

OBNOVLJIVA BIOMASA U TEHNIČKO - TEHNOLOŠKIM SISTEMIMA SUŠENJA LEKOVITOG I AROMATIČNOG BILJA

D. Raičević, F. Kosi, Đ. Ercegović, Đ. Vukić¹

Ključne reči: Sušenje, eksperimentalna sušara, otpadna biomasa, radni parametri, biljni materijali, energetska efikasnost

SAŽETAK:

U radu je dat pregled rezultata eksperimentalnih ispitivanja tehničko-tehnoloških parametara sušenja lekovitog i aromatičnog bilja (peršun, nana, timijan, odoljen, kesten i žalfija).

Eksperimentalna istraživanja su sprovedena na prototipu industrijske univerzalne sušare sa obnovljivom biomasom (drvo i otpadni biljni materijali) kao primarnim izvorom toplote. Analizirani su temperatura i relativna vlažnost vazduha za sušenje, vlažnost i temperatura materijala, brzina sušenja kao i specifična potrošnja energije. Kao parametri kvaliteta usvojeni su sadržaj vlage, sadržaj i gubici etarskih ulja. Specifična potrošnja energije iznosila je 4500-6000 kJ/kg isparene vlage.

1. UVOD

Lekovito bilje, gljive, voće i ostali poljoprivredni proizvodi predstavljaju vrlo osetljive materijale koji zahtevaju brzu obradu odmah posle branja [4,5] da bi se sačuvala aktivne supstance i senzorska svojstva. Proces sušenja mora biti indirektan sa regulisanom temperaturom, vlažnošću i brzinom strujanja vazduha. Polazeći od ovih zahteva, na Poljoprivrednom fakultetu u Beogradu razvijen je model univerzalne sušare za lekovito bilje, gljive, voće, povrće i druge termički osetljive materijale. Definisana odgovarajuća metodologija ispitivanja podrazumeva korišćenje čvrstih biljnih i drvnih otpadaka kao pogonskog goriva.

U radu [5] je dat detaljan opis instalacije i merne aparature i procedure merenja. Uzorci lekovitog i aromatičnog bilja (peršun, nana, timijan, odoljen, kesten i žalfija) uzeti su sa plantaža Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Josif Pančić" u Pančevu. Merenja sadržaja etarskih ulja obavljena su u laboratorijama Instituta za proučavanje lekovitog bilja

¹ Dragiša Raičević, red. prof., Franc Kosi, red. prof., Đuro Ercegović, red. prof., Đukan Vukić, red. prof., Institut za poljoprivrednu tehniku, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.

"Josif Pančić" u Beogradu. Ocena kvaliteta biljne lekovite sirovine sprovedena je na osnovu analiza hemijskih konstanti rađenih prema [6]

