

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI PRAŻYNEK ZIEMNIACZANYCH Z DODATKIEM OTRĄB ZBOŻOWYCH

Agnieszka Wójtowicz, Marta Kozak, Zuzanna Lewandowska
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Wzbogacanie produktów przekąskowych dodatkiem otrąb zbożowych wpływa nie tylko na poprawę ich charakterystyki żywieniowej, ale również na cechy fizykochemiczne oraz teksturę produktów. Celem pracy było wyznaczenie wskaźnika ekspandowania, gęstości, tekstury oraz ocena sensoryczna prażynek ziemniaczanych wzbogacanych dodatkiem otrąb zbożowych: pszennych, żytnich i owsianych w ilości od 5 do 30% pozostałych składników receptury. Prażynki otrzymano przez smażenie peletów w gorącym oleju w temperaturze 180°C przez kilka sekund do uzyskania ekspandowanego produktu. Pelety wytwarzano z mieszanki surowców ziemniaczanych: skrobi, grysu i płatków oraz rozdrobnionych otrąb zbożowych z zastosowaniem jednoślimakowego ekstrudera. Dodatek otrąb zbożowych wpłynął na ograniczenie ekspandowania peletów podczas smażenia oraz zwiększenie gęstości prażynek, zwłaszcza przy zastosowaniu dodatku otrąb pszennych i żytnich. Prażynki z dodatkiem otrąb zbożowych charakteryzowały się niewielką twardością i akceptowalnymi cechami sensorycznymi, nawet przy zastosowaniu dodatku otrąb w ilości 25 i 30% masy próby. Najbardziej pożądane cechy prażynek uzyskano przy zastosowaniu dodatku otrąb owsianych.

Słowa kluczowe: ekstruzja, przekąski, otręby, ekspandowanie, tekstura

WSTĘP

Wyroby bogate w błonnik pokarmowy cechuje wiele korzystnych właściwości, które wywierają pozytywny wpływ na prawidłowe działanie i funkcjonowanie organizmu człowieka. Konsumentów coraz częściej wybierają produkty, które charakteryzują się dużą zawartością błonnika lub są wzbogacane w tę substancję [Mielcarz 2004]. Błonnik zwiększa objętość pokarmów, nie powodując wzrostu wartości energetycznej

serwowanych potraw, spełnia funkcję substancji balastowej i zaspokaja uczucie łaknienia. Pełni także rolę oczyszczającą przewód pokarmowy, usuwając zalegające w nim resztki spożytych produktów oraz substancje szkodliwe, wpływa na prawidłową pracę jelit, poprawiając jakościowy i ilościowy skład mikroflory jelitowej. Dieta bogata w błonnik pokarmowy może także wpływać na zmniejszenie zachorowań na raka jelita grubego [Mościcki i Wójtowicz 2013].

Otręby zbożowe, które są bogatym źródłem błonnika pokarmowego, używane są głównie jako składniki wzbogacające i dodatkowe do wyrobów spożywczych, np. wyrobów mlecznych i mięsnych, pieczywa, makaronów, ciastek, płatków śniadaniowych i innych przetworów zbożowych [Rodriguez i in. 2006, Wójtowicz 2011]. Większy udział błonnika w wyrobach ciastkarskich powoduje zwiększenie wartości odżywczej i zmniejszenie kaloryczności produktów. Substancje balastowe przyczyniają się do zmniejszenia wchłaniania tłuszczu i wzrostu wilgotności przez wyroby smażone, np. pączki, które charakteryzują się większą jednorodnością, puszystością i elastycznością. Z kolei w wyrobach ekstrudowanych dzięki błonnikowi następuje skrócenie czasu suszenia, zwiększenie wydajności i stabilności produktów [Górecka 2009]. Ilość i jakość dodawanego do żywności błonnika zależy od jego właściwości funkcjonalnych [Schneeman 1998]. Analizy ilościowe i jakościowe błonnika pokarmowego w ekstrudatach z otrąb potwierdziły zwiększenie zawartości frakcji rozpuszczalnej w produktach finalnych oraz zwiększenie wartości prozdrowotnej surowców zbożowych poddanych procesowi ekstruzji [Esposito i in. 2005, Matusz-Mirlak i in. 2007]. Jednak charakterystyczne cechy sensoryczne otrąb ograniczają możliwości ich zastosowania. Zbyt duży udział tych składników w produkowanych wyrobach może niekorzystnie wpływać na smak, barwę, teksturę i aromat gotowych artykułów spożywczych [Pęksa i in. 2004].

