

HANNA KOWALSKA, EWA DOMIAN, MONIKA JANOWICZ,  
ANDRZEJ LENART

## **WPŁYW AGLOMERACJI NA ADSORPCJĘ PARY WODNEJ PRZEZ WIELOSKŁADNIKOWĄ ŻYWNOŚĆ W PROSZKU**

### Streszczenie

Wyznaczano przebieg izoterm i kinetyki adsorpcji pary wodnej przez mieszaniny proszków spożywczych i ich aglomeraty otrzymane metodą powtórnego nawilżenia w złożu fluidalnym generowanym pneumatycznie lub mechanicznie. Mieszaniny sporządzono z produktów w proszku takich, jak: serwatka, izolat białek serwatkowych, izolat sojowy, glukoza oraz tłuszcz palmowy w stanie płynnym i sproszkowanym. Wzorcem do ustalenia składu mieszanin był proszek mleczny.

Wpływ aglomeracji wodą w złożu fluidalnym na adsorpcję pary wodnej wieloskładnikowej żywności w proszku uzależniony był od jej charakteru. Efekt zmian w kierunku zmniejszenia zdolności adsorpcji pary wodnej przez aglomeraty mieszanin białkowo-węglowodanowych i tłuszczowo-białkowo-węglowodanowych zależał głównie od ich składu, a w mniejszym stopniu od ich struktury związanej z metodą aglomeracji.

**Słowa kluczowe:** izoterm, kinetyka adsorpcji, proszki spożywcze, aglomeracja, złożo fluidalne

### **Wprowadzenie**

Żywność w proszku jest przykładem skoncentrowanej żywności określanej mianem szybkiej w przygotowaniu, wygodnej, niejednokrotnie gotowej do spożycia, produktów stosunkowo długiej trwałości [3].

Produkty sypkie, zarówno pod postacią proszków, jak i aglomeratów, cechują się dużą higroskopijnością, czyli zdolnością adsorpcji pary wodnej z otoczenia. Wrażliwość produktów na wilgoć i ich zdolność chłonięcia wody może być określana na podstawie kształtu izoterm i kinetyki adsorpcji pary wodnej. Izoterm większości produktów spożywczych mają kształt sigmoidalny z pewnymi odchyleniami, zależnie od rodzaju produktu oraz zawartości wody i wilgotności względnej powietrza [2, 6, 7, 8]. Kształt izoterm tego typu związany jest z występowaniem adsorpcji mono-

molekularnej (monowarstwy) w środowisku o aktywności wody  $a_w < 0,3$ , wielowarstwowej przy  $0,3 < a_w < 0,65$  oraz kondensacji kapilarnej przy  $a_w > 0,65$ .

W literaturze izotermy adsorpcji opisywane są za pomocą różnych równań matematycznych, np. według teorii Brunauera, Emmeta i Tellera (BET), Guggenheima Andersona i de Boera (GAB), Hendersona, Hasley'a [1, 9, 10, 11]. Stosowane są również analizy adsorpcji pary wodnej przez różne produkty bez opisów matematycznych, ponieważ trudno znaleźć równanie uwzględniające wszystkie parametry związane z przebiegiem tego procesu [3].

Stosowane, w celu otrzymania określonego produktu końcowego, mieszanie różnych składników spożywczych prowadzi do uśrednienia równowagowej zawartości wody mieszaniny w czasie przechowywania wskutek dyfuzji pary wodnej pomiędzy otaczającą atmosferą i składnikami mieszaniny. Zbadanie tych zależności umożliwia prognozowanie trwałości gotowego produktu, a jednocześnie służy opracowaniu optymalnych warunków przechowywania. Mieszaniny zawierające duże ilości białek charakteryzują się zwiększoną zdolnością chłonięcia wody, zaś duża zawartość węglowodanów powoduje jej zmniejszenie [5].

Zależność przyrostu zawartości wody w żywności w proszku od czasu procesu umożliwia interpretację kinetyki adsorpcji. Kształt krzywej kinetyki adsorpcji zależy od składu żywności w proszku oraz parametrów pomiaru (temperatury i wilgotności względnej środowiska) [3].

Znajomość izoterm i kinetyki adsorpcji pary wodnej przez różne produkty w proszku jest konieczna przy określaniu optymalnych warunków ich przechowywania. Praktyczne zastosowanie izoterm sorpcji w przetwórstwie żywności znajduje również zastosowanie podczas projektowania procesów technologicznych (suszenia, nawilżania, pakowania i in.) [3, 4].

