

Adam Figiel, Zbigniew Zdrojewski, Stanisław Peroń
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

WPLYW WARUNKÓW SUSZENIA ROZPYŁOWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI HIGROSKOPIJNE BRZECZKI SŁODOWEJ

Streszczenie

Brzeczke słodową o zawartości suchej masy 30% wysuszono w suszarce rozpyłowej Anhydro Lab 1 przy dwóch prędkościach obrotowych pompy perystaltycznej podającej surowiec 10 i 20 obr/min oraz przy różnych ciśnieniach powietrza w rozpylaczu w zakresie od 0,5 do 1,2 bar. Wysuszone próbki pochłaniały parę wodną z powietrza o temperaturze 20 °C i wilgotności względnej 40 oraz 75%. Przyrost wilgotności jak i szybkość adsorpcji opisano przy użyciu funkcji potęgowych. Wzrostowi prędkości obrotowej pompy oraz zmniejszeniu ciśnienia powietrza w rozpylaczu towarzyszyło zmniejszenie higroskopijności wysuszonej brzeczki.

Słowa kluczowe: brzeczka słodowa, suszenie rozpyłowe, adsorpcja pary wodnej

Wykaz symboli

n	- prędkość obrotowa pompy podającej surowiec [obr/min]
p	- ciśnienie powietrza w rozpylaczu [bar]
φ	- wilgotność względna powietrza [%]
t	- temperatura [°C]
τ	- czas [s]
ΔW	- przyrost wilgotności [%]
dW	- szybkość adsorpcji [%/min]

Wstęp

Brzeczka słodowa jest surowcem do otrzymywania zagęszczonych ekstraktów słodowych, które są źródłem łatwo przyswajalnych przez organizm ludzki składników: maltozy, glukozy i dekstryn, aminokwasów i peptydów, enzymów z grupy hydrolaz, składników mineralnych (sód, potas, wapń, chlor, fosfor, żelazo) i witamin B₁, B₂, B₆, PP oraz szeregu substancji zawartych w słodzie jęczmiennym [BN-84/8143-01]. Zagęszczone ekstrakty słodowe nie są jednak trwałe i wymagają stosowania konserwantów. Brzeczka słodowa w formie proszku uzyskanego metodą rozpyłową nie wymaga stosowania konserwantów i jest wygodna do dozowania oraz mieszania z

innymi składnikami stosowanymi w cukiernictwie lub piekarnictwie [Błażewicz, Borek 1999; Fraj, Sąsiadek 1984].

Higroskopijność proszku, czyli zdolność adsorpcji pary wodnej z otaczającego powietrza, jest istotną cechą świadczącą o jakości produktu. Zależy ona nie tylko od wielkości ziaren, ale także od ich składu chemicznego, temperatury [Chung, Pfost 1967] i wilgotności względnej powietrza [Bakker – Arkema i in. 1968] oraz od wilgotności początkowej produktu [Kunze, Hall 1967]. Wielkość ziarna zależy między innymi od natężenia przepływu surowca oraz ciśnienia powietrza w rozpylaczu suszarki rozpyłowej [Wan i in. 1995]. Mała wielkość ziarna obniża jakość suszu zwiększając jego powierzchnię czynną i tym samym intensyfikując higroskopijność oraz działanie tlenu zawartego w powietrzu, a także utrudniając rozpuszczalność w wodzie i zmniejszając sypkość, co w połączeniu z tendencją do tworzenia kurzu utrudnia mechaniczne dozowanie i pakowanie.

Cel badań

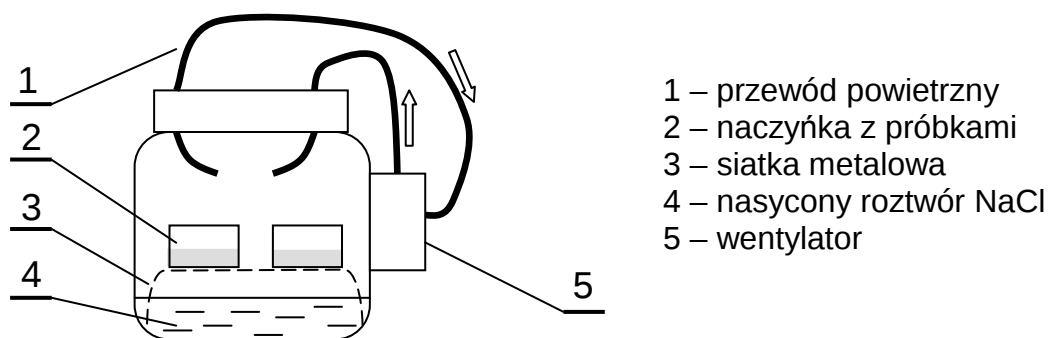
Celem badań było wyznaczenie wpływu parametrów suszenia metodą rozpyłową na właściwości higroskopijne brzezki słodowej.

