

WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE CHRUPEK KUKURYDZIANYCH Z DODATKIEM ODTLUSZCZONYCH NASION LNU

Agnieszka Wójtowicz, Ewelina Pasternak, Stanisław Juško,
Krystyna Hodara, Katarzyna Kozłowicz

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wybranych cech fizycznych oraz tekstury chrupiek kukurydzianych wzbogacanych zróżnicowanym dodatkiem odtłuszczonych nasion lnu w ilości od 2,5 do 15%. Chrupki wytwarzano w jednoślismakowym ekstruderze TS-45 z układem plastyfikującym L/D = 12 przy temperaturze w zakresie 120–150°C i obrotach ślimaka 100 obr \cdot min⁻¹, formując je w matrycy z otworem 3 mm do postaci przekąski gotowej do bezpośredniego spożycia. Badając wytworzone chrupki, oceniano wskaźnik ich ekspandowania promieniowego, gęstość w stanie usypowym i gęstość właściwą, barwę w skali CIE-Lab, twardość za pomocą testu cięcia oraz cech sensoryczne, oceniając ich kształt, barwę, smak, zapach i kruchość w 5-punktowej skali. Analiza wyników pomiarów cech fizycznych i tekstury chrupiek z dodatkiem odtłuszczonego lnu wykazała, że zwiększanie udziału lnu wpłynęło na ograniczenie wskaźnika ekspandowania promieniowego i na zwiększenie gęstości właściwej ekstrudatów. Dodatek lnu zwiększał siłę cięcia chrupki i obniżał jasność wyrobów.

Słowa kluczowe: ekstruzja, właściwości fizyczne, chrupki kukurydziane, len

WSTĘP

Trendy, które można zaobserwować na zachodnim rynku pokazują, że popyt na przekąski rośnie. Świadomość konsumentów odnośnie zdrowego odżywiania jest coraz większa, co jest wyzwaniem dla producentów żywności do bezpośredniego spożycia i funkcjonalnej. Przemysł rolno-spożywczy w coraz większym stopniu wskazuje na potrzebę wdrażania nowych koncepcji produktów w celu dostosowania ich walorów użytkowych i jakościowych do wymogów dotyczących zdrowego odżywiania. Tendencja ta motywuje projektantów procesów i urządzeń technologicznych do opracowywania odpowiednich warunków wymaganych do wytwarzania produktów spełniających

Adres do korespondencji – Corresponding author: Agnieszka Wójtowicz, Katedra Inżynierii Procesowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, e-mail: agnieszka.wojtowicz@up.lublin.pl

potrzeby rynku. Innowacje w procesach takich jak ekstruzja, ekspandowanie, mikronizacja lub połączenie dodatków roślinnych czy owocowych i surowców zbożowych, może przyczynić się do zastąpienia popularnych przekąsek przez nowe, zdrowsze produkty [Alvarez-Jubete i in. 2010, Guy 2001].

Len jest to roślina z rodziny lnowatych (*Linaceae*), liczy ponad 300 gatunków roślin, z których istotne znaczenie rolnicze ma len siewny (*Linum usitatissimum L.*). [Zając i Oleksy 2010]. Siemię lniane jest znanym od wieków surowcem zielarskim o wysokich walorach odżywczych, dietetycznych i leczniczych. Nasiona lnu są źródłem łatwo przyswajalnego i wysokowartościowego białka, którego zawartość waha się w granicach 20–30%. Badając strawność białka lnu, wykazano, że pod działaniem pepsyny zostało ono rozłożone w 95,5%. Wskaźnik ten należy do jednego z najwyższych, dla porównania pepsyna trawi białko mleka w 82,5% [Ożarowski i Jaroniewski 1989].

