

ADSORPCJA PARY WODNEJ PRZEZ CIASTKA BISZKOPTOWE WIELOWARSTWOWE

Monika Janowicz, Andrzej Lenart, Katarzyna Sikora

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji,

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie kinetyki oraz szybkości adsorpcji pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe z uwzględnieniem rodzaju wypełnienia oraz jego składu. Badania wykazały, że rodzaj wypełnienia ciastek biszkoptowych wielowarstwowych ma wpływ na ich właściwości sorpcyjne w czasie przechowywania, a stopień tego wpływu jest uzależniony jest zarówno od składu wypełnienia jak i od aktywności wody środowiska w czasie ich przechowywania.

Słowa kluczowe: adsorpcja pary wodnej, ciastka biszkoptowe

Wprowadzenie

Woda, jako dominujący składnik żywności warunkuje biologiczne, biochemiczne, chemiczne i fizyczne przemiany wielu składników. Obniżenie zawartości wody wpływa na wydłużenie czasu stabilności przechowalniczej żywności [Lewicki 2000].

Woda wypełniająca wolne przestrzenie w badanym materiale jest również elementem strukturalnym, stanowiącym jednocześnie jego fazę ciągłą. Przy określonej zawartości wody następuje uplastycznienie wyrobu, co ułatwia spożywanie i trawienie żywności oraz wpływa na jej smakowitość. W przypadku wyrobów piekarskich woda zapewnia optymalne warunki do żelowania skrobi oraz denaturacji glutenu podczas pieczenia [Marzec, Lewicki 2006; Scanlon, Zghal 2001].

Woda zaadsorbowana przez materiał i znajdująca się w określonym stadium oddziaływań z adsorbentem wywiera wpływ na trwałość żywności. Wpływ ten zaznacza się przez hamowanie lub umożliwianie przebiegu procesów destabilizujących żywność, jak zmiany barwy, konsystencji, powstawanie obcych zapachów, posmaków i rozwój drobnoustrojów [Lewicki 1998].

Potencjalny udział wody w procesach destabilizujących żywność, a zatem dostępność wody dla mikroorganizmów i przebiegu reakcji, można określić na podstawie aktywności wody (a_w), definiowanej jako stosunek prężności pary wodnej nad roztworem do prężności pary wodnej nad czystą wodą w warunkach stałej temperatury i ciśnienia [Świtka, Sielecki 1990].

Zjawisko sorpcji jest związane z przechodzeniem jednego lub więcej składników z jednej fazy do drugiej. W technologii żywności rozpatrujemy to zjawisko w aspekcie pary wodnej, ponieważ woda oddziałuje na właściwości żywności wpływając na jej jakość.

Produkty spożywcze mają zdolność oddawania wody w środowisku suchym lub zdolność pochłaniania wody w środowisku wilgotnym. Zjawiska te nazywamy odpowiednio desorpcją lub adsorpcją [Bizot 1983; Lewicki 2000; Świtka, Sielecki 1990].

Celem pracy było zbadanie kinetyki oraz szybkości adsorpcji pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe z uwzględnieniem rodzaju wypełnienia oraz jego składu.

Metodyka badań

Materiałem badawczym wykorzystywanym w niniejszej pracy były ciastka biszkoptowe wielowarstwowe złożone z trzech warstw - spodu z ciasta biszkoptowego, wypełnienia w postaci galaretki owocowej lub pianki smakowej oraz polewy czekoladowej nakładanej jednostronnie (tab. 1). Do badań użyto ciastek pochodzących bezpośrednio z linii produkcyjnej. Do wyznaczenia izoterm sorpcji użyto materiału po 14 dniach przechowywania od daty produkcji. Oznaczenie zawartości wody wykonywano metodą suszarkową wg normy PN-84/A-88027. Badano zawartość wody w całym ciastku, jak i w poszczególnych jego warstwach: biszkopcie, wypełnieniu (galaretkie lub piance) oraz czekoladzie.

Tabela 1. Oznaczenia i rodzaj badanych ciastek

Table 1. Denotations and type of tested cakes

Oznaczenie	Rodzaj materiału
1	Ciastka wypełnione galaretką
2	Ciastka wypełnione pianką
3	Ciastka wypełnione galaretką o zawartości ekstraktu 75,4%
4	Ciastka wypełnione galaretką o zawartości ekstraktu 73,4%
7	Ciastka wypełnione galaretką o zawartości pektyny 0,94%
8	Ciastka wypełnione galaretką o zawartości pektyny 0,89%
9	Spód biszkoptowy

W przypadku oznaczenia zawartości wody w ciastku całym materiał miksowano, następnie suszono z oczyszczonym piaskiem, natomiast spód biszkoptowy, wypełnienie (galaretką i pianką) oraz polewa czekoladowa były suszone bez dodatku piasku.

