

OCENA CHŁONNOŚCI NOŚNIKÓW POROWATYCH UŻYTECZNYCH DLA TECHNIKI SUSZARNICZEJ

Stanisław Peroń, Zbigniew Zdrojewski, Mariusz Surma
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Doświadczenie realizowano na laboratoryjnym stanowisku badawczym wyposażonym w przeźroczysty cylinder z podziałką o średnicy 30 mm i wysokości 120 mm – wypełniony rozdrobnionym suchym nośnikiem. Dolny koniec cylindra zamknięty od dołu gęstą siatką fosforobrazową zanurzano płytko w destylowanej wodzie – rejestrując tempo jej podsiąkania. Badanie wykonano wg istniejącej metodologii. Zastosowane nośniki porowate różniły się istotnie dynamiką chłonności wody.

Słowa kluczowe: nośniki porowate, chłonność, technika suszarnicza

Wstęp i cel pracy

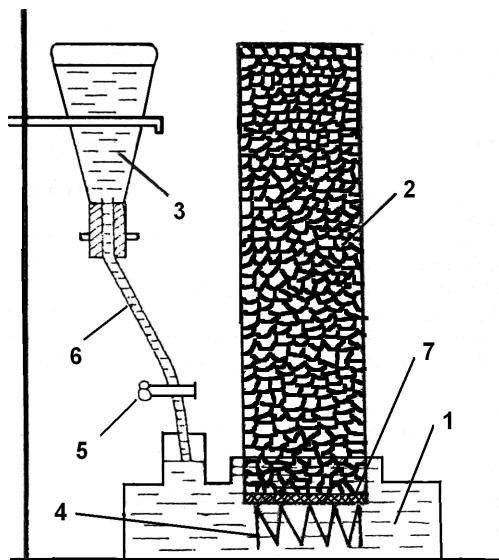
Kontaktowo - sorpcyjna wymiana masy, w każdym przypadku, intensyfikuje proces usuwania wilgoci, zmniejsza jego energochłonność, przyczynia się do zwiększenia jakości i poprawy właściwości technologicznych suchego produktu [Suchorzewska 1997; Markowski 1993].

Jak wynika z literatury [Mitura i Kamiński 1994] istnieją obszerne informacje odnośnie właściwości sorpcyjnych dla szeregu nośników porowatych takich jak: mączka kostna, węgiel drzewny, torf, trociny, kaolin itp. Brak natomiast takich informacji odnośnie innych surowców pochodzenia roślinnego będących produktami ubocznymi przemysłu rolnego, stosowanych lub mogących stanowić potencjalnie naturalne nośniki wykorzystywane w procesie suszenia, jak np. sucha wycierka ziemniaczana, suszone wytloki z jabłek, marchwi czy buraków ćwikłowych itp.

Celem pracy była: Ocena szybkości podsiąkania wody w warstwie suchej wycierki ziemniaczanej, suchych wytlóków z jabłek, marchwi, buraków ćwikłowych oraz otrębów pszennych. Określenie masowej szybkości wchłaniania wody przez w/w nośniki. Określenie zdolności wiązania wody przez wymienione nośniki.

Metodyka badań

Na rysunku 1 przedstawiono schemat stanowiska do badania procesu podsiąkania wody w warstwie próbek wybranych nośników porowatych. Budowa i działanie wynikają z rysunku. Przy wyborze metodyki i budowie stanowiska kierowano się zaleceniami zawartymi w pracy Królaka [1998] oraz Pogorzelskiego [1976].



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – naczynie zamknięte z wodą, 2 – badana próbka nośnika umieszczona w cylindrze o średnicy 30 mm i wysokości 120 mm, 3 – naczynioko uzupełniające wodę, 4 – podstawka ażurowa, 5 – zacisk, 6 – przewód gumowy, 7 – drobna siatka

Fig. 1. Measurement setup diagram: 1 – closed vessel with water, 2 – examined carrier sample put in a cylinder (diameter 30 mm and height 120 mm), 3 – small container for water refilling, 4 – openwork stand, 5 – clamp, 6 – rubber hose, 7 – fine mesh

