

ISSN 0370-0291, UDC 63



**ACS**

CROATIA

---

**AGRICULTURAE  
CONSPECTUS  
SCIENTIFICUS**

**POLJOPRIVREDNA  
ZNANSTVENA  
SMOTRA**

---

**VOLUMEN 63 BROJ 4 1998**

<http://www.agr.hr/smotra/>

# Influence of Various Air Temperature on Duration of Drying Pumpkin Seed with Higher Water Content After Washing (*Cucurbita pepo* L.)

---

S. SITO  
J. BARČIĆ  
S. IVANČAN

## SUMMARY

---

Trial of drying pumpkin seeds of Austrian cultivar Gleissdorf in laboratory dryer was done. The results showed that increasing of air temperature significantly shortened duration of drying process. Wet pumpkin seeds (after washing) were dried from the start water content of 52,3% to final 7,5%.

Air temperature of 60°C for pumpkin seed drying was suitable because at this temperature duration of drying was significantly shorter than drying at temperature 40°C. The quality of seeds dried at air temperature of 60°C was not lesser than that dried at air temperature of 40°C.

The samples dried at air temperature of 80 and 100°C were partly roasted, the seeds were dark coloured (burned), inferior taste, and problematic storage quality. Consequently air temperature above 60°C could not be recommended for pumpkin seed drying.

## KEY WORDS

---

pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L cv. Gleissdorf), drying, air temperature

Department of Agricultural Engineering  
Faculty of Agriculture University of Zagreb  
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia  
Received: July 6, 1998



## Utjecaj različitih temperatura radnog medija na trajanje procesa sušenja visoko vlažnih sjemenki buče nakon pranja (*Cucurbita pepo* L.)

---

S. SITO  
J. BARČIĆ  
S. IVANČAN

### SAŽETAK

---

Pokus je izveden na laboratorijskoj sušari sa austrijskom sortom buče *C. pepo* cv. Gleissdorf. Rezultati istraživanja potvrđuju da se povećanjem temperature radnog medija (zraka) za sušenje značajno smanjuje vrijeme procesa sušenja sjemenki. Visoko vlažne sjemenke buče (nakon pranja) su sušene sa početne vlage 52,3% na konačnu oko 7,5%.

Optimalna temperatura radnog medija za sušenje sjemenki je 60°C jer je proces sušenja značajno skraćen u odnosu na temperaturu radnog medija od 40°C. Kvaliteta ovako osušenih sjemenki (60°C) nimalo ne zaostaje za uzorcima osušenih na 40°C.

Uzorci sjemenki osušeni temperaturom radnog medija 80°C i 100°C su djelomično poprženi, tamne (nagorjele) boje, lošijeg okusa, te kvaliteta i čuvanje takvih sjemenki je vrlo upitno. Iz toga razloga se ne preporučuju temperature radnog medija za sušenje sjemenki buče veće od 60°C.

### KLJUČNE RIJEČI

---

**bučine sjemenke, sušenje, temperatura radnog medija (uzduha)**

Zavod za mehanizaciju poljoprivrede  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Primljeno: 6. srpnja 1998.



## UVOD

Posljednjih je godina na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Hrvatske zabilježen značajniji interes za proizvodnju bučinih sjemenki namjenjenih preradi u ulje. Interes se posebno odnosi na područja Međumurja i Podravine, gdje je ta proizvodnja i tradicionalna. Međutim, do sada nije pronađeno optimalno tehnološko rješenje glede proizvodnje i dorade sjemenki. To se posebno odnosi na sušenje u procesu dorade sjemenki.

