

Millena RUSZKOWSKA

e-mail: millenar@wp.pl

Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Akademia Morska, Gdynia

Charakterystyka makaronów innowacyjnych

Wstęp

Makaron stanowi przykład jednego z najbardziej popularnych wyrobów zbożowych, a jego spożycie w Polsce stale rośnie [Sobota i Skwira, 2009; Obuchowski i Łuczak, 2012]. Obserwuje się również udoskonalanie technologii produkcji makaronów [Jurga, 2004; Sobczyk i Glige 2012] oraz wzrost asortymentu makaronów poprzez produkcję wyrobów z mąki gryczanej, sojowej, ryżowej oraz stosowanie dodatków (kłącze perzu, ziele kozieradki, ekstrakt morwy, jarmuż) [Sobczyk i Glige 2012, Obuchowski 1997; Wojtowicz 2008; Obuchowski i Łuczak, 2012].

Makaron dostępny na rynku charakteryzuje się dużą różnorodnością pod względem kształtu, wymiarów, składu surowcowego, a także cech jakościowych. Konsument często przypadkowo sięga po określone marki makaronów, nie zwracając uwagi na ich skład surowcowy i jakość [Sobczyk i Glige 2012; Sobota i Skwira, 2009].

Celem podjętych badań było przedstawienie charakterystyki innowacyjnych makaronów poprzez ocenę właściwości sorpcyjnych oraz charakterystykę właściwości użytkowych.

Materiał i metody badań

W pracy ocenie szczegółowej podano trzy produkty innowacyjne dostępne na rynku czeskim: makaron gryczany (I), makaron cieciorkowy (II) oraz makaron amarantusowy (III), importowane przez firmę *Evergreen* a zakupione w sieci sklepów ekologicznych na terenie Gdyni. Badane makarony miały kształt świderków. Skład surowcowy badanych materiałów przedstawiono w tab. 1. Na podstawie oceny informacji umieszczonych na opakowaniach stwierdzono, że producenci badanych makaronów nie umieścili danych dotyczących składu chemicznego badanych wyrobów.

Tab. 1. Skład surowcowy materiału badawczego*

Symbol	Produkt	Skład
I	Makaron gryczany	Mąka gryczana, woda
II	Makaron cieciorkowy	Mąka ryżowa i cieciorkowa
III	Makaron amarantusowy	Mąka pszenna, mąka amarantusowa pełnoziarnista 8%

* na podstawie informacji umieszczonych na opakowaniach jednostkowych produktów

Oznaczenie zawartości wody wykonano za pomocą suszenia rozdrobionej próby badanego materiału o masie ok. 5 g w temperaturze $130^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ przez 1 h. Zawartość wody określono w gramach na 100 gramów suchej masy

Wyznaczenie izoterm sorpcji pary wodnej dokonano metodą styczo-eksykatorową w zakresie aktywności wody od 0,07 do 0,98 (temp. 25°C). Czas ustalania równowagi wilgotnościowej badanych produktów wynosił 90 dni.

Określenie właściwości sorpcyjnych. W celu matematycznej interpretacji przebiegu izoterm sorpcji pary wodnej zastosowano równanie BET (Brunauera, Emmeta i Tellera) w zakresie aktywności wody $0,07 \leq a_w \leq 0,33$ [Ościak, 1979; Paderewski, 1999] oraz równanie GAB (2) [Ościak, 1979; Paderewski, 1999].