Metodyka badań

Brzeczkę o zawartości suchej masy 30% wysuszono w suszarce rozpyłowej ANHYDRO LAB 1 przy prędkości obrotowej pompy perystaltycznej podającej surowiec $n=10$ obr/min i stałym ciśnieniu powietrza w rozpylaczu $p=1$ bar oraz przy różnych ciśnieniach powietrza w rozpylaczu p wynoszących 0,5 0,8 i 1,2 bar i przy stałej prędkości obrotowej pompy $n=20$ obr/min.

Badanie adsorpcji pary wodnej zawartej w powietrzu przez próbki suszu brzezki słodowej umieszczone w naczynkach wagowych o średnicy 40 mm przeprowadzono w temperaturze 20 °C. Próbki o masie 5 gramów znajdowały się w pomieszczeniu laboratorium o średniej wartości wilgotności względnej powietrza $\varphi=40\%$ oraz w słoju (rys.1), na którego dnie znajdował się nasycony roztwór NaCl (4) zapewniający stałą wartość wilgotności względnej powietrza $\varphi=75\%$. Cyrkulację powietrza wewnątrz słoja zapewniał układ złożony z wentylatora (5) oraz giętkich przewodów powietrznych (1). Naczynka z próbkami (2) położone były na metalowej siatce (3). Trwający jedną dobę pomiar pozwolił wyznaczyć punkty pomiarowe, do

których dopasowano funkcje przyrostów wilgotności. Szybkości adsorpcji wyznaczono jako pochodne funkcji przyrostów wilgotności.



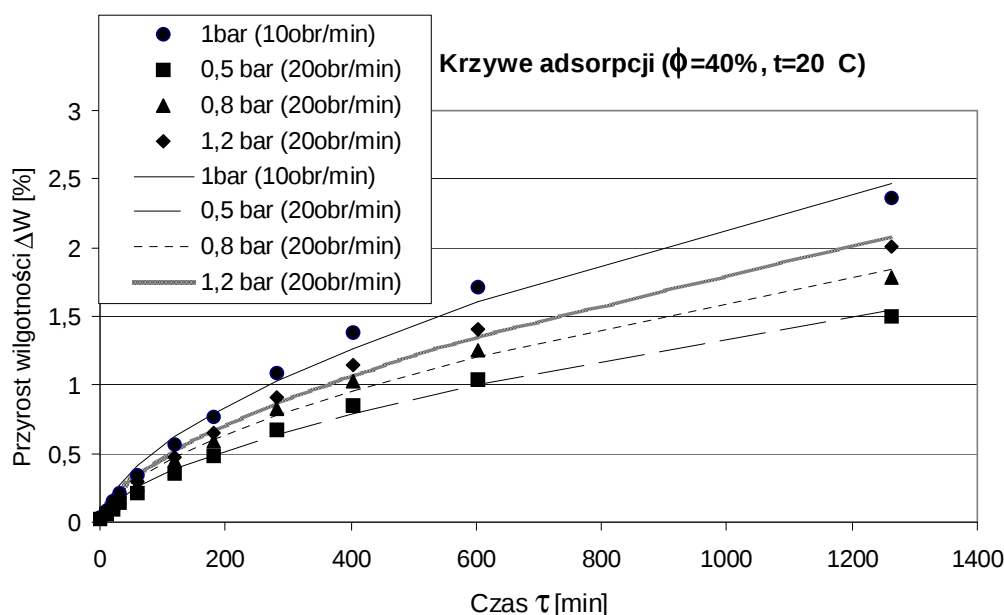
Rys. 1. Stanowisko do badania adsorpcji pary wodnej z powietrza
Fig. 1. Stand for vapour adsorption measuring