Cennym składnikiem dietetycznym nasion lnianych są substancje śluzowe. Zawartość śluzu w nasionach lnu wynosi od 3 do 9%. Śluz pochodzący z nasion lnu jest bardzo odporny na trawienie, co sprawia, że często stosowany jest jako środek powlekający cienką warstwą błony śluzowej przełyku, żołądka i części dwunastnicy, osłaniając je przed substancjami szkodliwymi (ma to znaczenie w owrzodzeniach układu pokarmowego, a także w zatruciach substancjami żrącymi). Nasiona lnu wypite razem z kleikiem mają oprócz własności powlekających, również delikatnie przeczyszczające, przyspieszają perystaltykę jelit. Nasiona lnu zawierają biologicznie czynne substancje, m.in. witaminy A, E i F oraz mikroelementy. W połączeniu z innymi składnikami utrzymują odpowiedni poziom wilgoci, odżywiają i chronią przed szkodliwymi czynnikami, a także zapobiegają przedwczesnemu starzeniu się skóry [Czerpak i Jabłońska-Trypuć 2008].

Wzbogacanie produktów spożywczych dodatkiem nasion lnu wpływa na poprawę wartości odżywczej, ale również na cechy sensoryczne wyrobów. Ze względu na wartości odżywcze lnu, opracowanie odpowiedniej technologii wytwarzania wzbogaconych odtłuszczonym siemieniem lnianym przekąsek umożliwi kreowanie nowych produktów o pożądanym cechach żywieniowych, funkcjonalnych i jakościowych. Wysoka zawartość składników, tj. białka, błonnika pokarmowego (włókno pokarmowe) oraz naturalnych substancji śluzowych w lnie wpływa korzystnie na organizm człowieka. Pokarmy bogate we włókno spełniają wiele istotnych funkcji, pobudzają funkcję żucia i wydzielanie śliny, buforują i wiążą nadmiar kwasu solnego w żołądku, zwiększają wypełnienie jelit, pobudzają ukrwienie i perystaltykę jelit, tworzą korzystne podłoże dla rozwoju pożądanej flory bakteryjnej w jelicie grubym [Mościcki i Wójtowicz 2009 a, b]. Ponadto włókno pokarmowe jest fizjologiczną przeszkodą w nadmiernym pobieraniu energii. Bogata w składniki funkcjonalne żywność może działać korzystnie nie tylko w profilaktyce i dietoterapii zaburzeń gospodarki lipidowej, ale i otyłości, cukrzycy typu II oraz kamicy żółciowej [Mościcki i Wójtowicz 2009c].

Wzbogacane dodatkami funkcjonalnymi wyroby otrzymane w procesie ekstruzji odznaczają się ulepszonymi właściwościami dietetycznymi, lepszą strawnością poszczególnych składników, obniżoną zawartością związków antyżywnościowych, pełną i kompleksową pasteryzacją oraz przedłużonym okresem przechowywania [Christa 2009, Mościcki 2011].

MATERIAŁY I METODY

Wzbogacane chrupki kukurydziane wytwarzano z zastosowaniem ekstrudera jednoślimakowego TS-45 i formowano w matrycy z otworem 3 mm do postaci przekąsek do bezpośredniego spożycia. Do mieszanek recepturowych zastosowano mielone nasiona lnu uzyskane w procesie odtłuszczenia (OLEOFARM, Wrocław) w ilości 2,5, 5, 7,5, 10, 12,5 i 15% oraz kaszkę kukurydzianą (Vegetus, Lubartów). Surowce dowilżano do wilgotności 15% i poddawano procesowi ekstruzji z zastosowaniem jednoślimakowego ekstrudera TS-45 z układem plastyfikującym o L/D = 12 przy temperaturze w zakresie 120–150°C i obrotach ślimaka 100 obr·min⁻¹.