Na podstawie wilgotności równowagowych badanych produktów wyznaczono pojemność warstwy monomolekularnej w adsorpcji BET oraz powierzchnię właściwą sorpcji.

$$a = \frac{v_m c a_w}{(1 - a_w)[1 + (c - 1)a_w]} \quad (1)$$

gdzie:

a – adsorpcja, [g/g]

v_m – zawartość wody w monowarstwie, [g/g]

c – stała energetyczna, [$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$]

a_w – aktywność wody, [-]

$$\frac{v}{v_m} = \frac{c k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + c k a_w)} \quad (2)$$

gdzie:

v – równowagowa zawartość wody, [g/g]

v_m – zawartość wody w monowarstwie, [g/g]

k – parametr

Do opracowania uzyskanych wyników badań właściwości sorpcyjnych wykorzystano program komputerowy *Jandel-Table Curve 2D v 5.01*, za pomocą którego określono parametry procesu sorpcji, takie jak pojemność warstwy monomolekularnej oraz stała energetyczna.

Dopasowanie danych empirycznych do równania BET scharakteryzowano na podstawie wartości współczynnika determinacji (R^2) oraz błędu standardowego estymacji (*FitStdErr*).

Na podstawie oszacowanej zawartości wody w monowarstwie zaadsorbowanej w temperaturze niższej od temperatury wrzenia oraz tzw. powierzchni siadania cząsteczki wody, obliczono powierzchnię właściwą adsorbentu w oparciu o równanie [Paderewski, 1999]:

$$a_{sp} = \omega \frac{V_m}{M} N \quad (3)$$

gdzie:

a_{sp} – powierzchnia właściwa sorpcji, [$\text{m}^2/\text{g s.s.}$]

N – liczba Avogadra, [cząst./mol]

M – masa cząsteczkowa wody, [g/mol]

ω – powierzchnia siadania wody, ($\omega = 1,05 \cdot 10^{-19} \cdot \text{m}^2/\text{cząst.}$)

Ocena właściwości użytkowych-kulinarnych. Charakterystykę właściwości użytkowych-kulinarnych dokonano poprzez wyznaczenie minimalnego czasu gotowania [Krełowska-Kulas, 1993], ocenę kulinarną, oznaczenie współczynnika przyrostu wagowego oraz ocenę organoleptyczną, przeprowadzoną przez pięciosobowy przeszkolony zespół oceniający [PN-93/A-74130].

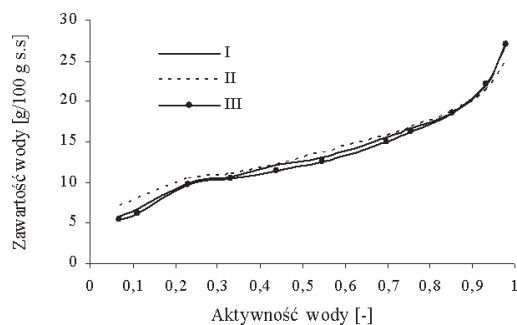
Omówienie wyników badań

Badane produkty charakteryzowały się odmiennym składem surowcowym (Tab. 1). W pierwszym etapie badań określono zawartość wody w badanych produktach. Największą początkową zawartością wody (12,50 g /100 g s.s.) charakteryzował się makaron gryczany I, natomiast najniższą (10,97 g /100 g s.s.) badany makaron cieciorkowy II. Zakres wilgotności badanych makaronów był zgodny z wymogami PN-A-74131:1999. (Tab. 2).

Tab. 2. Zawartość wody w badanych makaronach

Produkt	Zawartość wody, g /100 g s.s.	SD
I	12,50	0,0244
II	10,97	0,2096
III	11,55	0,3152

Ocena właściwości sorpcyjnych badanych makaronów obejmowała ocenę wzajemnego położenia izoterm sorpcji wyznaczonych w temperaturze 25°C . Izoterm sorpcji badanych makaronów charakteryzowały się kształtem sigmoidalnym. W zakresie aktywności wody $a_w = 0,07 \div 0,85$ najwyższą pojemnością sorpcyjną cechował się badany produkt II – makaron cieciorkowy. Jednakże makaron gryczany (I), w środowisku o $a_w = 0,98$ osiągnął wyższą końcową pojemność sorpcyjną spośród badanych produktów (Rys. 1). Przypuszczać można, że kształt i położenie badanych izoterm sorpcji pary wodnej był wynikiem różnic w składzie surowcowym badanych produktów oraz technologii produkcji zastosowanych przez czeskich producentów.