Oznaczenie aktywności wody przeprowadzono przy użyciu aparatu Rotronic typ Hygrokop DT, w temperaturze $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Czas ustalenia aktywności wody wynosił 30 min. Mierzono aktywność wody ciastek całych, jak i samych biszkoptów oraz wypełnienia (galaretki i pianki). Badanie wykonywano równolegle w dwóch komorach aparatu Rotronic. Pomiar aktywności wody ciastek całych wykonywano dzieląc ciastko na cztery części poprzez przekroje osiowe wzajemnie prostopadłe. Spód biszkoptowy badano podobnie, wcześniej odcinając wypełnienie i polewę czekoladową. Aktywność wody wypełnienia mierzono oddzielając je od spodu i polewy oraz odcinając od góry warstwę grubości ok. 2 mm. Aktywność wody polewy czekoladowej badano po uprzednim oddzieleniu jej od wypełnienia.

Izotermie adsorpcji pary wodnej wyznaczano metodą statycznie - ekssykatorową. Do tego celu użyto 10 szczelnie zamkniętych ekssykatorów zawierających nasycone roztwory soli, które zapewniały określoną aktywność wody środowiska od 0 do 0,903.

Wszystkie oznaczenia przeprowadzano w dwóch powtórzeniach.

W celu opracowania statystycznego jak i matematycznego uzyskanych wyników w pracy użyto programów komputerowych z pakietu Microsoft - Excel 7.0, Jandel - Table Curve 2D v. 3 oraz StatSoft - Statistica 6.0.

Analizę statystyczną wykonano na bazie analizy wariancji na podstawie tablicy sumarycznej ANOVA (StatSoft Polska, 1997). Do matematycznej interpretacji przebiegu izoterm adsorpcji pary wodnej zastosowano wybrane równania:

GAB [Bizot, 1983]

$$u = \frac{A \cdot B \cdot C \cdot a_w}{(1 - C \cdot a_w) \cdot [1 + (B - 1) \cdot C \cdot a_w]} \quad (1)$$

Oswin [1946]

$$u = \frac{A + B \cdot t}{e^{\frac{1}{C} \ln\left(\frac{1}{a_w} - 1\right)}} \quad (2)$$

Lewicki [1998]

$$u = \frac{A}{(1 - a_w)^B} - \frac{A}{1 + a_w^C} \quad (3)$$

Lewicki&Raoult [2000]

$$u = A \cdot \left(\frac{1}{a_w} - 1\right)^{B-1} \quad (4)$$

gdzie:

A, B, C – stałe

u – zawartość wody, $\text{gH}_2\text{O} \cdot (\text{g s.s.}^{-1})$

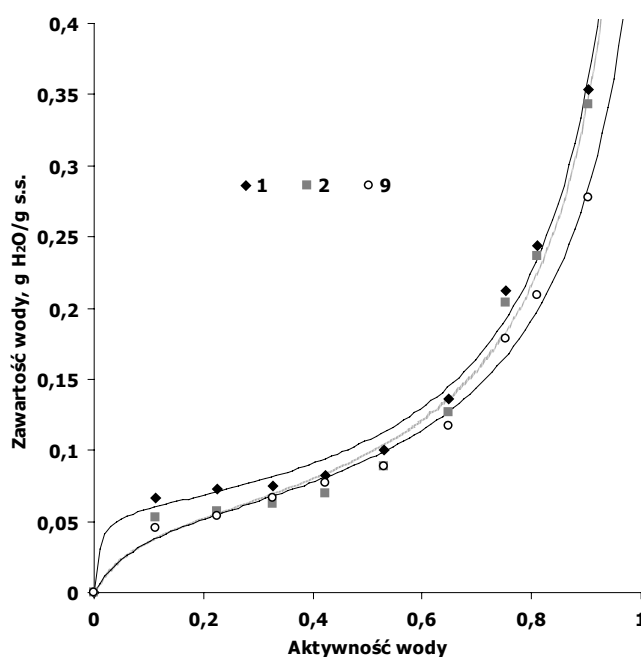
a_w – aktywność wody

t – temperatura, $^{\circ}\text{C}$

Wyniki badań i ich analiza

Przebieg krzywych adsorpcji pary wodnej zależy od rodzaju badanego materiału. Na rysunku 1 przedstawiono izotermę adsorpcji pary wodnej dla ciastek biszkoptowych wielowarstwowych wypełnionych galaretką owocową i pianką oraz dla spodu biszkoptowego. W całym badanym zakresie aktywności wody obecność wypełnienia i jego rodzaj wpływają na przebieg procesu adsorpcji pary wodnej. Jednocześnie zaobserwowano, że najwyższe zawartości wody przy stałej jej aktywności uzyskiwano w ciastkach wypełnionych galaretką owocową, natomiast najniższe w większości przypadków dla spodu biszkoptowego.

