi se mogu kvantifikovati merenjem brzine protoka vode i promene suve materije tokom vremena ili merenjem količine gubitka vode i prirasta suve materije nakon određenog perioda. (Shi i Xue, 2009; Filipović, 2013; Filipović i sar., 2014).

Cilj istraživanja je analiza efikasnosti i ekonomičnosti procesa osmotske dehidracije breskve u melasi ispitivanjem parametara prenosa mase do koga dolazi u ovom procesu.

## **MATERIJAL I METODE**

Breskva (*Prunus persica* var. *nucipersica*) – sirovina na kojoj su sprovedena istraživanja, kupljena je u lokalnoj pijlari, oprana, oljuštena i ručno usitnjena na komade od približno 1×1×1 cm. Melasa šećerne repe je korišćena kao osmotski rastvor. Nabavljena je iz šećerane u Crvenki.

Imala je sadržaj suve materije od 85,04% i razblažena destilovanom vodom do koncentracija od: 80, 70 i 60 % suve materije. Usitnjeni komadi breskve potapani su u laboratorijske čase koje su sadržale melasu različitih koncentracija. Korišćen odnos mase breskve i osmotskih rastvora je iznosio 5:1. Nakon: 1, 3 i 5 časova i na temperaturama procesa od: 20, 35 i 50°C, uzorci osmotski dehidrirane breskve vađeni su iz osmotskog rastvora – melase, isprani su pod mlazom destilovane vode, višak vode je upijen filter hartijom i, na kraju, uzorci su odmeravani na vagi. Iz dela uzoraka dehidrirane breskve određivan je sadržaj suve materije.

Na osnovu sledećih izraza izračunati su odzivi procesa osmotske dehidratacije (Le Maguer, 1988):

$$\text{Gubitak vode (Water loss (WL))} = \frac{m_i z_i - m_f z_f}{m_i} \left[ \frac{g}{g_{\text{početnog uzorka (i.s.)}}} \right] \quad [1]$$

$$\text{Prirast suve materije (Solid gain (SG))} = \frac{m_f s_f - m_i s_i}{m_i} \left[ \frac{g}{g_{\text{i.s.}}} \right] \quad [2]$$

Gde su:

$m_i$  - masa svežeg uzorka [g],

$m_f$  - masa uzorka nakon procesa osmotske dehidratacije [g],

$z_i$  - maseni udeo vode u svežem uzorku  $\left[ \frac{g}{g_{\text{i.s.}}} \right]$ ,

$z_f$  - maseni udeo vode u uzorku nakon procesa osmotske dehidratacije  $\left[ \frac{g}{g_{\text{i.s.}}} \right]$ ,

$s_i$  - maseni udeo suve materije u svežem uzorku  $\left[ \frac{g}{g_{\text{i.s.}}} \right]$ ,

$s_f$  - maseni udeo suve materije u uzorku nakon procesa osmotske dehidratacije  $\left[ \frac{g}{g_{\text{i.s.}}} \right]$ .

Indeks efikasnosti osmotske dehidratacije \

$$\text{(Dehydration efficiency index (DEI))} = \frac{WL}{SG} \quad [3]$$

(Lazarides, Gekas i Mavroudis, 1997; Filipović, 2020).

Metod odzivne površine – Response Surface Methodology (RSM) odabran je za proračun opšteg uticaja parametara procesa na promenu ispitivanih odziva procesa. Analizom varijanse (ANOVA) i primenom „post-hoc Tukey HSD“ testa utvrđene su značajnosti uticaja pojedinačnih faktora i njihove interakcije.

Eksperimentalni plan se sastojao iz tri faktora na tri nivoa, gde su kao nezavisno promenljive veličine postavljene: vreme trajanja procesa ( $X_1$ ), koncentracija osmotskog rastvora - melase ( $X_2$ ) i temperatura procesa ( $X_3$ ); a posmatrani odzivi su: WL ( $Y_1$ ) i SG ( $Y_2$ ).

