

## WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW NA PROCES SUSZENIA EKSTRAKTU Z BURAKÓW ĆWIKŁOWYCH W LABORATORYJNEJ SUSZARCE ROZPYŁOWEJ

Mariusz Surma, Stanisław Peroń, Klaudiusz Jałoszyński

*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Wykonano doświadczenie nad suszeniem soku buraczanego w przeciwprądowej laboratoryjnej suszarce rozpyłowej AVP ANHYDRO LAB1. Proces prowadzono przy temperaturze czynnika suszącego 140, 180, 220°C, przy zawartości suchej substancji w surowcu – 10, 20, 30%. Końcowa wilgotność suszu wynosiła 3-4%. Określono wpływ temperatury czynnika suszącego na wlocie i wylocie z suszarki, początkowej zawartości wody na wartość objętościowego strumienia wilgoci.

**Słowa kluczowe:** sok buraczany, ekstrakt, suszenie rozpyłowe

### Wstęp i cel pracy

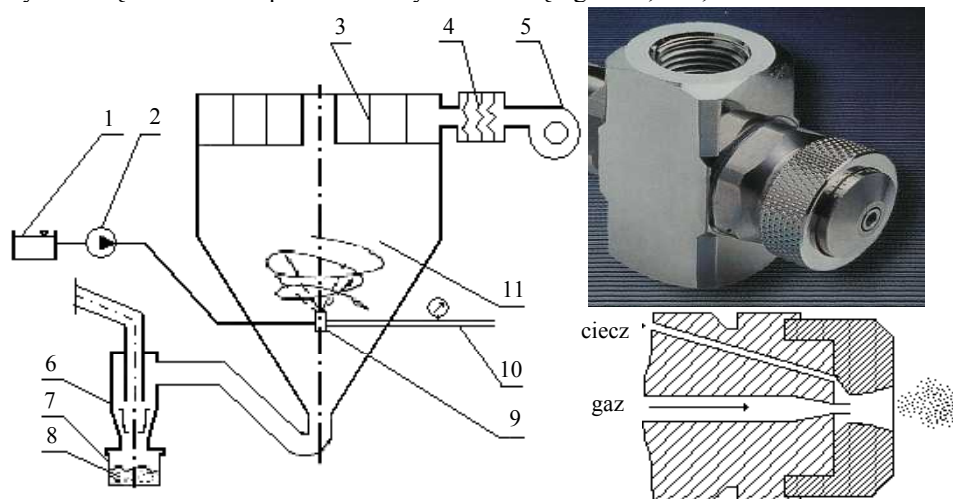
Barwienie produktów spożywczych jest nadal aktualnym problemem w technologii żywności. Wzrastają tendencje do zastępowania syntetycznych barwników spożywczych barwnikami pochodzenia naturalnego. Źródłem barwników czerwonych może być burak ćwikłowy. Jest on bogatym i łatwo dostępnym źródłem (K, Na, Ca, P, Fe, Zu), błonnika, aminokwasów oraz barwników betalainowych [Souci i in. 1962]. Z dostępnej literatury i praktyki wynika, że istnieje duża luka informacyjna w zakresie kinetyki oraz parametrów suszenia ekstraktu buraczanego.

Celem pracy było zbadanie wpływu wybranych parametrów na proces suszenia ekstraktu soku buraczanego odmiany „Chrobry” w suszarce rozpyłowej. Określono wpływ temperatury czynnika suszącego na wlocie i wylocie z komory suszarki i początkowej zawartości wody na wartość objętościowego strumienia wilgoci.

### Metodyka

Do badań zastosowano ekstrakt soku buraka ćwikłowego o trzech stężeniach procentowych: 10%, 20% i 30%. Do każdej próbki dodano maltodekstrynę w celu polepszenia procesu suszenia. Maksymalna zawartość maltodekstryny jako nośnika w procesie suszenia soków wynosiła ok. 20% masy ekstraktu. Ekstrakt z buraka ćwikłowego poddano procesowi suszenia w suszarce rozpyłowej „APV ANHYDRO LAB 1”, wyposażonej w dyszę rozpylającą SU4 (Fluid Cap 60100 + Air Cap 120) - przedstawionej na rysunku 1.