Analiza statystyczna całego przebiegu adsorpcji pary wodnej wykazała istotny wpływ zarówno wypełnienia jak i jego rodzaju w badanym zakresie aktywności wody. W celu wyjaśnienia, który obszar adsorpcji determinuje przebieg procesu podzielono zakres aktywności wody na trzy przedziały: 0-0,328 odpowiadający adsorpcji w monowarstwie, 0,423-0,648, dla adsorpcji wielowarstwowej i 0,753-0,903 dla adsorpcji kapilarnej. Wykazano, że w zakresach 0-0,328 i 0,423-0,648 istotny wpływ na przebieg adsorpcji ma zastosowanie galaretki owocowej jako wypełnienia ciastek, natomiast w zakresie wysokich aktywności wody w przedziale 0,753-0,903 rodzaj wypełnienia (galaretka lub pianka) nie ma istotnego wpływu na przebieg izotermy adsorpcji pary wodnej. We wszystkich analizowanych przedziałach wykazano istotny wpływ obecności wypełnienia na przebieg procesu adsorpcji pary wodnej.

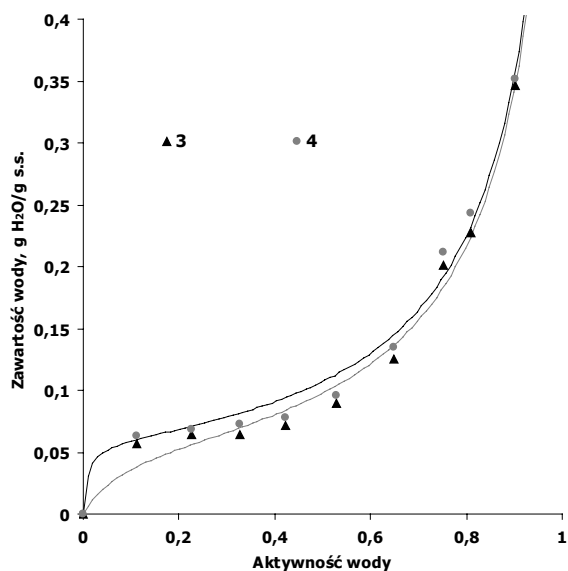


Rys. 1. Wpływ wypełnienia i jego rodzaju na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe (tab. 1)

Fig. 1. Effect of fill and its type on pattern of steam sorption isotherms for multi-layer biscuits (tab. 1)

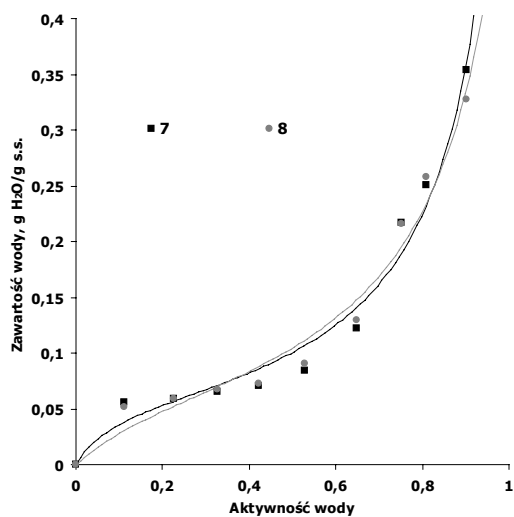
W wielu przypadkach badany materiał różni się zawartością pewnych składników, które zmieniają jego strukturę, jak również skład wpływając na przebieg adsorpcji pary wodnej.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono izotermy adsorpcji pary wodnej dla ciastek biszkoptowych wielowarstwowych wypełnionych galaretką owocową o różnej zawartości ekstraktu (rys. 2) oraz różnej zawartości pektyny (rys. 3).



Rys. 2. Wpływ zawartości ekstraktu w galaretkie owocowej na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe (tab. 1)

Fig. 2. Effect of content of extract in fruit jelly on pattern of steam sorption isotherms for multi-layer biscuits (tab. 1)



Rys. 3. Wpływ zawartości pektyny w galaretkie owocowej na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe (tab. 1)

Fig. 3. Effect of content of pectin in fruit jelly on pattern of steam sorption isotherms for multi-layer biscuits (tab. 1)

Analiza wpływu zawartości ekstraktu na przebieg izoterm adsorpcji pary wodnej wykazała, że wyższa zawartość ekstraktu sprzyja uzyskiwaniu w danych warunkach aktywności wody środowiska niższych zawartości wody w badanym materiale w całym zakresie a_w . Można więc przypuszczać, że odpowiednio dobrany poziom zawartości ekstraktu mógłby obok innych czynników chronić badany materiał podczas przechowywania.

