

MIKROTALASNO SUŠENJE PREHRAMBENIH VLAKANA ŠEĆERNE REPE

MICROWAVE DRYING OF DIETARY FIBERS FROM SUGAR BEET

Dr Ljubinko LEVIĆ, Aleksandar JOKIĆ, dr Julianna GYURA, dr Zoltan ZAVARGO
Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara, 1

REZIME

Laboratorijska mikrotalasna sušnica korištena je za sušenje prehrambenih vlakana šećerne repe. Sušnica je radila kontinualno (150, 250, 350 W) i impulsno (250 W). U impulsnom režimu rada korištena su dva vremena rada sušnice 2 i 4 minuta praćena sa vremenom preraspodele u trajanju od 4 do 12 minuta i 8 do 24 minute, respektivno. Sušenje je najbrže u kontinualnom režimu rada, ali je ovaj režim i zahtevao najduže vreme upotrebe mikrotalasa. U impulsnom režimu rada duži periodi primene mikrotalasa rezultovali su nešto većom brzinom sušenja, ali njih treba da prate i duži periodi preraspodele vlage unutar materijala. Za zadato vreme primene mikrotalasa duže trajanje perioda preraspodele dovodilo je do skraćanja ukupnog vremena korišćenja mikrotalasa tokom sušenja.

Cljučne reci: Šećerna repa, prehrambena vlakna, mikrotalasno susenje.

SUMMARY

A laboratory microwave oven was used to dry dietary fibers from sugar beet pulp. The microwave oven was operated both in continuous (150, 250, 350 W) and pulsed (250 W) modes. In the pulsed mode two term on times were used 2 and 4 minutes with range 4 to 12 minutes and 8 to 24 minutes, respectively. Drying was more rapid in continuous than in the pulsed mode. But, continuous mode required longer total power on time for drying. In the pulsed mode, longer power on times resulted in slightly faster drying, while longer power on times should be followed by relatively longer power off times. For a given power on time, increase in power off time helps to decrease the total power on time required for drying.

Key words: Sugar beet, Dietary fibers, Microwave drying.

UVOD

Visoke temperature kao i duže vreme sušenja u konvektivnim sušnicama, dovode do oštećenja proizvoda odnosno promene njegovih osobina: ukusa, mirisa, boje, nutritivne vrednosti, kapaciteta rehidracije itd. [4, 5]. Mikrotalasno sušenje je mnogo brže u odnosu na konvektivno, tako da je moguće postići zavidne rezultate u očuvanju kvaliteta proizvoda [3].

Mikrotalasi su elektromagnetni talasi, frekvencije od 300 MHz do 300 GHz. Mikrotalasna energija nije vid toplotne energije. Toplota je sekundarni parametar elektromagnetnog polja, koji utiče na materiju (npr. namernice). Prelazak mikrotalasne energije u toplotnu uslovljavaju dva fenomena. Molekuli sa dipolarnim momentom rotiraju u električnom polju. Rotirajući, oni menjaju polaritet i frekvenciju u deliću sekunde. Usled jakog trenja između molekula dolazi do izdvajanja toplote. Struja jona, nastala u električnom polju, se sudara sa ostalim molekulima pri čemu se oslobađa toplota, usled trenja.

Molekuli vode su polarni (što znači da mogu da rotiraju u električnom polju), a kako prehrambeni proizvodi sadrže uglavnom od 50-97% vode, mikrotalasna energija može se koristiti za njihovo sušenje.

U konvektivnim sušnicama, prvo se suši površina materijala, a zatim sve dublji slojevi do potpune dehidracije. Mikrotalasi su, međutim, sposobni da prodru u zapreminu materijala i ostvare uniformno temperaturno polje.