Ekstrakt buraczany o ustalonej zawartości suchej substancji, tłoczono pompą perystaltyczną o napędzie bezstopniowym do rozpylacza. W suszarce następowało suszenie materiału do wilgotności końcowej 3-4%. Surowiec suszony był w przeciwnym kierunku. Suszenie odbywało się w trzech temperaturach czynnika suszącego 140, 180, 220°C



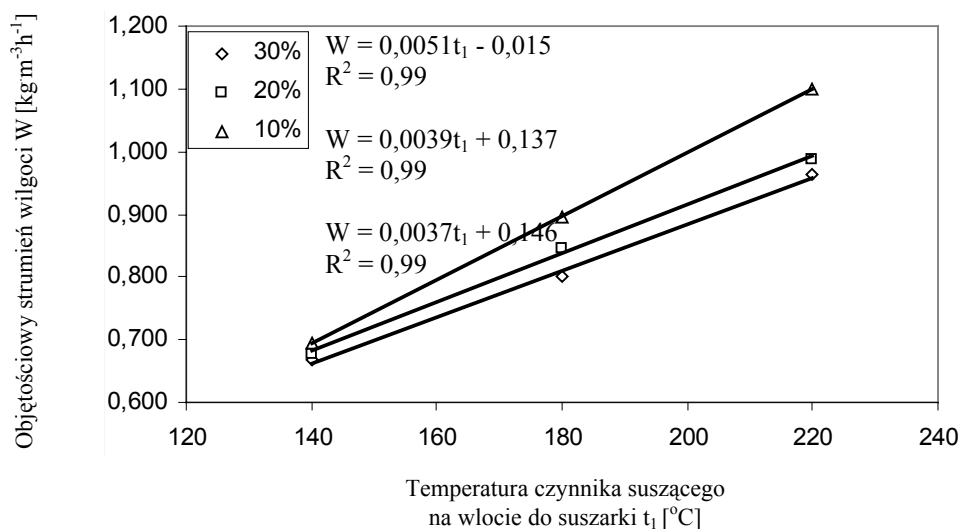
Rys. 1. Schemat suszarki rozpyłowej APV ANHYDRO LAB1: 1 – pojemnik z brzeczką, 2 – pompa, 3 – kierownica strug powietrza, 4 – nagrzewnica, 5 – wentylator, 6 – cyklon, 7 – odbieralnik, 8 – susz, 9 – rozpylacz, 10 – przewód doprowadzający sprężone powietrze, 11 – komora suszenia

Fig. 1. Diagram of APV ANHYDRO LAB1 spray drier: 1 – container with wort, 2 – pump, 3 – air stream guide, 4 – heater, 5 – fan, 6 – cyclone, 7 – receiver, 8 – dried material, 9 – sprayer, 10 – conduit supplying compressed air, 11 – drying chamber

W trakcie badań dokonano pomiarów temperatury czynnika suszącego na wlocie i wylocie z komory suszenia, stężenia początkowego ekstraktu i wilgotności końcowej suszu. Wilgotność końcowa została określona metodą suszarkową wg normy PN-95/2-15008/02. Strumień masy odparowanej wody obliczono na podstawie dokonanych pomiarów ubytków masy podawanego surowca do suszarki oraz wilgotności początkowej i końcowej suszonego materiału – odnosząc ubytki masy do 1m<sup>3</sup> objętości końcowej suszenia i czasu 1 godziny. Masę suszu po procesie suszenia wyznaczono na wadze elektronicznej WPT 3/6 (±1g). Strumień masy powietrza określano w oparciu o pomiar jego prędkości w rurze wylotowej cyklonu anemometrem skrzydełkowym AA 2113 (±0,1 m·s<sup>-1</sup>). Każdy cykl pomiarów powtarzano 3-krotnie.