Wybrano cztery równania do interpretacji matematycznej i do opisu przebiegu izoterm adsorpcji pary wodnej dla badanych ciastek biszkoptowych wielowarstwowych (rys. 1, 2 i 3). W tabeli 2 przedstawiono współczynniki dopasowania (RMS) niniejszych równań oraz współczynniki determinacji (R^2). Stwierdzono, że zajwisko adsorpcji pary wodnej badanych materiałów najlepiej opisuje równanie GAB ze względu na wysoki współczynnik dopasowania RMS w granicach 7,5-17,8% oraz wysoki współczynnik determinacji dla wszystkich badanych przypadków.

Tabela 2. Współczynniki dopasowania I determinacji (tab. 1)

Table 2. Matching and correlation factors (tab. 1)

	1	2	3	4	7	8	9
RMS							
GAB	8,34	13,27	10,24	9,88	16,49	17,80	7,54
Oswin	17,23	16,87	30,20	17,41	19,87	16,33	9,85
Lewicki	9,28	12,67	10,42	10,49	15,44	16,87	8,47
Lewicki 2000	17,23	16,96	18,40	17,41	19,87	16,33	9,85
R^2							
GAB	0,990	0,987	0,989	0,988	0,976	0,974	0,991
Oswin	0,980	0,999	0,982	0,980	0,972	0,968	0,987
Lewicki	0,987	0,984	0,987	0,985	0,974	0,967	0,987
Lewicki 2000	0,980	0,983	0,982	0,980	0,972	0,968	0,987

Wnioski

1. Rodzaj wypełnienia w ciastkach biszkoptowych wielowarstwowych ma największy wpływ na ich właściwości sorpcyjne w czasie przechowywania. Zmiana zawartości ekstraktu wypełnienia (galaretki owocowej) ma znacznie mniejszy wpływ na właściwości sorpcyjne badanych ciastek biszkoptowych. Natomiast nie wykazano wpływu zmiany stężenia pektyny.
2. Stopień wpływu rodzaju wypełnienia, zawartości ekstraktu i pektyny w galaretkie owocowej na właściwości sorpcyjne ciastek biszkoptowych wielowarstwowych jest uzależniony od aktywności wody środowiska w czasie ich przechowywania.
3. Otrzymane izoterm adsorpcji pary wodnej przez ciastka biszkoptowe wielowarstwowe z największym stopniem dopasowania, opisuje równanie GAB.

Bibliografia

- Bizot H. 1983.** Using the GAB model to construct sorption isotherms. in: Physical Properties of Foods (eds. R. Jowitt, F. Escher, B. Hällstrom, H.F.T. Meffert, W.E.L. Spiess, G. Vos). Applied Sci. Publ., London, s. 43-54.
- Lewicki, P. P. 1998.** A three parameter equation for food moisture sorption isotherms, Journal of Food Process Engineering, 21. s. 127-144.
- Lewicki, P. P. 2000.** Raoult's law based food water sorption isotherm, Journal of Food Process Engineering, 43. s. 31-40.
- Marzec A., Lewicki P.P. 2006.** Antiplasticization of cereal-based products by water. Part I. Extruded flat bread. Journal of Food Process Engineering, 73. s. 1-8.
- Oswin, C. R. 1946.** The kinetics of package life. III. The isotherm. Journal of the Society of Chemical Industry, 65. s. 419-421.
- Scanlon M.G., Zghal M.C. 2001.** Bread properties and crumb structure. Food Research International 34. s. 841-864.
- Świtka J., Sielecki Z. 1990.** Wpływ aktywności wody na zmiany jakości i trwałości ekstrudowanych produktów kukurydzianych. II Ogólnopolskie Seminarium, Właściwości wody w produktach spożywczych. Wydawnictwo SGGW. Warszawa. s. 104-108.

WATER VAPOUR ADSORPTION BY MULTI-LAYER BISCUITS

Summary. The purpose of the work was testing the kinetics and water vapour adsorption rate for multilayer biscuits considering the type of fill and its composition. The tests demonstrated that type of multilayer biscuit fill had effect on biscuit sorptive properties during storage, and degree of this effect depends both from fill composition and water activity of the environment during storage.

Key words: water vapour adsorption, multi-layer biscuits

Adres do korespondencji:

Monika Janowicz; e-mail: monika_janowicz@sggw.pl
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159C
02-776 Warszawa