Na osnovu dobijenih eksperimentalnih rezultata izračunati su modeli zavisnosti odziva sistema od ispitivanih nezavisno promenljivih veličina u obliku jednačine polinoma drugog stepena:

$$Y_k = \beta_{k0} + \sum_{i=1}^3 \beta_{ki} X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{kii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{kij} X_i X_j, \quad k=1-2 \quad [4].$$

## REZULTATI I DISKUSIJA

Parametri prenosa mase u procesu osmotske dehidracije analiziraju se radi dobijanja kvalitetnih osmotski dehidriranih poluproizvoda, uz istovremeno ostvarenje uštede sirovina, vremena i energije i posledično povećanje ekonomičnosti procesa. Dobijeni rezultati analize parametara prenosa mase mogu da se koriste za optimizaciju i kontrolu upravljanja procesom osmotske dehidracije (Filipović, 2020).

U tabeli 1 prikazane su vrednosti WL i SG procesa osmotske dehidracije breskve u melasi. WL je jedan od najvažnijih odziva procesa osmotske dehidracije koji se koristi za analizu efikasnosti procesa pri različitim primenjenim parametrima procesa. WL parametar se koristi za kvantifikovanje primaranog toka materije u procesu osmotske dehidracije, koji je izlazak vode iz dehidrirajućeg materijala i prelazak u osmotski rastvor (Filipović i Lević, 2014; Filipović, 2020).

Analizom vrednosti WL može se uočiti da porastom vrednosti sva tri tehnološka parametra/nezavisno promenljive (vremena, koncentracije i temperature) dolazilo je i do statistički značajnog povećanja WL vrednosti dehidrirane breskve. Maksimalna WL vrednost postignuta je u procesu osmotske dehidracije breskve nakon 5 časova, u melasi

maksimalne koncentracije od 80 %<sub>s.m.</sub> i na temperaturi procesa od 50°C i iznosila je 0,7524 g/g<sub>i.s.</sub>

Do prirasta suve materije dolazi kao posledice sekundarnog prenosa mase u procesu osmotske dehidracije, odnosno prelaska rastvora iz osmotskog rastvora u dehidrirajuću sirovinu. Prirast suve materije je jedinstven za proces osmotske dehidracije i on se ne javlja kod drugih metoda sušenja. Ovaj mehanizam prenosa mase – prirast suve materije, dovodi do promene hemijskog sastava dehidrirane sirovine u poređenju sa svežom, netretiranom sirovinom (Filipović i Lević, 2014; Filipović, 2020).

Vrednosti SG procesa osmotske dehidracije breskve u melasi, tabela 1, pokazuju da sva tri tehnološka parametra statistički značajno utiču na SG vrednosti, odnosno povećanjem vremena, koncentracije i temperature, dolazilo je i do statistički značajnog povećanja SG vrednosti. Maksimalna SG vrednost postignuta je, kao i u slučaju sa WL, nakon 5 časova, u melasi maksimalne koncentracije od 80 %<sub>s.m.</sub> i na temperaturi procesa od 50°C i iznosila je 0,1069 g/g<sub>i.s.</sub>

Ovakvi rezultati analiza vrednosti pojedinačnih parametara prenosa mase u procesu osmotske dehidracije ukazuju na maksimalnu tehnološku efikasnost pri maksimalnim vrednostima tehnoloških parametara.

