

Analizom varijansi je konstatovano da režim sušenja (temperatura vazduha) ne utiče bitno na uslovni modul elastičnosti, ali da značajan uticaj ima krajnja vlažnost zrna do koje se ono suši. Takođe se izvodi zaključak da sorta, to jest kvalitativan faktor ima bitnog uticaja na drobljenje zrna. Sorta "balkan" je sa aspekta drobljenja zrna najpovoljnija (najmanji udeo), zatim sledi "vojvođanka", a najnepovoljnija od ispitivanih je "afrodita".

ZAKLJUČAK

Zrna soje tri različite sorte su testirana u laboratorijskim uslovima na mehaničku čvrstoću. Plan eksperimenta je postavljen tako da se ispita uticaj vrste sorte, to jest specifičnosti fizičko-hemijskog sastava, bez dubljeg ulaženja u ovu analizu. Pored toga ispitan je uticaj režima sušenja i konačne vlažnosti zrna soje na uslovni modul elastičnosti. Rezultati 1500 testova koji su urađeni na laboratorijskom uređaju analizirani su standardnim statističkim metodama. Konstatovano je da sorta ima uticaja na mehaničku čvrstoću, ali da je krajnja vlažnost zrna pri procesu sušenja takođe od značajnog uticaja. Uočljivo je da vrednost uslovnog modula elastičnosti raste sa smanjenjem vlažnosti zrna.

LITERATURA

- [1] Babić, M., Babić Ljiljana, Lazić, V., Turan, J.: Ocena utroška neravnomernosti kvaliteta flekica soje u fabrici "Sojaprotein" Bečež, Izveštaj, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str.47, 2000.
- [2] Babić Ljiljana, Babić, M., Lazić V., Turan J.: Uticaj kvalitativnih i kvantitativnih faktora na uslovni sekantni modul elastičnosti za zrna soje, Letopis naučnih radova, 24(2000), 1-2, st. 5-11.
- [3] Babić, Ljiljana, Babić, M.: Sušenje i skladištenje, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, s. 306, 2000.
- [4] Babić Ljiljana, Babić, M., Brkić, M.: Sušenje i skladištenje uljanih kultura, poglavlje V u monografiji "Biodizel", Poljoprivredni fakultet Novi Sad, s.74-98, 1995.

Primljeno: 2.3.2001.

Prihvaćeno: 17.03.2001.

Biblid: 1450-5029 (2001) 5; 1-2, p. 6-10
UDK:66.047.1:637.181:633.34

Originalni naučni rad
Original scientific paper

OCENA EFIKASNOSTI SPRAJ SUŠENJA SOJINE BAZE SA ASPEKTA RACIONALIZACIJE POTROŠNJE ENERGIJE

EFFICIENCY EVALUATION FOR SPRAY DRYING OF SOYBEAN BASE FROM THE ASPECT OF ENERGY CONSUMPTION RATIONALIZATION

Dr Mirjana ĐURIĆ*, Nikola VUČKOVIĆ, dipl. ing. **, Tamara ZUBIĆ, dipl. ing. *

* Tehnološki fakultet, Novi Sad, Jugoslavija, Bulevar cara Lazara 1

** "Sojaprotein" AD, Bečež, Jugoslavija

REZIME

Sprej sušenje je proces koji karakteriše velika potrošnja energije. Jedan od mogućih načina njenog smanjenja je izbor optimalne temperature vazduha - agensa sušenja. Istraživanja uticaja temperature vazduha na ulazu u sušnicu izvedena su u laboratorijskom uređaju kapaciteta isparavanja 7,5 kg/h pri ulazno/izlaznim temperaturama vazduha od 300°C/90°C. Minimalna i maksimalna temperatura ulaznog vazduha iznosile su 170°C i 240°C, a variran je i broj obrtaja atomizera za formiranje kapi u rasponu od 35220 o/min do 49290 o/min. Merene su temperature (suvog i mokrog termometra) u karakterističnim stanjima za koje su utvrđeni i sadržaj vlage u vazduhu i njegova entalpija. Efikasnost sušenja je ocenjivana određivanjem:

- koeficijenta isparljivosti,
- razlike entalpija vazduha na izlazu iz realne i idealne sušnice i
- specifične potrošnje vazduha i toplote.