Jako pojemnik na badaną próbkę nośnika wykorzystano cylinder miarowy (2) z podziałką milimetrową – wykonany ze szkła organicznego i zamknięty od dołu drobną siatką z fosforobrazu (7). Naczynie (1), z którego próbka chłoneła wodę stanowi pojemnik 3 - litrowy o średnicy 30 cm. W miarę potrzeby naczynie (1) uzupełniano wodą z podtrzymywanego statywem pojemnika (3). Jako nośnik użyto wytlóków: jabłek, marchwi, buraków ćwikłowych, wycierki ziemniaczanej i otrąb pszennych. Przed badaniem nośniki suszono do suchej masy i mielono. Gęstość właściwą każdego z materiałów określono metodą piknometryczną. Gęstość usypową wyznaczono wg normy PN-73/R-74007. Porowatość warstwy obliczono z zależności:

$$\varepsilon_c = 1 - \frac{\rho_u}{\rho_m} \quad (1)$$

gdzie:

- ρ_u – oznacza gęstość usypową nośnika,
- ρ_m – gęstość właściwa nośnika.

Pomiary przyrostu masy próbki prowadzono co 10 minut przez pierwszą godzinę, następnie przez kolejną godzinę co 15 minut. Maksymalną chłoność danego nośnika okre-

ślano przez moczenie nowej próbki o masie początkowej 15 g przez 5 godzin, a następnie przez jej odwirowanie. Wodochłonność nośników wg. Sosulskiego [1962] obliczano z zależności:

$$W_o = \frac{a}{b} \cdot 100\% \quad (2)$$

gdzie:

- W_o – wodochłonność [%],
- a – masa związanej wody (po odwirowaniu próbki) [g],
- b – masa początkowa próbki [g].

Każdy pomiar powtarzano 5-krotnie.

Wyniki badań

W tabeli 1 zamieszczono niektóre dane charakterystyczne dla rozdrobnionych materiałów roślinnych stanowiących nośniki. Są to wilgotność, gęstość, gęstość usypowa, porowatość warstwy oraz przeciętna objętościowa średnica zastępcza.

Tabela 1. Charakterystyka badanych nośników
Table 1. Characteristics of examined carriers

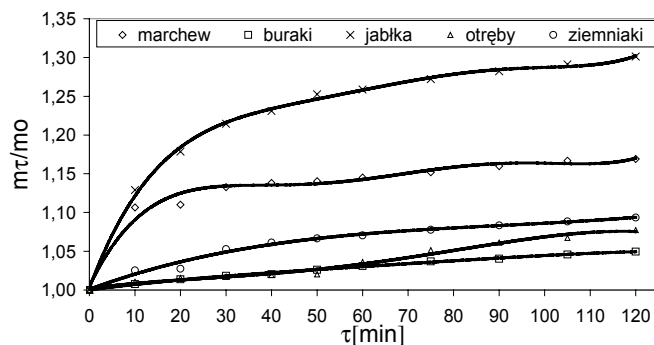
Nazwa nośnika	Wilgotność nośników [%]	Gęstość [kg·m ⁻¹]	Gęstość usypowa [kg·m ⁻¹]	Porowatość [-]	Przeciętna średnica cząstek [mm]
Wytłoki z marchwi	6,2	1154	220	0,813	0,686
Wycierka ziemniaczana	7,1	1189	530	0,554	0,635
Wytłoki z buraków ćwikłowych	5,4	1084	330	0,695	0,851
Wytłoki z jabłek	5,2	820	320	0,617	0,588
Otręby pszenne	15,2	1102	500	0,546	0,712

Źródło: obliczenia własne autora

Zetknięcie dolnej części próbki nośnika z wodą powodowało jej podsiąkanie, co skutkowało przyrostem masy próbki i zwiększaniem objętości cząstek materiału przy zachowaniu stałej wysokości jej warstwy.

Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi zmian względnego przyrostu masy nośników wchłaniających wodę m_τ/m_o , natomiast na rysunku 3 względne przyrosty wysokości podsiąkania wody h_τ/h_o w warstwie nośników (m_τ - masa nośnika po czasie τ , m_o - początkowa masa nośnika, h_τ - wysokość słupa cieczy w warstwie po czasie τ , m_o - początkowa wysokość słupa cieczy w warstwie).

Jak wynika z wykresów zarówno przebiegi zmian masy jak i wysokości podsiąkania wykazują w większości dwa okresy. W okresie pierwszym (trwającym ok. 20 minut) można było zaobserwować nieliniowy, intensywny charakter poboru wody w czasie przez takie nośniki jak wytłoki z jabłek, marchwi, wycierka ziemniaczana.