**Tabela 1.** Srednje vrednosti i standardne devijacije odziva procesa osmotske dehidracije

Vreme (h)	Koncentracija (% <sub>s.m.</sub> )	Temperatura (°C)	WL (g/g <sub>i.s.</sub> )	SG (g/g <sub>i.s.</sub> )
1	60	20	0,3184 ± 0,0035 <sup>a</sup>	0,0189 ± 0,0017 <sup>a</sup>
3	60	20	0,4898 ± 0,0018 <sup>g</sup>	0,0462 ± 0,0010 <sup>f</sup>
5	60	20	0,5886 ± 0,0071 <sup>k</sup>	0,0572 ± 0,0009 <sup>j</sup>
1	70	20	0,3477 ± 0,0032 <sup>b</sup>	0,0305 ± 0,0018 <sup>b</sup>
3	70	20	0,5154 ± 0,0023 <sup>h</sup>	0,0412 ± 0,0005 <sup>e</sup>
5	70	20	0,6114 ± 0,0089 <sup>m</sup>	0,0574 ± 0,0013 <sup>j</sup>
1	80	20	0,4152 ± 0,0032 <sup>e</sup>	0,0378 ± 0,0011 <sup>d</sup>
3	80	20	0,5600 ± 0,0067 <sup>j</sup>	0,0501 ± 0,0005 <sup>g</sup>
5	80	20	0,6832 ± 0,0046 <sup>q</sup>	0,0690 ± 0,0020 <sup>m</sup>
1	60	35	0,3556 ± 0,0036 <sup>b</sup>	0,0306 ± 0,0009 <sup>b</sup>
3	60	35	0,5358 ± 0,0028 <sup>i</sup>	0,0410 ± 0,0014 <sup>e</sup>
5	60	35	0,6241 ± 0,0074 <sup>n</sup>	0,0581 ± 0,0008 <sup>j</sup>
1	70	35	0,3751 ± 0,0029 <sup>c</sup>	0,0336 ± 0,0024 <sup>c</sup>
3	70	35	0,5988 ± 0,0019 <sup>lm</sup>	0,0517 ± 0,0006 <sup>gh</sup>
5	70	35	0,7004 ± 0,0075 <sup>q</sup>	0,0617 ± 0,0008 <sup>k</sup>
1	80	35	0,3996 ± 0,0044 <sup>d</sup>	0,0372 ± 0,0017 <sup>d</sup>
3	80	35	0,6128 ± 0,0012 <sup>m</sup>	0,0536 ± 0,0006 <sup>i</sup>
5	80	35	0,7181 ± 0,0124 <sup>r</sup>	0,0699 ± 0,0005 <sup>m</sup>
1	60	50	0,4074 ± 0,0014 <sup>de</sup>	0,0422 ± 0,0011 <sup>e</sup>
3	60	50	0,5909 ± 0,0052 <sup>kl</sup>	0,0720 ± 0,0010 <sup>n</sup>
5	60	50	0,6504 ± 0,0085 <sup>o</sup>	0,0949 ± 0,0007 <sup>q</sup>
1	70	50	0,4687 ± 0,0039 <sup>f</sup>	0,0536 ± 0,0009 <sup>hi</sup>
3	70	50	0,6654 ± 0,0074 <sup>p</sup>	0,0859 ± 0,0018 <sup>p</sup>
5	70	50	0,7035 ± 0,0066 <sup>q</sup>	0,1002 ± 0,0008 <sup>r</sup>
1	80	50	0,4789 ± 0,0014 <sup>f</sup>	0,0658 ± 0,0013 <sup>l</sup>
3	80	50	0,6981 ± 0,0080 <sup>q</sup>	0,0778 ± 0,0005 <sup>o</sup>
5	80	50	0,7524 ± 0,0041 <sup>s</sup>	0,1069 ± 0,0010 <sup>s</sup>

<sup>a-s</sup> Različita slova u eksponentu iste kolone tabele ukazuju na statistički značajnu razliku između vrednosti, pri nivou značajnosti od  $p < 0,05$  (na osnovu post-hoc Tukey HSD testa)

U tabeli 2 prikazani su ANOVA rezultati modela odzivnih površina koji su razvijeni na osnovu eksperimentalnih rezultata za proces osmotske dehidracije breskve u melasi, prikazanih u tabeli 1. Na osnovu ovih

rezultata analizirani su statistički značajni efekti procesnih parametara (vremena, koncentracije i temperature), kao i njihove međuzavisnosti na odzive matematičkog modela (WL i SG). U metodu odzivne površine korišćen je polinom drugog reda (Second Order Polynomial (SOP)) u obliku jednačine [4].

