

AGNIESZKA WÓJTOWICZ

## WPLYW DODATKU GROCHU NA WYBRANE CECHY FIZYCZNE I KULINARNE EKSTRUDOWANYCH MAKARONÓW BŁYSKAWICZNYCH

### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów wybranych cech fizycznych i kulinarnych ekstrudowanych makaronów błyskawicznych, wzbogaconych dodatkiem grochu *Pisum sativum* w postaci mąki (w ilości 10 - 40 % masy mąki pszennej według receptury). Mieszanke makaronową o wilgotności 30 % ekstrudowano w temp. 80-95 °C z zastosowaniem jednoślismakowego ekstrudera, ze zmodyfikowanym układem plastyfikującym i chłodzącym. W makaronach oznaczono wskaźnik ekspandowania, wodochłonność, czas przygotowania do spożycia, straty składników w czasie hydratacji, teksturę oraz cechy sensoryczne makaronów przed i po przygotowaniu do spożycia. Ekspandowanie produktów zmniejszało się wraz ze zwiększaniem udziału mąki z grochu w makaronie. Makarony z dodatkiem mąki grochowej charakteryzowały się większą wodochłonnością niż makarony pszenne. Wraz ze zwiększającym się udziałem mąki grochowej w makaronie zwiększała się również ilość składników przechodzących do wody podczas hydratacji. Czas hydratacji wynosił 4 - 8 min, a uzyskane produkty makaronowe nie wymagały gotowania. Dodatek mąki z grochu spowodował zmniejszenie twardości makaronów ekstrudowanych zarówno przed, jak i po przygotowaniu do spożycia. Zbyt duży dodatek (powyżej 30 %) mąki grochowej wpłynął jednak na obniżenie jakości sensorycznej wzbogaconych makaronów ekstrudowanych.

**Słowa kluczowe:** makaron błyskawiczny, ekstruzja, groch, cechy fizyczne, tekstura

### Wprowadzenie

Spożycie nasion roślin strączkowych ma istotne znaczenie zdrowotne dla człowieka. Dla osób ograniczających spożycie mięsa, nasiona te dostarczają niezbędną dawkę aminokwasów, nieobecnych w produktach zbożowych. Suche nasiona soi zawierają do 40 % białka, a fasoli, grochu i soczewicy - około 25 - 30 %. Dietetycy podkreślają konieczność spożywania nasion strączkowych z powodu zawartości w nich różnych, istotnych w trawieniu, frakcji błonnika pokarmowego i innych substancji przeciwdziałających powstawaniu chorób cywilizacyjnych, zwłaszcza chorób nowo-

tworowych. Mogą być stosowane jako dodatki nie tylko do dań mięsnych, zup i sosów, ale również do przekąsek [5, 13, 22]. Obecne w roślinach strączkowych  $\alpha$ -galakto-oligosacharydy, głównie rafinoza, stachioza i werbaskoza oraz inne czynniki antyżywniowe (taniny, kwas fitynowy, inhibitory trypsyny) mogą powodować wzdęcia u ludzi i zwierząt [1, 11]. Kielkowanie nasion strączkowych może obniżyć poziom tanin o 18 %,  $\alpha$ -galaktozydów nawet o 70 - 80 %, zmniejszyć aktywność inhibitorów trypsyny o ok. 36 %, jak również zwiększyć aktywność antyoksydacyjną o 28 % [14]. Także ogrzewanie powyżej 80 °C, nawet w mikrofalach, powoduje zmniejszenie ich zawartości do 70 % pierwotnej ilości i poprawę wartości odżywczych grochu [7]. Ekstruzja przyczynia się do poprawy cech żywieniowych grochu bez utraty właściwości obniżających poziom cholesterolu [1]. Nasiona strączkowych są zasadowe i mogą równoważyć zakwaszające działanie mięsa, jaj i produktów zbożowych [1, 15]. Groch w zależności od odmiany charakteryzuje się zawartością (w 100 g s.m.): 25 – 32 g białka, 1 - 3,9 g tłuszczu, 33 - 47 g skrobi, 26 g włókna pokarmowego, 3 - 4 g związków mineralnych w postaci popiołu, 0,7 mg tiaminy (zaspokojenie: 54 % dziennego zapotrzebowania), 51,7 mg kwasu pantotenowego (34 %), 274  $\mu$ g kwasu foliowego (69 %), 4 mg żelaza (32 %) [1, 5, 11]. Zawiera też substancje o aktywności przeciwutleniającej (głównie kwas askorbinowy – spożycie 100 g grochu pokrywa 1/3 dziennego zapotrzebowania na kwas askorbinowy) oraz inne substancje przeciwutleniające, lecz aktywność antyoksydacyjna zależy od odmiany, warunków uprawy i okresu zbioru (średnio 0,6  $\mu$ mol/g we wczesnym okresie zbioru) [8, 12].