Rys. 1. Izoterma sorpcji pary wodnej wyrobów makaronowych I-III

W celu matematycznej interpretacji przebiegu izoterm sorpcji pary wodnej zastosowano równie BET w zakresie $a_w = 0,07 \div 0,33$. Równanie GAB, ze względu na uzyskane wartości stałych k i c – nie mogło w niniejszych badaniach być użyte do interpretacji przebiegu izoterm sorpcji [Ruszkowska i Palich, 2010].

Tab. 3. Parametry równania BET badanych makaronów uzyskanych z surowców innowacyjnych

Produkt	V_m g/g	C_e kJ·mol ⁻¹	a_w -	R^2	FitStdErr	PS m ² /g s.s.
I	7,958	28,22	0,193	0,9651	0,538	279
II	7,899	83,709	0,124	0,9226	0,630	278
III	7,983	22,540	0,216	0,9506	0,683	280

V_m – pojemność monowarstwy; C_e – stała energetyczna, a_w – aktywność wody; R^2 – współczynnik determinacji, FitStdErr – dopasowanie błędu standardowego, PS – powierzchnia właściwa sorpcji

Uzyskane wyniki wskazały, że wyższą pojemnością monowarstwy charakteryzował się makaron amarantusowy III, a woda wypełniająca monowarstwę charakteryzowała się również wysoką aktywnością (0,216) (Tab. 3). Na podstawie zawartości wody w warstwie monomolekularnej wyznaczono powierzchnię właściwą sorpcji. Uzyskane wyniki wykazały, że nieznacznie większą powierzchnią sorpcji charakteryzował się makaron amarantusowy (III). Na uzyskaną wartość powierzchni właściwej sorpcji (Tab. 3), prawdopodobnie miał wpływ wysoki udział mąki pszennej w składzie makaronu III, a co za tym idzie zawartość składników hydrofilowych w ocenianym produkcie.

Charakterystyka cech użytkowych makaronów polegała na wyznaczeniu minimalnego czasu gotowania oraz przeprowadzeniu oceny kulinarnej i organoleptycznej badanych makaronów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że minimalny czas gotowania makaronów II i III, wyznaczony w badaniach, mieścił się w zakresie czasu gotowania zalecanego przez producenta. Makaron I natomiast wymagał znacznie krótszego czasu gotowania od czasu zalecanego przez producenta na opakowaniu jednostkowym (Tab. 4).

Tab. 4. Zestawienie czasu gotowania badanego materiału (czas minimalny i ocena kulinarna)

Produkt	Czas gotowania (wg producenta) minuty	Minimalny czas gotowania badanych makaronów	Ocena kulinarna (czas maksymalny)
I	10'	8'30"	10'37"
II	8-10'	9'20"	11'05"
III	5-8'	6'50"	8'13"

Ocena kulinarna makaronu wykazała natomiast zdecydowanie dłuższy czas gotowania we wszystkich badanych produktach (Tab. 4). Należy podkreślić, że prawdopodobnie makarony uzyskane z surowców niekonwencjonalnych w porównaniu z makaronami tradycyjnymi są znacznie mniej odporne na rozgotowanie. Stąd najprawdopodobniej większość producentów zaleca krótszy od wymaganego, czas gotowania tych produktów [Sobota i Dobosz, 2010].

Istotną cechą makaronu jest jego zdolność do „rośnięcia” – zwiększenia masy. Cechę tę opisuje m.in. współczynnik przyrostu wagowego. Współczynnik przyrostu wagowego wyraża krotność przyrostu masy makaronu w wyniku gotowania [Sobota i Skwira, 2009]. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że współczynnik przyrostu

wagowego badanych makaronów mieścił się w przedziale od 2,06 (produkt II) do 2,48 (produkt III) (Tab. 5). Wartość współczynnika zależna jest od zawartości i jakości białka, czasu gotowania i warunków produkcji. Im wyższa wartość współczynnika przyrostu wagowego tym wyższa jakość makaronu. W ocenianych produktach uzyskane wartości przyrostu masy mogły również być związane z brakiem siatki glutenowej utrzymującej żelatynizowane ziarenka skrobi.