KLjučne reči: spraj sušenje, potrošnja energije, sojina baza.

SUMMARY

Spray drying is process characterized with high energy consumption. One of possible ways for reducing energy consumption includes selection of optimum inlet temperature of air - drying agent. Research on influence of inlet air temperature was conducted using laboratory scale equipment, with evaporation capacity 7.5 kg/h, with inlet/outlet air temperatures 300 °C/90 °C. Minimal and maximal inlet air temperatures were 170 °C and 240 °C. Number of rotary atomizer revolutions per minute was varied in a range from 35220 to 49290 rpm. Dry and wet bulb temperatures were measured in characteristic states. Moisture content and enthalpy of air were determined for those states too. Efficiency of drying was evaluated by determination of:

- evaporation coefficient,
- enthalpy difference of outlet air for real and ideal dryer
- specific consumption of air and heat.

Key words: spray drying, energy consumption, soyabean base.

UVOD

Spray sušenje, tj. sušenje raspršene suspenzije, je proces koji se ubraja u energetske veoma nepovoljne, budući da omogućava

dobijanje proizvoda u obliku finog praha. U tim slučajevima nemoguće ga je zameniti nekim od klasičnih procesa sušenja. Ono što nam stoji na raspolaganju jeste pokušaj smanjenja potrošnje energije izborom adekvatnog režima rada postrojenja. Za to je

potrebno varirati radne parametre (u ovom radu temperaturu vazduha na ulazu u sušnicu i broj obrtaja atomizera pomoću koga se formiraju kapi) i utvrditi njihov uticaj na efikasnost sušenja. Na osnovu procenjene efikasnosti moguće je predložiti optimalan režim rada uređaja i time postići racionalizaciju potrošnje energije.

MATERIJAL I METOD

Ispitivani sistemi

Uzorci ispitivani prilikom izvođenja eksperimenta potiču od rastvora sojinog mleka (Instant napitak od soje - "Izomil", proizvođač "Macrobiotic" Beograd) u destilovanoj vodi i rastvora sojinog zrna u vodi. Oba ova rastvora u praksi se mogu sresti pod imenom sojina baza. Proces sušenja izveden je na laboratorijskoj sušnici tipa LAB 1, čiji je proizvođač "Anhidro" - Kopenhagen, danas sastavni deo multinacionalne kompanije APV sa sedištem u New-York-u.

Sastav "Izomil"-a:

- sojina proteinska koncentracija
- maltodekstrin

Sadržaj:

- proteini 3%
- masti 1%
- ugljeni hidrati 7%

Sadržaj hranljivih materija dat je za rastvor dve supene kašike "Izomil"-a u 200 ml vode.

Sastav rastvora sojinog zrna u destilovanoj vodi:

- protein (Nx6,25) 4,180%
- ulje 0,540%
- ugljeni hidrati 5,600%
- pepeo 1,120%
- vlaga 88,56%

Koncentracija "Izomil"-a u destilovanoj vodi iznosila je 14,6%, dok je koncentracija suve materije u rastvoru sojinog zrna u vodi koji je poslužio kao peti ogleadni uzorak iznosila 12,69%.