Analiza wyników badań

Przyrost wilgotności suszu brzezki słodowej opisano przy użyciu funkcji potęgowych (rys. 2 i 4, tab.1), których pochodne będące także funkcjami potęgowymi posłużyły do określenia szybkości adsorpcji (rys. 3 i 5, tab.1). W warunkach panujących w laboratorium ($\varphi=40\%$, $t=20^{\circ}\text{C}$) największą higroskopijność wykazywał susz uzyskany przy prędkości pompy podającej surowiec $n=10$ obr/min. W przypadku prędkości $n=20$ obr/min największą dynamiką chłonięcia pary wodnej z otoczenia charakteryzowała się próbka wysuszona przy ciśnieniu powietrza w rozpylaczu $p=1,2$ bar, a najmniejszą próbka wysuszona przy ciśnieniu $p=0,5$ bar.

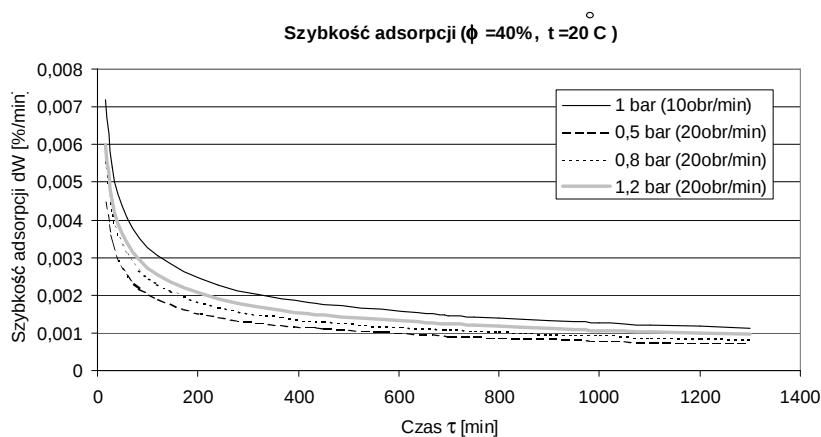
Analizę chłonności pary wodnej w środowisku o dużej wilgotności ($\varphi=75\%$, $t=20^{\circ}\text{C}$) ograniczono do próbek wysuszonych przy prędkości obrotowej pompy $n=20$ obr/min. Na podstawie analizy wyników dotyczących higroskopijności w powietrzu o wilgotności $\varphi=40\%$ należałoby przypuszczać, że w powietrzu o wilgotności $\varphi=75\%$ najmniejszą szybkością adsorpcji powinien charakteryzować się susz brzezki uzyskany w wyniku zastosowania ciśnienia w rozpylaczu $p=0,5$ bar. Mniejszemu ciśnieniu odpowiada bowiem większy średni rozmiar ziaren suszu [Wan i in. 1995], a tym samym spodziewana jest mniejsza higroskopijność takiego suszu. Większa higroskopijność wykazywana przez susz uzyskany przy ciśnieniu $p=0,5$ bar w porównaniu z higroskopijnością wykazywaną przez susz uzyskany przy ciśnieniu $p=0,8$

bar wydaje się być przypadkowa i może wynikać ze zbyt bliskiego położenia naczynka względem otworu przewodu tłoczącego wymuszającego cyrkulację powietrza (rys.1).