Natomiast według Zawadzkiego [2005] przyrost masy po ugotowaniu makaronu zależy głównie od składu granulometrycznego mąki użytej do produkcji makaronu.

Ocena organoleptyczna makaronu ugotowanego przeprowadzona, przez pięciosobowy przeszkolony zespół oceniający wykazała, że najwyższą uzyskaną oceną organoleptyczną charakteryzował się makaron gryczany (I) (Tab. 6). Prawdopodobnie dzięki niezmięnionej strukturze, odpowiedniemu smakowi i zapachowi uzyskał on wysoką ocenę. Najniższą oceną organoleptyczną cechował się makaron cieciorkowy (II), przypuszczać można, że na ocenę prawdopodobnie miała wpływ postać rozgotowanego makaronu oraz nieprzyjemny smak i zapach gotowego produktu (Tab. 6).

Tab. 7. Ocena organoleptyczna badanych produktów

Produkt	Kształt	Zapach	Barwa	Smak	Konsystencja	Suma
I	5	5	5	5	5	25
II	2	3	5	1	2	13
III	3	4	5	4	3	19

Wnioski

- Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że kształt i położenie izoterm sorpcji pary wodnej determinowany był prawdopodobnie zróżnicowanym składem surowcowym badanych produktów.
- Wyższą pojemnością monowarstwy wyznaczoną z modelu BET charakteryzował się makaron amarantusowy III, co świadczyło o zawartości w produkcie grup funkcyjnych zdolnych do reakcji z molekułami wody.
- Ocena właściwości użytkowych wykazała, że badane makarony wymagały dłuższego czasu gotowania niż czas zalecany przez producentów na opakowaniu.
- Spośród badanych makaronów najgorszym pod względem organoleptycznym okazał się makaron cieciorkowy (II). Najlepiej oceniono makaron gryczany (I).

LITERATURA

- Jurga R., 2004. Jakość makaronu i jego charakterystyka żywieniowa. *Przegląd Żywno-Młynarski*, 48, nr 10, 29-31
- Krełowska-Kula M., 1993. *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE, Warszawa
- Krełowska-Kula M., 1993. *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE, Warszawa
- Obuchowski W., 1997. *Technologia przemysłowej produkcji makaronu*. Wyd. Akademii Rolniczej, Poznaniu
- Obuchowski W., Łuczak M., 2012. Współczesne problemy oraz oczekiwania związane z produkcją makaronu w Polsce. *Przegląd Żywno-Młynarski*, nr 10, 12-13
- Ościk J., 1993. *Adsorpcja*. PWN, Warszawa
- Paderewski M., 1999. *Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej*. WNT, Warszawa
- PN-A-74131: 1999. *Makaron*
- Ruszkowska M., Palich P., 2010. *Metody inżynierskie w zarządzaniu*. WTN, Gdynia.
- Sobota A., Dobosz M., 2010. Jakość dostępnych na rynku makaronów pełnoziarnistych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6(73), 83-99
- Sobota A., Skwira A., 2009. Właściwości fizyczne i skład chemiczny makaronów wytłaczanych. *Acta Agrophysica*, 13, nr 1, 245-260
- Wojtowicz A., 2008. Wpływ dodatku kwasu askorbinowego na teksturę ekstrudowanych makaronów podgotowanych. *Acta Agrophysica*, 12, nr 1, 245-254
- Zawadzki K., 2005. Pszenica durum najlepszym surowcem do produkcji makaronów. *Przegląd Żywno-Młynarski*, nr 9, 39-40