## Wyniki

Rysunek 2 przedstawia zależności objętościowego strumienia wilgoci od temperatur czynnika suszącego  $t_1$  na wlocie do komory suszenia przy trzech zawartościach wody w surowcu  $u_1 = 2,33; 4; 9$  kg H<sub>2</sub>O·kg<sup>-1</sup> s.m.



Rys. 2. Zależność objętościowego strumienia wilgoci  $W$  w funkcji temperatury czynnika suszającego  $t_1$  przy różnych zawartościach wody ( $u_1=2,33\div 9$  kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> s.m.,  $m \approx 0,98 \div 1,2$  kg h<sup>-1</sup>,  $p=1,4$  bar,  $g_p=102,9$  kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>,  $t_0=21^\circ\text{C}$ ,  $\phi_0=37\%$ ,  $t_2=74-82^\circ\text{C}$ )

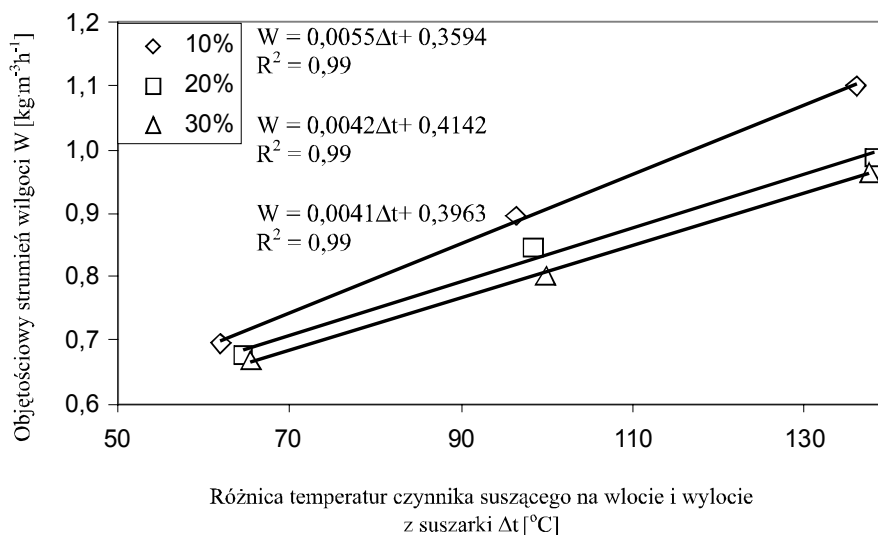
Fig. 2. Relationship of volumetric moisture stream  $W$  in function of drying medium temperature  $t_1$  for various water content values ( $u_1=2.33\div 9$  kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> of dry matter,  $m \approx 0.98 \div 1.2$  kg h<sup>-1</sup>,  $p=1.4$  bar,  $g_p=102.9$  kg m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>,  $t_0=21^\circ\text{C}$ ,  $\phi_0=37\%$ ,  $t_2=74-82^\circ\text{C}$ )

Jak wynika z wykresu zależności te mają charakter liniowy. Zgodnie z oczekiwaniem w miarę wzrostu temperatury  $t_1$  bardzo silnie rosła wartość objętościowego strumienia wilgoci. Zwiększenie zawartości wody w surowcu z 2,33 do 9 kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> s.m. spowodowało wzrost objętościowego strumienia wilgoci o około 31 do 37%. Zależność  $W=f(t_1)$  w zakresie temperatur od 140 do 220°C można opisać równaniem:

$$W=At_1+B \quad (1)$$

Rysunek 3 pokazuje wpływ różnicy temperatur czynnika suszającego  $\Delta t$  między wlotem i wylotem z komory suszenia na wartość objętościowego strumienia wilgoci przy zachowaniu stałości pozostałych parametrów. Jak widać zależność ta przebiegała podobnie jak  $W=f(t_1)$  – to jest liniowo.