Buča (*Cucurbita pepo* L.) ima mnogostruku primjenu. Sjemenke se osim za proizvodnju vrlo kvalitetnog ulja, koriste popržene i posoljene kao poznata "grickalica", zatim za proizvodnju farmaceutskih preparata, kao narodni lijek, u kulinarstvu itd. Ostali dio ploda buče koristi se kao voće, radi sadržaja pektina za đemove i kompote, radi sadržaja vitamina za voćne sokove i dječju hranu, zeleni plodovi koriste se kao povrće itd. U poljoprivredi, pulpa buče koristi se kao stočna hrana, a može se i silirati sa silažnim kukuruzom, koristiti kao prirodno gnojivo itd. (1, 2, 3, 10)

Za suvremenu proizvodnju postaju sve zanimljivije vrste bundeva čije sjemenke imaju vrlo reduciranu ljusku, tzv. golice. Za njih vlada veliko zanimanje i potražnja, kako domaće uljarske, kemijske i farmaceutske industrije, tako i za izvoz, (4, 11, 12).

Sjemenke sa reduciranom ljuskom sadrže između 48-52 % ulja. Na jednom hektaru moguće je postići prinos buča, ako se sije u monokulturi i do 80 tona (5, 10).

Buča (*Cucurbita pepo* L.) uspjeva u velikom rasponu temperatura i danas se uzgaja u gotovo svim zemljama svijeta. Prilagođena je naročito za vlažne klimatske uvjete, voli puno sunca, a stradava od mrazeva ili dugotrajne niske temperature blizu smrzavanju pa se u našim krajevima sije početkom svibnja (5). Obično se uzgaja kao zasebni usjevi, ali se može uzgajati i kao međuusjev, najčešće u kukuruzu. Španring (11) navodi da se u tom slučaju najveći prinosi postižu ako se buče siju uz kukuruz za proizvodnju hibridnog sjemena.

Prirodni uvjeti kod nas omogućuju izvanredno uspješan uzgoj buča namjenjenih preradi u jestivo ulje. Ovako dobiveno ulje ima specifičan miris, okus, te sadrži izuzetno vrijedne kemijske i ljekovite sastojke pa se zbog tog ubraja u "delikatesno ulje", (6, 8, 13).

U Europi je značajan uzgoj buče u Austriji (Štajerska i Koruška), u zemljama bivšeg SSSR-a, Rumunjskoj, Mađarskoj, Češkoj, Slovačkoj i Sloveniji. U Hrvatskoj najviše se uzgaja u Međumurju i Podravini, gdje je ta proizvodnja i tradicionalna.

Posljednjih dvadesetak godina, prema statističkim podacima, u Hrvatskoj uzgoj buče (isključivo na privatnim posjedima) sve je više stagnirao kako zbog neprimjerene tehnologije proizvodnje i dorade sjemenki, tako dijelom i zbog tržišnih uvjeta. Upravo iz tog razloga se ovoj problematici daje veliko značenje.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju u kojoj mjeri različiti uvjeti procesa sušenja odnosno različite temperature radnog medija za sušenje utječu na trajanje procesa sušenja visoko vlažnih (opranih) sjemenki buča.

## MATERIJAL I METODE RADA

Uzorci sjemenki buča *Cucurbita pepo* L cv. gleissdorf, nakon berbe sadrže oko 38% vode, a nakon pranja istih sadržaj vode se povećava na oko 52%. Uzorci su sušeni su u laboratorijskoj sušari u sloju debljine 5 cm pri temperaturi radnog medija (uzduha) od 40, 60, 80 i 100 °C i brzini radnog medija 0,8; 1,2 i 1,6 m/s.

Vlažnost sjemenki buče određivana je na početku i po završetku procesa sušenja. Vlažnost je određivana metodom sušnice (etalonska metoda). Unutar tih graničnih točaka vlažnosti sjemenki, ostale pojedine točke određivane su mjerenjem mase sjemenki, te su uvrštavanjem poznatih veličina u sljedeći izraz:

$$w_2 = 100 - (M_1 / M_2 (100 - w_1))$$

ili

$$M_2 = M_1 * ((100 - w_1) / (100 - w_2))$$

gdje su:  $w_1$  - početna vlažnost materijala (%)

$w_2$  - konačna vlažnost materijala (%)

$M_1$  - početna masa materijala (g)

$M_2$  - konačna masa materijala (g)

Mjerenje temperature uzduha prije i poslije prolaza kroz sloj materijala, kao i mjerenje temperature sloja sjemenki obavljeno je posebno izrađenim i u sustav navedene regulacije ugrađenim elektrootpornim temperaturnim osjetilima (sonde) Pt 100 (ATM-Zagreb) u samoj sušari. Njihova točnost  $\pm 0,35/^\circ\text{C}$ .