Celem pracy było określenie wpływu aglomeracji nawilżeniowej na adsorpcję pary wodnej mieszanin proszków spożywczych z uwzględnieniem metody aglomeracji i składu mieszaniny.

### **Materiał i metody badań**

Aglomerację w pneumatycznie generowanym złożu fluidalnym (metoda fluidalna) prowadzono w aglomeratorze STREA 1/Nitro-Aeromatic AG. Aglomerację w mechanicznie generowanym złożu fluidalnym (metoda mechaniczna) wykonywano w laboratoryjnym mieszalniku lemieszowym, służącym do granulacji substancji sypkich firmy Lödige, typ L5 (Lödige Plughshare Mixer). Ciecżą nawilżającą podczas aglomeracji była woda, którą dodawano w ilości 20 g na 100 g aglomerowanej mieszaniny.

Materiałem do badań były produkty w proszku, takie jak: proszek mleczny (PM), serwatka (S), izolat białek serwatkowych (BSW), izolat sojowy (BSJ), glukoza (G).

Sporządzono z nich mieszaniny z następującym udziałem masowym poszczególnych składników:

- A (S – 66%, BSJ – 34%),
- B (BSW – 16,5%, BSJ – 34%, G – 49,5%),
- E (S – 49%, BSJ 25%, tłuszcz płynny palmowy – 26%) – odpowiadająca składem mieszaninie A; aglomerowana tłuszczem,
- F (S 49%, BSJ 25%, tłuszcz sproszkowany palmowy – 26%) – odpowiadająca rodzajem składników mieszaninie A, ale z dodatkiem tłuszczu,
- PM – 100% odtłuszczone mleko w proszku.

Wzorcem do ustalenia składu mieszanin był proszek mleczny. Mieszaniny PM, A, B charakteryzowały się podobną ogólną zawartością białka i węglowodanów. Mieszaniny E i F pod względem ogólnej zawartości białka, węglowodanów i tłuszczu odpowiadały pełnemu mleku w proszku.

Izotermy adsorpcji pary wodnej określano metodą statyczną w ekсыkatorach przy zastosowaniu kwasu siarkowego i nasyconych roztworów soli, charakteryzujących się określonymi wartościami aktywności wody w zakresie od 0,0 do 0,9 w temp. 25°C. Okres przetrzymywania próbek w ekсыkatorach wynosił 3 miesiące. Aktywność wody ( $a_w$ ) mierzono w higrometrze Hygroskop DT 2 firmy Rotronic. Przed wykonaniem badań próbki wcześniej dosuszano w suszarce w temp. 50°C i ciśnieniu 50 kPa przez 20 godz.

Kinetykę adsorpcji pary wodnej oznaczano korzystając ze stanowiska umożliwiającego pomiar i komputerowy zapis zmian masy próbki w środowisku o wilgotności względnej 0,81 (warunki przechowywania w atmosferze nasyconego roztworu  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) w stałej temp. 25°C w ciągu do 30 godz. Przed wykonaniem badań próbki dosuszano w temp. 50°C pod obniżonym ciśnieniem w ciągu 20 godz.

Interpretacja wyników adsorpcji pary wodnej przeprowadzono na podstawie:

- izoterm adsorpcji pary wodnej obrazujących zależność ilości zaadsorbowanej wody  $u$  [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.] w funkcji aktywności wody  $a_w$  [ułamek] i opisanych za pomocą równania GAB [1]

$$u = \frac{u_m \cdot k \cdot c \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w) \cdot [1 + (c - 1) \cdot k \cdot a_w]} \quad (1)$$

gdzie:  $u$  – zawartość wody, [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.],  $u_m$  – pojemność monowarstwy, [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.],  $a_w$  – aktywność wody [ułamek],  $c$  – stała powiązana z ciepłem sorpcji,  $k$  – stała,