Popularne przekąski w postaci chrupek lub prażynek można wzbogacać dodatkiem różnych substancji funkcjonalnych, m.in. otrąb zbożowych czy preparatów błonnikowych. Proces produkcyjny ekstrudowanych przekąsek obejmuje kilka etapów, spośród których najważniejsze to mieszanie składników według opracowanej receptury, dozowanie materiału, ekstruzja właściwa w warunkach dostosowanych do rodzaju przekąsek, nadawanie ostatecznego kształtu z zastosowaniem matryc formujących i suszenie do wilgotności umożliwiającej bezpieczne przechowywanie produktów [Mitrus i Wójtowicz 2011, Wójtowicz i in. 2013]. Pelety wytwarzane są przy tak dobranych parametrach, aby umożliwić skleikowanie skrobi w ekstruderze, a jednocześnie nie dopuścić do ekspandowania produktu, który poddaje się dodatkowej obróbce termicznej przez smażenie w tłuszczu bądź wyrażanie w gorącym powietrzu [Ding i in. 2006, Saeleaw i in. 2012, Wójtowicz i Baltyn 2006, Mościcki i in. 2007]. Wzbogacanie ekstrudowanych przekąsek pozwala na poprawę ich wartości odżywczej, przy zastosowaniu wysokobiałkowych lub wysokobłonnikowych preparatów roślinnych może również wpływać na kształtowanie cech użytkowych ekstrudatów, m.in. stopnia ekspandowania czy tekstury [Kita i Popiela-Kukuś 2010, Wójtowicz 2011].

Celem pracy było oznaczenie wybranych cech fizycznych oraz akceptacji konsumentskiej smażonych prażynek ziemniaczanych otrzymanych z peletów w zależności od rodzaju i ilości otrąb zbożowych zastosowanych w recepturze.

MATERIAŁ I METODY

Do wytworzenia peletów zastosowano surowce skrobiowe (płatki ziemniaczane – 40%, skrobia ziemniaczana – 30%, grys ziemniaczany – 30% jako próbę kontrolną) oraz różne rodzaje otrąb zbożowych (Sante, Sobolew): pszennych (białko – 16,5%, tłuszcz – 4,7%, błonnik – 43,6%), żytnich (białko – 15,0%, tłuszcz – 4,3%, błonnik – 39,0%) i owsianych (białko – 17,6%, tłuszcz – 8,7%, błonnik – 19,0%). Otręby stosowano w ilości od 5 do 30% całkowitej masy próby. Pelety wytwarzano w zmodyfikowanym ekstruderze jednoślimakowym typu TS-45, w wersji L/D = 18 (ZMCh Metalchem, Gliwice). Wymieszane i dowilżone do zawartości wody 35% mieszanki poddawano ekstruzji w zakresie temperatury poniżej 100°C i formowano w postaci taśmy w matrycy szczelinowej o wymiarach 0,4 × 25 mm [Juśko i in. 2010]. Pelety poddawano cięciu do wymiarów 25 × 25 mm, sezonowano przez 48 godzin w temperaturze pokojowej i przechowywano w zamkniętych opakowaniach do czasu przeprowadzenia badań. Następnie pelety przez kilka sekund smażyono w oleju rzepakowym we frytownicy Tefal F20 w temperaturze 180°C, do uzyskania ekspandowanych prażynek. Osączone z tłuszczu prażynki poddano ocenie akceptacji konsumenckiej oraz badaniom wybranych właściwości.

Objętościowy wskaźnik ekspandowania wyznaczono jako stosunek objętości prażynek do objętości peletów [Wójtowicz i in. 2001]. Gęstość właściwą prażynek badano według metody BN-87/9135-08, z zastosowaniem wyprażonego i przesianego piasku, wyznaczając stosunek masy materiału do jego objętości. Pomiary wykonano w pięciu powtórzeniach, a jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną ze wszystkich pomiarów. Pomiar siły cięcia pojedynczej prażynki, z zastosowaniem noża Warner-Bratzlera, wykonano w aparacie Zwick/Roell BDO-FB0.5TH, używając płaskiego noża o grubości ostrza 3 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 500 mm·min⁻¹. Na podstawie otrzymanych teksturogramów wyznaczono F_{max} jako siłę cięcia prażynek. Wyniki oraz przebieg pomiaru zarejestrowano w programie komputerowym *testXpert10v11*. Pomiarów dokonano w 10 powtórzeniach, za wynik przyjmując średnią arytmetyczną ze wszystkich pomiarów [Martinez i in. 2007, Mitrus i Wójtowicz 2011, Wójtowicz i in. 2012]. W badaniach akceptacji konsumenckiej, przeprowadzonych przez grupę 15 osób palących i niepalących w wieku 17–56 lat, zastosowano test skalowania metodą skali liczbowo-opisowej. Ocena polegała na zaznaczeniu na 126-milimetrowej skali graficznej natężenia ogólnej akceptowalności produktów, gdzie 14-milimetrowemu odcinkowi odpowiadał 1 punkt. Uzyskane oceny traktowano jako interpretację odczuć konsumentów: 1 – produkt zdecydowanie mi nie odpowiada, 9 – zdecydowanie mi odpowiada.