**Tabela 2.** ANOVA proračun procesa osmotske dehidracije breskve

Tehnološki parametri	Član	df+	WL	SG
Vreme	Linearni	1	0,337723*	0,005864*
	Kvadratni	1	0,016197*	0,000003
Koncentracija	Linearni	1	0,031885*	0,000638*
	Kvadratni	1	0,000162	0,000000
Temperatura	Linearni	1	0,043601*	0,004702*
	Kvadratni	1	0,000203	0,001000*
Proizvod parametara	Vreme × Konc.	1	0,000509	0,000015
	Vreme × Temp.	1	0,000215	0,000161*
	Konc. × Temp.	1	0,000030	0,000004
Greška	Ostatak varijanse	17	0,007586	0,000396
	Ukupan zbir kvadrata	26	0,438110	0,012783
r <sup>2</sup> (Koeficijent korelacije)			0,983	0,969

+ Broj stepeni slobode \* Statistički značajno na nivou  $p < 0,05$

Na osnovu ANOVA testa praćenih odziva breskve dehidrirane u melasi, tabela 2, vidi se da na vrednost odziva WL i SG statistički značajno ( $p < 0,05$ ) utiču sva tri procesna parametra (vreme, koncentracija i temperatura), sa tim što se kao najuticajniji parametar pokazalo vreme, zatim temperatura i na kraju koncentracija, što je u skladu sa osmotskom dehidracijom biljnog materijala (Mišljenović i sar., 2012).



Linearni članovi SOP-a sva tri procesna parametra, statistički značajno ( $p < 0,05$ ) doprinose formiranju oba modela WL i SG osmotske dehidracije breskve u melasi. Dodatno, kvadratni član za vreme u slučaju WL, a u slučaju SG, kvadratni član za temperaturu i proizvod parametara vreme  $\times$  temperatura, statistički su značajni.

Ostatak varijanse je mera odstupanja izračunatog matematičkog modela od eksperimentalno izmereni vrednosti odziva (Filipović, 2020) i ona nije bila statistički značajna ( $p < 0,05$ ) ni u jednom matematičkom modelu. To ukazuje da primenjeni modeli za ispitivane odzive procesa adekvatno prikazuju proces osmotske dehidracije breskve u melasi. Vrednost koeficijenta korelacije  $r^2$ , definisana kao odnos opisane varijacije sa ukupnom varijansom sistema (Madamba, 2002; Filipović, 2020), takođe je bila visoka za oba ispitivana odziva (0,983 i 0,969), ukazujući još jednom na dobro poklapanje modela SOP-a sa eksperimentalno izmerenim vrednostima.

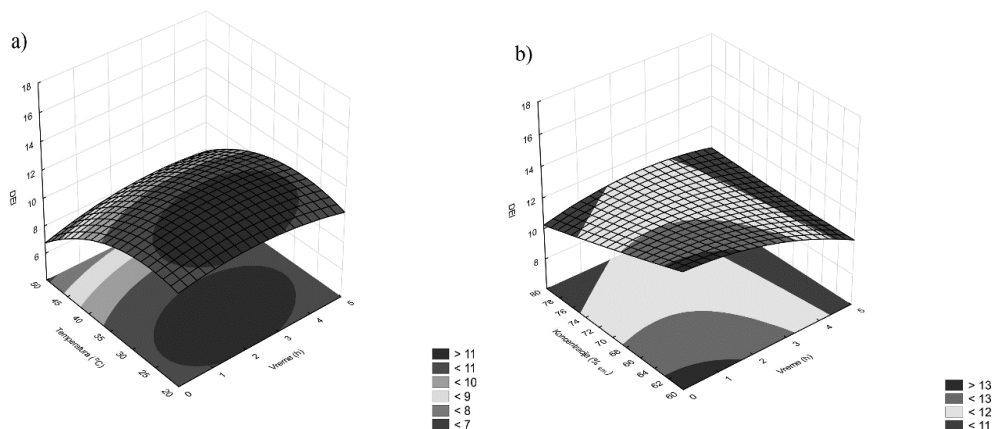
U tabeli 3 prikazani su regresioni koeficijenti SOP-a jednačina [4] za dva odziva modela osmotske dehidracije breskve u melasi, zajedno sa statističkim značajnostima pojedinačnih koeficijenata.

