

JOLANTA KOWALSKA, ANDRZEJ LENART

WPLYW POWLEKANIA NA KINETYKĘ ADSORPCJI PARY WODNEJ PRZEZ NAPÓJ KAKAOWY W PROSZKU

Streszczenie

Celem pracy była analiza wpływu powlekania na właściwości sorpcyjne napoju kakaowego w proszku, uwzględniając skład mieszaniny oraz rodzaj substancji powlekającej. Zakres pracy obejmował wpływ składników napoju kakaowego w proszku (cukru, kakao, maltodekstryny i mleka w proszku), aglomeracji oraz powlekania na kinetykę adsorpcji pary wodnej. Wykazano istotny wpływ powlekania napoju kakaowego w proszku zawierającego w swoim składzie kakao i cukier jak i napoju z dodatkiem maltodekstryny na zmianę szybkości adsorpcji pary wodnej.

WSTĘP

Produkty sypkie, zarówno w postaci proszków jak i aglomeratów cechują się dużą higroskopijnością w kontakcie z powietrzem. Charakter higroskopijny żywności wiąże się ze zdolnością do pochłaniania wody (adsorpcja) w środowisku wilgotnym oraz do oddawania wody (desorpcja) w środowisku suchym. Produkty spożywcze wykazują tzw. krytyczną zawartość wody. Jest to granica, której przekroczenie powoduje niekorzystne zmiany w produkcie. Poniżej krytycznej zawartości wody produkt twardnieje, traci związki aromatyczne, jest podatniejszy na utlenianie tłuszczów i wykazuje ubytek masy. Powyżej tej granicy mogą wystąpić niekorzystne zmiany o charakterze fizycznym, chemicznym oraz mikrobiologicznym i enzymatycznym. Zmiany te pogarszają jakość produktu i są przyczyną niekorzystnych i często nieodwracalnych zmian w żywności. Przetrzywanie artykułów spożywczych w warunkach o wyższej aktywności wody wiąże się z chłonięciem wody przez produkt, zmianą jego masy i aktywności wody [2]. Konsekwencją tego zjawiska jest pogorszenie sypkości i powstawanie zbryleń. Można ograniczyć zmiany zachodzące w tych produktach lub im zapobiec wprowadzając aglomerację, a następnie powlekanie lub stosując opakowania [7].

Powlekanie jest procesem fizycznym, w którym do pokrycia małych cząstek stałych, kropelek cieczy lub gazu zastosowana jest cienka warstwa lub polimer [5], [6] oraz [4] powlekanie definiują jako pakowanie ciał stałych, cieczy lub materiałów gazowych w miniaturowe, zamknięte kapsułki, które mogą uwolnić swoją zawartość w kontrolowany sposób, pod wpływem specyficznych warunków.

Do powlekania żywności w proszku oraz innych produktów w przemyśle spożywczym stosuje się substancje sztuczne lub naturalne. Podstawową cechą różniącą błony sztuczne od naturalnych jest „jadalność” tych ostatnich. Powłoki umożliwiają również wybiórcze przenikanie gazów, pary wodnej oraz elektrolitów do środowiska i do produktu, stanowiąc jednocześnie barierę dla drobnoustrojów. Wytwarzane przez żywe organizmy polimery- białka, węglowodany i tłuszcze stanowią materiał do wytwarzania powłok ochronnych przedłużających trwałość wielu produktów spożywczych [12].

Kinetyka adsorpcji jest przedmiotem wielu badań. Dotyczą one zarówno żywności w proszku – glukoza i sacharoza [9], aglomerowanego mleka w proszku [2], jak i mięsa [11], suszonych osmotycznie jabłek, dyni i marchwi [3]. Przebieg krzywych kinetyki adsorpcji pary wodnej dla mleka w proszku przy aktywności wody powyżej 0,39 wykazuje charakterystyczne przegięcie. Poniżej tej aktywności przebieg krzywej kinetyki dla mleka odpowiada kinetykom produktów typu amorficznego. Wzrost aktywności wody w zakresie od 0,40 do 0,57 przyspiesza proces krystalizacji [13].

Zdolność adsorpcji pary wodnej przez żywność w proszku oraz jej aglomeraty analizowana jest na podstawie zmian zawartości wody w produkcie w czasie (krzywe kinetyki adsorpcji) oraz zmian szybkości adsorpcji w funkcji czasu oraz zawartości wody (krzywe szybkości adsorpcji). Znajomość właściwości sorpcyjnych żywności w proszku z uwzględnieniem wpływu powlekania pozwala na przewidywanie okresu trwałości artykułów spożywczych w określonych warunkach przechowywania [3].

Kakao uzyskuje się przez sproszkowanie kuchenka kakaowego, otrzymanego z miazgi kakaowej, alkalizowanej lub nie alkalizowanej. Kakao oferowane jest bez dodatków lub może stanowić mieszaninę składników (napój kakaowy w proszku), tj. kakao, sacharozy, glukozy, mleka w proszku, skrobi, w której zawartość kakao nie może być niższa niż 9,5% beztłuszczowych części miazgi kakaowej. Charakterystyczną cechą napoju kakaowego w proszku jest jego wysoka higroskopijność. Nawet przy niskich i średnich aktywnościach wody proszek ten łatwo chłonie wodę, co ogranicza jego trwałość podczas przechowywania. Ze względu na swoje właściwości tj. wysoką higroskopijność, małą sypkość, dużą pylistość oraz słabą rozpuszczalność napój kakaowy w proszku poddaje się aglomeracji oraz powlekanii, dążąc do ograniczenia higroskopijności i pylistości oraz polepszenia rozpuszczalności [10].

