

## SUŠENJE LISTA PAPRENE METVICE (*Mentha piperita*) U ELEMENTARNOM (TANKOM) SLOJU

S. PLIESTIĆ i Nadica DOBRIČEVIĆ

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport

Faculty of Agriculture, University of Zagreb  
Department for Agricultural Technology, Storage and Transport

### SAŽETAK

List paprene metvice (*Mentha piperita*) bio je sušen u elementarnom (tankom) sloju u sušnici na temperaturama zraka raspona od 35 do 60 °C. Porast temperature radnog medija (zraka) značajno je smanjio vrijeme sušenja lista. Podaci o sušenju lista paprene metvice analizirani su i u pogledu difuzije u periodima sušenja.

Ključne riječi: list paprene metvice, sušenje, modeliranje

### OPĆENITO O PAPRENOJ METVICI (*Menthae Piperitae*)

*Mentha piperita* L. ; *Lamiaceae* (*Labiatae*), usnjače

Narodna imena: menta, metva

Strani nazivi: engl. peppermint; rus. holodk; njem. Pfefferminze; franc. menthe poivree



Sl. 1.: Paprena metvica

Kultivirana paprena metvica upotrebljava se već 250 godina kao jedna od najvažnijih ljekovitih biljaka za proizvodnju eteričnog ulja, lijekova i čajeva.

Paprena metvica se upotrebljava u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji. Zbog velike potražnje za suhim listom paprene metvice i eteričnim uljem površine zasađene metvicom sve se više šire. Najveći su svjetski proizvođači paprene metvice SAD (osobito Indiana, Kalifornija, Oregon), Brazil, Japan i Bugarska.

U RH se intenzivno proizvodila pedesetih, šezdesetih i osamdesetih godina, ali je zbog ratnih djelovanja proizvodnja gotovo prestala.

Pedeset poznatih vrsta metvice (*Mentha* L.) pripada porodici usnjača. U našoj zemlji raste nekoliko divljih vrsta, a upotreblijive su tri-četiri vrste. Najvažnija je, u svijetu i u nas, samo *Mentha piperita* L. To je višestruki sortni hibrid, vjerojatno nastao križanjem vrste *M. aquatica* L. i *M. spicata* L. (*M. Viridis* L). S obzirom na to da eterična ulja *Menthae piperitae* L. i *M. aquaticae* L. sadrže mentol, sigurno je *M. aquatica* L. upotrijebljena u stvaranju hibrida (Kolak, Rozić, 1997.)

Metvica kao višegodišnja biljka u početku raste sporo, ali 15 do 20 dana pošto nikne počinje intenzivnije rasti, pa procvate 80 do 100 dana pošto nikne (ovisno o vrsti i ekološkim uvjetima). Jednakom brzinom rastu podzemne i nadzemne vriježe (stolone). U našim krajevima metvica prvi put procvate sredinom lipnja i cvate do početka srpnja, a drugi put procvate tijekom rujna.

Kao droga upotrebljavaju se - list (*Menthae piperitae folium*) i stabljika s listovima i cvatovima (*Menthae piperitae herba*).

Za dobivanje droge ubire se stabljika kad biljka počne cvjetati i krupno zdravo lišće. Dužina im je do 9 cm, s kratkom peteljkom (0,5 –1,0 cm). Droga ne smije sadržavati ni vrhove stabljike više od 7%, a mora se čuvati dobro zatvorena i zaštićena od svjetlosti, ali ne dulje od godine dana (Kolak i Rozić, 1997).

Drogu je potrebno sušiti u tankom sloju, prisilnim prostrujanjem radnog medija (zraka) u sušnicama (30-60 °C). Sve ostalo (stabljika, sitno lišće i crveni pupoljci) koriste se za destilaciju eteričnog ulja. Druga berba koncem ljeta ili početkom jeseni daje slabiju kakvoću lišća.

Lišće paprene metvice (mente) vrlo se često upotrebljava u raznim mješavinama čajeva kao jedan od važnih sastojaka, koji mu uz ljekovita svojstva, daje i ugodan miris i ukus.

Herba (*Menthae piperitae herba*) se rjeđe traži, poradi slabije kakvoće u usporedbi s lišćem. Koristi se uglavnom za destilaciju eteričnog ulja (*Aetherolum Menthae piperitae*).