- krzywych kinetycznych obrazujących zależność ilości zaadsorbowanej wody  $u$  [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.] w funkcji czasu  $t$  [godz.],
- stałych czasowych  $A$  [godz.] wyznaczonych na podstawie kinetyki adsorpcji pary wodnej z równania

$$\tau_{0,5} = A \cdot \ln 2 \quad (2)$$

gdzie:  $\tau_{0,5}$  – czas połowkowy, [godz.],

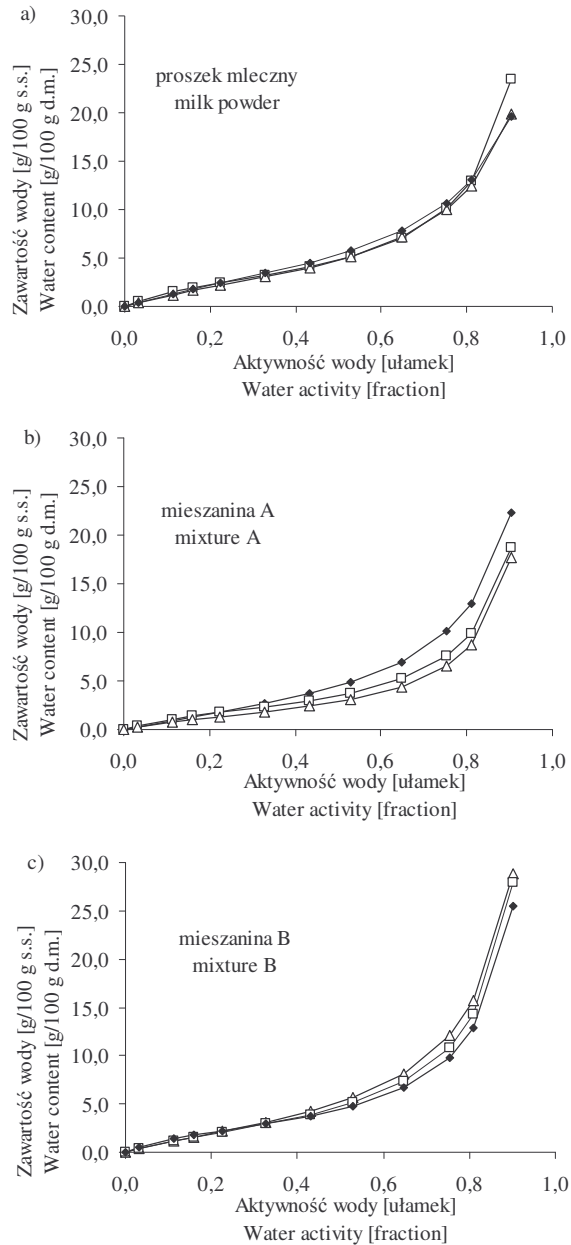
Analizę statystyczną wykonano metodą regresji liniowej przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

Izotermy adsorpcji pary wodnej proszku mlecznego oraz mieszanin proszków spożywczych i ich aglomeratów miały przebieg zgodny z przebiegiem izoterm II typu według klasyfikacji BET. Współczynnik korelacji dopasowania równania GAB do analizowanych izoterm mieścił się w zakresie od  $r = 0,9606$  do  $r = 0,9990$ .

Nie zaobserwowano istotnego wpływu zarówno aglomeracji, jak i metody jej przeprowadzania na przebieg izoterm adsorpcji proszku mlecznego (rys. 1a). Tylko w zakresie niskich aktywności wody do około 0,4 zastosowanie procesu aglomeracji miało wpływ na obniżenie zdolności adsorpcji pary wodnej i uzyskanie niższej równowagowej zawartości wody. Pojemność monowarstwy (przy aktywności wody  $a_w = 0,33$ ) wynosiła około 3,4 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. odpowiednio w proszku mlecznym nieaglomerowanym oraz 3,0–3,2 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w aglomeracie otrzymanym metodą fluidalną oraz mechaniczną. Równowagowa zawartość wody przy aktywności wody 0,65 zawierała się w zakresie 7,1–7,8 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s., a przy aktywności wody 0,81 od około 12,4 do około 13,0 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. i nie zależała od aglomeracji.