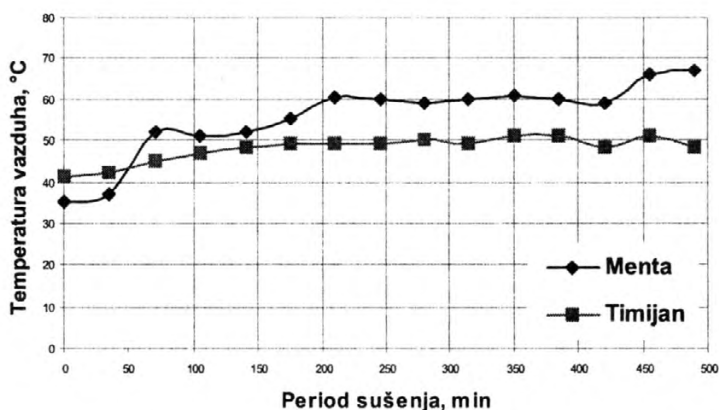
2. PRIKAZ REZULTATA ISPITIVANJA

Tokom eksperimenata temperatura vazduha na ulazu u komoru za sušenje iznosila je 37-70°C. Temperatura spoljašnjeg vazduha se kretala u opsegu 19-32°C. Istovremeno, relativna vlažnost spoljašnjeg vazduha iznosila je 33-47 %. Prosečna vrednost zapreminskog protoka vazduha bila je 5600-6200 m³/h. Brzina strujanja vazduha kroz sloj materijala prosečno je iznosila 0,4-0,6 m/s, a u slobodnom preseku sušare 0,9-1,0 m/s. Prosečna brzina sušenja (svedena na jedinicu površine lesa) bila je 0,312-0,345 kg /m² h. Prosečna varijacija temperature vazduha na ulazu u sloj materijala iznosila je ±2 °C.

Tokom procesa kontinualno su praćene merodavne strujnotermičke karakteristike, a na uzorcima sušenog materijala koji su periodično uzimani neposredno iz komore za sušenje, vršeno je određivanje parametara kvaliteta. Kao parametri kvaliteta posmatrani su: sadržaj vlage, sadržaj i gubici etarskih ulja tokom procesa.

Na dijagramu na slici 1 prikazana je promena temperature vlažnog vazduha na ulazu u komoru pri sušenju mente i timijana. Relativno velika varijacija temperature (netipično velika!) bila je posledica izrazito promenljivih uslova okoline čiji uticaj nije mogao biti u potpunosti otklonjen sistemom za regulaciju temperature.

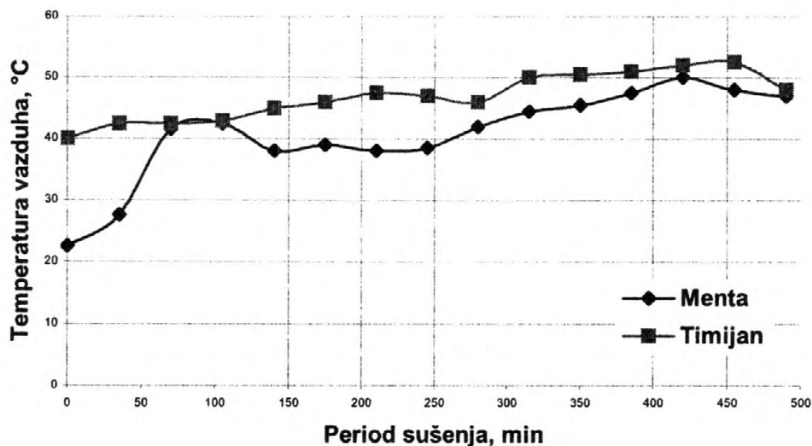
Sl. 1. Promena temperature vazduha na ulazu u komoru za sušenje



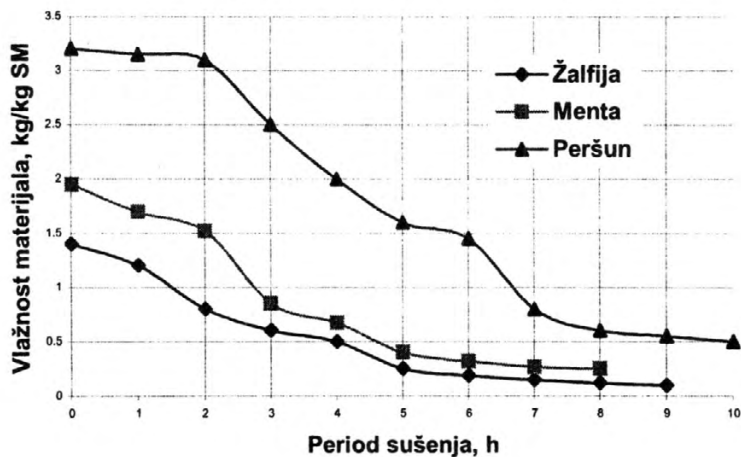
Na dijagramu na slici 2 prikazana je promena temperature vazduha na izlazu iz komore za sušenje. Osim u početnom periodu, temperatura na izlazu u dobrom stepenu "prati" temperaturu vazduha na ulazu u komoru. Relativno mala promena temperature pri prolazu kroz sloj sušenog materijala posledica je male dužine komore (i kratkog vremena

kontakta vazduha i materijala). Niska temperatura u početnom stadijumu sušenje mente može da se objasni velikom masom i vlažnošću polaznog materijala.