Metody statystyczne

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statistica 6.0. Za wyniki badań przyjęto wartości średnie z oznaczeń każdego rodzaju prażynek, wyznaczono przebieg i współczynniki regresji wielomianowej, wyznaczono grupy homogeniczne za pomocą testu Duncana, istotność różnic między średnimi (α) i wartości testu F (ANOVA) przy przedziale ufności $p = 95\%$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 zestawiono wyniki pomiarów wskaźnika ekspandowania objętościowego prażynek ziemniaczanych wzbogacanych zróżnicowanym udziałem otrąb zbożowych. Otrzymane rezultaty pomiarów wskazują na istotny wpływ ilości zastosowanego dodatku na ekspandowanie prażynek podczas ich smażenia. Zastosowanie otrąb pszennych i żytnich o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego istotnie ($\alpha < 0,05$) ograniczyło ekspandowanie wzbogacanych prażynek, o czym świadczą ujemne współczynniki kierunkowe równań regresji wielomianowej wyznaczonych dla tej cechy oraz wysokie wartości współczynników korelacji (tab. 2). Najwyższe wartości wskaźnika ekspandowania objętościowego (6,0) wyznaczono podczas badania prażynek z otrębami owsianymi, charakteryzującymi się najniższą zawartością błonnika, które dodane w ilości

Tabela 1. Wyniki pomiarów wybranych właściwości prażynek ziemniaczanych z udziałem różnego rodzaju otrąb zbożowych

Table 1. Results of selected properties of potato snacks enriched with various cereal bran addition

Rodzaj otrąb Bran type	Ilość dodatku Additive level [%]	Ekspandowanie objętościowe Volumetric expansion	Gęstość Density [kg·m ⁻³]	Siła cięcia Cutting force F_{max} [N]
Bez dodatku Without additive	0	5,03 ^b ±0,047	286,00 ±13,338 ^b	12,66 ±1,750 ^b
	5	5,06 ±0,094 ^b	271,67 ±6,236 ^{bc}	9,45 ±1,733 ^{bc}
	10	5,10 ±0,141 ^b	249,66 ±7,930 ^c	10,08 ±2,629 ^{bc}
Otręby pszenne Oat bran	15	5,05 ±0,071 ^b	248,66 ±4,643 ^c	10,18 ±2,505 ^{bc}
	20	4,53 ±0,047 ^{bc}	259,99 ±12,797 ^c	18,35 ±1,710 ^{ab}
	25	3,50 ±0,408 ^{cd}	303,17 ±16,127 ^b	18,61 ±3,269 ^{ab}
	30	3,10 ±0,141 ^d	281,11 ±8,202 ^b	22,77 ±4,504 ^a
	5	5,02 ±0,023 ^b	286,67 ±5,436 ^b	13,16 ±1,784 ^b
Otręby żytnie Rye bran	10	4,97 ±0,047 ^b	255,33 ±4,496 ^c	8,77 ±1,442 ^c
	15	5,02 ±0,023 ^b	272,00 ±4,642 ^{bc}	9,43 ±1,438 ^{bc}
	20	5,03 ±0,047 ^b	293,66 ±12,797 ^b	7,08 ±1,509 ^c
	25	4,01 ±0,023 ^c	329,58 ±11,829 ^{ab}	7,29 ±1,234 ^c
	30	3,01 ±0,023 ^d	380,56 ±19,067 ^a	5,68 ±1,665 ^d
Otręby owsiane Oat bran	5	5,10 ±0,141 ^b	311,00 ±11,860 ^b	11,64 ±5,56 ^{bc}
	10	6,06 ±0,094 ^a	270,83 ±13,591 ^{bc}	10,23 ±2,043 ^{bc}
	15	5,83 ±0,235 ^a	263,96 ±6,282 ^c	10,94 ±2,918 ^{bc}
	20	5,07 ±0,094 ^b	333,83 ±21,564 ^{ab}	11,71 ±2,198 ^{bc}
	25	4,10 ±0,081 ^c	324,16 ±19,017 ^{ab}	9,61 ±1,981 ^{bc}
	30	3,53 ±0,047 ^{cd}	332,85 ±12,616 ^{ab}	10,45 ±1,952 ^{bc}

x ± SD – wartość średnia ± odchylenie standardowe/mean value ± standard deviation.