Za mjerenje temperature okoline je također upotrebljavano elektrootporno temperaturno osjetilo sa digitalnim pokaznim instrumentom "Digital-Präzisions-Taschen-Thermometer GFH175/MO", točnosti  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Mjerno područje iznosi od  $-199,9$  do  $+199,9^\circ\text{C}$

Mjerenje relativne vlažnosti radnog medija (uzduha) okoliša upotrebljavani su: digitalni higrometar "Digital-Feuchte-Temperaturmeßgerät GFTH 95", područja mjerenja relativne vlage 10-95%, točnosti 0,1% vlage i mjerenja temperature od  $-20$  do  $+70^\circ\text{C}$ , točnosti  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ .

Za mjerenje mase sjemenki upotrebljavana je elektronska tehnička vaga "Tehtnica 6000 D". Mjerno područje vage je od 0,1 do 6000 grama, uz točnost očitavanja odvage  $\pm 0,1$  gram.

Na izlaznom dijelu cilindra sušare mjerena je brzina radnog medija (uzduha), krilnim digitalnim anemometrom "AIRFLOW Edra Five Digital" - proizvodnje Airflow Developments Ltd. - England. Radno mjerno područje instrumenta je od 0,3 do 30 (m/s), s točnošću očitavanja od 1,5% linearno ovisno o mjerenoj razini. Očitavanje brzine uzduha je izravno na LCD predočniku.

Svakom uzorku sjemenki buče prvo je određena vlaga, potom masa uzorka tako da čini sloj u cilindru oko 5 cm. Neposredno prije samog početka sušenja određivana je bruto masa sjemenki zajedno s cilindrom, uz mjerenje temperature i relativne vlage okoline. Proces sušenja počeo je postizanjem željene ulazne temperature i brzinu strujanja radnog medija (uzduha) kroz sloj

sjemenki. Nakon svakih 5 minuta sušenja sjemenki određena je bruto masa (masa sjemenki + masa cilindra) sve do završetka procesa sušenja. Kada je proces sušenja završen određivana je neto masa sjemenki za svaku točku. Prema već ranije opisanom izrazu izračuna se količina vode uzoraka sjemenki za sve točke (svakih 5 minuta) tijekom procesa sušenja, koji su ujedno i temeljni parametri za grafičko i matematičko prikazivanje krivulja procesa sušenja svih uzoraka sjemenki, istaknutih u rezultatima istraživanja. Svaki uzorak osušen je s tri ponavljanja, a iz srednjih vrijednosti rezultati su prikazani grafikonima.

## REZULTATI I RASPRAVA

Na grafovima 1-4 prikazani su rezultati istraživanja. Na grafu 1. je prikazano trajanje procesa sušenja sjemenke buče-golice. Pri temperaturi radnog medija za sušenje od 40°C brzine radnog medija su iznosile 0,8, 1,2 i 1,6 m/s. Jasno se vidi da proces sušenja sjemenki najduže traje pri najmanjoj brzini radnog medija (0,8 m/s), dok kod brzina radnog medija od 1,2 i 1,6 m/s gotovo nije bilo značajnije razlike u trajanju sušenja.

Na grafu 2. uzorci sjemenki buče sušeni su pri temperaturi radnog medija od 60°C. Kod brzine radnog medija od 0,8 i 1,2 m/s nema značajne razlike u trajanju procesa sušenja. U ovom slučaju trajanje procesa sušenja sjemenki je više nego dvostruko kraće u odnosu na temperaturu radnog medija od 40°C.