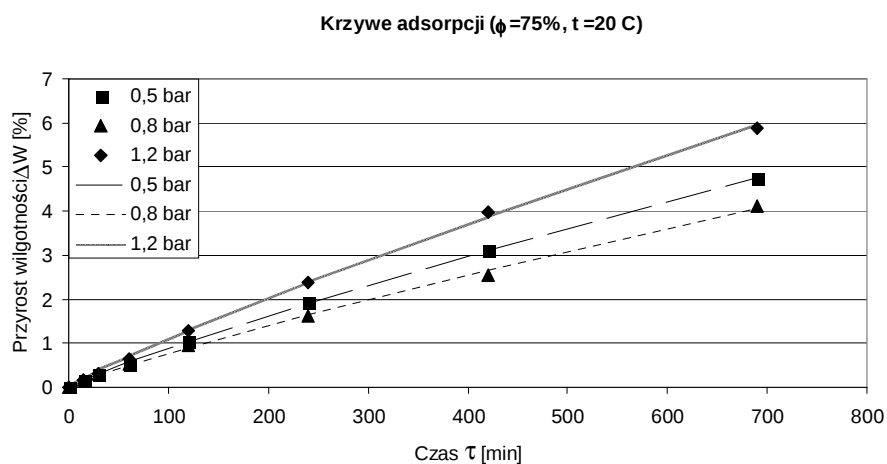
Rys. 2. Krzywe adsorpcji w temperaturze $t=20^{\circ}\text{C}$ i przy wilgotności względnej powietrza $\phi=40\%$ wyznaczone dla brzezki słodowej otrzymanej przy różnych parametrach suszenia

Fig. 2. Malt wort adsorption curves estimated at temperature 20°C and humidity $\phi=40\%$ for different drying parameters

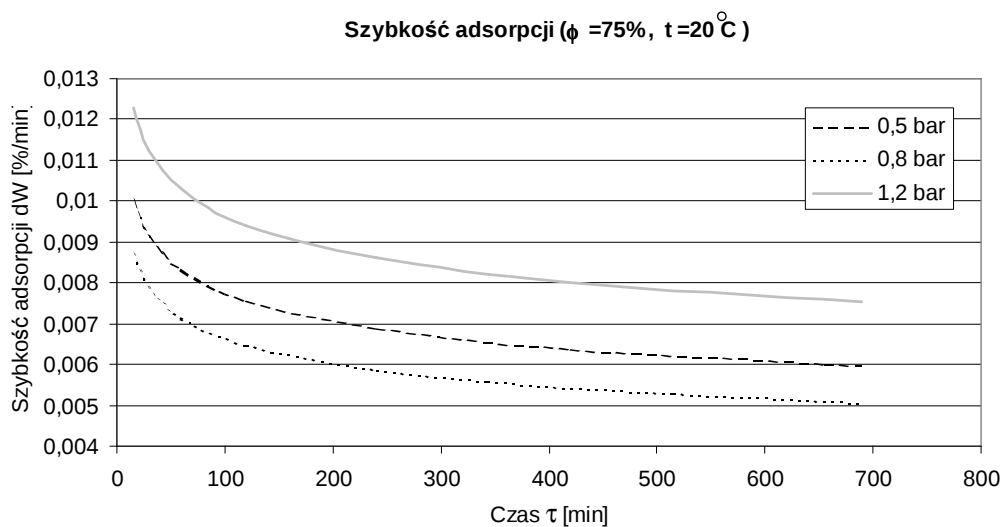


Rys. 3. Szybkość adsorpcji w temperaturze 20°C i przy wilgotności względnej powietrza $\phi=40\%$ wyznaczone dla brzezki słodowej otrzymanej przy różnych parametrach suszenia

Fig. 3. Malt wort rate of adsorption estimated at temperature 20°C and humidity $\phi=40\%$ for different drying parameters



Rys. 4. Krzywe adsorpcji w temperaturze 20°C i przy wilgotności względnej powietrza $\phi=75\%$ wyznaczone dla brzezki słodowej otrzymanej przy różnych parametrach suszenia
 Fig. 4. Malt wort adsorption curves estimated at temperature 20°C and humidity $\phi=75\%$ for different drying parameters



Rys. 5. Szybkość adsorpcji w temperaturze 20°C i przy wilgotności względnej powietrza $\phi=75\%$ wyznaczone dla brzezki słodowej otrzymanej przy różnych parametrach suszenia
 Fig. 5. Malt wort rate of adsorption estimated at temperature 20°C and humidity $\phi=75\%$ for different drying parameters

Tabela 1. Parametry funkcji opisujących przyrost wilgotności ΔW oraz szybkość adsorpcji dW dla różnych wartości parametrów suszenia rozpyłowego brzezki słodowej (p – ciśnienie powietrza doprowadzonego do rozpylacza, n – obroty pompy perystaltycznej), R^2 – współczynnik determinacji