W przypadku białkowo-węglowodanowej mieszaniny A (rys. 1b) zaobserwowano, że aglomeracja spowodowała obniżenie adsorpcji pary wodnej, szczególnie w zakresie aktywności wody od około 0,4 do około 0,9. Wpływ metody aglomeracji miał miejsce tylko przy wyższej aktywności wody od około 0,53, gdzie aglomerowanie mieszaniny A metodą fluidalną spowodowało uzyskanie niższych równowagowych zawartości wody w porównaniu z metodą mechaniczną. Równowagowa zawartość wody przy aktywności wody 0,33 wynosiła około 1,8–2,3 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w aglomeratach mieszaniny A oraz około 2,6 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w mieszaninie nieaglomerowanej. Przy aktywności wody 0,65 uzyskano równowagową zawartość wody odpowiednio około 4,4 i 5,5 g H<sub>2</sub>O/100 g w aglomeratach mieszaniny A otrzymanych metodą fluidalną i mechaniczną oraz około 7,0 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w mieszaninie A w formie proszku. Podobne zależności miały miejsce przy aktywności wody 0,81, gdzie równowagowa zawartość wody w aglomeracie A otrzymanym metodą mechaniczną była większa o około 14%, zaś w mieszaninie nieaglomerowanej o blisko 50% w porównaniu z aglomeratem otrzymanym metodą fluidalną. Nie zaobserwowano istotnego wpływu metody aglomeracji na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej mieszaniny B (rys. 1c). Mieszanina B charakteryzowała się nieznacznie większą zdolnością adsorpcji wody w porównaniu z mieszaniną A. Równowagowa zawartość wody przy aktywności



◆ Mieszanina w formie proszku / Mixture in the form of powder

△ Mieszanina w formie aglomeratu – metoda mechaniczna / Mixture in the form of agglomerate – mechanical method

□ Mieszanina w formie aglomeratu – metoda fluidalna / Mixture in the form of agglomerate / fluid method

Rys. 1. Wpływ aglomeracji na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej: a) proszek mleczny PM, b) mieszanina A, c) mieszanina B.

Fig. 1. The effect of agglomeration on water vapour adsorption isotherms: a) milk powder, b) mixture A, c) mixture B.

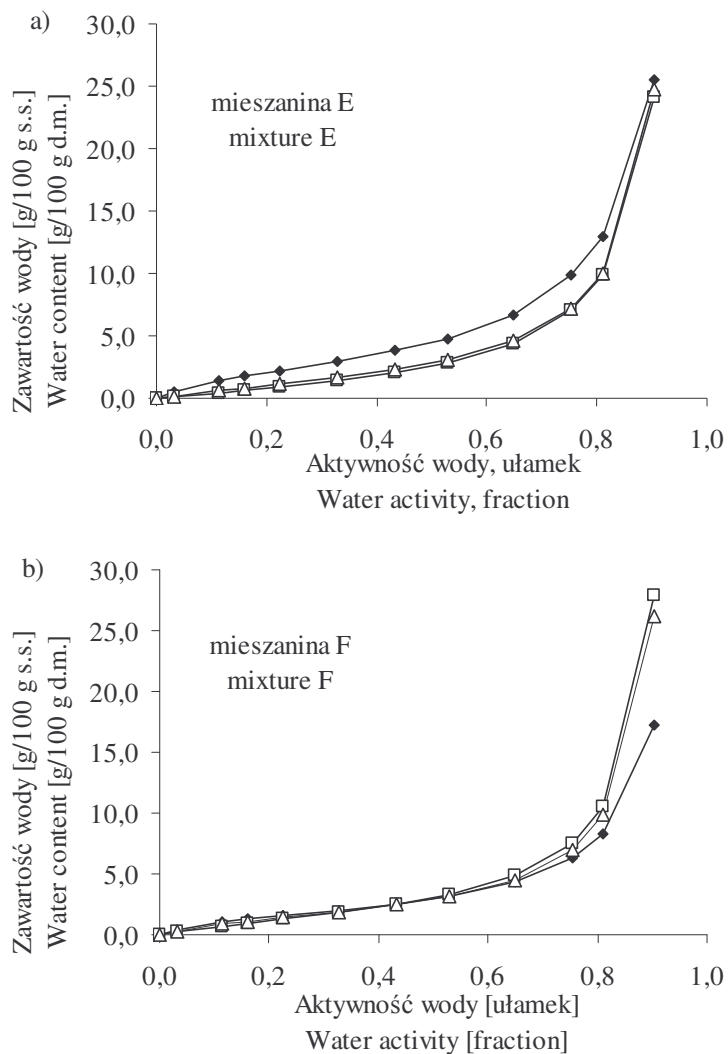
wody 0,33; 0,65 oraz 0,81 mieściła się odpowiednio w następujących zakresach: 2,9–3,1; 6,7–8,1 oraz 12,9–15,7 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.