Polinomne jednadžbe krivulja sušenja sjemenki *Cucurbita pepo* L. cv. *Gleissdorf* pri temperaturi radnog medija 40°C i:

- brzini radnog medija 0,8 (m/s):

$$w = 51,020 - 3,044 \tau + 0,055 \tau^2$$

$$r^2 = 0,988$$

- brzini radnog medija 1,2 (m/s):

$$w = 51,824 - 6,849 \tau + 0,267 \tau^2$$

$$r^2 = 0,958$$

- brzini radnog medija 1,6 (m/s):

$$w = 54,582 - 8,383 \tau + 0,383 \tau^2$$

$$r^2 = 0,961$$

Polinomne jednadžbe krivulja sušenja sjemenki *Cucurbita pepo* L. cv. *Gleissdorf* pri temperaturi radnog medija od 60°C i:

- brzini radnog medija 0,8 (m/s):

$$w = 58,502 - 8,266 \tau + 0,345 \tau^2$$

$$r^2 = 0,992$$

- brzini radnog medija 1,2 (m/s):

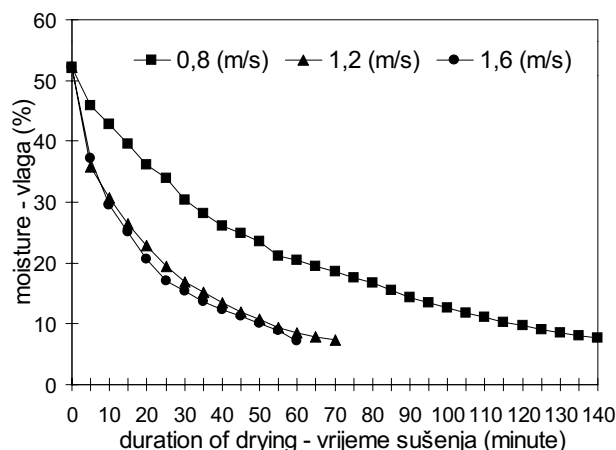
$$w = 56,553 - 8,266 \tau + 0,356 \tau^2$$

$$r^2 = 0,985$$

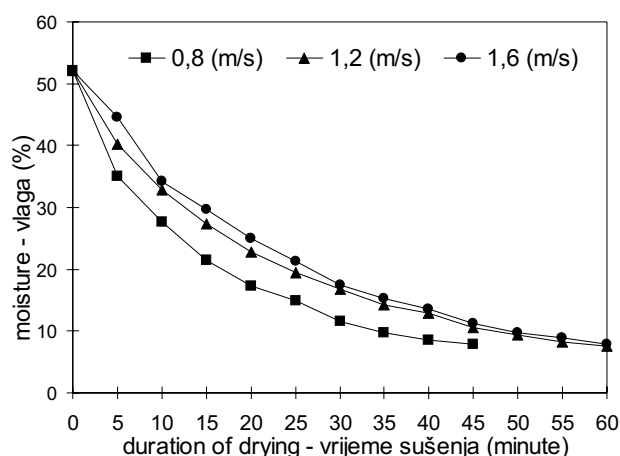
- brzini radnog medija 1,6 (m/s):

$$w = 59,347 - 11,874 \tau + 0,691 \tau^2$$

$$r^2 = 0,975$$



Graf 1. Proces sušenja sjemenki buče (40°C)  
Graph 1. Pumpkin seed drying (40°C)



Graf 2. Proces sušenja sjemenki buče (60°C)  
Graph 2. Pumpkin seed drying (60°C)

Polinomne jednadžbe krivulja sušenja sjemenki *Cucurbita pepo* L. cv. *Gleissdorf* pri temp. radnog medija od 80°C i:

- brzini radnog medija 0,8 (m/s):

$$w = 62,296 - 15,370 \tau + 1,100 \tau^2$$

$$r^2 = 0,961$$

- brzini radnog medija 1,2 (m/s):