Eterično ulje metvice sadrži više od 20 sastojaka. Karakterističan miris i okus eteričnog ulja potječe od mentola, kojega ima od 40 do 60%. Mentol je ujedno i najvredniji sastojak po kome se određuje kakvoća eteričnog ulja metvice. Važno je stoga znati da je udio mentola najveći u mladim listovima, a u cvjetovima se povećava udio manje cijenjenoga mentofurana, karakterističnoga za *M. piperitu*, pa košnju paprene metvice valja obaviti prije cvjetanja. Eterično

ulje sadrži još menton (15-25 %), 1,8-cineol (0,1-1,5 %),  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen i mentofuran.

Dobiva se iz listova ili cijele stabljike različitih vrsta i varijeteta metvice. Iskorištenje je 0,5 do 1,7 %. Najvažnija su ulja s visokim udjelom mentola (koja su sirovine za njegovo dobivanje). Ulje paprene metvice dobiva se iz biljke *Mentha piperita* L. Međutim istraživanjima je također utvrđeno da na kakvoću i kompoziciju eteričnog ulja paprene metvice značajan utjecaj ima i postupak i temperature sušenja. Tako se količina eteričnog ulja sa 1% (v/v) kod temperature sušenja od 40 °C, značajno smanjuje na 0,14% (60 °C), odnosno 0,12% (80 °C). Više temperature sušenja utječu i na kompoziciju ulja, pa količina 1,8 cineola i citronelal opada nakon 80°C, a u porastu je količina mentola i neomentola nakon 60 °C (Blanco i sur., 2004)

Da bi se ova sezonska biljka očuvala, i učinila dostupnom potrošačima tijekom cijele godine, često je podvrgavana različitim tehnološkim tretmanima, primjerice sušenju (Park i sur., 2002). Sušenje je jedan od najstarijih postupaka čuvanja ljekovitog i aromatičnog bilja, ali i drugih poljoprivrednih proizvoda. Glavni zadatak sušenja proizvoda je produljiti vrijeme čuvanja (skladištenja), minimiziranje potreba za ambalažom i pakiranjem i eliminiranje prijevoza nepotrebne vode (Okos i sur., 1992).

Sušenje primjenom sunčeve energije je najrašireniji postupak za čuvanje poljoprivrednih proizvoda u svijetu. Međutim taj postupak ima i niz nedostataka kao što su onečišćenje materijala prašinom, česticama zemlje, insektima i ovisan je o vremenu. Također taj postupak sušenja može biti vremenski poprilično dug. Poradi navedenog postupak sušenja treba se provoditi u zatvorenim sušnicama kako bi se doprinijelo povećanju kakvoće konačnog proizvoda (Ertekin i Yaldiz, 2004).

U zadnje vrijeme načinjeno je mnogo istraživanja i radova u području sušenja povrtnih kultura (Akpınar i sur. 2003., Doymaz, Pala, 2002., Doymaz, 2004., Ertekin, Yaldiz, 2004., Kaymak-Ertekin, 2002., Pliestic, Mitrevski, 2003., Senadeera i sur. 2003. i drugi).

Istraživan je i odnos ravnotežne vlažnosti materijala (ljekovitih i aromatičnih biljaka) s ravnotežnom vlažnošću zraka (Soysal i Özetekin, 1999).

Međutim, radovi vezani uz karakteristike sušenja (temperatura i brzina zraka i dr.) lista paprene metvice rijetkost su u literaturi. Müller i sur. (1989.) rabili su solarnu sušnicu stakleničkog tipa za sušenje lista metvice. Prema njihovom istraživanju za sušenje metvice od 80% na 11% udjela vode trebalo je 3 do 4 dana. Park i sur. (2002) istraživali su utjecaj brzine radnog medija (0,5-1,0 m/s) i različitih temperatura (30, 40 i 50 °C) na kinetiku sušenja lista metvice.

Cilj ovog istraživanja je bio promatrati utjecaj različitih temperatura radnog medija (zraka) na brzinu sušenja odnosno na gubitak vode iz lista metvice.

## MATERIJAL I METODE

Sušenje lista paprene metvice provodilo se u sušnici kabinetskog tipa (slike 2-4) vlastite konstrukcije i postavljene na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu, u Bjelovarsko bilogorskoj županiji. Potrebe količine lista paprene metvice osigurane su uzgojem na površinama OPG-a tijekom 2004. godine.