Wyznaczono wskaźnik ekspandowania promieniowego wytworzonych ekstrudatach jako stosunek średnicy ekstrudatu do średnicy otworu matrycy [Wójtowicz 2011]. Gęstość w stanie usypowym określono jako stosunek luźno usypanego ekstrudatu do zajmowanej przez niego objętości [ASAE S269.3:1989]. Gęstość właściwą ekstrudatów wyznaczono wg metody stosowanej do granul i brykietów [BN – 87/9135-05]. Pomiary barwy wykonano z zastosowaniem kolorymetru odwzorowującego Lovibond CAM – System 500 [The Tintometer Ltd., UK] w skali CIE – Lab, w której wyznaczono L^* jako jasność ekstrudatów (w skali 0–100), a^* jako balans barwy czerwonej (+100) i zielonej (-100) oraz wskaźnik barwy b^* jako balans barwy żółtej (+100) i niebieskiej (-100) [Wójtowicz i in. 2013]. Pomiary wykonano w 20 powtórzeniach. Twardość określano poprzez test cięcia z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell typ BDO-FBO.5TH z przystawką Warner-Bratzlera. Pomiary wykonano, umieszczając pojedynczą chrupkę o długości ok. 4 cm na stoliku aparatu i poddając cięciu z prędkością 100 mm·min⁻¹ oraz 500 mm·min⁻¹ do momentu całkowitego przecięcia próby. Jako twardość przyjmowano wyznaczoną najwyższą siłę [N] potrzebną do zniszczenia struktury ekstrudatu [Wójtowicz i in. 2013]. Pomiar przeprowadzono w 5 powtórzeniach dla każdej próby.

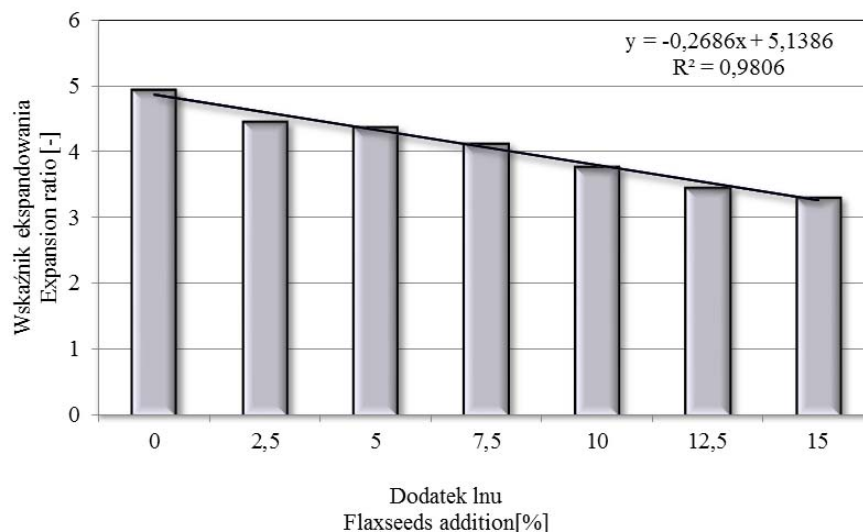
Ocenę organoleptyczną ekstrudatów wzbogaconych o dodatek lnu, przeprowadzono z wykorzystaniem 5-stopniowej skali [Kozłowicz i Kluza 2009, Wójtowicz i in. 2013], oceniając kształt, barwę, smak, zapach i kruchość [PN – A – 88036:1998] przez 22-osobowy panel oceniający zapoznany z wymaganiami dla chrupkek kukurydzianych nieoblewanych. Wyniki badań wpływu dodatku lnu na wybrane właściwości fizyczne chrupkek analizowano z zastosowaniem pakietu STATISTICA 7.0.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań wskaźnika ekspandowania promieniowego, przedstawione na rys. 1, wykazały proporcjonalne obniżanie ekspandowania przy zwiększającym się udziale lnu w chrupkach kukurydzianych, co może być związane z rosnącą ilością błonnika przy zwiększającej się dodatku lnu.