^{a-d} – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie przy poziomie ufności 95%/means in columns marked by different letters are statistically different at confidential level 95%.

10–20% receptury wpłynęły na poprawę ekspandowania prażynek podczas smażenia w porównaniu do próby kontrolnej. Większy udział otrąb owsianych ograniczył ekspandowanie prażynek. Związane było to ze zwiększeniem ilości tłuszczu w recepturze, który wpływa na ograniczenie ekspandowania produktów zbożowych, zwłaszcza ekstrudowanych [Wójtowicz i in. 2012, Mościcki i Wójtowicz 2013]. Dodatek błonnika do wyrobów ekstrudowanych znacznie zmienia retencję wody w produkcie, zmniejsza rozpuszczalność wyrobu, wpływając jednocześnie na stopień jego ekspansji [Pęksa i in. 2004]. Zwiększanie udziału otrąb w recepturze wpłynęło również istotnie na gęstość prażynek wzbogacanych otrębami żytnimi oraz owsianymi. Jedynie przy stosowaniu otrąb pszennych różnice w gęstości prażynek były nieistotne ($\alpha > 0,05$), uzyskano także niskie wartości testu F oraz współczynnika korelacji; w większości przypadków uzyskano wyniki na zbliżonym poziomie lub nieco niższe niż dla próby kontrolnej (tab. 2). Wzbogacenie receptury otrębami żytnimi oraz owsianymi na poziomie

Tabela 2. Wartości analizy statystycznej dotyczącej wpływu ilości i rodzaju otrąb zbożowych na oceniane cechy wzbogacanych prażynek ziemniaczanych

Table 2. Results of statistical analysis of influence of type and level of cereal bran addition on tested characteristics of enriched potato fried snacks

Cecha Property	Dodatek Additive	Równanie regresji wielomianowej Polynomial regression equation	Współczynnik korelacji Correlation coefficient	Test F F test value	Istotność różnic α α value
Ekspandowanie objętościowe Volumetric expansion (6 : 14)	Otręby pszenne Wheat bran	$y = -0,1012x^2 + 0,4702x + 4,5714$	0,969	59,00	0,0000
	Otręby żytnie Rye bran	$y = -0,1147x^2 + 0,6294x + 4,3595$	0,929	148,69	0,0000
	Otręby owsiane Oat bran	$y = -0,1647x^2 + 1,0496x + 4$	0,878	205,00	0,0000
Gęstość Density (6 : 14)	Otręby pszenne Wheat bran	$y = 3,7132x^2 - 27,61x + 307,64$	0,526	2,58	0,0676
	Otręby żytnie Rye bran	$y = 7,1167x^2 - 42,367x + 327,68$	0,966	18,14	0,0000
	Otręby owsiane Oat bran	$y = 2,6717x^2 - 13,163x + 302,45$	0,478	5,11	0,0057
Siła cięcia F_{max} Cutting force F_{max} (6 : 63)	Otręby pszenne Wheat bran	$y = 0,6138x^2 - 2,8787x + 13,811$	0,877	37,78	0,0000
	Otręby żytnie Rye bran	$y = 0,077x^2 - 1,8436x + 14,989$	0,882	29,81	0,0000
	Otręby owsiane Oat bran	$y = 0,0711x^2 - 0,9406x + 13,293$	0,531	2,21	0,0535
Akceptacja konsumenta Sensory assessment (6 : 98)	Otręby pszenne Wheat bran	$y = -0,1725x^2 + 1,3446x + 4,9486$	0,825	4,31	0,0007
	Otręby żytnie Rye bran	$y = -0,1549x^2 + 1,2101x + 5,2029$	0,594	1,76	0,1148
	Otręby owsiane Oat bran	$y = -0,1954x^2 + 1,5396x + 4,9014$	0,672	3,75	0,0021

20–30% spowodowało uzyskanie prażynek o większej gęstości, co świadczy o bardziej zwartej strukturze produktów wzbogacanych tymi otrębami [Pęksa i in. 2004, Kita i Popieła-Kukuś 2010]. Rezultaty pomiarów gęstości były odwrotnie proporcjonalne do ekspandowania prażynek.