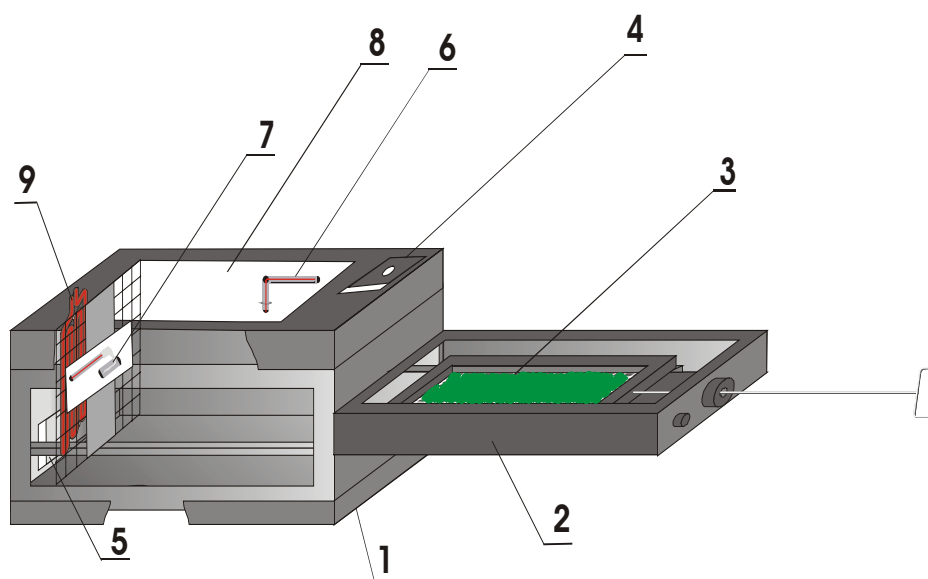
Određivanje gustoće materijala (piknometrom) i gustoće u rahlo rasutom stanju provođeno je prema Mohseni u (1986).



Sl. 2.: Eksperimentalna sušnica za biljni materijal – bočni pogled



Sl. 3.: Eksperimentalna sušnica za biljni materijal – prednji pogled



Sl. 4.: Eksperimentalna sušnica za biljni materijal

- 1 – sušnica
- 2 – okvir za materijal
- 3 – materijal – list paprene metvice
- 4 – izlazni otvor zraka
- 5 – ulazni otvor za zrak
- 6 – termometar (suhi)
- 7 – termoetar (vlažni)
- 8 – kontrolno staklo
- 9 – el. grijač s ventilatorom

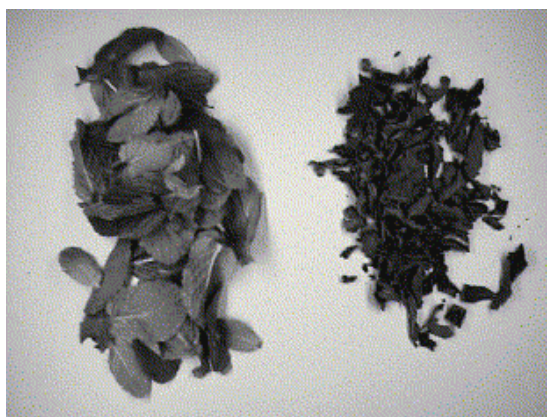
Utjecaj temperature radnog medija (zraka) na brzinu sušenja lista metvice ispitan je pri temperaturama 35, 45 i 60 °C radnog medija uz relativnu vlagu zraka ( $\varphi$ ) 40-50%. Relativna je vlažnost zraka mjerena suhim i vlažnim termometrom, a na isti je način mjerena temperatura i relativna vlažnost unutar same sušnice. Tijekom ispitivanja u svim ponavljanjima brzina radnog medija bila je u prosjeku 1,0 m/s i mjerena je Lambrecht – ovim anemometrom Meteo Digit III (Sl. 5). Početna, kao i konačna vlaga metvičinog lista bila je određivana prema standardnoj metodi (AOAC, 1990) u laboratorijskoj sušnici na temperaturi 70 °C kroz 24 sata.