**Tabela 3.** Regresioni koeficijenti polinoma drugog reda za dva odziva procesa osmotske dehidracije breskve u melasi

	Y <sub>1</sub> (WL)	Y <sub>2</sub> (SG)
$\beta_0$	-0,290595	0,015457
$\beta_1$	0,128555*	0,009753
$\beta_{11}$	-0,012989*	-0,000183
$\beta_2$	0,010142	0,000807
$\beta_{22}$	-0,000052	-0,000001
$\beta_3$	0,001150	-0,003565*
$\beta_{33}$	0,000026	0,000057*
$\beta_{12}$	0,000326	-0,000056
$\beta_{13}$	-0,000141	0,000122*
$\beta_{23}$	0,000011	0,000004

\* Statistički značajno na nivou  $p < 0,05$

Na slici 1 prikazani su rezultati DEI procesa osmotske dehidracije breskve u zavisnosti od temperature, vremena i dehidracije koji ukazuju na zbirnu tehnološku efikasnost procesa u zavisnosti od primenjenih tehnoloških parametara.



**Slika 1.** DEI procesa osmotske dehidracije breskve u zavisnosti od:

- a) temperature i vremena procesa  
 b) koncentracije i vremena procesa

Na osnovu rezultata se zapaža poseban uticaj temperature na DEI parametar, odnosno, maksimalne vrednosti DEI parametra postižu se pri energetske nezahtevnoj temperaturi procesa od 20°C.

Celokupna potrošnja energije u procesu osmotske dehidracije različitih sirovina se kreće od rasponu od skoro 0 do 4000 kJ/kg uklonjene vode, što zavisi od dva faktora: temperature procesa i tretmana rastvora (Lenart i Lewicki, 1988; Filipović, 2013). Potrošnja energije u procesu direktno utiče na ekonomičnost procesa osmotske dehidracije. Upotrebom energetske nezahtevne temperature procesa od 20°C, postižu se niže vrednosti WL – parametra efikasnosti glavnog masenog toka, u opsegu od 9,20 do 13,09%. Međutim, kombinovani parametar tehnološke efikasnosti – DEI ukazuje na ukupno povećanje efikasnosti procesa primenom temperature procesa od 20°C, u opsegu od 40,67 do 51,71%. Izostanak energetske zahtevnosti u procesu na 20°C, uz ostvarenu visoku tehnološku efikasnost procesa, povećava ekonomičnost procesa u poređenju sa bilo kojim drugim primenjenim tehnološkim parametrima.

## ZAKLJUČAK

Povećanje tehnoloških parametara vremena trajanja procesa, koncentracije osmotskog rastvora i temperature procesa osmotske dehidracije breskve u melasi, dovodi do povećanja pojedinačnih parametara prenosa mase u procesu. Razvijeni matematički modeli procesa osmotske dehidracije breskve u melasi su pokazali dobra poklapanja eksperimentalnih sa proračunatim vrednostima i obezbedili praktičnu primenu u realnim uslovima.

Rezultati analize ukupne tehnološke efikasnosti procesa su ukazali na najveću tehnološku efikasnost na temperaturama procesa od 20°C. Najveća ekonomičnost procesa osmotske dehidracije breskve u melasi, ostvaruje se primenom energetski nezahtevne temperature procesa od 20°C, pri čemu se izbegavaju energetski troškovi procesa, a istovremeno dobijaju najbolji efekti tehnološke efikasnosti prikazani kroz parametre prenosa mase u procesu.

## Zahvalnica

Rezultati ovog istraživanja su deo naučnog projekta pod nazivom: "Proizvodnja i implementacija inovativnog proizvoda od domaće breskve unapređenih senzornih i nutritivnih osobina" koji finansira Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, broj ugovora: 142-451-2289/2021-01/02.