Celem pracy jest przeanalizowanie wpływu powlekania na właściwości sorpcyjne napoju kakaowego w proszku, uwzględniając skład mieszaniny oraz rodzaj substancji

powlekającej. Zakres pracy obejmuje analizę wpływu składników mieszaniny napoju kakaowego w proszków (cukru, kakao, maltodekstryny i mleka w proszku), aglomeracji oraz powlekania na kinetykę adsorpcji pary wodnej.

Material i metody

Materiał do badań stanowiły następujące surowce:

- Kakao – lecytynowane o zawartości tłuszczu 15%, pakowane w worki papierowe po 5 kg,
- cukier instant – pakowany w worki papierowe po 5 kg, aglomerowany przez Przedsiębiorstwo Handlowe "Nosta", Wielgolas Brzeziński, Halinów
- maltodekstryna średniosukrzona (DE=15,76) wyprodukowana przez Szczecińskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego Zakład w Łobzie, pakowana w worki papierowe po 5 kg,
- mleko w proszku pełnotłuste, wyprodukowane przez Zakłady Mleczarskie w Gostyninie, pakowane w opakowania foliowe po 0,5 kg.

Kakao, maltodekstrynę oraz cukier instant udostępniło Przedsiębiorstwo Handlowe "Nosta", Wielgolas Brzeziński 21, 05-074 Halinów.

Aglomerację i powlekanie przeprowadzano w aglomeratorze fluidyzacyjnym typu STREA 1 firmy Niro Atomizer A/S.

Aglomeracji poddawano mieszaniny o następującym składzie: 20% kakao + 80% cukru, 20% kakao + 40% cukru + 40% maltodekstryny, 20% kakao + 40% cukru + 40% mleka w proszku. Z każdej z mieszanin odejmowano 20% jednego składnika (w odniesieniu do ogólnej jego masy), który przeznaczano do powlekania. Dążono do zachowania założonego składu mieszanin po przeprowadzeniu powlekania. Technologia otrzymywania aglomeratów polegała na wprowadzeniu wymieszanych składników w stan fluidalny za pomocą strumienia powietrza przepływającego przez złożę do góry, a następnie natrysku wodą w postaci drobnych kropelek od góry [8]. Wyszuszony aglomerat poddawano analizie sitowej. Powlekanu poddawano mieszaninę frakcji aglomeratu o wielkości cząstek od $0,2 \cdot 10^{-3}$ m do $2 \cdot 10^{-3}$ m, którą wprowadzano w stan fluidalny i natryskiwano roztworami wybranych składników.

Powleczone i wysuszone aglomeraty poddawano analizie sitowej. Frakcje o wielkości oczek od $0,2 \cdot 10^{-3}$ m do $2 \cdot 10^{-3}$ m przechowywano przez 3–4 tygodnie w hermetycznie zamkniętych opakowaniach, w temperaturze pokojowej, w ciemnym pomieszczeniu do momentu wykonania analiz.

W otrzymanych mieszaninach wykonywano następujące oznaczenia: zawartości wody – metodą suszarkową (PN-78 /A-86030), aktywności wody – pomiaru dokonywano w aparacie firmy Rotronic model Hygroskop DT 1 w temperaturze 25°C [2] i

skład granulometryczny – na zestawie sit o średnicy oczek od 0,2 mm do 2,0 mm [2, 3].

Kinetykę adsorpcji pary wodnej przeprowadzano na wadze Mettler AE 240, przystosowanej do pracy ciągłej w warunkach stałej temperatury i wilgotności względnej powietrza. Kinetykę adsorpcji przeprowadzano w stałej wilgotności względnej powietrza odpowiadającej aktywności wody 0,66, w temperaturze 25°C przez 15 godzin. Jako czynnik higrostatyczny zastosowano nasycony roztwór NaNO_2 .

Próbkę o masie około 1 g suszono w temperaturze 70°C przez 10 godzin pod ciśnieniem 6,5 kPa. Do przygotowanego i zważonego naczynka pomiarowego o średnicy 44 mm nasypywano wysuszoną próbkę o grubości warstwy 1–2 mm i umieszczano w higroście.

Zmianę masy rejestrowano w zadanych odstępach czasowych: 0–1 h co 1 min., 1–4 h co 3 min., 4–7 h co 5 min., 7–15 h co 10 min.