Sl. 5.: Mjerna oprema Lambrecht

Uzorci lista metvice za pouze čuvani su u hladioniku na temperaturi 4-5 °C. U postupku sušenja list je prostrt u tankom sloju na rešetkastom okviru dimenzija 420 x 300 mm. Masa lista u ispitivanjima kretala se od 40-50 grama, a gubitak vode iz lista svakih 10 minuta vaganjem.

Početna vlažnost lista metvice kretala se u rasponu od 83,6 do 85,2% (vlažna baza), u prosjeku je iznosila 84,42%. Paprena metvica sušena je na izlaznu prosječnu vlažnost 10,69%, u rasponu od 10,31 do 10,91%. Osušeni list metvice po sušenju čuvan je 10 minuta na sobnoj temperaturi u staklenim posudama.



Sl. 6.: Svježi i osušeni list paprene metvice

### MODELIRANJE KRIVULJA SUŠENJA

Odnos vlaga (MR) je funkcija temperature zraka (T), relativne vlažnosti ( $\varphi$ ) i vremena sušenja ( $\tau$ ).

Odnos vlage i stupnja sušenja lista paprene metvice tijekom pokusa određivan je primjenom slijedećih izraza:

Određivanje (apsolutne) vlage na suhu tvar:

$$w_a = \frac{100 \cdot w}{100 - w}$$

pri čemu su:

$w_a$  - udjel vode u materijalu vezan na suhu tvar (apsolutna vlaga) (%)

$w$  - udjel vode u materijalu (ukupna vlaga) (%)

Ravnoteža vlaga materijala ( $w_r$ ) određena je odnosom udjela vode u ukupnoj masi materijala (*mokra baza*) kada on je podvrgnut specifičnom stanju temperature i relativne vlage radnog medija (zraka).

Za utvrđivanje odnosa ravnotežne vlažnosti materijala ( $w_r$ ) naspram ravnotežne vlažnosti zraka ( $\varphi_r$ ) upotrebljavani su modificirani izrazi prema Soysalu i Öztekinu (1999).

Modificiran Oswinov izraz:

$$\varphi_r = \frac{\left(\frac{w_r}{B_0}\right)^{\frac{1}{B_1}}}{1 + \left(\frac{w_r}{B_0}\right)^{\frac{1}{B_1}}}$$

i Halseyev izraz:

$$\varphi_r = \exp \frac{-B_0}{w_r^{B_1}}$$

gdje su:

- $w_r$  - ravnotežna vlažnost materijala (%)
- $\varphi_r$  - ravnotežna vlažnost radnog medija zraka (%)

Temeljem navedenih izraza Soysal i Öztekin (1999) su postavili izraze za paprenu metvicu (Tablica 1.), koji su rabljeni u ovim eksperimentima.

Tablica 1. Jednadžbe i njihovi koeficijenti za sušenje paprene metvice (Soysal i Öztekin, 1999)

Temperatura - Temperature (°C)	Jednadžba Equation	Koeficijenti jednadžbe - Equation coefficients	
		$B_0$	$B_1$
5	Oswin	11,523	0,398
45	Oswin	8,848	0,510
60	Halsey	7,041	1,317

Temeljem navedenog odnosa vlaga ( $MR$ ) dobiven je prema izrazu:

$$MR = \frac{w_i - w_r}{w_0 - w_r}$$

gdje su:

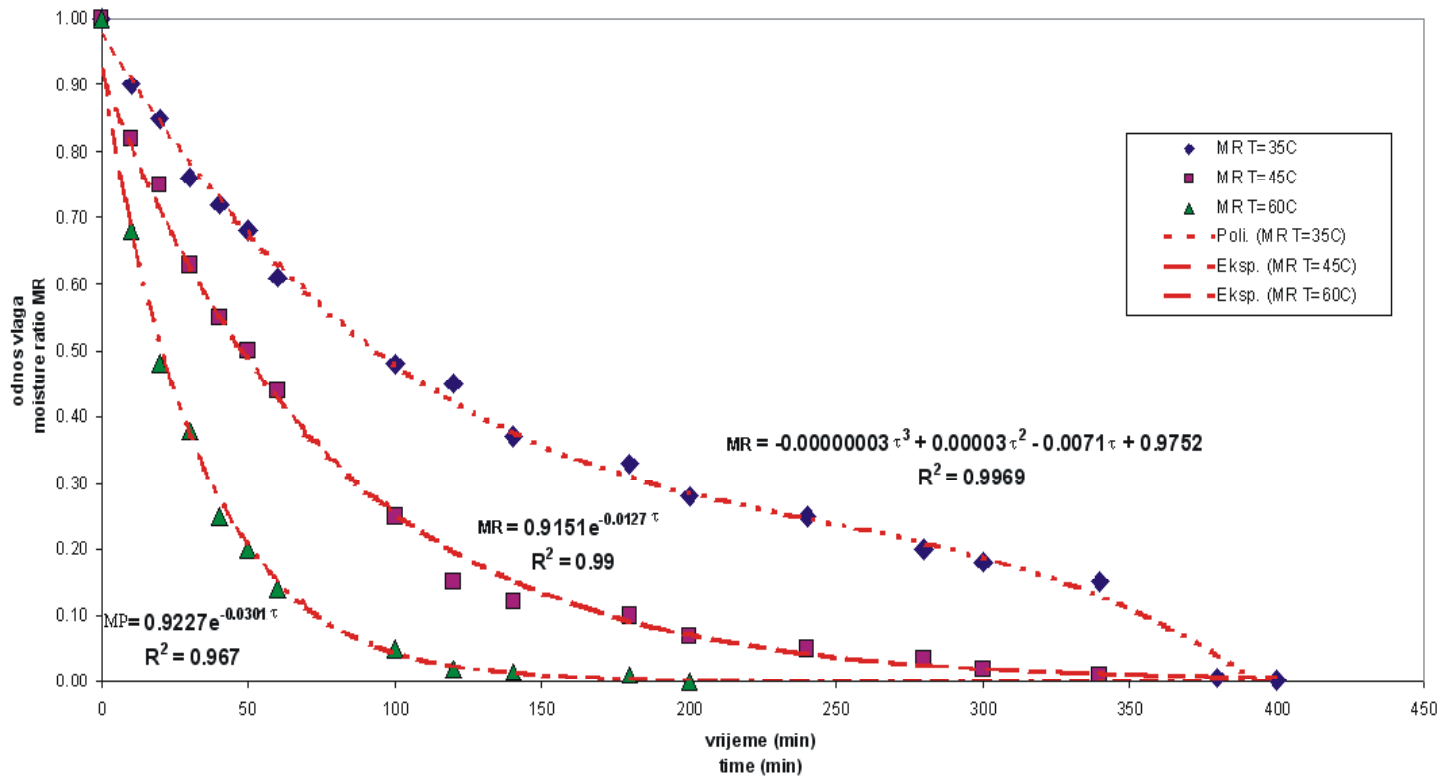
- $MR$  - odnos vlaga (bezdimenzionalni broj)
- $w_i$  - mjerena vlažnost materijala (%)
- $w_0$  - početna vlažnost materijala (%)
- $w_r$  - ravnotežna vlažnost materijala (%)

## REZULTATI

Gustoća lista paprene metvice (prema Mohseninu) u svježem stanju bila je u prosjeku  $783,66 \text{ kg/m}^3$ , dok je gustoća osušenog lista pri vlažnosti od 10,69% iznosila  $992,15 \text{ kg/m}^3$ . Gustoća svježeg lista u rahlo rasutom stanju iznosila je u prosjeku  $29,86 \text{ kg/m}^3$ , dok je ta gustoća osušenog lista u rahlo rasutom stanju iznosila u prosjeku  $18,887 \text{ kg/m}^3$ .



SUŠENJE PAPRENE METVICE (MENTHA PIPERITA) PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA ZRAKA ZA SUŠENJE MENTHA PIPERITA  
 DRYING by DIFFERENT TEMPERATURES of AIR for DRYING



SI.7: Dijagram sušenja paprene metvice pri različitim temperaturama radnog medija - zraka

## ZAKLJUČAK

Povećanje temperature radnog medija zraka značajno utječe na brzinu sušenja odnosno smanjuje vrijeme sušenja lista paprene metvice.