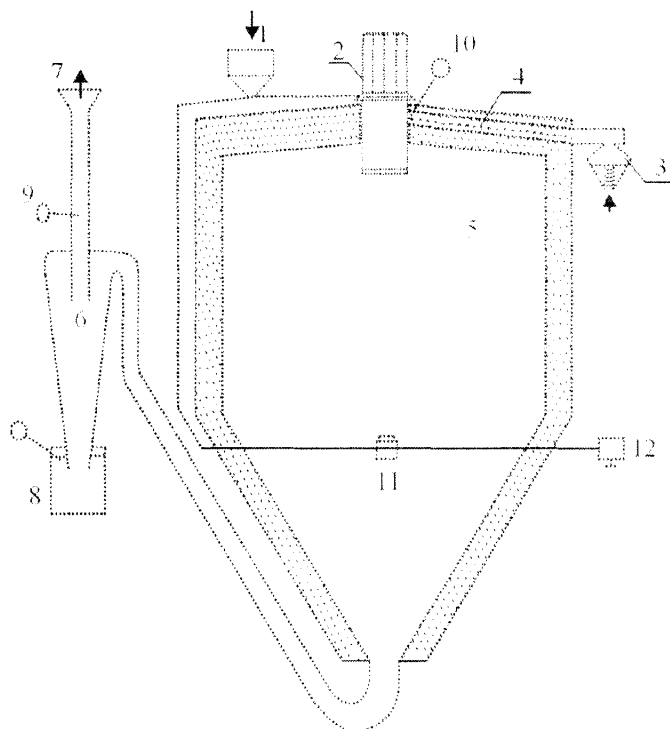
Eksperimentalni postupak

Kao što je već rečeno, istraživanja su izvršena (Vučković, N., 2000) na spraj sušnici tipa LAB 1 čije su osnovne karakteristike sledeće:

- Kapacitet isparavanja 7,5 kg/h pri ulazno/izlaznim temperaturama vazduha od 300/90 °C
- Maksimalna brzina atomizera 5x10⁴ obrtaja/min
- Instalirana snaga motora približno 0,74 kW
- Maksimalna snaga grejača vazduha 9 kW
- Maksimalna potrošnja komprimovanog vazduha 120 dm³/min
- Maksimalni pritisak vazduha 3,924 bar
- Prečnik komore 1 m
- Dimenzije: 2,6 x 1,2 x 1,3 m
- Neto masa 250 kg.

Sa slike 1, koja prikazuje principijelnu šemu ove sušnice, vidi se da je sušnica konstruisana tako da raspršivanje može da se obavi pod dejstvom centrifugalne sile (disk) i pod pritiskom (mlaznica). Proces sušenja odvija se na sledeći način: suspenzija iz posude za napajanje (1) slobodnim padom dolazi u atomizer (2) čiji se broj obrtaja može menjati promenom električnog napona i pod dejstvom centrifugalne sile raspršuje je u sitne kapi. Ventilator (3) potiskuje vazduh preko električnog grejača (4), različite snage, u komoru za sušenje (5). Sam proces sušenja se odvija unutar komore izmenom mase i toplote, a osušeni prah se odvaja od vazduha u ciklonu (6). Istrošeni vazduh izlazi kroz izduvnu granu ciklona (7), a osušeni prah se sakuplja u posudu za prah (8). Temperature ulaznog i izlaznog vazduha kontrolišu se pomoću termometara (9, 10). Ukoliko se proces atomizacije vrši pomoću mlaznice (11), napajanje se odvija pomoću pumpe, a pritisak se kontroliše redukcionim ventilom (12). Za proces sušenja mleka (u ovom slučaju "sojinog mleka"), pogodnije je centrifugalno raspršivanje, pa je ono primenjeno prilikom izvođenja eksperimenata.

Ova sušnica može uspešno da se primeni i na sušenje sapuna, deterdženata, ekstrakata kafe, kao i niza prehrambenih proizvoda, kao što su: mleko u prahu, soja, supe, sir, jaja, voćni sokovi, vitamini, proteini, enzimi, ulja, itd. (Carić, M., 1994; Nedeljkov, M., 1994; Uputstvo za upotrebu laboratorijske sušnice tipa LAB 1, 1973).



Sl. 1. Laboratorijska spraj sušnica tipa LAB 1

Fig. 1. Laboratory spray drier LAB 1

Legenda: 1. posuda za napajanje, 2. atomizer, 3. ventilator, 4. električni grejač, 5. komora za sušenje, 6. ciklon, 7. izduvna cev ciklona, 8. posuda za prikupljanje praha, 9. termometar za merenje temperature vazduha na izlazu, 10. termometar za merenje temperature vazduha na ulazu, 11. mlaznica, 12. redukcioni ventil za merenje pritiska

Plan eksperimenta

Osnovni parametri praćeni (mereni) prilikom rada prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Plan eksperimenta

Table 1. Experimental plan

Broj ogleđa	Ispitivani Sistem	t_{in} [°C]	t_{out} [°C]	Broj obrtaja atomizera o/min
1	Izomil	170	90	35220
2	Izomil	170	90	49290
3	Izomil	240	90	35850
4	Izomil	240	90	45670
5	Sojina baza	240	90	45700

REZULTATI I DISKUSIJA

Promene stanja agensa sušenja

Opšti izgled procesa sušenja u eksperimentalnoj spraj sušnici prikazan je na slici 2 (Masters, K., 1985; Љыков, М., В., 1966).