Jak widać z danych przedstawionych na wykresie w miarę wzrostu wartości  $\Delta t$  – rósł objętościowy strumień wilgoci  $W$ . Największy objętościowy strumień wilgoci zależny od różnicy temperatur  $\Delta t$  zaobserwowano dla surowca o początkowej zawartości wody  $u_1 = 9$  kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> s. m., a najmniejszy dla surowca o początkowej zawartości wody  $u_1=2,33$  kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> s. m. I tak dla surowca o początkowej zawartości wody  $u_1 = 2,33$  kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> s. m. objętościowy strumień wilgoci zwiększył się o ok. 30% przy wzroście temperatury  $\Delta t$  z 65,5°C do 137,5°C. Dla surowca o początkowej zawartości wilgoci równej 9 kg H<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup> s. m. objętościowy strumień wilgoci zwiększył się o ok. 36%.



Rys. 3. Zależności objętościowego strumienia wilgoci W w funkcji różnicy temperatur czynnika suszącego na wlocie i wylocie  $\Delta t$  przy różnych zawartościach wody ( $u_1=2,33\div 9$  kg  $H_2O$   $kg^{-1}$  s.m.,  $m \approx 0,98 \div 1,2$   $kg \cdot h^{-1}$ ,  $p=1,4$  bar,  $g_p=102,9$   $kg \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$ ,  $t_0=21^\circ C$ ,  $\Phi_0=37\%$ ,  $t_2=74-82^\circ C$ )

Fig. 3. Relationships of volumetric moisture stream W in function of drying medium temperature difference at inlet and outlet -  $\Delta t$  for various water content values ( $u_1=2.33\div 9$  kg  $H_2O$   $kg^{-1}$  of dry matter,  $m \approx 0.98 \div 1.2$   $kg \cdot h^{-1}$ ,  $p=1.4$  bar,  $g_p=102.9$   $kg \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}$ ,  $t_0=21^\circ C$ ,  $\Phi_0=37\%$ ,  $t_2=74-82^\circ C$ )

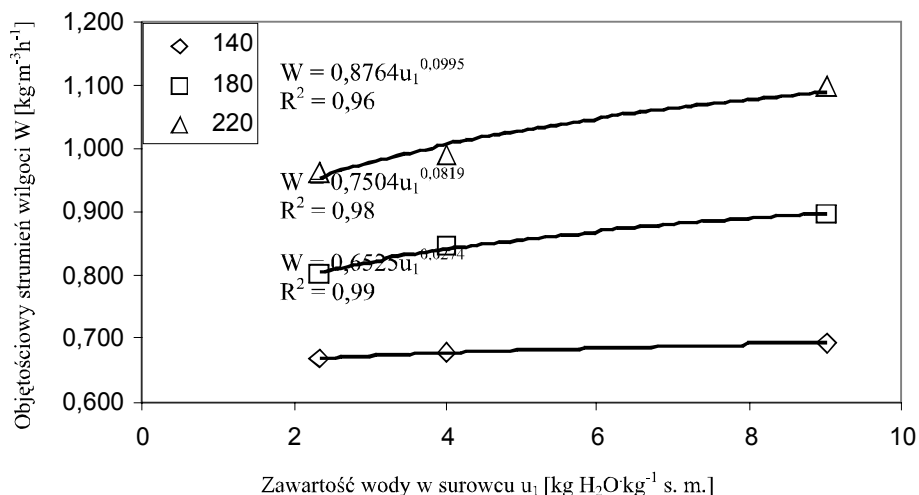
Zaobserwowano, że im mniejsza jest początkowa zawartość wody w surowcu  $u_1$ - tym mniejsza jest różnica temperatur między wlotem i wylotem  $\Delta t$  o kilka procent.

Zależność  $w=f(\Delta t)$  w zakresie początkowej zawartości wody  $u_1=2,33\div 9$  kg  $H_2O$   $kg^{-1}$  s. m. można opisać równaniem:

$$W = A \Delta t + B \quad (2)$$

Doświadczenia autorów zajmujących się suszeniem ciekłej żywności m. in. wodnych roztworów maltodektryny i żelu skrobiowego potwierdzają decydujący wpływ zawartości suchej masy w surowcu na proces dyfuzji wody [Strumiłło 1975].