Pri temperaturi od 35 °C sušenje lista paprene metvice odvijalo se prema izrazu  $MR = -0,00000003\tau^3 + 0,00003\tau^2 - 0,0071\tau + 0,9752$ , uz koeficijent determinacije  $R^2 = 0,9969$ . Sušenje lista paprene metvice na višim temperaturama odvijalo se brže prema sljedećim jednadžbama:

- temperatura 45 °C;  $MR = 0,9151e^{-0,0127\tau}$ , uz koeficijent determinacije  $R^2 = 0,99$ ,
- temperatura 60 °C;  $MR = 0,9227e^{-0,0301\tau}$ , uz koeficijent determinacije  $R^2 = 0,967$ .

Gustoća osušenog lista (piknometarska metoda) povećala se za 26,6 %, dok se je gustoća osušenog lista u rahlo rasutom stanju smanjila za 36,75%.

## THIN-LAYER DRYING OF MINT (*Mentha piperita*) LEAVES

### SUMMARY

The thin-layer drying of mint leaves for a temperature range of 35–60 °C was determined in a (cabinet) dryer. The increase in air temperature significantly reduced the drying time of the mint leaves. Drying data of this material were analysed to obtain diffusivity values from the falling rate-drying period.

Keywords: mint leaves; drying; modelling;

### LITERATURA - REFERENCES:

1. Akpınar, E.; Midilli, A.; Bicer, Y. (2003.): Single layer drying behaviour of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modelling, *Energy Conversion and Management* 44 (2003), pp. 1689–1705.
2. AOAC, (1990). Official method of analysis. No. 934.06. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
3. Blanco, M.C.S.G.; Ming, L.C.; Marques, M.O.M.; Bovi, O.A. (2004.): Drying temperature effects in peppermint essential oil content and composition, *Drying Technology* 22 (2004), pp. 2183 - 2200
4. Doymaz, I.(2004.): Convective air drying characteristics of thin layer carrots, *Journal of Food Engineering* 61 (2004), pp. 359–364.
5. Doymaz, I.; Pala, M. (2002.): Hot-air drying characteristics of red pepper, *Journal of Food Engineering* 55 (2002), pp. 331–335.
6. Ertekin, C.; Yaldiz, O.(2004.): Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model, *Journal of Food Engineering* 63 (2004), pp. 349–359.

7. Kaymak-Ertekin, F. (2002.): Drying and rehydrating kinetics of green and red peppers, *Journal of Food Science* 67 (2002), pp. 168–175.
8. Kolak, I., Rozić, I. (1997.): Ljekovito, aromatično i medonosno bilje - skripta, Agronomski fakultet, Zagreb - Mostar
9. Mohsenin, N.N. (1986.): *Physical properties of plants and animals materials* (2nd ed.), Gordon and Breach, Amsterdam.
10. Muller, J.; Reisinger, G.; Kisgeci, J.; Kotta, E.; Tesic M.; Muhlbauer, W. (1989.): Development of a greenhouse-type solar dryer for medicinal plants and herbs, *Solar and Wind Technology* 6 (1989), pp. 523–530.
11. Okos, M.R.; Narsimhan, G.; Singh R.K.; Weitnauer, A.C. (1992.): *Food dehydration. Handbook of food engineering*, Marcel Dekker, New York (1992).
12. Park, K.J.; Vohnikova, Z.; Brod, F.P.R.(2002.): Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa*. L), *Journal of Food Engineering* 51 (2002), pp. 193–199.
13. Pliestic, S.; Mitrevski, V. (2003.): Praćenje sušenja crvene paprike u vakuumu mjerenjem temperature, *Strojarstvo* 45 (2003), 1-2; pp. 47-54.
14. Senadeera, W.; Bhandari, B.R.; Young, G.; Wijesinghe, B. (2003.): Influence of shapes of selected vegetable materials on drying kinetics during fluidized bed drying, *Journal of Food Engineering* 58 (2003), pp. 277–283.
15. Soysal, Y.; Özetekin, S. (1999.): Equilibrium Moisture Content Equations for some Medicinal and Aromatic Plants, *Journal of Agricultural Engineering Research* 74 (1999), pp. 317–324.
16. Yaldiz, O.; C. Ertekin, C. (2001.): Thin layer solar drying of some different vegetables, *Drying Technology* 19 (2001), pp. 586–596

**Adrese autora – Author's addresses:**

Doc. dr. sc. Stjepan Pliestic  
Doc. dr. sc. Nadica Dobričević  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport,  
Svetošimunska 25  
10000 Zagreb

**Primljeno - Received:**

16. 06. 2005.