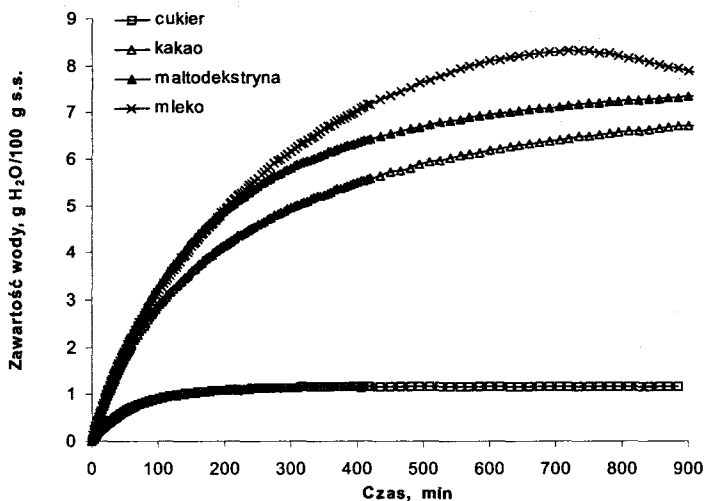
Do pomiaru wykorzystano program komputerowy do rejestracji danych POMIAR dla DOS (Ruciński, 1994).

Graficzną prezentację danych wykonano w programie komputerowym Excel 7.0 dla Windows '95. Interpretacja wyników kinetyki adsorpcji pary wodnej została przeprowadzona na podstawie: krzywych kinetyki i krzywych szybkości adsorpcji pary wodnej. Krzywe szybkości adsorpcji pary wodnej wyznaczano poprzez różniczkowanie krzywych kinetycznych metodą obliczeniową [3].

Wyniki i dyskusja

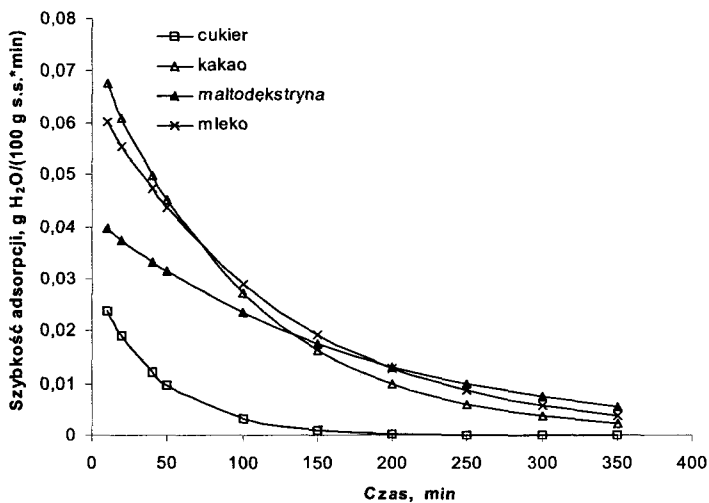
Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez składniki napoju kakaowego w proszku

Analizę przebiegu krzywych kinetyki adsorpcji pary wodnej przeprowadzono dla cukru, kakao, maltodekstryny i mleka (Rys. 1). Najmniejsze zmiany ilości zaadsorbowanej wody otrzymano dla cukru, natomiast największe dla mleka. Dla kakao i maltodekstryny otrzymano wartości niższe niż dla mleka, ale znacznie wyższe niż dla cukru. Największe zmiany zawartości wody zaobserwowano w ciągu pierwszych 200 minut adsorpcji. Po tym czasie pomiaru zawartość wody dla cukru wynosiła 1 g H_2O / 100 g s.s. i wzrosła nieznacznie, bo tylko o około 0,2 g H_2O / 100 g s.s. po upływie 600 minut. Dla mleka w tych samych odstępach czasu otrzymano odpowiednio 5 g H_2O / 100 g s.s. oraz 8,2 g H_2O / 100 g s.s. Dla kakao i maltodekstryny wartości te były odpowiednio niższe. Po upływie 200 minut zawartość wody dla kakao wynosiła 4,1 g H_2O / 100 g s.s., a dla maltodekstryny wynosiła tyle samo co dla mleka. Po 600 minutach zawartość wody dla kakao wynosiła 6,1 g H_2O / 100 g s.s., a dla maltodekstryny około 6,9 g H_2O / 100 g s.s.



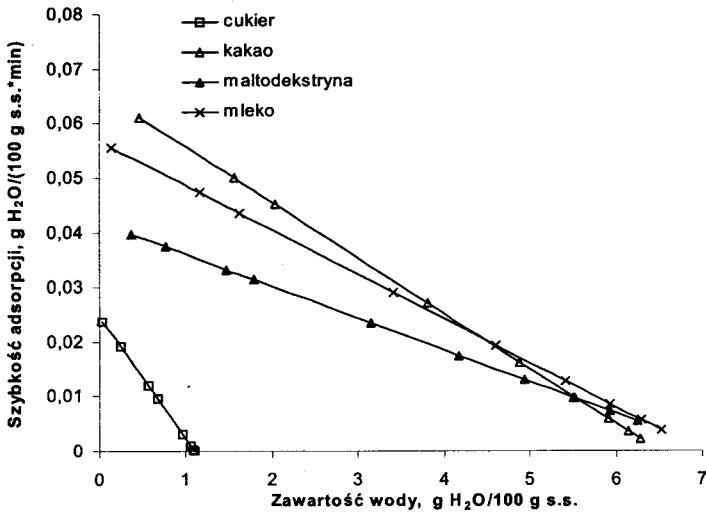
Rys. 1. Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez składniki napoju kakaowego w proszku. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 1. Water vapour adsorption kinetic of cacao drink powder ingredients. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