$$w = 66,220 - 18,283 \tau + 1,449 \tau^2$$

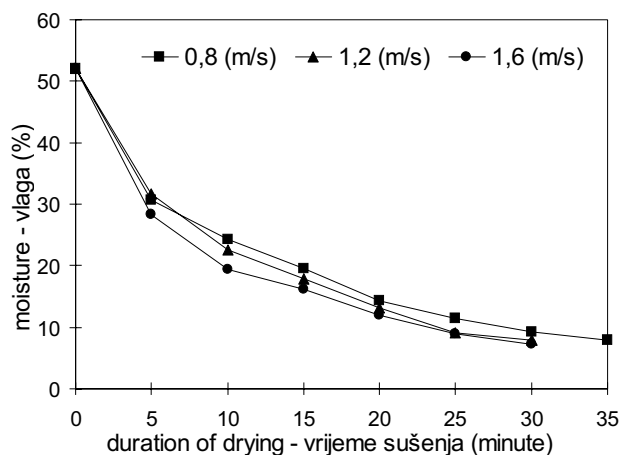
$$r^2 = 0,977$$

- brzini radnog medija 1,6 (m/s):

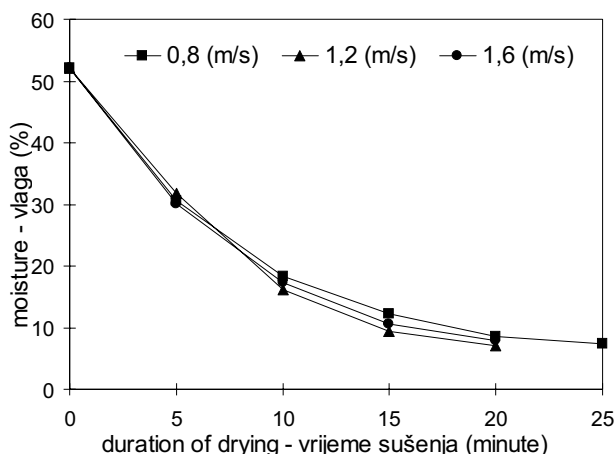
$$w = 66,234 - 19,660 \tau + 1,650 \tau^2$$

$$r^2 = 0,953$$

Na grafovima 3. i 4. temperature radnog medija za sušenje sjemenke su iznosile 80°C i 100°C. Vrijeme sušenja je 4-5 puta kraće u odnosu na trajanje sušenja pri 40°C. Brzine radnog medija u ovim slučajevima nisu značajnije utjecale na brzinu sušenja. Organoleptičkom metodom utvrđeno je da sjemenke osušene pri 80°C i 100°C imaju polupoprženi izgled (djelomično nagorene)



**Graf 3.** Proces sušenja sjemenki buče (80 °C)  
**Graph 3.** Pumpkin seed drying (80 °C)



**Graf 4.** Proces sušenja sjemenki buče (100 °C)  
**Graph 4.** Pumpkin seed drying (100 °C)

i tamniju boju, čime je kvaliteta sjemenki značajno narušena, a time i čuvanje takvih sjemenki je vrlo upitno. Polinomne jednadžbe krivulja sušenja sjemenki *Cucurbita pepo* L. cv. *Gleissdorf* pri temp. radnog medija od 100 °C i:

- brzini radnog medija 0,8 (m/s):

$$w = 73,800 - 25,429 \tau + 2,425 \tau^2$$

$$r^2 = 0,992$$

- brzini radnog medija 1,2 (m/s):

$$w = 79,548 - 30,548 \tau + 3,216 \tau^2$$

$$r^2 = 0,999$$

- brzini radnog medija 1,6 (m/s):

$$w = 78,428 - 30,011 \tau + 3,201 \tau^2$$

$$r^2 = 0,998$$

Katić (1973) utvrđuje da se kod običnih suhih sjemenki buče, otkupljenih od individualnih proizvođača, sa sadržajem vode do 10% nakon intenzivnog mješanja tijekom pranja u trajanju od 45 minuta sadržaj vode poveća na oko 45%. Međutim, autor dalje naglašava

da ukoliko se mokre sjemenke izlože centrifugiranju s kutnom (obodnom) brzinom od 32 m/sek. sadržaj vode se smanjuje na oko 35%, čime se troškovi sušenja smanjuju za oko 40%. Sjemenke su sušene u sušari sa mješalicom "Scolari". Temperatura radnog medija (uzduh) za sušenje bila je 60 °C, a trajanje procesa sušenja sjemenki bez centrifugiranja do konačne vlage oko 8% je iznosilo 90 minuta. Međutim, proces sušenja sjemenki, prethodno izloženih centrifugiranju u trajanju od 4 minute, trajao je svega 70 minuta.