Imajući u vidu činjenicu da se stanje agensa sušenja (vazduha) menja u procesu sa dva stepena slobode, bilo je dovoljno izmeriti po dve fizičke veličine za potpuno definisanje svakog pojedinačnog stanja (videti sliku 2). Konkretno, stanja su definisana na sledeći način:

- stanje "1" - atmosferski vazduh, utvrđeno je merenjem temperature suvog (t_{1s}) i mokrog (t_{1m}) termometra;
- stanje "2" - zagrejan vazduh nakon prolaska kroz grejač na ulazu u uređaj za sušenje, određeno je merenjem njegove temperature ($t_{2s} = t_{1m}$) i primenom činjenice da se sadržaj vlage tokom zagrevanja ne menja ($H_{w2} = H_{w1}$);
- stanje "3" - vazduh neposredno na izlazu iz sušnice, utvrđeno je merenjem njegove temperature ($t_{3s} = t_{out}$) i korišćenjem činjenice da se njegov sadržaj vlage ne menja pri prolasku kroz cev za odvod pare i vazduha na izlazu iz ciklona;

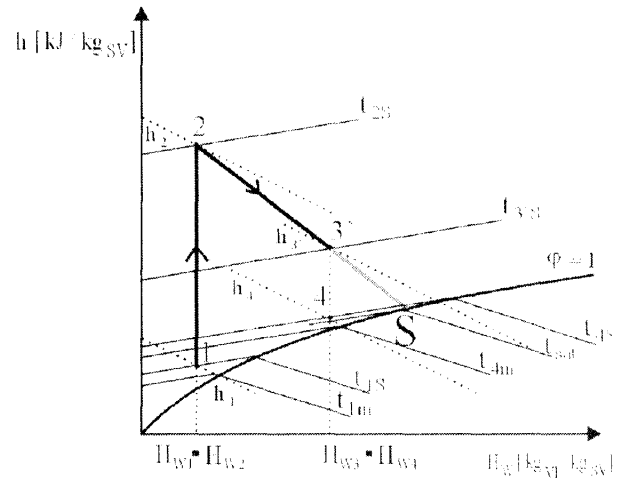
- stanje "4" - vazduh na izlazu iz cevi za odvod gasova iz uređaja, određeno je merenjem dve temperature, suvog i mokrog termometra (t_{is} i t_{im} , respektivno).

Podaci dobijeni merenjem prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Izmerene temperature [°C] u karakterističnim tačkama procesa sušenja

Table 2. Measured temperatures [°C] at characteristic points of drying process

Broj ogleđa	STANJE VAZDUHA						
	1		2	3'	4		S
	t_{is}	t_{im}	t_{in}	t_{out}	t_{is}	t_{im}	t_{sat}
1	24,5	19,0	170	90	48,3	31,4	350
2	24,5	19,0	170	90	51,1	34,7	382
3	26	19,5	240	90	49,1	33,2	357
4	27	19,0	240	90	51,8	35,6	371
5	27	19,0	240	90	51,2	35,0	357



Sl. 2. Opšti izgled procesa sušenja u eksperimentalnoj spraj sušnici

Fig. 2. Drying process in experimental spray drier

Tabela 3. Veličine stanja vlažnog vazduha u karakterističnim tačkama

Table 3. Wet air properties in characteristic points

Broj ogleđa	STANJE VAZDUHA							
	1		2		3'		4	
	H_{w1} [kg / kg _{DV}]	h_1 [kJ / kg _{DV}]	H_{w2} [kg / kg _{DV}]	h_2 [kJ / kg _{DV}]	$H_{w3'}$ [kg / kg _{DV}]	h_3' [kJ / kg _{DV}]	H_{w4} [kg / kg _{DV}]	h_4 [kJ / kg _{DV}]
1	0.011441	54.432	0.011441	206.37	0.023000	152.27	0.023000	10798
2	0.011441	54.432	0.011441	206.37	0.029333	168.68	0.029333	12729
3	0.011716	55.909	0.011716	277.53	0.026500	166.60	0.026500	11756
4	0.010833	54.546	0.010833	277.11	0.031345	177.90	0.031345	13309
5	0.010833	54.546	0.010833	277.11	0.030000	175.81	0.030000	12941