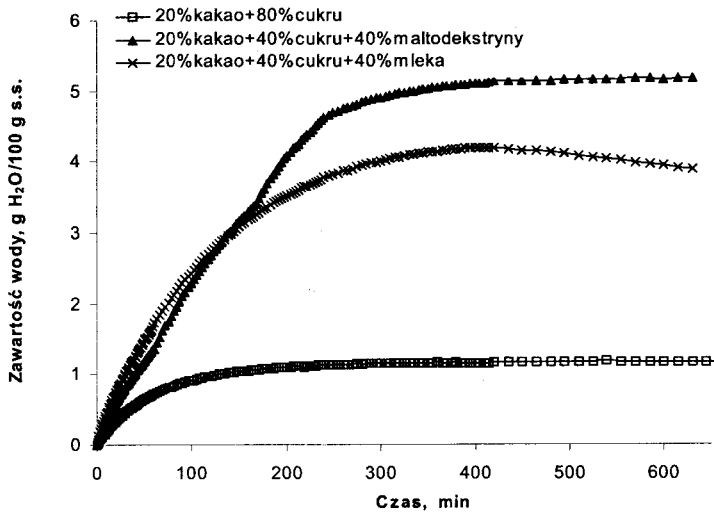
Rys. 2. Szybkość adsorpcji pary wodnej przez składniki napoju kakaowego w proszku. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 2. Water vapour adsorption rate of cacao drink powder ingredients. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



Rys. 3. Szybkość adsorpcji pary wodnej przez składniki napoju kakaowego w proszku. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 3. Water vapour adsorption rate of cacao drink powder ingredients. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.

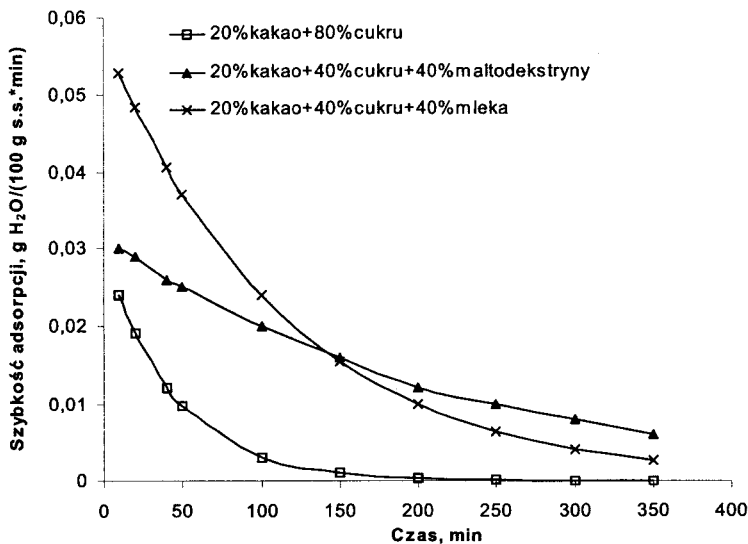


Rys. 4. Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o zróżnicowanym składzie. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 4. Water vapour adsorption kinetic of cacao drink powder with diversified composition. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.

Analiza zmian szybkości adsorpcji pary wodnej w funkcji czasu (Rys. 2) wykazała największe zmiany szybkości dla kakao a najmniejsze dla cukru. W efekcie dla cukru już po 200 minutach adsorpcji zmiany zawartości wody ustaliły się na poziomie zerowym (Rys. 2). Przez pierwsze 75 minut pomiaru największą szybkością adsorpcji charakteryzowało się kakao. Po upływie tego czasu największą szybkość adsorpcji osiągnęło mleko, a po 200 minutach maltodekstryna. Po 100 minutach szybkość adsorpcji dla cukru wynosiła około $0,004 \text{ g H}_2\text{O} / (100 \text{ g s.s.}\cdot\text{min})$, dla maltodekstryny $0,023 \text{ g H}_2\text{O} / (100 \text{ g s.s.}\cdot\text{min})$, dla kakao $0,028 \text{ g H}_2\text{O} / (100 \text{ g s.s.}\cdot\text{min})$, a największą wartość otrzymano dla mleka – $0,030 \text{ g H}_2\text{O} / (100 \text{ g s.s.}\cdot\text{min})$.

Do zawartości wody około $4,5 \text{ g H}_2\text{O} / 100 \text{ g s.s.}$ największą szybkość adsorpcji wykazało kakao, wolniej adsorbowało wodę mleko, niższą wartość otrzymano dla maltodekstryny, a najniższą dla cukru (Rys. 3).



Rys. 5. Szybkość adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o zróżnicowanym składzie. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C .

Fig. 5. Water vapour adsorption rate of cacao drink powder with diversified composition. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C .

Przeprowadzona analiza krzywych kinetyki (Rys. 1) jak i krzywych szybkości adsorpcji pary wodnej (Rys. 2, 3) wykazała duże zróżnicowanie właściwości sorpcyjnych składników napoju kakaowego w proszku. Ma to istotny wpływ na właściwości sorpcyjne napoju kakaowego w proszku, będącego mieszaniną analizowanych składników (Rys. 4). Wprowadzenie do napoju kakaowego mleka w proszku lub maltodekstryny zamiast 40% cukru powoduje 3–5-krotne zwiększenie ilości zaadsorbowanej wody po

około 300 minutach pomiaru. Szczególnie duże zmiany wystąpiły w szybkości adsorpcji (Rys. 5). Wprowadzenie maltodekstryny, a szczególnie mleka w proszku spowodowało kilkakrotny wzrost szybkości adsorpcji w ciągu pierwszych 150 minut pomiaru. Po dłuższym czasie szybkość adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao + 80% cukru była bardzo mała, gdy w wypadku wprowadzenia do napoju mleka jak i maltodekstryny osiągała jeszcze znaczne wartości.