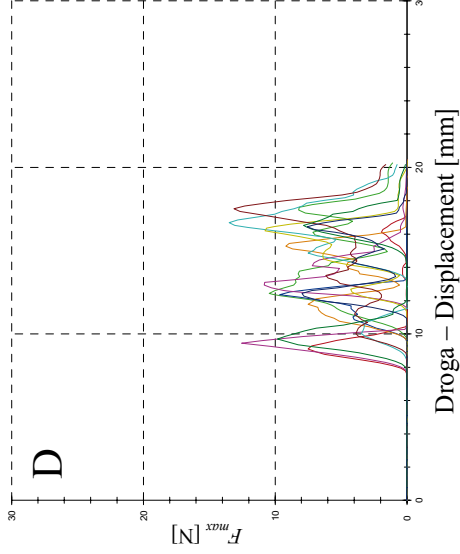
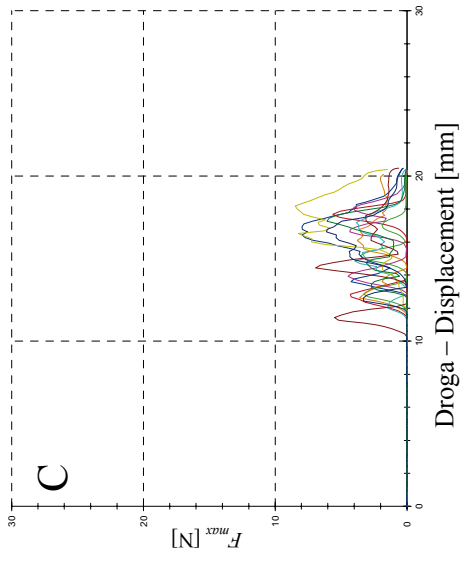
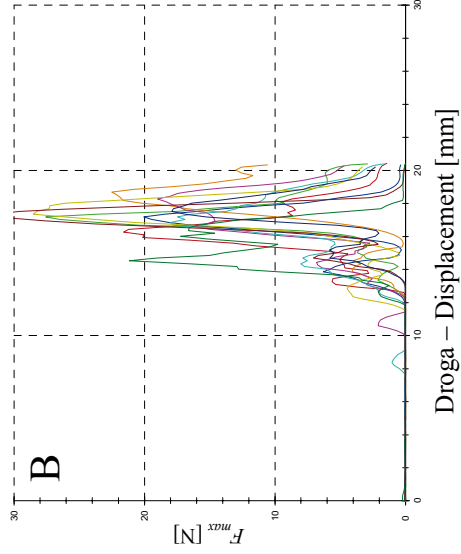
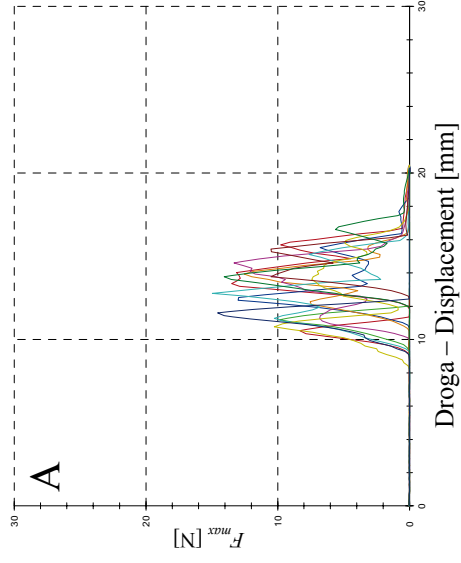
O tym, czy ekstrudowany produkt zyska przychylność konsumentów, decydują w głównej mierze jego cechy teksturalne, przy czym cechy szczególnie pożądane to kruchość i chrupkość [Anton i Luciano 2007]. Norma przedmiotowa [PN-A-74780:1996] opisuje idealną konsystencję jako kruchą, chrupiącą, wynikającą z porowatej struktury wyrobów. Górnicka i Kita [2011] dla pszennych chrupek smażonych w różnorodnych olejach wykazały siłę niszczącą w teście cięcia na poziomie 17–25 N. W prezentowanych wynikach badań obserwować można znacznie niższe wartości siły cięcia prażynek, zwłaszcza gdy zastosowano w recepturach otręby żytnie oraz owsiane.

Na rysunku 1 przedstawiono porównanie przebiegów testu cięcia smażonych prażynek ziemniaczanych oraz wzbogacanych 30-procentowym udziałem otrąb zbożowych. Obserwowane wartości siły oraz przebiegi testu wskazywały na duże zróżnicowanie kruchości, o czym świadczy duża ilość pików podczas cięcia prażynek. Najbardziej jednorodną strukturą wewnętrzną charakteryzowały się prażynki z udziałem otrąb pszennych (mała ilość pików pomiarowych oraz wąski zakres miejsca wyznaczenia F_{max}).