## LITERATURA

1. Chua K. J., Mujumdar A. S., Hawlader M. N. A., Chou S. K. & Ho, J. C. (2001). Batch drying of banana pieces—effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour. *Food Research International*, 34, (8) 721–731.
2. Della Rosa M. & Giroux, F. (2001). Osmotic Treatments (OT) and Problems Related to the Solution Management. *Journal of Food Engineering*, 49, (2-3), 223-236.
3. Filipović I. (2020). *Uticaj procesa osmotske dehidracije na promene mikrobiološkog profila dehidriranog poluproizvoda od*

- pilećeg mesa*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1-167.
4. Filipović V. (2013). *Uticaj procesa osmotske dehidracije na prenos mase i kvalitet mesa svinja*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1-183.
  5. Filipović V., Levčić Lj. (2014). *Kinetika procesa osmotske dehidracije i uticaj na kvalitet svinjskog mesa*, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1-134.
  6. Filipović V., Lončar B., Nićetin M., Knežević V., Filipović I., & Pezo L. (2014). Modeling Counter-Current Osmotic Dehydration Process of Pork Meat in Molasses. *Journal of Food Process Engineering*, 37, (5), 533-542.
  7. Lazarides H.N., Gekas V. & Mavroudis N. (1997). Apparent mass diffusivities in fruit and vegetable tissues undergoing osmotic processing. *Journal of Food Engineering*, 31, (3), 315-324.
  8. Le Maguer M. (1988). Osmotic dehydration: review and future directions. *Proceedings of the symposium in food preservation process* (283-309) Brussels, CERFCI.
  9. Lenart A. & Lewicki P. P. (1988): Energy consumption during osmotic and convective drying of plant tissue. *Acta Alimentaria Polonica*, 1, 65-72.
  10. Madamba P. S. (2002). The response surface methodology: an application to optimize dehydration operations of selected agricultural crops. *LWT - Food Science and Technology*, 35, (7), 584-592.
  11. Mišljenović N., Koprivica G., Pezo L., Levčić Lj., Čurčić B., Filipović V. et al. (2012). Optimization of the osmotic dehydration of carrot cubes in sugar beet molasses. *Thermal Science*, 16, 43-52.
  12. Panagiotou, N. M., Karathanos, V. T. & Maroulis Z. B. (1999). Effect of Osmotic Agent on Osmotic Dehydration of Fruits. *Drying Technology*, 17, (1-2), 175-189.
  13. Shi J. & Xue S. J. (2009). Application and Development of Osmotic Dehydration Technology in Food Processing. In: C. Ratti (ed.), *Advances in Food Dehydration* (190-231). Boca Raton, Florida, USA, Taylor & Francis Group.
  14. Torreggiani D. (1993). Osmotic Dehydration in Fruit and Vegetable Processing. *Food Research International*, 26, (1), 59-68.

15. Waliszewski K.N., Cortés H.D., Pardo V.T. & Garcia M.A. (1999). Color Parameter Changes in Banana Slices During Osmotic Dehydration, *Drying Technology*, 17, (4-5), 955-960.
16. Yadav A. K. & Singh S. V. (2014). Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Food Science and Technology*, 51, (9) 1654-1673.

## EFFICIENCY ANALYSIS OF THE PROCESS OF PEACH OSMOTIC DEHYDRATION IN MOLASSES

Filipović Jelena

Filipović Vladimir

Knežević Violeta

Lončar Biljana

Nićetin Milica

Ivanišević Dragan

**Abstract:** *Energy consumption reduction per unit of product' removed moisture is necessary to lower production costs and increase the overall efficiency of the dehydration process. The goal of this research was to analyse efficiency and economics of the peach in molasses osmotic dehydration process, by investigating mass transfer parameters. Time, concentration and temperature of the osmotic dehydration of peach in molasses were varied and responses of water loss and solid gain were measured. The results showed that with the technological parameters of time, concentration and temperature increase, individual mass transfer parameters also increased, where maximal values of 0.7524 g/g<sub>i.s.</sub> and 0.1069 g/g<sub>i.s.</sub>, were obtained for water loss and solid gain, respectively. On the basis of experimental data, mathematical models of peach osmotic*

*dehydration in molasses responses dependence from applied technological parameters were developed, which showed good correlations between experimental and calculated results. Combined technological efficiency parameter analysis showed a total efficiency increase in the range of 40.67 to 51.71%, by using process temperature of 20°C. The highest process economics was obtained by application of energy undemanding process temperature of 20°C, where energy costs were avoided while at the same time achieved highest value of technology efficiency.*

**Key words:** *Osmotic dehydration, peach, molasses, technology efficiency, mathematical modeling*