U poslednjoj koloni tabele 2 navedene su temperature zasićenog vlažnog vazduha, koji bi nastao upijanjem vlage u sušnici, pri temperaturi ulaznog vazduha t_{2s} . Ovaj podatak neophodan je za ocenu kvaliteta celokupnog procesa sušenja primenom tzv. koeficijenta isparljivosti. Veličine stanja vlažnog vazduha u karakterističnim tačkama procesa, značajne za dalju analizu sušenja, očitane su sa Mollierovog dijagrama (prema pravilima definisanim pomoću dijagrama na slici 2) i date u tabeli 3.

Ocena kvaliteta sušenja

Jedan od mogućih pokazatelja kvaliteta procesa sušenja je koeficijent isparljivosti (η_{isp}), definisan kao odnos stvarnog kapaciteta isparavanja i kapaciteta koji bi se ostvario u slučaju postizanja stanja zasićenja vazduha na izlazu iz sušnice:

$$\eta_{isp} = \left(\frac{T_2 - T_3}{T_2 - T_{sat}} \right) \cdot 100 \quad (\%) \quad (1)$$

Primenom podataka o temperaturama (iz tabele 2) izračunate su vrednosti koeficijenta isparljivosti prikazane u tabeli 4 i na konturnom dijagramu predstavljenom na slici 3.

Tabela 4. Koeficijent isparljivosti kao pokazatelj kvaliteta procesa sušenja

Table 4. Evaporation coefficient as a measure of drying process quality

Broj ogleđa	t_{in} [°C]	n [o / min]	η_{isp} [%]	$-D = h_3 - h_2$ [kJ / kg _{DV}]
1	170	35220	59.26	54.1
2	170	49290	60.70	37.69
3	240	35850	73.42	110.93
4	240	45670	73.93	99.21
5	240	45700	73.42	101.3

Analiza vrednosti iz tabele 4 i sa slike 3 ukazuje na sledeći zaključak: koeficijent isparljivosti raste sa porastom temperature vazduha na ulazu u sušnicu, u skladu sa očekivanjima; uticaj broja obrtaja na koeficijent isparljivosti je gotovo zanemarljiv.

Razlika entalpija vazduha na izlazu iz realne i idealne komore za sušenje (videti tabelu 4) negativna je u svim analiziranim slučajevima, što ukazuje na neadijabatski karakter realnog procesa sušenja (Babić, Lj., 2000). Odstupanje od idealnog procesa veće je na višim temperaturama ulaznog vazduha (240 °C).

Povećan broj obrtaja diska atomizera povoljno utiče na iskorišćenje energije, tj. smanjivanje toplotnih gubitaka u toku procesa sušenja.

Ovi zaključci mogu se izvesti i na osnovu analize konturnog dijagrama koji je predstavljen na slici 4.

Specifična potrošnja vazduha i toplote, za slučaj realnog sušenja, definisana je jednačinama 2 i 3:

$$l = \frac{1}{H_{w3'} - H_{w1}} \quad (\text{kg}_{SV} / \text{kg}_{H_2O}) \quad (2)$$

$$q = l (h_2 - h_1) \quad (\text{kJ} / \text{kg}_{H_2O}) \quad (3)$$

Korišćenjem prethodnih jednačina i vrednosti sadržaja vlage i entalpija u karakterističnim tačkama procesa (videti tabelu 3), izračunate su specifična potrošnja vazduha i potrošnja toplote za svaki pojedinačni eksperiment (režim sušenja). Dobijene vrednosti prikazane su u tabeli 5.