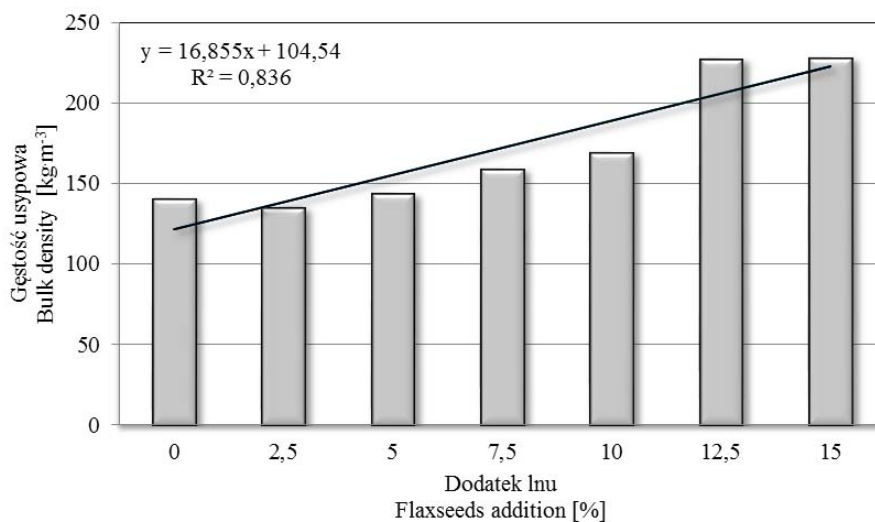
Zwiększający się udział błonnika w ekstrudatach ma wpływ na ograniczenie procesu ekspandowania chrupkek [Mościcki i in. 2007]. O proporcjonalności zmniejszania wskaźnika ekspandowania ekstrudowanych chrupkek wzbogaconych dodatkiem lnu świadczy wysoki współczynnik korelacji liniowej $R^2 = 0,981$. Ekspandowanie chrupkek

osiągało wartości od 5 dla chrupkek kukurydzianych do 3,3 przy zastosowaniu 15-procentowego dodatku nasion lnu.



Rys. 1. Wskaźnik ekspandowania promieniowego chrupkek wzbogacanych różnicowanym dodatkiem odtłuszczonego lnu

Fig. 1. The radial expansion ratio of corn snacks enriched with different amount of defatted flaxseeds



Rys. 2. Gęstość usypowa ekstrudatów wzbogacanych różnicowanym dodatkiem odtłuszczonego lnu

Fig. 2. Bulk density of extrudates enriched with different amount of defatted flaxseeds

Rysunek 2 przedstawia wyniki badań gęstości usypowej ekstrudatów z rosnącym udziałem rozdrobnionego odtłuszczonego lnu w recepturze. Stwierdzono proporcjonalny wzrost wartości gęstości usypowej chrupkek przy zwiększającym się dodatku lnu, o czym świadczy wysoka wartość współczynnika korelacji liniowej ($R^2 = 0,836$). Najwyższe wartości gęstości usypowej stwierdzono w przypadku chrupkek o zawartości lnu 12,5% i 15% w mieszance, natomiast najniższą wartość omawianego parametru wyznaczono dla chrupkek z 2,5% dodatkiem lnu. Niska gęstość usypowa świadczy o dobrym napowietrzeniu i porowatej strukturze chrupkek [Mościcki 2011].

Pomiary gęstości właściwej ekstrudatów wzbogacanych dodatkiem lnu nie wykazały jednoznacznych zależności, jednak obserwowano tendencję do zwiększania gęstości właściwej ekstrudatów przy zwiększającym się udziale dodatku ($R^2 = 0,834$). Największą gęstość właściwą wyznaczono podczas pomiarów chrupkek wzbogacanych 12,5% lnu ($443,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), natomiast najmniejszą wartość charakteryzowały się chrupki z 2,5% dodatkiem lnu ($109,58 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Statystyczne zestawienie pomiarów badania gęstości usypowej i gęstości właściwej chrupkek z dodatkiem lnu wykazało, że współzależność tych własności produktu jest duża, na co wskazuje wartość współczynnika korelacji $R^2 = 0,930$.