Kerep, Nadica (1987), istražuje mogućnost sušenja običnih sjemenki s ljuskom u kontinuiranoj sušari "Goldsaat" temperaturom radnog medija za sušenje od 78 °C. Sloj sjemenki na početku sušenja iznosio je 21 cm na početku sušare, na sredini 16 cm, a na kraju svega 12,7 cm. Aktivna perforirana površina sušare na kojoj su sušene sjemenke iznosila je 24 m<sup>2</sup>. Sušara je opremljena mješačem na kojem su spiralno postavljene gumene lopatice, a koristi se za mješanje i transport sjemenki tijekom sušenja. Vlaga sjemenki prije sušenja bila je 9,3%, nakon pranja 45,3%, nakon cijedenja bez centrifugiranja 44,2%, te nakon sušenja 5,4 %. Naime, postupak cijedenja u ovom slučaju nije dao efekt kakav se postiže centrifugiranjem. Tijekom procesa sušenja sjemenki ostvaren je kapacitet osušenih sjemenki od 577 kg/h pri čemu je izdvojeno vode 400 kg/h uz specifičnu potrošnju toplinske energije od 5999 kJ/kg. Utrošena specifična potrošnja energije je previsoka, kapacitet sušare je daleko ispod nominalnog, što se objašnjava lošim održavanjem trošnih dijelova sušare. To se poglavito odnosi na izraženu istrošenost lopatica mješača, što je uzrokovalo zaostajanje sjemenki na perforiranom limu, odnosno presušenost sjemenki, veći utošak energije kao i značajno smanjenje kapaciteta sušenja.

Rossrucker (1992) sušio je sjemenke-golice u postrojenju za sušenje voća i povrća, temperaturom radnog medija za sušenje od 40, 50, 60 i 70 °C, i količinom tako zagrijanog radnog medija za sušenje od 1500 do 3000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>h (1m<sup>3</sup> zraka po 1m<sup>3</sup> sjemenki na sat). Početna vlažnost sjemenki kretala se između 35-40%, a nakon sušenja oko 8%. Proces sušenja sjemenki pri temperaturi radnog medija za sušenje od 70 °C i protokom zraka 3000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>h trajao je oko 5 sati, dok je pri istom protoku radnog medija ali pri temperaturi radnog medija za sušenje od 40 °C proces trajao oko 11 sati.

Sito i Plietić (1997) istražuju utjecajne čimbenike procesa sušenja sjemenki buče "golice" u maloj laboratorijskoj sušari. Sušene su sjemenke početne vlage oko 38% (bez pranja) na konačnu oko 8-10%. Proces sušenja odvijao se pri različitim temperaturama i brzinama radnog medija za sušenje. Temperatura radnog medija za sušenje imala je izravnu ulogu na trajanje procesa sušenja kao i na kvalitetu osušenih sjemenki. Što je temperatura radnog medija veća time je proces trajanja sušenja bio kraći, ali do 80 °C. Brzina zraka za sušenje nije imala značajnijeg utjecaja na brzinu sušenja, iznimno kod temperature zraka za sušenje od 40 °C.

Tijekom procesa sušenja bilo je izraženo međusobno *sljepljivanje* sjemenki, posebno u prvom dijelu sušenja, jer sjemenke prethodno nisu bile oprane.

Temeljem usporedbe dobivenih rezultata sa rezultatima navedenih istraživača može se istaknuti da je zajednički, presudni čimbenik na trajanje procesa sušenja, a poglavito na kakvoću osušenih sjemenki temperatura radnog medija (uzduha) za sušenje sjemenki.

Obradom rezultata istraživanja dobivene polinomne jednadžbe II. reda i grafikoni čime je definiran proces sušenja sjemenki buče, pri različitim temperaturama i brzinama radnog medija (uzduha)

## ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata istraživanja može se zaključiti:

Temperatura radnog medija (uzduha) za sušenje imala je presudan utjecaj na trajanje procesa sušenja sjemenki buče. Što je temperatura radnog medija veća time je trajanje procesa sušenja kraće. To vrijedi do temperature zraka od 80 °C.