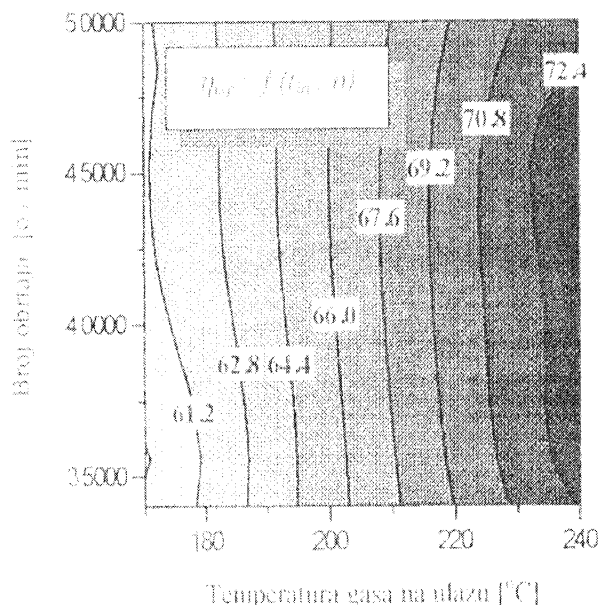
Tabela 5. Specifična potrošnja vazduha i toplote

Table 5. Specific consumption of air and heat

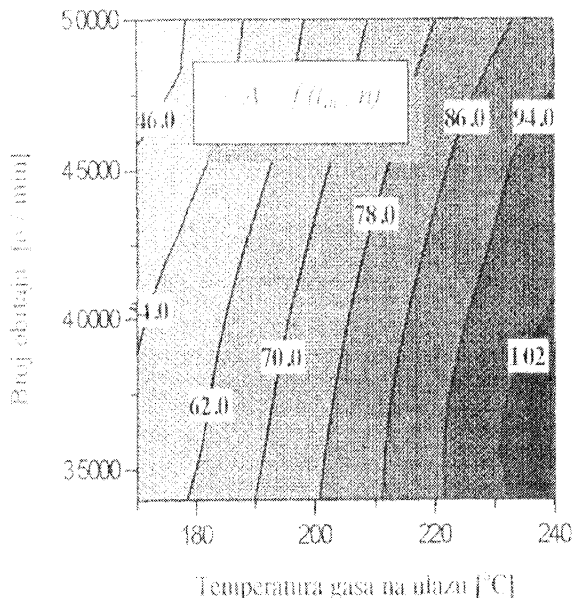
Broj ogleđa	t_{in} [°C]	n [o/min]	l [kg / kg _{H2O}]	q [kJ / kg _{H2O}]
1	170	35220	86.513	13145
2	170	49290	55.891	8492
3	240	35850	67.641	14991
4	240	45670	48.752	10850
5	240	45700	52.173	11612

Međusobnim poređenjem specifične potrošnje vazduha u ogledima 1 i 3 i 2 i 4, mogu se izvući zaključci o uticaju ulazne temperature agensa sušenja na proces, pri približno konstantnom broju obrtaja diska. Očigledno je da viša temperatura (240 °C) smanjuje potrebnu količinu vazduha u poređenju sa nižom temperaturom (170 °C); ovo smanjenje je izrazitije u slučaju sporijeg obrtanja diska (ogledi 1 i 3), dok se gotovo anulira pri brzem obrtanju diska (ogledi 2 i 4). Naime, okretanje diska brzinom od približno 50000 [o/min], čini proces efikasnim do te mere da vrednost temperature agensa sušenja postaje manje važna. Što se tiče specifične potrošnje toplote, treba imati u vidu da ona predstavlja proizvod dve veličine: specifične potrošnje vazduha (l) i promene entalpije vazduha usled zagrevanja (h_2-h_1). Već je utvrđeno da se specifična potrošnja vazduha smanjuje sa porastom t_m . Međutim, porast ulazne temperature vazduha sa 170 °C na 240 °C (za 41%), zahteva znatno veće ulaganje energije pri podizanju entalpije