Wpływ powlekania napoju kakaowego w proszku na adsorpcję pary wodnej

Badany napój kakaowy w proszku o zróżnicowanym składzie chemicznym poddano powlekanii. Określano wpływ tego procesu na przebieg krzywych zależności zawartości wody od czasu adsorpcji (krzywe kinetyki adsorpcji).

Najniższą zawartość wody osiągnął aglomerat mieszaniny zawierającej w swoim składzie 20% kakao + 80% cukru (Rys. 6). Przykładowo po 200 minutach pomiaru zawartość wody w tej próbce wynosiła 1,1 g H₂O / 100 g s.s. i nie uległa dalszym większym zmianom. Natomiast po tym samym czasie adsorpcji aglomerat powleczony roztworem kakao osiągnął zawartość wody 1,8 g H₂O / 100 g s.s. , a aglomerat powleczony roztworem cukru 1,5 g H₂O / 100 g s.s. Po 600 minutach pomiaru dla aglomeratu powleczonego roztworem kakao jak i roztworem cukru otrzymano zawartość wody około 2,0 g H₂O / 100 g s.s.

Dla mieszaniny o składzie 20% kakao + 40% cukru + 40% maltodekstryny najwyższą zawartość wody otrzymano dla aglomeratu niepowleczonego. Po 200 minutach od początku pomiaru zawartość wody wynosiła 3,5 g H₂O / 100 g s.s., natomiast po 600 minutach pomiaru otrzymano wartość równą 5,0 g H₂O / 100 g s.s. Najniższą zawartość wody otrzymano dla mieszaniny powleczonej roztworem cukru. Po 200 minutach pomiaru zawartość wody wynosiła 1,4 g H₂O / 100 g s.s., a po 600 minutach - 2,4 g H₂O / 100 g s.s. Dla aglomeratu powleczonego roztworem maltodekstryny jak i roztworem kakao otrzymano wartości pośrednie (Rys. 7).

Krzywe kinetyki dla mieszaniny zawierającej w swoim składzie 40% mleka wykazały podobny przebieg dla aglomeratów powleczonych niezależnie od rodzaju substancji powlekającej (Rys. 8). Na początku procesu najwyższą zawartość wody otrzymano dla aglomeratu niepowleczonego i wynosiła ona około 3,7 g H₂O / 100 g s.s. po 200 minutach pomiaru. Natomiast dla aglomeratów powleczonych roztworem cukru, kakao i mleka wartość ta była na zbliżonym poziomie i wynosiła około 2,5 g H₂O / 100 g s.s. Po dłuższym czasie pomiaru nastąpiło obniżenie ilości zaadsorbowanej wody przez aglomerat niepowleczony, gdy w przypadku produktów powleczonych nastąpił dalszy wzrost zawartości wody.

Przebieg krzywych kinetyki wykazał najmniejsze różnice w zawartości wody dla mieszaniny zawierającej w swoim składzie 40% mleka. Natomiast największe różnice otrzymano dla mieszaniny o składzie 20% kakao + 40% cukru + 40% maltodekstryny.

Wyraźnie widać wpływ procesu powlekania na kinetykę adsorpcji pary wodnej. Wartości pośrednie wykazała mieszanina o standardowym składzie tj. 20% kakao + 80% cukru. Jednak uzyskano znacznie niższe zawartości wody w porównaniu z mieszaniną zawierającą w składzie maltodekstrynę.

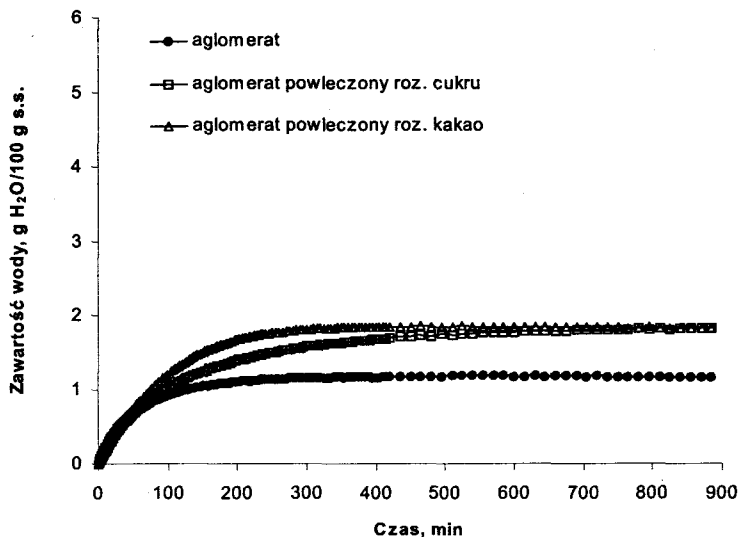
Wpływ powlekania napoju kakaowego w proszku na szybkość adsorpcji pary wodnej

Wpływ powlekania napoju kakaowego w proszku na szybkość adsorpcji pary wodnej przeanalizowano na podstawie przebiegu krzywych szybkości adsorpcji (Rys. 9, 10, 11).