Brzina radnog medija za sušenje nije imala značajnijeg utjecaja na trajanje procesa sušenja, iznimno kod uzorka sušenog uzduhom temperature 40 °C.

Optimalna temperatura radnog medija za sušenja visoko vlažnih sjemenki buče nakon pranja, pri kojoj su troškovi sušenja najmanji a kakvoća osušenih sjemenki najbolja, kako se vidi u grafikonima, je 60 °C.

Uzorci opranih sjemenki osušenih temperaturom radnog medija za sušenje 80 °C i 100 °C su polupoprženi i kvaliteta kao i čuvanje tako osušenih sjemenki je vrlo upitno. Iz toga razloga se ne preporučuju temperature radnog medija (uzduha) za sušenje sjemenki buče veće od 60 °C.

Za svaki grafički prikaz smanjenja vlage ( $w$ ), zavisno o vremenu ( $\tau$ ), tijekom sušenja sjemenki izračunate su jednadžbe trinoma. Može se uočiti da je veza između ta dva elementa ( $w$ ,  $\tau$ ) u gotovo svim uzorcima sjemenki vrlo značajna, obzirom na vrlo visoke koeficijente determinacije ( $r^2$ ).

## LITERATURA

1. Alkaper, J. 1966. Die Ertragsleitung von Kürbis (*Cucurbita maxima* Duch. und *Cucurbita pepo* L.) unter besonderer Berücksichtigung von Ölkürbis. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 123, 242-260.
2. Globevnik, A. Brijonske buče z prezlupinastim semenom, Dolenjske novice, 32 (16) 201.
3. Grebeščikov, J. 1950. Zur Kenntnis der Kürbis art, *Cucurbita pepo* L. nebst einigen Angaben über Ölkürbis. Zuchter 20, 194-207.
4. Katić Z. 1973. Tehnološke mogućnosti sušenja bundevinih koštica sa pranje i centrifugiranje nakon pranja. Izvještaj, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
5. Kerep, Nadica. 1987. Sušenje koštica bundeve u sušari "Goldsaat". III Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, str. 243-251.
6. Könemann, E. 1947. Ölfruchtbau-Anbau, Verwertung und Ölgewinnung. Meta Kinau Verlag, Lüneburg, 90-93.
7. Martin, J. H. and W. H. Leonard. 1969. Ratarstvo. Nakladni zavod Znanje, Zagreb, str. 772-774.
8. Ploj, T. 1987. Tehnički principi i rješenja ubiranja i vađenja koštica bundeva za proizvodnju ulja u SR Sloveniji. Magistarski rad, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.
9. Popović, M. 1973. Tikve. Poljoprivredna enciklopedija, 3 svezak, Jugoslavenski Leksikografski zavod, str. 320.
10. Rac, M. 1949. Tehnologija biljnih ulja. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb 10. Savezni zavod za statistiku, (1979): Ratarstvo, voćarstvo i vinogradarstvo, Statistički bilten 1159.
11. Rossrucker, H. 1992. Die Trocknung von Ölkürbiskernen (*Cucurbita pepo* L.). Die Bodenkultur 2, Österreichischer Agrarverlag Wien, 169-173.
12. Schuster, W. 1977. Der Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L.), Fortschritte im Acker- und Pflanzenbau.
12. Sito S. i S. Plietić. 1996. Sušenje bundevskih sjemenki. Zbornik radova, XII. Međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, 187-182.
13. Španring, J. 1980. Uljana bundeva - njezin potencijal u SFRJ. Savjetovanje o aktualnim problemima uljarstva Jugoslavije, Beograd.
14. Štrucelj, D. 1981. Prilog poznavanju lipidnih i proteinskih sastojaka bundevinih koštica i primjena nastalih pri preradi. Disertacija, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Zagreb.
15. Topolovec, A. 1988. Pridelovanje buč. Kmetijski priručnik, 119-134.