Podczas badania prażynek z różną ilością otrąb owsianych nie wykazano istotnych ($\alpha > 0,05$) różnic wartości siły cięcia, niskie były także wartości współczynnika korelacji i testu F (tab. 2). Przy zastosowaniu otrąb pszennych i żytnich obserwowano istotny ($\alpha < 0,05$) wpływ ich ilości na siłę cięcia produktów, tj. zwiększanie ilości otrąb żytnich w recepturze powodowało zmniejszanie wartości siły cięcia, świadcząc o dużej kruchości prażynek, z kolei przy zastosowaniu otrąb pszennych uzyskano tendencję odwrotną (tab. 1). Zastosowanie otrąb pszennych w ilości powyżej 15% mieszanki surowcowej powodowało istotne ($\alpha < 0,05$) zwiększanie siły cięcia prażynek, dla tych produktów uzyskano także niższe oceny akceptacji konsumentkiej.

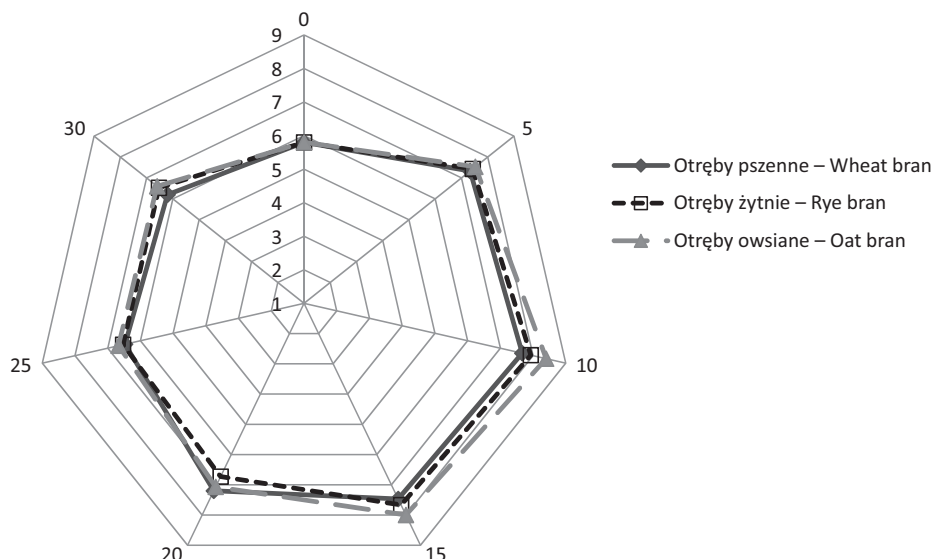
Pęksa i inni [2004] przy zastosowaniu preparatu błonnikowego w ilości 5 i 10% wykazali większą siłę cięcia smażonych przekąsek na poziomie odpowiednio: 21 i 24,5 N, przy czym przekąski bez dodatku preparatu charakteryzowały się wartością siły cięcia na poziomie 16,4 N. Jednak receptura i warunki wytwarzania peletów były inne, m.in. wyższy był poziom dowilżenia ciasta oraz większa ilość skrobi w recepturze. Próbkę ekstrudowanego pieczywa chrupkiego uzyskane przy zastosowaniu zróżnicowanych parametrów procesu ekstruzji charakteryzowały się wartościami siły niszczącej w zakresie od 13,9 do 60,4 N w teście trójpunktowego łamania w zależności od receptury wyrobów [Jakubczyk i Gondek 2013]. Parametry tekstury ekstrudatów uzależnione są zarówno od składu mieszanki recepturowej, jak też od warunków ekstruzji i metody oceny parametrów tekstury [Robin i in. 2012].

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki oceny akceptacji konsumentkiej, czyli wrażenia, jakie odczuwali konsumenci oceniający prażynki wzbogacane otrębami zbożowymi. Najmniej akceptowalnymi przez panel oceniający były prażynki ziemniaczane niezawierające otrąb zbożowych (ocena – 5,80 punktów). Najwyżej oceniono prażynki z 10- oraz 15-procentowym udziałem otrąb zbożowych w recepturze, które uzyskały od 7,47 do 8,40 punktów. Zwiększenie ilości otrąb z 15 do 30% spowodowało obniżenie pożądalności prażynek do wartości w zakresie 6,20–6,60 punktów.