Aglomeracja mieszaniny E płynnym tłuszczem spowodowała uzyskanie istotnych różnic pomiędzy równowagową zawartością wody tej mieszaniny w formie proszku i aglomeratu (rys. 2a). Mieszania E aglomerowana tłuszczem płynnym charakteryzowała się o około 35% mniejszą równowagową zawartością wody w porównaniu z mieszaniną nieaglomerowaną w badanym zakresie aktywności wody. Przy aktywności 0,81 wody uzyskano odpowiednio 10,0–10,9 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w aglomeratach mieszaniny E oraz około 12,9 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w mieszaninie nieaglomerowanej. Natomiast dodanie tłuszczu w formie proszku do białkowo-węglowodanowej mieszaniny F przed aglomeracją nie wpłynęło istotnie na uzyskane równowagowe zawartości wody (rys. 2b).

Aglomeracja badanych mieszanin proszków spożywczych, niezależnie od zastosowanej metody, miała istotny wpływ na kinetykę adsorpcji pary wodnej (rys. 3 i 4).

Aglomeracja proszku mlecznego spowodowała częściowe zmniejszenie adsorpcji pary wodnej w porównaniu z proszkiem nieaglomerowanym. Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez proszek mleczny przebiegała w sposób zbliżony do kinetyki adsorpcji pary wodnej przez aglomerat proszku mlecznego otrzymany metodą fluidalną (rys. 3a). Aglomerat proszku mlecznego otrzymany metodą mechaniczną charakteryzował się bardziej ograniczoną adsorpcją pary wodnej w porównaniu z aglomeratem otrzymanym metodą fluidalną, szczególnie w okresie do około 10 godz. Po 30 godz. przetrzymywania próbek w środowisku o aktywności wody 0,81 zawartość wody była porównywalna i mieściła się w zakresie 12,0–12,4 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.

Metoda aglomeracji, niezależnie od składu mieszaniny, miała istotny wpływ na przebieg kinetyki adsorpcji pary wodnej. Aglomeraty białkowo-węglowodanowych mieszanin A i B otrzymane metodą mechaniczną charakteryzowały się większą zdolnością chłonięcia wody w porównaniu z aglomeratami uzyskanymi metodą fluidalną (rys. 3b i 3c). Ponadto aglomeraty obu mieszanin wykazywały znacznie mniejszą zawartość wody w czasie adsorpcji pary wodnej w porównaniu z mieszaninami nieaglomerowanymi. Różnice w przebiegu kinetyki adsorpcji pary wodnej przez mieszaniny A i B w formie proszku i aglomeratu były istotne statystycznie przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Po 30 godz. adsorpcji pary wodnej przy aktywności wody 0,81 zawartość wody w mieszaninie A wynosiła około 12,2 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. oraz 12,4 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. w mieszaninie B. W przypadku granulatów mieszanin A i B otrzymanych metodą mechaniczną oraz fluidalną, po 30 godz. adsorpcji uzyskano odpowiednio 8,7 i 11,8 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. oraz 7,6 i 11,1 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.