Na rysunku 4 przedstawiono zależność objętościowego strumienia wilgoci W od początkowej zawartości wody w surowcu  $u_1$ , przy trzech temperaturach czynnika suszącego 140, 180, 220°C i stałości pozostałych parametrów.



Rys. 4. Zależność objętościowego strumienia wilgoci  $W$  w funkcji początkowej zawartości wody w surowcu  $u_1$  przy różnych temperaturach czynnika suszącego  $t_1$  ( $m \approx 0,98 \div 1,2 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $p = 1,4 \text{ bar}$ ,  $g_p = 102,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $u_2 = 0,003 - 0,004 \text{ kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s. m.}$ ,  $t_0 = 21^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 37\%$ ,  $t_2 = 74 - 82^\circ\text{C}$ )

Fig. 4. Relationship of volumetric moisture stream  $W$  in function of initial water content in material  $u_1$  for various drying medium temperature values  $t_1$  ( $m \approx 0,98 \div 1,2 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $p = 1,4 \text{ bar}$ ,  $g_p = 102,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $u_2 = 0,003 - 0,004 \text{ kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ of dry matter}$ ,  $t_0 = 21^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_0 = 37\%$ ,  $t_2 = 74 - 82^\circ\text{C}$ )

Jak wynika z wykresu zależności te mają charakter potęgowej. Zaobserwowano, że im mniejsza jest początkowa zawartość wody w surowcu  $u$  tym mniejszy jest objętościowy strumień wilgoci. Wzrost początkowej zawartości wody z 2,33 do 9  $\text{kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchej masy spowodował wzrost objętościowego strumienia wilgoci o ok. 5% przy temperaturze czynnika suszącego wynoszącej 140°C, 12,5% przy temperaturze 180°C i 14,5% przy temperaturze 220°C.

Zależność  $W = f(u_1)$  w zakresie temperatur 140–220°C opisuje równanie:

$$W = Au_1^B \quad (3)$$

## Wnioski

1. Wzrost temperatury czynnika suszącego na wlocie do komory suszenia w zakresie 140-220°C spowodował wzrost objętościowego strumienia wilgoci o ok. 31-37% w zależności od zastosowanego stężenia ekstraktu z buraków ćwikłowych.
2. Wzrost różnicy temperatur czynnika suszącego między wlotem a wylotem z suszarki w zakresie początkowej zawartości wody  $u_1 = 2,33 \div 9 \text{ kg H}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s. m.}$  spowodował wzrost objętościowego strumienia wilgoci o ok. 30 do 36%.

3. Zwiększenie zawartości wody  $u_1$  w podawanym surowcu do suszarki z zakresie początkowej zawartości wody w surowcu  $u_1=2,33\div 9$  kg  $H_2O\cdot kg^{-1}$  s.m. przy temperaturze 140-220°C spowodowało wzrost objętościowego strumienia wilgoci o ok. 5÷14,5%.
4. Zastosowanie maltodekstryny średniej (maksymalny dodatek 20% suchej substancji ekstraktu buraczanego) pozwoliło polepszyć proces suszenia (nie przyklejanie się surowca do powierzchni komory suszenia).

## Bibliografia

- Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 1962. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nahwert-Tabellen*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft M.B.H. Stuttgart.
- Strumillo Cz. 1975. *Podstawy teorii i techniki suszenia*. Warszawa.

## THE IMPACT OF SELECTED PARAMETERS ON THE PROCESS OF GARDEN BEET EXTRACT DRYING IN A LABORATORY SPRAY DRIER

**Abstract.** An experiment on beet juice drying was performed in a counter-current laboratory spray drier - AVP ANHYDRO LAB1. The process was carried out at drying medium temperature values: 140, 180, 220°C, and for dry matter content in the material: 10, 20, 30%. Final humidity of dried material was 3-4%. The research allowed to determine the impact of drying medium temperature at drier inlet and outlet, and initial water content on the value of volumetric moisture stream.

**Key words:** beet juice, extract, spray drying

### Adres do korespondencji:

Mariusz Surma; e-mail: mariusz.surma@up.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmińskiego 37/41  
51-630 Wrocław