Rys. 1. Rezultaty testu cięcia prążynek z 30-procentowym udziałem otrąb zbożowych w stosunku do próby kontrolnej: A) próba kontrolna, B) otręby pszenne, C) otręby żytnie, D) otręby owsiane

Fig. 1. Cutting tests results of snacks enriched with 30% of bran addition and without additive: A) control sample, B) wheat bran, C) rye bran, D) oat bran



Rys. 2. Wyniki oceny akceptacji konsumenckiej prażynek ziemniacznych wzbogacanych dodatkiem otręb zbożowych

Fig. 2. Values of sensory acceptance of potato snacks enriched with various cereal bran addition

Na podstawie uzyskanych wyników można zauważyć, że zwiększanie udziału otręb żytnich w recepturze nieznacznie ($\alpha > 0,05$) wpłynęło na pogorszenie atrakcyjności prażynek (tab. 2). Zwiększanie ilości otręb pszennych i owsianych w recepturze spowodowało istotne ($\alpha < 0,05$) obniżenie akceptacji; przy 30-procentowym udziale otręb pszennych prażynki zostały ocenione najniżej spośród wyrobów z otrębami. Najwyżej oceniono prażynki z otrębami owsianymi, niezależnie od ilości zastosowanej w recepturze. Gambuś i inni [2000] oceniali ekstrudowane chrupki wytworzone z otręb zbożowych i w tych badaniach najwyższe noty uzyskały ekstrudaty z otręb pszenżytnich, najmniej akceptowalne przez konsumentów były natomiast chrupki z otręb żytnich.

WNIOSKI

1. Zastosowanie otręb zbożowych w zróżnicowany sposób wpłynęło na oceniane cechy wzbogacanych prażynek ziemniaczanych.

2. Zwiększanie ilości otręb zbożowych wpłynęło na ograniczenie ekspandowania peletów podczas smażenia oraz zwiększenie gęstości prażynek, zwłaszcza przy zastosowaniu otręb pszennych i żytnich.

3. Prażynki z otrębami zbożowymi charakteryzowały się niską twardością i akceptowalnymi cechami sensorycznymi, nawet przy zastosowaniu dodatku otręb w ilości 25 i 30% masy próby.

4. Najbardziej pożądane cechy prażynek uzyskano przy zastosowaniu otręb owsianych.

LITERATURA

- Anton A.A., Luciano F.B., 2007. Instrument texture evaluation of extruded snack foods: a review. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos* 5 (4), 245–251.
- BN-87/9135-08. Pasze prasowane. Oznaczenie gęstości granul i brykietów.
- Ding Q.B., Ainsworth P., Plunkett A., Tucker G., Marson H., 2006. The effect of extrusion conditions on the functional and physical properties of wheat-based expanded snacks. *J. Food Eng.* 73, 142–148.
- Gambuś H., Golachowski A., Bala-Piasek A., Nowotna A., Surówka A., Mikulec A., Bania M., 2000. Ocena jakości ekstrudowanych chrupek z otrąb zbożowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (25), 54–63.
- Esposito F., Arlotti G., Bonifati A.M., Napolitano A., Vitale D., Fogliano V., 2005. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Res. Int.* 38, 1167–1173.
- Górecka D., 2009. Błonnik pokarmowy – korzyści zdrowotne i technologiczne. *Przem. Spoż.* 12, 16–20.
- Górnicka E., Kita A., 2011. Właściwości fizyko-chemiczne i sensoryczne chrupek pszennych smażonych w olejach wysokooleinowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 569, 103–111.
- Jakubczyk E., Gondek E., 2013. Analiza wyróżników mechanicznych i akustycznych w teście zginania-lamania ekstrudowanego pieczywa żytniego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 575, 53–61.
- Juško S., Mościcki L., Wójtowicz A., 2010. Głowica formująca. Wzór użytkowy PL 64861 Y1, WUP 03/10.
- Kita A., Popiela-Kukuś K., 2010. Wpływ dodatku wytlóków lnianych na wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych. *Acta Agrophysica* 16 (1), 69–77.
- Martinez C., Ribotta P., Leon A., Anon C., 2007. Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *J. Texture Stud.* 38, 666–683.
- Matusz-Mirlak A., Pastuszka D., Gambuś H., 2007. Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w ekstrudatach z udziałem otrąb żytnich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (54), 55–65.
- Mielczar M., 2004. Żywnościowe i technologiczne aspekty zastosowania błonników pokarmowych do produkcji wyrobów piekarskich i ciastkarskich. *Przeł. Zboż.-Młyn.* 8, 7–9.
- Mitrus M., Wójtowicz A., 2011. Wybrane cechy jakościowe przekąsek ekstrudowanych z dodatkiem skrobi modyfikowanych. *Acta Agrophysica* 18 (2), 335–345.
- Mościcki L., Mitrus M., Wójtowicz A., 2007. Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Mościcki L., Wójtowicz A., 2013. Produkty pełnoziarniste – właściwości, znaczenie, zastosowanie w wyrobach ekstrudowanych. W: *Współczesna inżynieria rolnicza – osiągnięcia i nowe wyzwania*, tom 1, red. Hołownicki R., Kuboń M., Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków, 275–308.
- Pęksa A., Kita A., Zięba T., 2004. Wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem błonnika. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3 (40), 106–113.
- PN-A-74780:1996. Przetwory ziemniaczane. Smażone przekąski ziemniaczane.
- Robin F., Dubois C., Pineau N., Labat E., Théoduloz C., Curti D., 2012. Process, structure and texture of extruded whole wheat. *J. Cereal Sci.* 56, 358–366.
- Rodriguez R., Jimenez A., Fernandez-Bolanos J., Guillen R., Heredia A., 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Sci. Techn.* 17, 3–15.
- Saeleaw M., Dürrschmid K., Schleining G., 2012. The effect of extrusion conditions on mechanical-sound and sensory evaluation of rye expanded snack. *J. Food Eng.* 110, 532–540.