Table 1. Parameters of functions describing the increase of moisture content ΔW and the rate of adsorption dW for different parameters of malt wort drying (p – pressure in the nozzle, n – velocity of peristaltic pump), R^2 – coefficient of determination

Parametry suszenia		PRZYROST WILGOTNOŚCI $\Delta W = a \cdot \square^b$ ($\varphi=40\%$, $t=20^\circ\text{C}$)		
p [bar]	n [obr/min]	a	b	R^2
1	10	0,03783	0,5850	0,99
0,5	20	0,02270	0,5910	0,99
0,8	20	0,03056	0,5739	0,99
1,2	20	0,03101	0,5885	0,99
Parametry suszenia		PRZYROST WILGOTNOŚCI $\Delta W = a \cdot \square^b$ ($\varphi=75\%$, $t=20^\circ\text{C}$)		
p [bar]	n [obr/min]	a	b	R^2
0,5	20	0,01670	0,8648	0,99
0,8	20	0,01485	0,8584	0,99
1,2	20	0,01987	0,8724	0,99
Parametry suszenia		SZYBKOSĆ ADSORPCJI $dW=(\Delta W)' = a_1 \cdot \square^{b_1}$ ($\varphi=40\%$, $t=20^\circ\text{C}$)		
p [bar]	n [obr/min]	a_1	b_1	
1	10	0,02213	-0,415	
0,5	20	0,01342	-0,409	
0,8	20	0,01754	-0,426	
1,2	20	0,01825	-0,411	
Parametry suszenia		SZYBKOSĆ ADSORPCJI $dW=(\Delta W)' = a_1 \cdot \square^{b_1}$ ($\varphi=75\%$, $t=20^\circ\text{C}$)		
p [bar]	n [obr/min]	a_1	b_1	
0,5	20	0,01444	-0,135	
0,8	20	0,01275	-0,142	
1,2	20	0,01733	-0,128	

Wnioski

1. W przypadku brzezki słodowej wysuszonej metodą rozpyłową zarówno przyrost wilgotności jak i szybkość adsorpcji można opisać przy użyciu funkcji potęgowych.
2. Wzrost prędkości obrotowej pompy podającej surowiec od 10 do 20 obr/min oraz zmniejszenie ciśnienia powietrza w rozpylaczu od 1,2 do 0,5 bar powoduje zmniejszenie higroskopijności suszu brzezki słodowej.

Bibliografia

Bakker – Arkema F., Bickert W., Dexter S. 1968. *Environmental control during storage to prevent cracking of pea beans*. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 11, 380 – 383.

Błażewicz J., Borek M. 1999. *Zastosowanie ekstraktów słodowych typu piekarniczego w przemyśle spożywczym*. *Cukiernictwo*, 2, 15.

BN-84/8143-01. *Ekstrakt słodowy*.

Chung D., Pfost H. 1967. *Adsorption and desorption of water vapour by cereal grains and their products*. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 10, 549 – 557.

Fraj A., Sęsiadek R. 1984. *Produkcja i zastosowanie ekstraktu słodowego*. *Przegląd Piekarski i Cukrowniczy*, 2, 11-12.

Kunze O., Hall C. 1967. *Moisture adsorption characteristics of brown rice*. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 10, 448 – 450.

Wan L.S.C., Heng P.W.S., Liew C.V. 1995. *The influence of liquid spray rate and atomizing pressure on the size of spray droplets and spheroids*. *International Journal of Pharmaceutics*, 118, 213 – 219.

EFFECT OF SPRAY DRYING CONDITIONS ON THE HYGROSCOPICITY OF MALT WORT

Summary

Malt wort of 30% dry matter content was dried in the spray – drier Anhydro Lab 1. Two velocities of peristaltic pump (10 and 20 r.p.m.) were applied as well as different pressure values of the air supplied to the nozzle at the range from 0.5 do 1.2 bar. Dried samples of 5 grams were subjected to the adsorption of water from the air of a temperature of 20 °C and humidity of 40 and 75%. The study has revealed that it is possible to describe adsorption curves using power functions. It was stated that the increase of pump velocity and the reduction of air pressure in the nozzle resulted in decreasing the malt wort powder hygroscopicity.

Key words: malt wort, spray drying, vapour adsorption