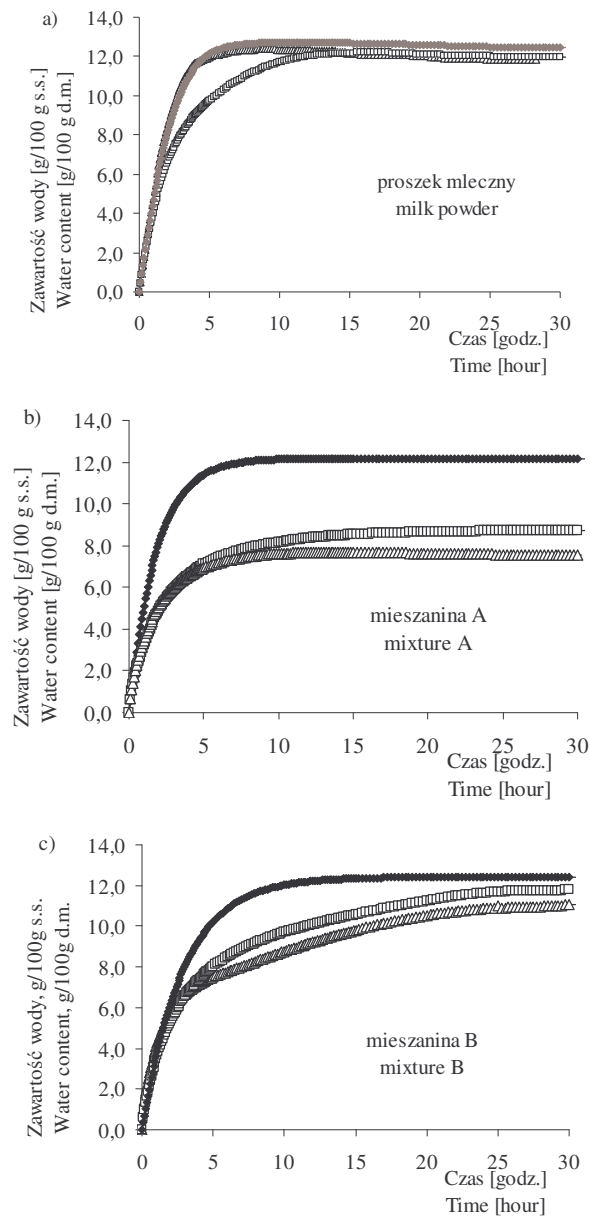


◆ Mieszana w formie proszku / Mixture in the form of powder

△ Mieszana w formie aglomeratu – metoda mechaniczna / Mixture in the form of agglomerate – mechanical method

□ Mieszana w formie aglomeratu – metoda fluidalna / Mixture in the form of agglomerate /fluid method

Rys. 2. Wpływ aglomeracji na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej: a) mieszanina E, b) mieszanina F.  
Fig. 2. The effect of agglomeration on water vapour adsorption isotherms: a) mixture E, b) mixture F.



◆ Mieszanina w formie proszku / Mixture in the form of powder

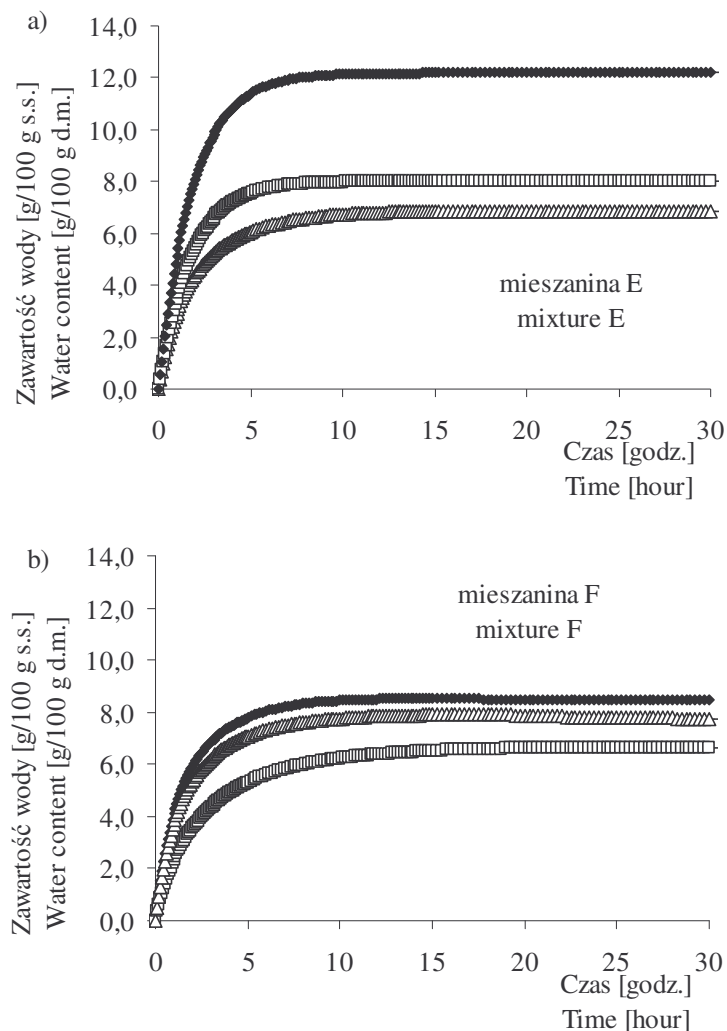
△ Mieszanina w formie aglomeratu – metoda mechaniczna / Mixture in the form of agglomerate – mechanical method

□ Mieszanina w formie aglomeratu – metoda fluidalna / Mixture in the form of agglomerate /fluid method

Rys. 3. Wpływ aglomeracji na kinetykę adsorpcji pary wodnej: a) proszek mleczny, b) mieszanina A, c) mieszanina B.