Pri mikrotalasnom sušenju dolazi do brže absorpcije energije, što dovodi do bržeg isparavanja vode tako da dolazi do znatne uštede energije i mnogo kraćeg vremena sušenja nego pri konvektivnom sušenju. Takođe, primenom ovog načina sušenja ne dolazi do skupljanja strukture materijala koji se suši, što je karakteristično za većinu tehnika konvektivnog sušenja. Stoga se

mogu očekivati bolje rehidracione karakteristike proizvoda koji se suši u mikrotalasnim sušnicama [6, 8].

Mikrotalasno sušenje je skup proces, te se retko koristi samo, ali ga je moguće kombinovati sa konvektivnim sušenjem, kako bi se skratilo vreme sušenja, odnosno na taj način se poboljšava efikasnost, ali i ekonomičnost sušenja. Pored kombinovanja sa konvektivnim sušenjem, moguća je i impulsna primena mikrotalasnog sušenja. Naime, u cilju postizanja veće ekonomičnosti mikrotalasno sušenje se može premenjivati određeni vremenski period nakon koga sledi period redistribucije temperature i vlage unutar materijala. Na ovaj način vreme potrebno za sušenje materijala je duže, ali je vreme korišćenja mikrotalasne energije kraće, što dovodi do uštede u energiji neophodnoj za sušenje [2].

MATERIJAL I METOD

Za eksperimente su korišteni ekstrahovani rezanci poreklom iz fabrike šećera "Bačka" – Vrbas. Ispitivana je promena sadržaja vlage tokom mikrotalasnog sušenja presovanih i dekolorisanih vlakana u tankom sloju pri primenjenim snagama mikrotalasa 150W, 250W i 350W. Dekolorisana vlakna dobijena su tretiranjem presovanih vlakana vodonik peroksidom u alkalnoj sredini (24 h), nakon čega su vlakna neutralisana, isprana i procedena u pamučnoj tkanini, a zatim presovana na laboratorijskoj presi kako bi se mehaničkim putem otklonila što veća količina vode. Posuda sa uzorkom vadena je iz sušnice nakon 2 minuta radi merenja. Da ne bi došlo do remećenja procesa sušenja, pri merenju, u sušnicu je stavljena nova posuda, a sada je uzorak sušen 4 minuta, tako je interval sušenja svake naredne posude sa uzorkom povećavan za dve minute, dok nije dostignuto vreme sušenja kada je masa uzorka konstantna (tačnost $\pm 0,01$ g).

Impulsna primena mikrotalasa: uzorak je sušen u mikrotalasnoj sušnici (snaga 250 W), tokom sušenja periodično su primenjivani mikrotalasi. Dva režima impulsne primene mikrotalasa:

- 1) period primene mikrotalasa u trajanju od 2 minuta dok su periodi odmora, odnosno preraspodele vlage unutar uzorka iznosili 4, 6, 9 i 12 minuta i
- 2) period primene mikrotalasa u trajanju od 4 minuta dok su periodi odmora iznosili 8, 12, 18 i 24 minuta

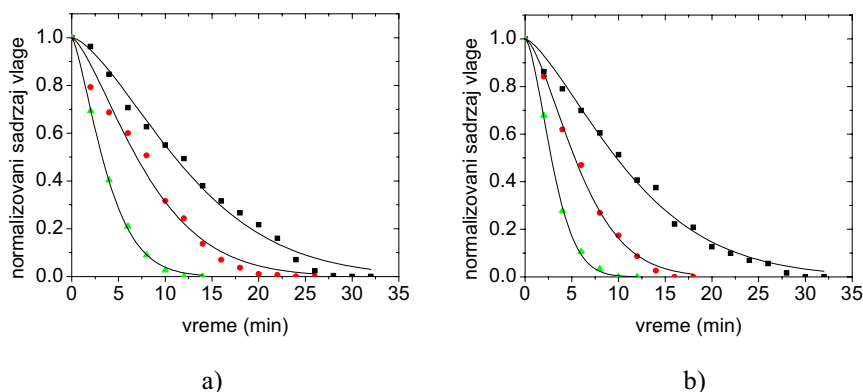
Uzorci su sušeni do konstantne mase, a merenja su obavljana tokom sušenja u uzorku, nakon čega su uzorci vraćani u mikrotalasu sušnicu na dalje sušenje. Rezultati su prikazani u obliku promene odnosa sadržaja vlage (MR) tokom vremena:

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e}$$

gde su: MR - odnos sadržaja vlage, M_t - sadržaj vlage u trenutku t (g vode/ g sm), M_0 - početni sadržaj vlage (g vode/ g sm), M_e - ravnotežni sadržaj vlage (g vode/ g sm). Ovaj izraz može se pojednostaviti ako se usvoji da je $M_e=0$, a ova pretpostavka je opravdana ako se radi o proizvodima kod kojih je polazni sadržaj vlage mnogo veći od početnog kao što je slučaj sa ekstrahovanim rezancima šećerne repe. Na taj način definisani odnos sadržaja vlage predstavlja, ustvari normalizovan sadržaj vlage

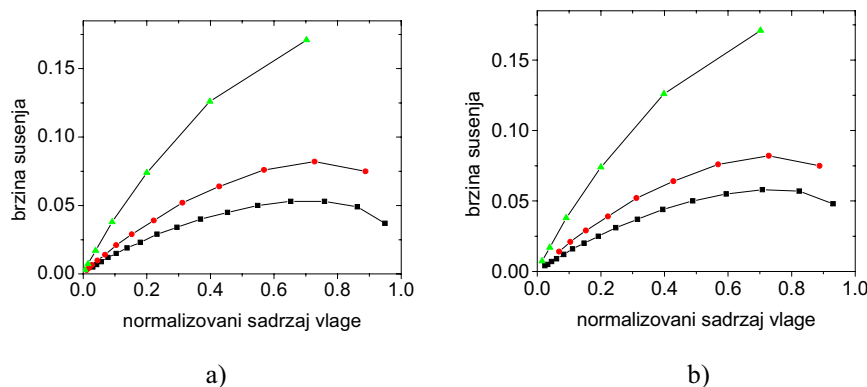
REZULTATI I DISKUSIJA

Krive zavisnosti normalizovanog sadržaja vlage prehrambenih vlakana od vremena mikrotalasnog sušenja prikazane su na slici 1. Na slici 2. prikazane krive brzine sušenja u zavisnosti od normalizovanog sadržaja vlage.



Sl. 1. Promena sadržaja vlage tokom kontinualnog mikrotalasnog sušenja a) presovanih i b) dekolorisanih vlakana, ■ 150W, ▲ 250W, ● 350W

Fig. 1. Change in moisture ratio in continuous microwave drying for a) pressed fibers and b) decolorized fibers, ■ 150W, ▲ 250W, ● 350W



Sl. 2. Brzina susenja kod kontinualnog mikrotalasnog sušenja a) presovanih i b) dekolorisanih vlakana, ■ 150W, ▲ 250W, ● 350W

Fig. 2. Change in drying rate in continuous microwave drying for a) pressed fibers and b) decolorized fibers, ■ 150W, ▲ 250W, ● 350W

Promena normalizovanog sadržaja vlage prehrambenih vlakana tokom sušenja ima oblik eksponencijalne krive. Vreme potrebno za sušenje presovanih vlakana iznosi 14, 24 i 32 minuta za snage 350, 250 i 150 W, respektivno. Vreme konvektivnog sušenja presovanih prehrambenih vlakana iznosi 210 minuta na 105°C. Za sušenje dekolorisanih vlakana potrebno je 10, 18 i 30 minuta na pomenutim snagama mikrotalasa, s druge strane za konvektivno sušenje dekolorisanih prehrambenih vlakana potrebno je 240 minuta na 105°C. Promene boje dekolorisanih vlakana uočena je nakon 12 minuta sušenja na 250 W i nakon 4 minuta za 350 W. Na višim vrednostima snaga mikrotalasa vlakna počinju da gore. Kraće vreme sušenja dekolorisanih vlakana može se objasniti formiranjem porozne strukture tokom mikrotalasnog sušenja usled isparavanja vlage iz zapremine uzorka, a kako je u dekolorisanim vlaknima prisutna veća količina vlage verovatno dolazi do formiranja poroznije strukture pa je i otpor difuziji vlage iz zapremine uzorka manji nego kod presovanih rezanaca [1].