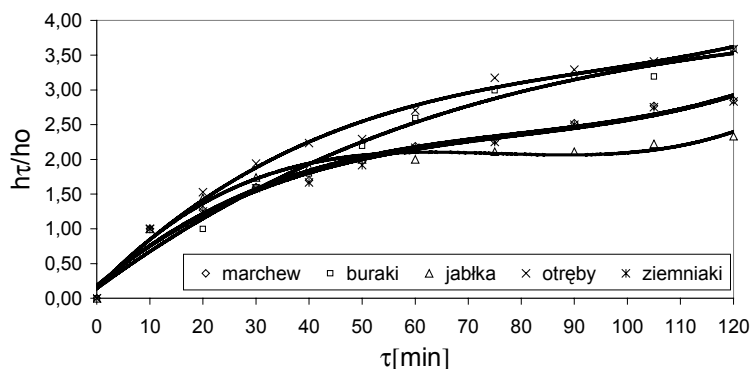


Rys. 2. Porównanie przebiegu zmian względnego przyrostu masy m_τ/m_0 między poszczególnymi nośnikami podczas podsiąkania wody

Fig. 2. Trajectory comparison for changes in relative mass increment m_τ/m_0 between individual carriers during water infiltration

W okresie drugim (20-120 minut) zarówno pobór wody jak i jej penetracja wzdłuż warstwy dla wspomnianych nośników przebiegają mniej intensywnie. Pozostałe nośniki takie jak wytloki buraczane i otręby wykazały odmienną dynamikę chłonięcia wody.

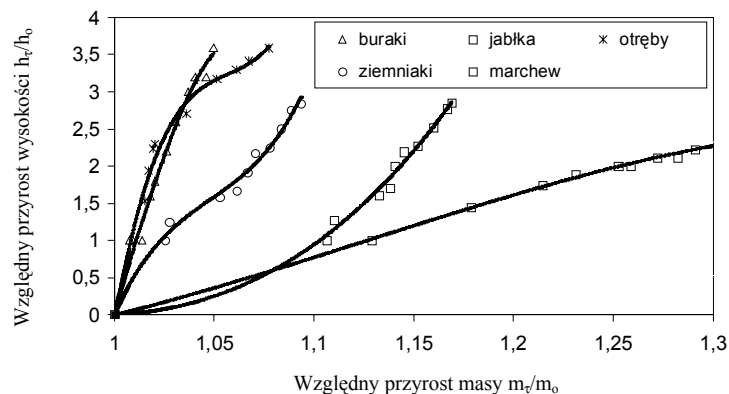
Jak wynika z rysunku 2 największą zdolność chłonięcia wody w czasie 120 minut wykazały wytloki z jabłek i marchwi. W przypadku pozostałych nośników względne przyrosty masy były znacznie niższe. Inaczej kształtowały się względne przyrosty wysokości migrującej wody h_τ/h_0 . W tym przypadku wartość h_τ/h_0 była najniższa dla jabłek a najwyższa dla otrębów pszennych i buraków.



Rys. 3. Porównanie przebiegu zmian względnego przyrostu wysokości h_τ/h_0 podsiąkania wody między poszczególnymi nośnikami

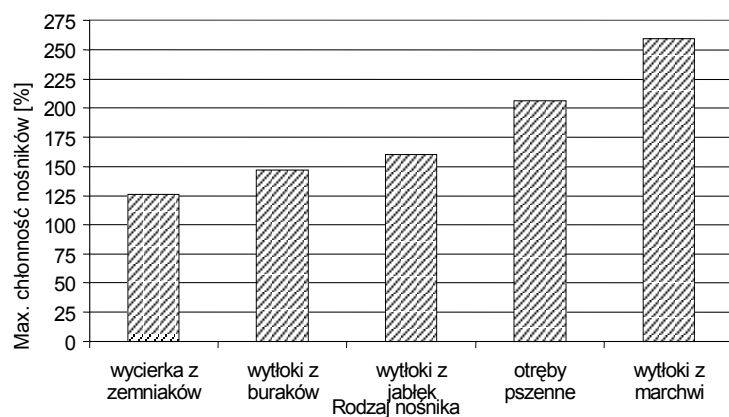
Fig. 3. Trajectory comparison for changes in relative height increment h_τ/h_0 for water infiltration between individual carriers

Rysunek 4 przedstawia zależności między względnym przyrostem masy m_τ/m_0 a względnym przyrostem wysokości podsiąkania h_τ/h_0 dla wspomnianych nośników.