Tabela 1. Wyniki oceny barwy chrupkek wzbogacanych dodatkiem różnej ilości mielonego odtłuszczonego lnu

Table 1. Results of colour assessment of corn snacks enriched with various amount of defatted flaxseeds

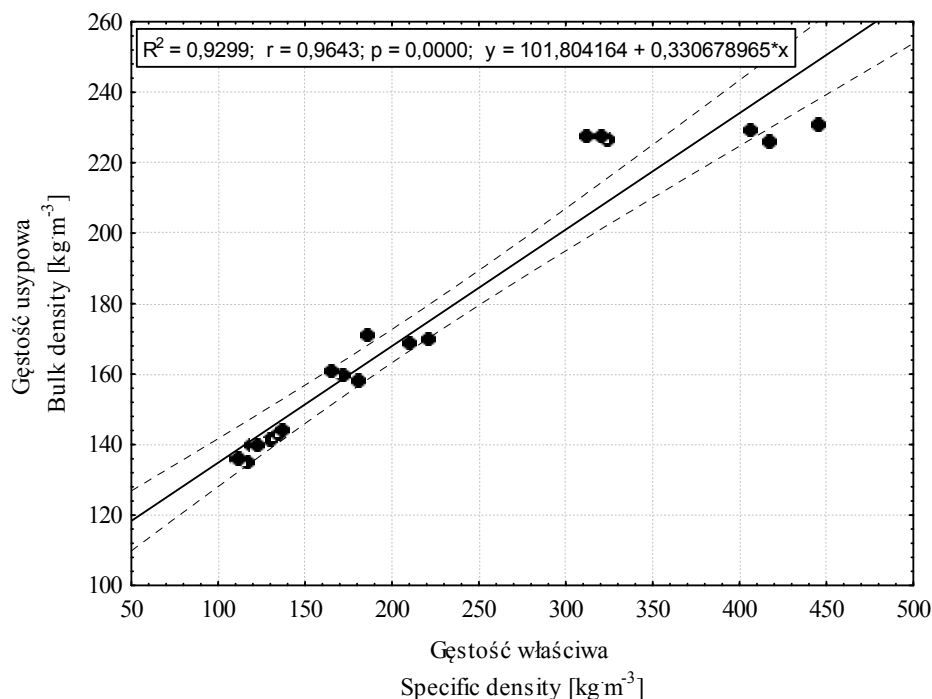
Dodatek lnu Flaxseeds addition %	Wartości barwy Colour values		
	L^*	a^*	b^*
0,0	$92,7 \pm 0,60$	$-1,6 \pm 0,80$	$21,0 \pm 2,61$
2,5	$92,7 \pm 0,78$	$-2,2 \pm 1,17$	$22,4 \pm 3,80$
5,0	$92,2 \pm 0,75$	$-2,6 \pm 1,49$	$20,5 \pm 4,82$
7,5	$92,2 \pm 0,74$	$-2,8 \pm 0,60$	$21,4 \pm 2,05$
10,0	$91,5 \pm 0,67$	$-2,9 \pm 0,83$	$21,9 \pm 3,33$
12,5	$91,4 \pm 0,66$	$-2,4 \pm 0,65$	$22,8 \pm 2,18$
15,0	$91,1 \pm 0,83$	$-3,3 \pm 1,19$	$23,7 \pm 4,49$

L^* jasność (w skali 0–100), a^* balans barwy czerwonej (+100) i zielonej (-100), b^* balans barwy żółtej (+100) i niebieskiej (-100); średnie z 20 pomiarów \pm odchylenie standardowe

L^* lightness (in scale 0–100), a^* balance of red (+100) and green (-100), b^* balance of yellow (+100) and blue (-100); means of 20 results \pm standard deviation

Pomiar barwy chrupkek ekstrudowanych z dodatkiem rozdrobnionego odtłuszczonego lnu wykonano z zastosowaniem skali CIE–Lab. Wyniki badań barwy (tab. 1), wykazały, że chrupki wzbogacane dodatkiem lnu charakteryzowały się wyrównaną jasnością, swoistą dla ekstrudatów, których głównym składnikiem recepturowym jest kaszka kukurydziana [Wójtowicz i in. 2013]. Wartości jasności L^* wynosiły od 91,1 dla najciemniejszych chrupkek z zawartością 15% rozdrobnionego lnu do ok. 92,7 dla najjaśniejszej