Sl. 2. Temperatura vazduha na izlazu iz komore za sušenje



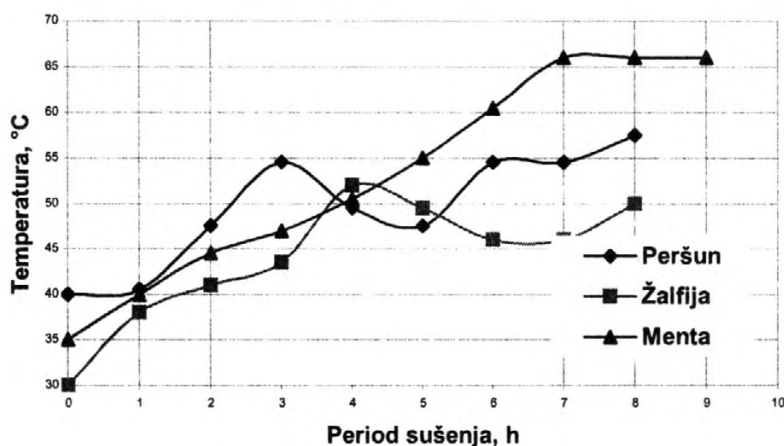
Sl. 3. Promena vlažnosti materijala



Na slici 3. data je promena vlažnosti sušenog materijala tokom perioda sušenja. Karakteristični tok vlažnosti sa izraženim padom vrednosti u početnim satima procesa registrovan je na svim merenjima.

Na slici 4 prikazana je promena temperature sušenog materijala. Za sve ispitivane materijale karakterističan je rast temperature tokom procesa. Razlike temperature vlažnog vazduha i sušenog materijala kretala se u rasponu 5-10°C.

Sl. 4. Promena temperature sušenog materijala



U tabeli 1 prikazani su rezultati merenja sadržaja i gubitka etarskih ulja pri sušenju lekovitog i aromatičnog bilja koji su posledica termičkog tretmana ispitivanih materijala. Sadržaj i gubitak etarskih ulja u materijalu izraženi su u odnosu na suhu materiju.

Tabela 1. Maseni sadržaj etarskih ulja sveden na suhu materiju g/kg SM

Biljna vrsta	ξ_s	x_s	ξ_p	$\Delta\xi$
	g/kg SM	kg/kg VM	g/kg SM	%
Peršun <i>Petroselinum sativum</i> HOFFM*	31,2	0,108	20,1	35,6
Menta <i>Mentha piperita</i> L.	23,6	0,088	15,1	36,1
Timijan <i>Thymus vulgaris</i>	24,3	0,077	17,6	27,6

* List peršuna

3. POTROŠNJA ENERGIJE ZA SUŠENJE

Potrošnja energije za sušenje određivana je na dva načina: "računski" na osnovu izobarske promene entalpije pri zagrevanju vazduha duž grejne površine razmenjivača toplote, i direktno, merenjem utroška ogrevnog drveta i otpadne čvrste "ratarske i šumske"

biomase u toplovodnom kotlu sušare. Detaljni rezultati određivanja energetske potrošnje za sve ispitivane materijale mogu se naći [1,3].

“Stvarna” specifična potrošnja toplote (određena promenom entalpije vazduha) kretala se u rasponu od 4500-6000 kJ/kgW. Značajna razlika u utrošku energije uočava se samo u pojedinim režimima sušenja, dok se neznatne razlike između eksperimenata za isti režim mogu objasniti nepostojanjem identičnih uslova za sve eksperimente kao i greškama merenja. Istovremeno, potrošnja energije "unešene" ogrevnom biomasom bila je za 35-49% veća, što ukazuje na velike gubitke pri transformaciji energije na uređaju za pripremu tople vode.