Fig. 3. The effect of agglomeration on the water vapour adsorption kinetics: a) milk powder, b) mixture A, c) mixture B.





◆ Mieszanina w formie proszku / Mixture in the form of powder

△ Mieszanina w formie aglomeratu – metoda mechaniczna / Mixture in the form of agglomerate – mechanical method

□ Mieszanina w formie aglomeratu – metoda fluidalna / Mixture in the form of agglomerate / fluid method

Rys. 4. Wpływ metody aglomeracji na kinetykę adsorpcji pary wodnej: a) mieszanina E, c) mieszanina F.  
Fig. 4. The effect of agglomeration method on the water vapour adsorption kinetics: a) mixture E, b) mixture F.

Obecność tłuszczu w aglomeratach F i E wpłynęła na obniżenie ilości zaadsorbowanej wody w porównaniu z mieszaninami w formie proszku (rys. 4). W przypadku mieszaniny E w formie proszku adsorpcja pary wodnej była większa o około 52% w porównaniu z mieszaniną w formie aglomeratu otrzymanego metodą mechaniczną i około 76% w przypadku metody fluidalnej (rys. 4a). Mieszanina E aglomerowana metodą fluidalną za pomocą płynnego tłuszczu palmowego o

właściwościach hydrofobowych charakteryzowała się mniejszą szybkością chłonięcia pary wodnej w porównaniu z metodą mechaniczną (tab. 2). W przypadku mieszaniny F tłuszcz palmowy w postaci proszku dodany przed aglomeracją mechaniczną spowodował większe obniżenie zdolności chłonięcia pary wodnej w porównaniu z metodą fluidalną (rys. 4b). Podobne tendencje zaobserwowano w przypadku obliczonej szybkości adsorpcji pary wodnej przez te aglomeraty (tab. 2). Po 30 godz. adsorpcji pary wodnej granulaty z tłuszczem płynnym E otrzymane metodą fluidalną i mechaniczną (rys. 4a) charakteryzowały się zawartością wody 6,8 i 8,0 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s., zaś granulaty z tłuszczem w proszku odpowiednio około 7,7 i 6,6 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.

Tabela 1

Stałe czasowe [godz.] adsorpcji pary wodnej badanych mieszanin proszków spożywczych w formie proszku i aglomeratu.

Water vapour adsorption time constants [hr] of powder food mixtures in the form of powder and agglomerate.

Rodzaj mieszaniny Kind of mixture	Forma proszku Mixture in the form of powder	Forma aglomeratu Mixture in the form of agglomerate	
		Metoda fluidalna Fluid method	Metoda mechaniczna Mechanical method
A	8,445	5,241	6,022
B	8,604	5,500	8,157
E	8,445	4,736	5,553
F	5,870	5,371	4,592
PM	8,625	8,303	8,300

Stała czasowa proszku mlecznego, charakteryzującego się największą zawartością wody, jaka została zaadsorbowana w ciągu 30 godz., była największa (około 8,625 godz.) w porównaniu z badanymi mieszaninami w formie proszku i aglomeratu (tab. 1). Podobne wartości stwierdzono w białkowo-węglowodanowych mieszaninach A i B (8,445–8,604 godz.). Stała czasowa aglomeratów proszku mlecznego nie uległa istotnemu obniżeniu. Natomiast aglomeracja mieszanin białkowo-węglowodanowych metodą fluidalną wpłynęła na znaczne obniżenie stałych czasowych o około 36–38% w porównaniu ze stałymi czasowymi mieszanin nieaglomerowanych. W przypadku zastosowania metody mechanicznej stała szybkości mieszaniny A uległa obniżeniu o około 29% oraz tylko o około 5% w mieszaninie B. Aglomeracja mieszaniny E za pomocą tłuszczu płynnego spowodowała obniżenie stałej czasowej odpowiednio o około 44 i 34% metodą fluidalną i mechaniczną. Stała czasowa mieszaniny F, zawierającej tłuszcz, charakteryzowała się niższą wartością w porównaniu z badanymi mieszaninami i wynosiła około 5,870 godz. Natomiast aglomeracja metodą fluidalną i mechaniczną wpłynęła na obniżenie stałej czasowej o około 9 i 22% w porównaniu z mieszaniną w formie proszku.