Powlekanie napoju kakaowego w proszku o składzie 20% kakao + 80% cukru, tak roztworem kakao jak i cukru spowodowało znaczące zmiany szybkości adsorpcji (Rys. 9). W wyniku powlekania roztworem kakao w całym zakresie zmian zawartości wody uzyskano zwiększenie szybkości adsorpcji w porównaniu z napojem niepowleczonym. Przykładowo przy zawartości wody 0,5 g H₂O / 100 g s.s. powlekanie roztworem kakao wpłynęło na około dwukrotne zwiększenie szybkości adsorpcji z około 0,012 g H₂O / (100 g s.s.·min.) do 0,022 g H₂O / (100 g s.s.·min.). Natomiast powlekanie roztworem cukru spowodowało zmniejszenie szybkości adsorpcji do około 0,008 g H₂O / (100 g s.s.·min.), by następnie wpłynąć na zwiększenie szybkości adsorpcji w porównaniu z szybkością uzyskaną dla napoju kakaowego niepowleczonego.

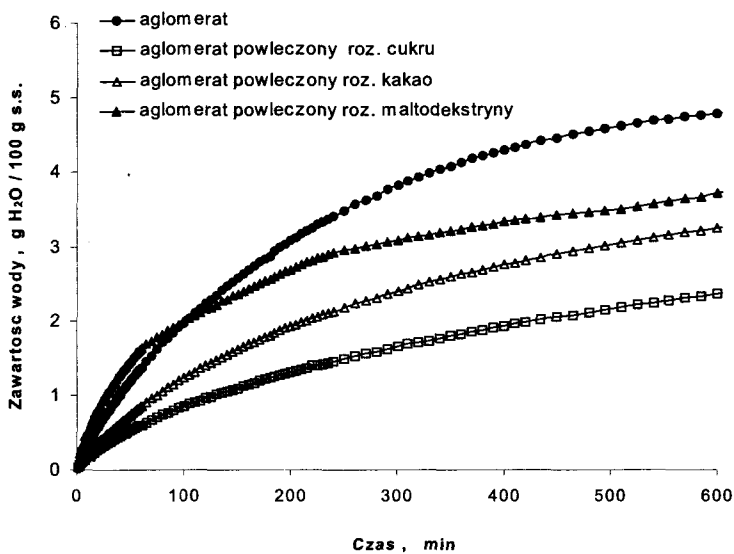
Dla mieszaniny o składzie 20% kakao + 40% cukru + 40% maltodekstryny najwyższa szybkość adsorpcji wystąpiła dla aglomeratu powleczonego maltodekstryną (Rys. 10). Natomiast powlekanie roztworem cukru jak i kakao znacząco obniżyło szybkość adsorpcji pary wodnej. Przykładowo przy zawartości wody 0,5 g H₂O / 100 g s.s. szybkości adsorpcji pary wodnej wynosiły: dla aglomeratów powleczonych maltodekstryną – 0,042 g H₂O / (100 g s.s.·min.), niepowleczonych – 0,028 g H₂O / (100 g s.s.·min.), powleczonych kakao – 0,011 g H₂O / (100 g s.s.·min), a dla powleczonych cukrem – 0,007 g H₂O / (100 g s.s.·min).

Krzywe szybkości adsorpcji pary wodnej dla napoju kakaowego w proszku zawierającego w swoim składzie 40% mleka mają zbliżony przebieg dla aglomeratu niepowleczonego i powleczonego roztworem wybranych substancji (Rys. 11). Powlekanie roztworem cukru jak i kakao nieznacznie podwyższyło szybkość adsorpcji, gdy powlekanie roztworem mleka wpłynęło na zmniejszenie tego wskaźnika. Przykładowo przy zawartości wody 0,5 g H₂O / 100 g s.s. szybkości adsorpcji pary wodnej wynosiły: dla aglomeratów powleczonych roztworem cukru jak i kakao – 0,054 g H₂O / (100 g s.s.·min), niepowleczonych – 0,049 g H₂O / (100 g s.s.·min), a dla powleczonych mlekiem – 0,044 g H₂O / (100 g s.s.·min).



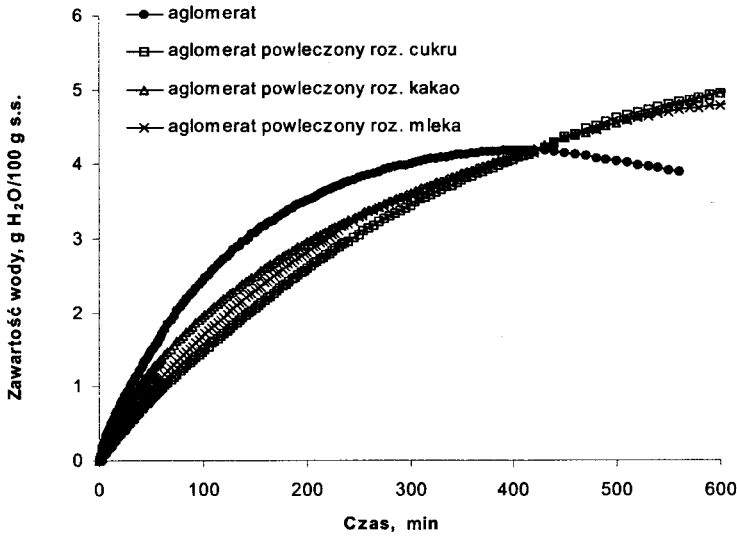
Rys. 6. Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao + 80% cukru. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 6. Water vapour adsorption kinetic of cacao drink powder. Composition: 20% cacao + 80% sugar. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