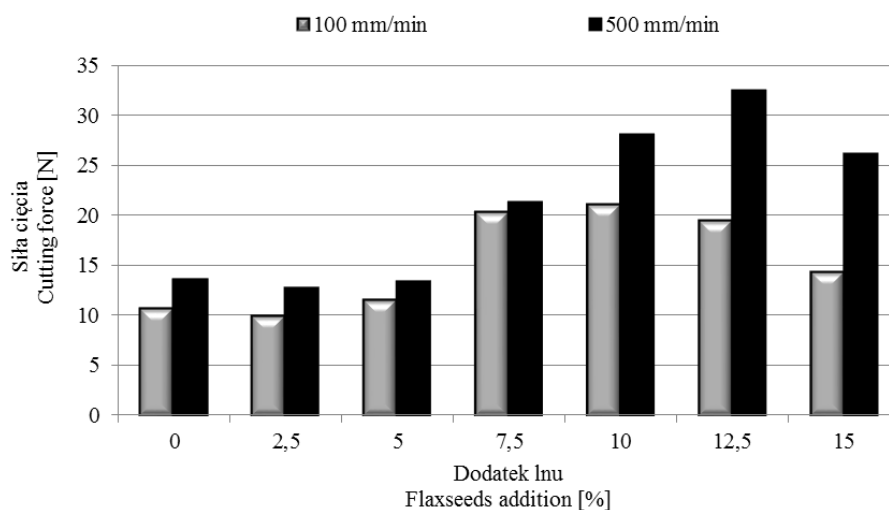
szych chrupek kukurydzianych. Wraz z obniżającą się jasnością chrupek zauważono wzrost wartości barwy zielonej oraz barwy żółtej. Zaobserwowano, że przy oznaczeniu wskaźnika barwy a^* wyniki pomiarów miały wartości ujemne. Świadczyło to o pojawieniu się odcienia zielonkawego, co spowodowane może być dodatkiem lnu o naturalnie ciemnym kolorze (tab. 1).



Rys. 3. Zestawienie pomiarów z badania gęstości usypowej i gęstości właściwej wzbogacanych lnem chrupek

Fig. 3. Relationships between bulk density and specific density of flaxseeds enriched corn snacks

Rys. 4 przedstawia wyniki pomiarów twardości chrupek kukurydzianych o różnej zawartości lnu testowanych przy różnych prędkościach cięcia: 100 mm·min⁻¹ i 500 mm·min⁻¹. Twardość wytworzonych ekstrudatów, wyznaczona jako siła cięcia, wykazywała wartości od 10 do 32 N, wyższe wartości siły niezbędnej do przecięcia chrupek wyznaczono przy wyższej prędkości badania. Zwiększający się dodatek lnu zwiększał odporność chrupek na uszkodzenia. Największe zróżnicowanie siły cięcia, porównując obie zastosowane prędkości, zaobserwowano przy cięciu chrupek z 12,5% i 15% zawartością lnu w recepturze. Najmniejsze różnice oraz najniższe wartości siły cięcia wyznaczono podczas badania ekstrudatów z dodatkiem lnu nieprzekraczającym 5%. Najwyższą twardość wyznaczono podczas cięcia chrupek o udziale 10 i 12,5% lnu, co może mieć związek z wyższą gęstością usypową ekstrudatów zawierających dodatek powyżej 10% odtłuszczonego lnu.



Rys. 4. Siła cięcia ekstrudatów wzbogaconych zróżnicowanym dodatkiem odtuszczonego lnu przy różnej prędkości przesuwu głowicy

Fig. 4. Cutting force of extrudates enriched with different amount of defatted flaxseeds at various head speeds during the test

Ocenę organoleptyczną ekstrudatów wzbogaconych dodatkiem lnu przeprowadzono według 5-stopniowej skali. Oceniano następujące cechy: kształt, barwę, zapach, smak, kruchość (tab. 2).