## Wnioski

1. Wpływ aglomeracji wodą w złożu fluidalnym na adsorpcję pary wodnej wieloskładnikowej żywności w proszku uzależniony był od charakteru mieszaniny.
2. Zmniejszenie zdolności adsorpcji pary wodnej przez aglomeraty mieszanin białkowo-węglowodanowych i tłuszczowo-białkowo-węglowodanowych zależało głównie od ich składu, a w mniejszym stopniu od struktury związanej z metodą aglomeracji.

*Badania wykonano w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków KBN w latach 2003–2005 (projekt badawczy nr 3 P06T 041 25).*

## Literatura

- [1] Al-Muhtaseb A.H., McMinn W.A.M., Magee T.R.A.: Water sorption isotherms of starch powders. Part 1: Mathematical description of experimental data. *J. Food Eng.*, 2004, **61** (3), 297-307.
- [2] Domian E., Lenart A.: Effect of the agglomeration on adsorption properties of milk powders. *Drying' 96 - Proceeding of the 10<sup>th</sup> International Drying Symposium*. Kraków, 1996, vol. B, pp. 763-770.
- [3] Domian E., Lenart A.: Adsorpcja pary wodnej przez żywność w proszku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2000, (4) **25**, 27-35.
- [4] Domian E., Lenart A.: Wpływ metody suszenia na właściwości sorpcyjne kaw rozpuszczalnych. *Inżynieria Rolnicza*, 2002, **5**, 211-218.
- [5] Kowalska H., Domian E., Janowicz M., Lenart A.: Właściwości sorpcyjne wybranych mieszanin proszków spożywczych o składzie białkowo-węglowodanowym. *Inżynieria Rolnicza*, 2005, W druku.
- [6] Lenart A.: Charakterystyka właściwości sorpcyjnych odwodnionej żywności. *Przem. Ferm. Owoc.Warz.*, 1991, (2) **25**, 1-4.
- [7] McMinn W.A.M., Magee T.R.A.: Studies on the effect of temperature on the moisture sorption characteristics of potatoes. *J. Food Process Eng.*, 1999, **22**, 113-128.
- [8] Menkov N.D.: Moisture sorption isotherms of lentil seeds at several temperatures. *J. Food Eng.*, 2000, **44**, 205-211.
- [9] Moraga G., Martínez-Navarrete N., Chiralt A.: Water sorption isotherms and glass transition in strawberries: influence of pre-treatment *J. Food Eng.*, 2004, **62**, 315-321.
- [10] Sadowska J., Ostaszyk A., Fornal J.: Moisture sorption isotherms of rapeseed high-fat press-cake. *Proceedings of the Sixth Seminar*. Ed. Lewicki P.P. Warsaw University Press, 1995, pp. 53-62.
- [11] Timmermann E.O., Chirife J., Iglesias H.A.: Water sorption isotherms of foods and foodstuffs: BET or GAB parameters? *J. Food Eng.*, 2001, **48**, 19-31.

**THE EFFECT OF AGGLOMERATION ON THE WATER VAPOUR ADSORPTION  
BY MULTI-COMPONENT POWDER FOODS**

---

### S u m m a r y

There were determined the isotherms and the kinetics of the process of adsorbing water vapour by mixtures of powder foods and their agglomerates produced using a method of repeated wetting in a fluidized bed that was pneumatically or mechanically generated. The mixtures were made of products in the form of powders; the products applied were: whey, isolate of milk whey protein, isolate of soya, glucose, and fat in a liquid and a powdered state. The mixtures had a composition pattern of the milk powder.

The effect of wet agglomeration in a fluidized bed on the water vapour adsorption by multi-component food powders depended on its character.

The effect of changes, aiming at decreasing the adsorption capacity of water steam by agglomerates of carbohydrate-protein mixtures and carbohydrate-protein-fat agglomerates, depended, first of all, on their compositions, and, to a lower degree, on their structure coupled with the method of agglomeration.

**Key words:** water vapour adsorption, food powders, agglomeration ☒