- Schneeman B., 1998. Dietary fiber and gastrointestinal function. *Nutrion Res.* 18, 4, 625–632.
- Wójtowicz A., 2011. Wybrane cechy jakościowe błyskawicznych makaronów pełnoziarnistych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 558, 287–300.
- Wójtowicz A., Baltyn P., 2006. Ocena wybranych cech jakościowych popularnych przekąsek ziemniaczanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (47), 112–123.
- Wójtowicz A., Dobosz R., Hodara K., 2001. Ocena cech użytkowych pelletów ziemniaczanych. *Inż. Roln.* 10, 405–410.
- Wójtowicz A., Kolasa A., Mościcki L., 2013. The influence of buckwheat addition on physical properties, texture and sensory characteristic of extruded corn snacks. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 63, 4, 239–244.
- Wójtowicz A., Pasternak E., Juško S., Hodara K., Kozłowicz K., 2012. Wybrane cechy jakościowe chrupka kukurydzianych z dodatkiem odłuszczonych nasion Inu. *Acta Sci. Pol. Technica Agraria* 11 (3–4), 25–33.

SELECTED PROPERTIES OF POTATO SNACKS ENRICHED WITH CEREAL BRAN

Summary. Enrichment of snack products with cereal bran affects not only the improvement of their nutritional characteristics, but also on the physicochemical properties and texture of products. Aim of this study was to determine selected properties of fried potato snacks fortified with cereal bran addition: wheat, rye, and oat bran in an amount from 5 to 30% of the recipe. Snacks were obtained by frying pellets in hot oil at 180°C for several seconds to obtain expanded product. Pellets were prepared from a mixture of potato starch, flakes and grits (40 : 30 : 30) with addition of ground cereal bran using a single screw extrusion-cooker at temperature ranged from 80 to 95°C. In fried snacks the rate of volumetric expansion after frying and density of snacks were evaluated in three replications. Texture was tested by cutting force measurement with Warner-Bratzler knife at 500 mm·min⁻¹ in 10 replications. Sensory assessment with numerous-descriptive 9-poits hedonic scale was used for evaluation of consumer acceptability with 15-member panel. The use of wheat, rye and oat bran additive significantly ($\alpha < 0.05$) reduced the volumetric expansion of fortified snacks, as evidenced by the negative directional coefficients of polynomial regression equations set for this feature. The greatest expansion was observed for fried snacks enriched with oat bran in amount of 10–15% of sample mass. The addition of cereal bran influenced on significant increasing the density of enriched snacks, especially using the additive of rye and oat bran. The highest density was measured for snacks with addition of 30% rye bran and the lowest when 10 and 15% of wheat bran fortification level was used. The results of density measurements are inversely proportional to the volumetric expansion index. Snacks with addition of rye and oat bran characterized lowering the hardness with increasing the amount of bran level used, and opposite tendency was observed for snacks with wheat bran addition in amount from 20 to 30% – hardness of that snacks was the greater; what associated, for these products the expansion index was the lowest. Acceptable sensory characteristics were evaluated for all tested snacks with mean results more than 5.0. The lowest notes were reached for potato snacks without additive. The use of increasing amount of cereal bran addition resulted in a slight deterioration of the sensory attributes, but results showed good quality of products even with the bran additive in an amount of 25 and 30% of the sample mass. The most desirable properties of enriched snacks were obtained using addition of oat bran.

Key words: extrusion-cooking, snacks, bran, expansion, texture