Tabela 2. Wyniki oceny sensorycznej chrupiek wzbogaconych dodatkiem różnej ilości mielonego odtuszczonego lnu

Table 2. Results of sensory assessment of corn snacks enriched with various amount of defatted flaxseeds

Dodatek lnu Flaxseeds addition %	Cechy sensoryczne Sensory properties				
	kształt shape	barwa colour	zapach flavour	smak taste	kruchość crispness
0,0	4,04 ± 1,06	4,50 ± 0,89	4,13 ± 1,01	4,22 ± 0,73	4,59 ± 0,49
2,5	4,13 ± 1,01	4,41 ± 0,65	3,86 ± 1,09	4,59 ± 0,65	4,63 ± 0,56
5,0	4,00 ± 0,74	4,04 ± 0,70	3,86 ± 0,91	3,86 ± 0,81	4,18 ± 0,57
7,5	3,36 ± 0,88	3,50 ± 0,58	3,81 ± 0,83	3,50 ± 0,84	3,64 ± 0,97
10,0	3,45 ± 0,94	3,27 ± 0,96	3,50 ± 1,03	3,27 ± 1,25	3,32 ± 1,25
12,5	2,14 ± 0,86	2,36 ± 0,93	2,72 ± 0,86	2,27 ± 1,01	2,00 ± 1,08
15,0	2,63 ± 1,14	2,36 ± 0,93	3,04 ± 1,14	2,59 ± 1,33	2,18 ± 0,93

Średnie z 22 pomiarów ± odchylenie standardowe – Means of 22 results ± standard deviation

Kształt chrupiek kukurydzianych oraz przekąsek z dodatkiem 2,5 i 5% lnu w recepturze surowcowej zostały ocenione przez konsumentów najwyżej – ocena 4. Najniższe oceny zostały przyznane dla produktów z 12,5% oraz 15% dodatkiem siemienia lnianego. Najlepszą barwą charakteryzowały się chrupki ekstrudowane z kaszki kukurydzianej oraz z dodatkiem lnu w ilości nie większej niż 5% w recepturze. Na spadkową tendencję oceny barwy ekstrudatów mogła wpłynąć zwiększającą się ilość dodatku rozdrobnionego odtłuszczonego lnu poprzez jego ciemniejszą barwę i pojawienie się zielonkawego odcienia, co potwierdzają wyniki badań instrumentalnych. Zapach chrupiek charakteryzował się największą stabilnością, najwyższe noty za zapach otrzymały ekstrudaty wzbogacone dodatkiem lnu nieprzekraczającym 7,5%. Oceniając smak ekstrudatów stwierdzono tendencję spadkową wraz ze wzrostem ilości rozdrobnionego odtłuszczonego lnu w mieszankach recepturowych. Najwyższą ocenę za smak przyznano chrupkom kukurydzianym oraz przekąskom z 2,5 i 5% zawartością lnu, natomiast najniższą ocenę przyznano chrupkom z 12,5% ilością dodatku lnu. Spośród cech sensorycznych ocenianych organoleptycznie dla kruchości chrupiek wyznaczono najbardziej zróżnicowane wartości ocen. Dla wyrobów z kaszki kukurydzianej i wzbogaconych do 5% lnu średnia ocen kruchości ekstrudatów wynosiła powyżej 4, natomiast wyroby z 12,5 oraz 15% zawartością tego dodatku zostały ocenione najniżej – ok. 2.

WNIOSKI

Badania wybranych cech fizycznych chrupiek wzbogacanych dodatkiem odtłuszczonego lnu wykazały, że akceptowalną jakość uzyskano, gdy udział lnu nie przekraczał 10%. Większa ilość nasion lnu wpływała na ograniczenie ekspandowania chrupiek, obniżała gęstość wyrobów, pogarszała ich barwę i teksturę oraz znacznie obniżała atrakcyjność sensoryczną wyrobów.

Żywność wzbogacana dodatkiem roślin leczniczych czy ziół może stanowić doskonałe uzupełnienie oferty rynkowej, również przekąsek, zaspokajających zarówno zdrowotne, jak i sensoryczne preferencje konsumentów.