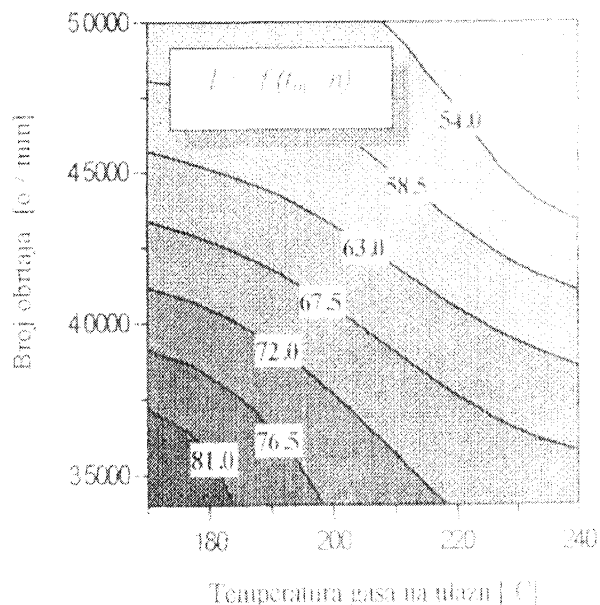
gasa, što se odražava na proizvod $l \cdot (h_2 - h_1)$, kao što je prikazano u poslednjoj koloni tabele 5. Na osnovu svega sledi da je specifična potrošnja energije veća u slučaju viših temperatura. Razlog leži u činjenici da je uticaj porasta entalpije pri zagrevanju na specifičnu potrošnju energije veći od uticaja smanjenja specifične potrošnje vazduha. Do ovih zaključaka dolazi se analizom dijagrama na slikama 5 i 6.



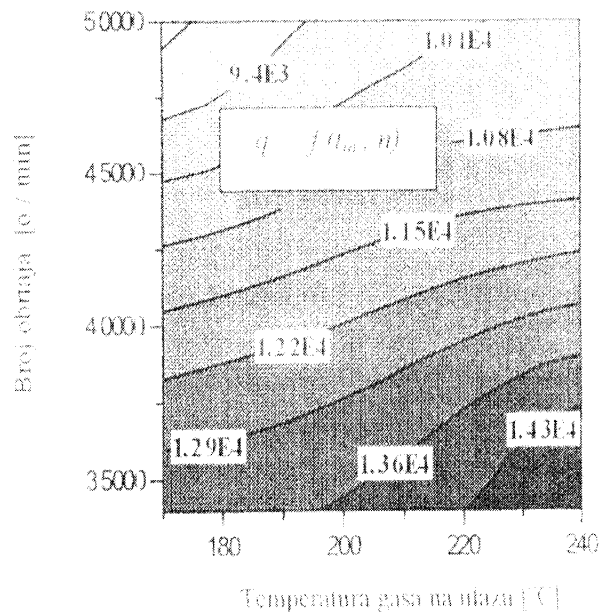
Sl. 3. Koeficijent isparljivosti kao funkcija broja obrtaja i temperature vazduha na ulazu
Fig. 3. Evaporation coefficient as a function of number of atomizer rpm and inlet air temperature



Sl. 4. Razlika entalpija kao funkcija broja obrtaja i temperature vazduha na ulazu
Fig. 4. Enthalpy difference as a function of number of atomizer rpm and inlet air temperature



Sl. 5. Specifična potrošnja vazduha kao funkcija broja obrtaja i temperature vazduha na ulazu
Fig. 5. Specific air consumption as a function of number of atomizer rpm and inlet air temperature



Sl. 6. Specifična potrošnja toplote kao funkcija broja obrtaja i temperature vazduha na ulazu
Fig. 6. Specific heat consumption as a function of number of atomizer rpm and inlet air temperature

Šta slika 3-6 može se videti da je uticaj nezavisno promenljivih (t_m, n) na posmatrane veličine različit. Uticaj temperature ulaznog vazduha je dominantan na koeficijent isparljivosti i razliku entalpija, dok uticaj broja obrtaja diska dominira u slučaju specifične potrošnje vazduha.