Rys. 4. Zależność między względnym przyrostem masy i względnym przyrostem wysokości podczas chłonięcia wody przez poszczególne nośniki

Fig. 4. Relationship between relative mass increment and relative height increment during water absorption by individual carriers



Rys. 5. Maksymalna chłonność wody przez wybrane nośniki porowate

Fig. 5. Maximum water absorptivity for selected porous carriers

Ważną cechą przydatności nośnika porowatego dla praktyki jest jego maksymalna wodochłonność. Na rysunku 5 przedstawiono wodochłonność wybranych nośników uwalnianych przez okres 5 godzin. Okres ten jest uważany przez wielu autorów zajmujących się rehydracją suszu za wystarczający do oceny wodochłonności. Jak wynika z histogramu masa 100 g wspomnianych wcześniej nośników jest w stanie wchłonąć od 125 do 260

gramów wody. Najniższą wodochłonność w temperaturze 20°C wykazała wycierka ziemniaczana, najwyższą wyłłoki z marchwi. Pozostałe nośniki takie jak wyłłoki z buraków ćwikłowych, jabłek oraz otręby pszenne charakteryzowały się wodochłonnością wynoszącą odpowiednio 147, 160 i 206%. Różnice w ilości wchłanianej wody w czasie rehydracji zależą przede wszystkim od rodzaju materiału badawczego. Można więc pośrednio sugerować, że wynikają ze zróżnicowanych zmian chemicznych, składników suchej substancji w trakcie suszenia. Można np. oczekiwać, że w przypadku uwadniania wycierki ziemniaczanej i otręb pszennych – przy temp. bliskiej 100°C ich wodochłonność znacząco wzrośnie ze względu na zjawisko kleikowania skrobi wchodzącej w skład ich suchej masy. Jak wynika z badań [Witrowa 1999] podczas kleikowania cząsteczki skrobi pobierają intensywnie wodę z otoczenia.

Wnioski

1. Zastosowane roślinne nośniki porowate wykazały wyraźne zróżnicowanie co do dynamiki chłonności wody.
2. Najwyższą intensywność względnego przyrostu masy w czasie 120 minut uwadniania wykazały wyłłoki z jabłek oraz marchwi, w pozostałych nośnikach względne przyrosty masy były niższe.
3. Najwyższą chłonność wody w czasie 5 godzin moczenia próbki wykazały wyłłoki z marchwi (ok. 260%) oraz otręby pszenne (ok. 206%) a najniższą wodochłonność wycierka ziemniaczana (126%).

Bibliografia

- Królak E.** 1998. Fizyka ciepła budowli. Właściwości wilgotnościowe materiałów budowlanych. Kraków. s. 27-40.
- Markowski A.** 1993. Quality Interaction in a Jet Spouted Bed Dryer for Bio – Products Drying Technology 11(2) pp. 369-387.
- Mitura E., Kamiński W.** 1994. Suszenie serwatki na nośnikach porowatych. VIII Sympozjum suszarnictwa. Materiały konferencyjne, Tom II. s. 281.
- Pogorzelski J.** 1976. Fizyka ciepła budowli. PWN. s. 159-184.
- Sosulski F.W.** 1962. The Centrifuge Method for Determining Flour Absorption In Hard, Red Spring Wheats Cereal Chemistry 39, pp. 314-350.
- Suchorzewska D.** 1997. Wpływ preparatu błonnikowego z wycierki ziemniaczanej na jakość pieczywa skrobiowego. Przemysł Spożywczy 11. s. 32-42.
- Witrowa-Rajchert D.** 1999. Rehydracja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej w czasie suszenia. Rozprawa Habilitacyjna. s. 13-20.

ABSORPTIVITY ASSESSMENT FOR POROUS CARRIERS USEFUL FOR DRYING TECHNOLOGY

Abstract. The experiment was carried out in a laboratory test stand equipped with transparent graduated cylinder, diameter 30 mm and height 120 mm – filled with ground dry carrier. Lower cylinder end closed from bottom by a dense phosphor-bronze mesh was immersed shallowly in distilled water, recording its infiltration rate. The test was carried out according to existing methodology. Employed porous carriers differed considerably in water absorptivity dynamics.

Key words: porous carriers, absorptivity, drying technology

Adres do korespondencji:

Stanisław Peroń: e-mail: stanislaw.peron@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chelmońskiego 37/41
51-630 Wrocław