4. ZAKLJUČAK

U razmatranju mogućnosti korišćenja čvrste biomase u sistemima za sušenje, ističemo sledeće opšte stavove [6]:

- korišćenje otpadne čvrste biomase omogućava značajnu supstituciju fosilnih goriva u procesima sušenja, i posebno je pogodno za decentralizovane sisteme malog kapaciteta, locirane u nerazvijenim ruralnim područjima bez razvijene energetske infrastrukture.
- osnovna prednost biomase kao goriva je njena “ekološka” vrednost” (smatra se da se stvaranjem CO₂ pri sagorevanju biomase ne narušava ravnoteža CO₂ u globalnim razmerama)
- sagorevanje (ili kosagorevanje biomase i uglja) omogućava da se, bez velikih ulaganja za prepravku postojećih uređaja, bitno umanja emisija štetnih materija (NO_x i CO);
- za uspešan razvoj tehnologija korišćenja biomase potrebno je rešavanje određenih problema koji proizilaze iz specifičnosti fizičko-hemijskih osobina biomase (heterogenost i promenljivost sastava, nesavršenost tehnologija i kontrole procesa sagorevanja);
- za razmatranje i donošenje odluka o širenju primene biomase u industrijskim sistemima za sušenje, neophodne su ocene ukupne energetske efikasnosti sistema – lanca proizvodnje biomase, prikupljanja, manipulacija, transporta, mehaničke i druge pripreme ostatka ili namenski proizvedene biomase.

LITERATURA:

- [1] Raičević D., Ercegović Đ., Kosi, F., Vukić, Đ., Živković, M., Radojević, R., Milenković R.: *Projekat prototipa univerzalne vučene sušare UVS-4*, Inovacioni projekat, Ministarstvo za nauku i tehnologiju Srbije (Evidencioni broj Projekta: I.4.0780), Beograd (1995-2000)..
- [2] Koldžić, G., D. Voronjec, M., Gojak, F. Kosi, M. Todorović: *“Parametarska analiza procesa sušenja hibridnim sistemom PSE-toplotna pumpa”*, KGH, Vol. 25 Br. 1, pp.69-76, Beograd 1996.
- [3] Kosi, F., Milenković R., Raičević D., Ercegović Đ., Vukić Đ., Živković M., Radojević R.: *“Eksperimentalno određivanje parametara sušenja biljnih materijala”*, Poljoprivredna tehnika, broj 1/2, novembar 1996. s. (1-16).

- [4] Raičević, D., Ercegović, Đ., Kosi, F., Vukić, Đ.: "*Problemi mehanizacije pri proizvodnji kamilice*", Monografija "Kamilica", Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Beograd, pp. 80-97, 1997.
- [5] D. Raičević, Đ. Ercegović, F. Kosi, Đ. Vukić: "*Korišćenje biomase za sušenje prikaz prototipa industrijske univerzalne sušare*", *Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene u zemlji*, Budva, pp 102-106, oktobar 2001.
- [6] Ph. Jug. IV, Izdanje Saveznog zavoda za zdravstvenu zaštitu, Beograd 1984.

RENEVABLE BIOMASS IN TECHNICAL TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR MEDICAL AND AROMATIC PLANT DRYING

ABSTRACT:

A review of the results of experimental investigation of plant materials drying processes has been given in this paper.

Experimental investigations performed have been based on the prototype of universal drying plant using agriculture and forestry waste biomass as fuel. It is a special interest to obtain the temperature and relative humidity of air, moisture and temperature of material, overall drying rate and specific energy consumption data. Dry matter and ethereal oils content are chosen as quality characteristics of drying process. Specific energy consumption has been 4500-6000 kJ/kg of water evaporated.