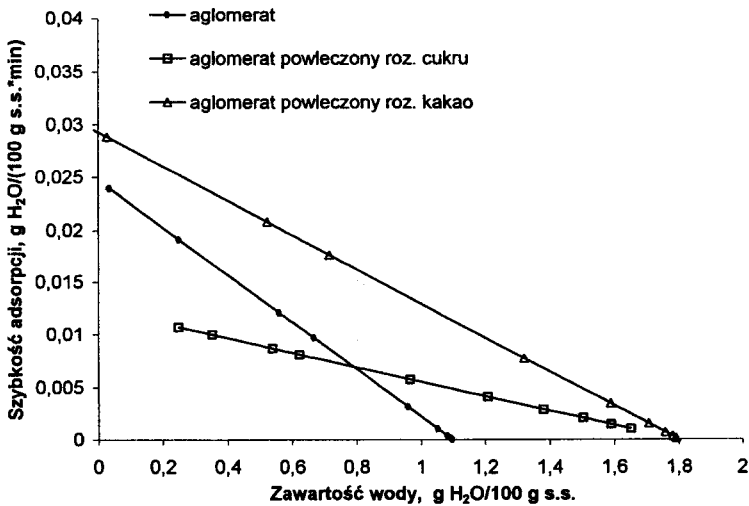
Rys. 7. Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao + 40% cukru + 40% maltodektryny. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 7. Water vapour adsorption kinetic of cacao drink powder. Composition: 20% cacao + 40% sugar + 40% maltodextrine. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



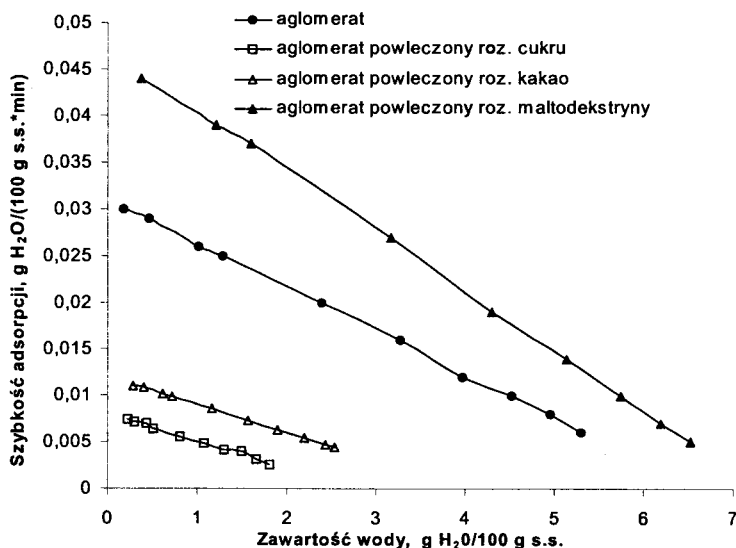
Rys. 8. Kinetyka adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao +40% cukru + 40% mleka w proszku. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 8. Water vapour adsorption kinetic of cacao drink powder composition: 20% cacao + 40% sugar + 40% milk. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



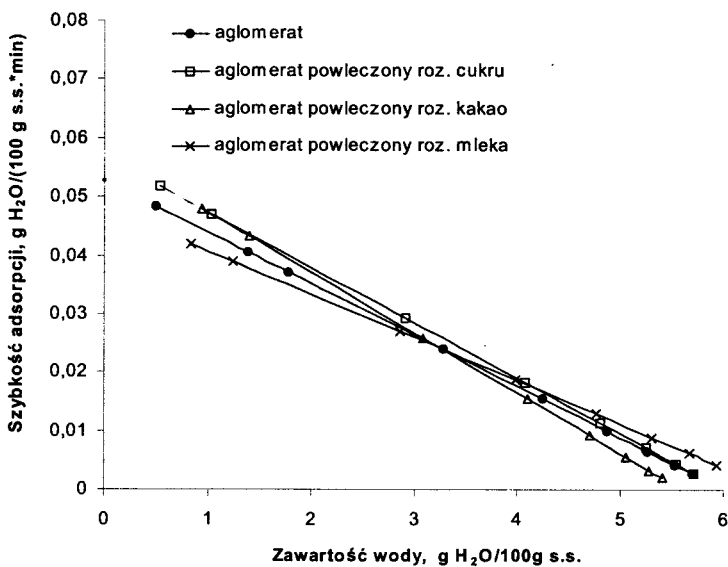
Rys. 9. Szybkość adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao + 80% cukru. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 9. Water vapour adsorption rate of cacao drink powder. Composition: 20% cacao + 80% sugar. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



Rys. 10. Szybkość adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao + 40% cukru + 40% maltodekstriny. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 10. Water vapour adsorption rate of cacao drink powder. Composition: 20% cacao + 40% sugar + 40% maltodextrine. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.