U tabeli 1. prikazane su vrednosti ukupnog vremena sušenja kao i vremena tokom kojeg je primenjivana energija mikrotalasa. U periodičnoj primeni, za 2 kao i za 4 minuta, vreme upotrebe mikrotalasa opada sa porastom vremena preraspodele vlage u materijalu. Nakon preraspodele ponovna upotreba mikrotalasa uslovljavala je efikasnije sušenje. Duža vremena preraspodele neophodna su kada se mikrotalaso sušenje primenjuje u trajanju od 4 minuta jer tokom tog perioda dolazi do većeg zagrevanja materijala kao i većeg ukljanjanja vlage tako da je potrebno duže vreme kako bi se preostala vlaga preraspodelila u uzorku.

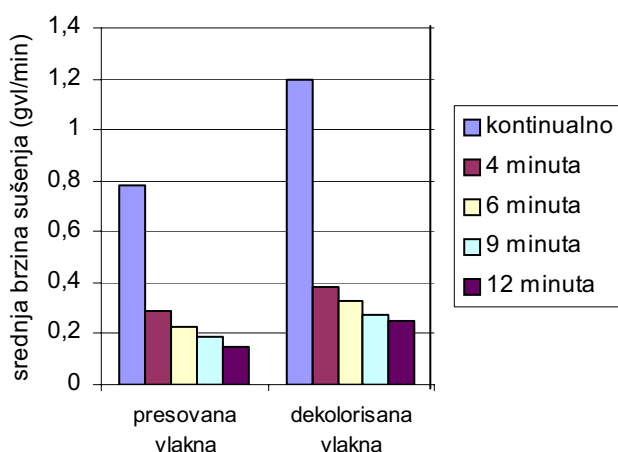
Srednje brzine sušenja vlakana za impulsnu primenu mikrotalasnog sušenja prikazane su na slici 3. za vreme primene mikrotalasa u trajanju od 2 minuta. Najviše vrednosti srednje brzine sušenja dobijene su za kontinualno mikrotalaso sušenje. Sa porastom vremena preraspodele vlage unutar uzorka srednja brzina opada, ali taj pad nije značajan jer duže vreme dovodi do bolje preraspodele vlage u uzorku tako da je naknadna upotreba mikrotalasa dovela do efikasnijeg sušenja [2].

Srednje brzine sušenja dekolorisanih vlakana su imale veće vrednosti jer je sadržaj vlage ovih vlakana veći tako da se u jedinici vremena uklanja veća količina vlage. Najbolja kombinacija vremena primene mikrotalasnog sušenja i perioda preraspodele vlage za dekolorisana vlakna (kod koje je najkraće vreme primene mikrotalasnog sušenja) je periodična upotreba mikrotalasa u trajanju od 4 minuta i periodom odmora od 18 minuta. Za presovana vlakna ova kombinacija je periodična upotreba mikrotalasa u trajanju od 4 minuta i periodom odmora od 24 minuta.