PIŚMIENNICTWO

- Alvarez-Jubete L., Arendt E. K., Gallagher E., 2010. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree ingredients. *Trends Food Sci. Technol.* 21, 106–113.
- ASAE Standard, 1989: ASAE S269.3. Wafers, pallets, and crumbles – definitions and methods for determining density, durability and moisture content.
- BN–87/9135-05. Pasze prasowane. Podstawowe właściwości fizykomechaniczne granul i brykietów.
- BN–91/8070-14:1991. Wyroby ekstrudowane (ekstrudaty) – Chrupki nieoblewane – Metody badań.
- Christa K., 2009. Ekspandowane i ekstrudowane wyroby zbożowe – definicje podstawowe i możliwości zastosowań, *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 3, 12–13.
- Czerpak R., Jabłońska-Trypuć A., 2008. Surowce kosmetyczne i ich składniki. Wyd. MadPharma, Wrocław.

- Guy R., 2001. *Extrusion Cooking. Technologies and Applications*. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA.
- Kozłowicz K., Kluza F., 2009. Wpływ wybranych dodatków prozdrowotnych na właściwości herbatników z mrożonego ciasta. *Acta Agrophysica* 13(1), 155–163.
- Mościcki L. (Ed.) 2011. *Extrusion-Cooking Techniques*, Wiley-VCH Verlag & Co.KGaA, Weinheim, Germany.
- Mościcki L., Mitrus M., Wójtowicz A., 2007. *Technika ekstruzji w przemyśle rolnospożywczym*, PWRiL, Warszawa.
- Mościcki L., Wójtowicz A., 2009a. Produkty pełnoziarniste. Część I. Produkty zbożowe i substancje odżywcze. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 3, 3–6.
- Mościcki L., Wójtowicz A., 2009b. Produkty pełnoziarniste. Część IV. Błonnik – funkcje fizjologiczne i rola włókna pokarmowego. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 6, 3–5.
- Mościcki L., Wójtowicz A. 2009c. Produkty pełnoziarniste. Część V. Wpływ włókna pokarmowego na metabolizm lipidów i profilaktykę zdrowotną oraz antyoksydanty w produktach zbożowych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 7, 8–11.
- Ożarowski A., Jaroniewski W., 1989. *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie*. Inst. Wyd.y Zw. Zawod., Warszawa, 225–226.
- PN–A–88036:1998. *Chrupki – Wymagania*.
- Wójtowicz A., 2011. Influence of extrusion-cooking process parameters on selected physical and textural properties of precooked maize pasta, *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln.* 11, 441–449.
- Wójtowicz A., Kolasa A., Mościcki L. 2013. Influence of buckwheat addition on physical properties, texture and sensory characteristics of extruded corn snacks, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2013, 63(4), DOI:10.2478/v10222-012-0076-2.
- Zajac T., Oleksy A., 2010. *Len oleisty, [w:] Rośliny oleiste; uprawa i zastosowanie*. Red. Budzyński W., Zajac T., PWRiL, Warszawa, 125–140.

SELECTED QUALITY CHARACTERISTICS OF EXTRUDED CORN SNACKS WITH DEFATTED FLAXSEEDS ADDITION

Abstract. This paper presents the results of some physical characteristics and texture of corn snacks enriched with the addition of defatted flaxseeds in amount of 2.5 to 15%. Corn snacks were extruded using TS-45 single screw extrusion-cooker with plasticizing unit configuration of $L/D = 12$ in the temperature ranged 120–150°C with the screw speed of 100 rpm and were formed in a die with a hole of 3 mm for a snacks ready for consumption. The radial expansion ratio, bulk density and specific density, color in CIE-Lab scale, hardness using cutting test and sensory attributes by assessing the shape, color, taste, flavor and crispness in the 5-points scale were estimated for flaxseeds enriched snacks. Analysis of the results of physical characteristics and texture of corn snacks with defatted flaxseeds showed that increasing the amount of additive in the recipe resulted in reduction of the radial expansion and increased density of the extrudates. The addition of flaxseeds increased the cutting force and decreased the brightness of the products.

Key words: extrusion-cooking, physical properties, corn snacks, flaxseeds

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 21.12.2012