Rys. 11. Szybkość adsorpcji pary wodnej przez napój kakaowy w proszku o składzie 20% kakao + 40% cukru + 40% mleka. Aktywność wody 0,66. Temperatura 20°C.

Fig. 11. Water vapour adsorption rate of cacao drink powder. Composition: 20% cacao + 40% sugar + 40% milk. Environmental water activity 0,66. Temperature 20°C.

Przebieg krzywych szybkości adsorpcji pary wodnej wykazał najmniejszy wpływ powlekania składnikami mieszaniny na właściwości sorpcyjne napoju kakaowego w proszku zawierającego w swoim składzie 40% mleka. Największe różnice uzyskano w wypadku powlekania napoju z 40% dodatkiem maltodekstryny. Wartości pośrednie uzyskano dla napoju o standardowym składzie, 20% kakao + 80% cukru.

Podsumowanie

Zmiana składu napoju kakaowego w proszku wpłynęła na właściwości sorpcyjne mieszaniny. Zdolność adsorpcji pary wodnej była zależna od właściwości poszczególnych składników. Sacharoza zmniejszała, a maltodekstryna i mleko zwiększały szybkość adsorpcji pary wodnej przez mieszaniny.

Wpływ powlekania napoju kakaowego w proszku na jego właściwości sorpcyjne uzależniony był od rodzaju substancji powlekającej oraz od składu powlekanego aglomeratu.

Powlekanie napoju kakaowego w proszku zawierającego w swoim składzie kakao i cukier jak i napoju z dodatkiem maltodekstryny wpłynęło znacząco na zmianę szybkości adsorpcji pary wodnej. Powlekanie cukrem i kakao obniżyło istotnie szybkość adsorpcji, gdy wpływ powlekania maltodekstryną był dodatni. W wypadku napoju kakaowego w proszku z dodatkiem mleka, powlekanie cukrem, kakao i mlekiem nie zmieniło istotnie właściwości sorpcyjnych aglomeratów.

LITERATURA

- [1] Domian E.: Studia nad właściwościami sorpcyjnymi mieszanin proszków spożywczych. Praca doktorska, SGGW Warszawa, 1997.
- [2] Domian E., Lenart A.: Effect of agglomeration on adsorption properties. In: *Drying 96*. Ed. By C. Strumiłło, Z. Pakowski, A.S. Mujumdar, Łódź Technical University Press, Łódź, 1996, 763.
- [3] Domian E., et al.: Wpływ wstępnego odwadniania osmotycznego jabłek na kinetykę adsorpcji pary wodnej przez susz otrzymany konwekcyjnie. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, **430**, 1996a, 227.
- [4] Giese J.: Packaging, storage and delivery of ingredients. *Food Technology*, **47(8)**, 1993, 54.
- [5] Jackson L.S., Lee K.: Microencapsulation and the food industry. *Lebensmittel Technologie*, **24(4)**, 1991, 289.
- [6] Jankowski T.: Mikrokapsułkowanie składników żywności. In: *Food product development*. Wydawnictwo AR Poznań, 1995.
- [7] Kalinowski W.: Możliwości wytwarzania nowych materiałów opakowaniowych z surowców naturalnych. Centralny Ośrodek Badawczy - Rozwojowy Opakowań, Warszawa, maszynopis, 1992.
- [8] Kowalska J.: Wpływ powlekania na właściwości sorpcyjne napoju kakaowego w proszku. Praca magisterska, SGGW, Warszawa, 1998.
- [9] Makower B., Dye W. B.: Equilibrium moisture content and crystallization of amorphous sucrose and glucose, *Agricultural and Food Chemistry*, **4**, 1956, 72.

- [10] Moore J.G., Hesler W. E., Vincent M.W., Dubbels E.C.: Agglomeration of dried materials. Blaw-Knox Co., Buffalo, New York, 1983.
- [11] Motariemi Y.: A study of some physical properties of water in foodstuffs water activity , water binding and water diffusivity in minced meat products. Praca doktorska, Lund University, Division of Food Engineering Chemical, Lund, Sweden, 1988, 63.
- [12] Tederko A.: Jadalne opakowania żywności. Przemysł Spożywczy, **49(9)**, 1995, 343.
- [13] Vuataz G.: Preservation of skim - milk powders: Role of water activity and temperature in lactose crystallization and lysine loss. In Food Preservation by Water Activity Control, C.C. Seow (Ed.) Elsevier, Amsterdam, 1988, 73.

INFLUENCE OF COATING ON WATER VAPOUR ADSORPTION KINETIC OF CACAO DRINK POWDER

S u m m a r y

The aim of this work was the analysis of coating influence on sorption properties of cacao drink powder, taking into consideration mixture composition and kind of coating substance. Scope of the work included influence of cacao drink powder ingredients (sugar, cacao, maltodextrine and milk powder), agglomeration and coating on water vapour adsorption rate. It was concluded, that coating of cacao drink powder with cacao and sugar as ingredients as well as cacao drink with maltodextrine additon, have significant influence on water vapour adsorption rate. ☒