ZAKLJUČAK

Na osnovu navedenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- *Koeficijent isparljivosti* je direktna funkcija temperature, a slaba funkcija broja obrtaja, što sugeriše izbor više radne temperature kao optimalne. Pri tome, međutim, treba imati u vidu opasnost od denaturacije koja se mora izbeći.
- *Specifična potrošnja vazduha* utoliko je manja ukoliko je viša radna temperatura i veći broj obrtaja diska atomizera. Suprotno tome, *specifična potrošnja energije*, povećava se sa porastom temperature, a smanjuje se sa povećanjem broja obrtaja.

Iskustva navedena za potrošnju vazduha i energije, za različite radne uslove, mogu da pomognu u izboru optimalnog režima.

LITERATURA

- [1] Babić, Lj., Babić, M.: Sušenje i skladištenje, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Novi Sad, (2000)
- [2] Carić, M.: Concentrated and dried dairy products, VCH Publishers, Inc., New York, (1994)
- [3] Лыков, М., В., Леончик, Б., И.: Распылительные сушилки, Машиностроение, Москва, (1966)
- [4] Masters, K.: Spray Drying Handbook, 4 th ed. George Godwin, London, pp. 696. (1985)
- [5] Nedeljkov, M., Stakić, M.: Osnove tehnike sušenja. Institut za energetiku i procesnu tehniku, FTN u Novom Sadu, Novi Sad, (1994)
- [6] Uputstvo za upotrebu laboratorijske sušnice tipa LAB 1, Anhydro, Kopenhagen, (1973)
- [7] Vučković, N.: Analiza procesa sušenja sa raspršivanjem sojine baze, Diplomski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, (2000)

Primljeno: 19.3.2001.

Prihvaćeno: 21.3.2001.

Biblid: 1450-5029 (2001) 5; 1-2, p. 10-14
UDK:66.047.1:637.181:633.34:554.03

Originalni naučni rad
Original scientific paper

UTICAJ RADNIH PARAMETARA NA FIZIČKE KARAKTERISTIKE SOJINOG PRAHA DOBIJENOG SPREJ SUŠENJEM

INFLUENCE OF WORKING PARAMETERS ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOYBEAN POWDER PRODUCED BY SPRAY DRYING

Dr Mirjana ĐURIC*, Nikola VUČKOVIĆ dipl. ing. **, Dr Marijana CARIC*

* Tehnološki fakultet, Novi Sad, Jugoslavija, Bulevar cara Lazara 1

** Sojaprotein AD, Bečej, Jugoslavija

REZIME

Značajna prednost sprej sušenja, u poređenju sa ostalim procesima, je mogućnost dobijanja finog praha, željenih karakteristika. Uticaj na osobine gotovog proizvoda postiže se variranjem radnih parametara, naročito: temperature vazduha na ulazu u uređaj i broja obrtaja atomizera. Istraživanja su izvedena u laboratorijskom uređaju kapaciteta isparavanja 7,5 kg/h pri ulazno/izlaznim temperaturama vazduha od 300 °C/90 °C. Minimalna i maksimalna temperatura ulaznog vazduha iznosile su 170 °C i 240 °C dok je broj obrtaja atomizera varirao od 35220 o/min do 49290 o/min.

Merene su sledeće fizičke karakteristike praha:

- veličina čestica
- gustina
- suva materija i
- rastvorljivost.

Korelisane su ove karakteristike sa temperaturom ulaznog vazduha i brojem obrtaja atomizera kao nezavisno promenljivim veličinama.

Ključne reči: sprej sušenje, fizičke karakteristike praha, sojin prah.

SUMMARY

Significant advantage of spray drying, comparing to other techniques, lies in the possibility of producing a fine powder with desirable characteristics. Influencing a final product characteristics can be achieved by varying of working parameters, especially: inlet air temperature and number of rotary atomizer revolutions per minute. Research was conducted using laboratory scale equipment with evaporation capacity 7.5 kg/h with inlet/outlet air temperatures 300 °C/90 °C. Minimal and maximal inlet air temperatures were 170 °C and 240 °C. Number of revolutions per minute was varied in a range from 35220 to 49290 rpm.

Following physical characteristics of powder were measured:

- particle size
- bulk density
- dry matter and
- solubility.

Those characteristics were correlated with inlet air temperature and number of revolutions per minute as independent variables.

Key words: spray drying, physical characteristics of powder, soyabean powder.