Tabela 1. Vreme trajanja kontinualnog i impulsnog mikrotalasnog sušenja

Table 1. Drying times for continuous and pulsed modes

MT sušenje	Odmor (min)	Presovana vlakna		Dekolorisana vlakna	
		Ukupno vreme (min)	MT sušenje (min)	Ukupno vreme (min)	MT sušenje (min)
Kontinualno	-	24	24	18	18
2 minuta	4	64	22	56	18
	6	82	20	66	16
	9	101	18	79	14
	12	128	18	86	12
4 minuta	8	76	24	52	16
	12	84	20	68	16
	18	114	20	70	12
	24	116	16	88	12



Sl. 3. Srednje brzine sušenja prehrambenih vlakana kod MT sušenja

Fig. 3. Average drying rate for dietary fibers during 2 minutes MW drying

ZAKLJUČAK

Mikrotalasno sušenje značajno skraćuje vreme potrebno za dobijanje osušenih prehrambenih vlakana šećerne repe. Primenom mikrotalasa u impulsnom režimu moguće je skratiti ukupno vreme primene mikrotalassne energije, mada dolazi do porasta ukupnog vremena sušenja usled perioda preraspodele vlage u materijalu. Duži periodi primene mikrotalasa rezultovali su nešto većom brzinom sušenja, ali njih treba da prate i duži periodi preraspodele vlage unutar materijala. Za zadato vreme primene mikrotalasa duže trajanje perioda preraspodele dovodilo je do skraćenja ukupnog vremena korišćenja mikrotalasa tokom sušenja.

NAPOMENA: Istraživanja su finansirana od strane Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije - projekt br. BTN 7.1.6.0441.B

LITERATURA

- [1] Andres, A., Bilbao, C., Fito, P.: Drying kinetics of apple cylinders under combined hot air-microwave dehydration, *Journal of Food Engineering* (2004) 63, s.71-78
- [2] Gunasekaran, S.: Grain drying using continuous and pulsed microwave energy, *Drying Technology* (1990), 8(5), s.1039 - 1047
- [3] Decareau, R.V.: Microwave in the food processing industry, *Food Technology* (1985) 41, s.85-91
- [4] Drouzas, A.E., Tsami, E., Saravacos, G.D.: Microwave/vacuum drying of model fruits gels, *Journal of Food Engineering* (1999) 63, s.679-683
- [5] Lin, T.M., Durance, T.D., Scaman, C.H.: Characterisation of vacuum, microwave, air, and freeze dried carrot slices, *Food Research International* (1998) 4, s.111-117
- [6] Prabhanjan, D.J., Ramaswamy, R.S., Raghavan, G.S.V.: Microwave assisted convective air-drying of thin layer carrots, *Journal of Food Engineering* (1995) 25, s.283-293
- [7] Tang, Z., Cenkowski, S., Muir, W.E.: Dehydration of sugar-beet pulp superheated steam and hot air, *American Society of Agricultural Engineers* (2000), 43(3), s.685-689
- [8] Tsami, E., Krokida, M.K., Drouzas, A.E.: Effect of drying on the sorption characteristics of model fruit powders, *Journal of Food Engineering* (1999) 38, s.381-392

Primljeno: 10.03.2005.

Prihvaćeno: 14.03.2005.

Bibliid: 1450-5029 (2005) 9; 1-2; p.35-37

UDK: 633.11:631.53.02

Stručni rad
Professional paper

KVALITET SEMENA PŠENICE U ZAVISNOSTI OD STEPENA DORADE WHEAT SEED QUALITY IN RELATION TO THE LEVEL OF PROCESSING

Jasna Vujinović, dipl.ing, Miloš Milićević, dipl. Ing, dr Lana Đukanović,
Institut za kukuruz Zemun Polje, Beograd - Zemun, Slobodana Bajića 1

REZIME

Visok prinos i kvalitetno seme pšenice zavise od izbora dobre sorte, od agroekoloških uslova u vreme formiranja i sazrevanja semena i od tehnoloških faza u toku dorade koje treba da održe postojeći kvalitet semena. Doradom semena izdvaja se najbolje seme za setvu sa najboljim komponentama kvaliteta. U ovom radu ispitan je kvalitet semena dve sorte ozime pšenice, Takovčanka i Renesansa po fazama dorade. Rezultati rada pokazuju kako tehnološke faze dorade na doradnom centru Instituta za kukuruz, utiču na kvalitet semena pšenice.

Ključne reči: Pšenica, dorada semena, kvalitet semena.