Makaron jest produktem niskokalorycznym i zawiera niewielką ilość tłuszczu, przyczynia się do zmniejszenia wartości indeksu glikemicznego. Pozytywną cechą żywieniową makaronu jest mała zawartość sodu, co korzystnie wpływa na układy: krążenia i wydalniczy [9, 13]. W krajach zachodnich wzrasta zainteresowanie makaronami orientalnymi, wywodzącymi się z Dalekiego Wschodu, w których składzie znajdują się takie surowce, jak: ryż, amarantus czy mąka z nasion roślin strączkowych [2, 14, 15]. Proces produkcji makaronu z takich surowców polega na przygotowaniu ciasta przez mieszanie surowców z wodą i wytlóczenie z niego makaronu o odpowiednim kształcie, który w kolejnym etapie traktowany jest gorącą wodą, parą przegrzaną lub smażony tak długo, aby doprowadzić do skleikowania skrobi [4, 10]. W produkcji tradycyjnych makaronów znaczny dodatek tych surowców do mąki pszennej zakłóca strukturę białek glutenowych, w rezultacie pogarszając fizyczne właściwości wyrobów makaronowych. Obniża się wytrzymałość i plastyczność mokrych wytłaczanych form makaronu, zwiększa się ich kleistość i straty suchych substancji w czasie gotowania [23]. Dlatego dopuszczalny dodatek surowców wysokoskrobiowych do mąki pszennej makaronowej nie powinien być większy niż 10 %.

Alternatywnym sposobem produkcji makaronów błyskawicznych z różnych surowców skrobiowych i białkowych jest ekstruzja (ang. extrusion-cooking), nowocze-

sny proces ciśnieniowo-termiczny typu HTST, który polega na krótkotrwałym ogrzewaniu przetwarzanej masy w wysokiej temperaturze w warunkach podwyższonego ciśnienia [6, 10]. Zachodzące w tym procesie liczne interakcje pomiędzy składnikami ciasta nadają mu pożądaną wytrzymałość i cechy sensoryczne [16]. Obróbka ciśnieniowo-termiczna podczas ekstruzji, oprócz nadawania produktom swoistych cech fizykochemicznych i użytkowych, może być stosowana również jako metoda inaktywacji czynników antyżywnościowych, występujących w nasionach strączkowych, więc produkty z ich dodatkiem są bezpieczne dla zdrowia [3, 8, 12]. Makarony szybko gotujące się różnią się od klasycznych znacznie krótszym czasem przyrządzenia, wymagają gotowania nie dłuższego niż 2 min, natomiast wyroby błyskawiczne typu instant mogą być hydratowane w gorącej wodzie w czasie nie przekraczającym 5 min [10, 15, 18, 19]. Ze względu na łatwość przygotowania, dobre walory smakowe, kulinarne i dietetyczne, tego typu makarony mogą wzbudzić duże zainteresowanie i popyt wśród producentów zup błyskawicznych, makaronów z sosami, jak również właścicieli punktów gastronomicznych i konsumentów.

Celem pracy było określenie wpływu dodatku mąki z grochu na wybrane cechy fizyczne i kulinarne ekstrudowanych makaronów podgotowanych.

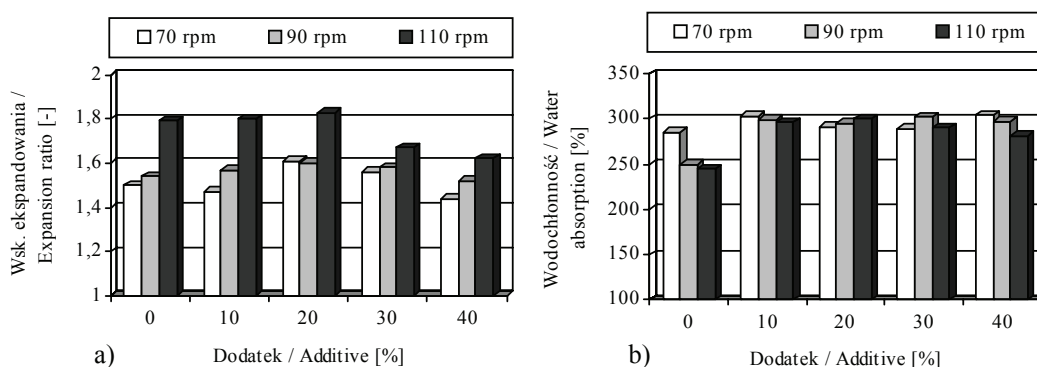
### **Material i metody badań**

Surowcem podstawowym do wytworzenia makaronów błyskawicznych była mąka pszenna typu 450 (Polskie Młyny). Jako dodatek zastosowano mąkę z grochu żółtego (*Pisum sativum*) w ilości 10, 20 30 i 40 % masy mąki pszennej według receptury. Przygotowane mieszanki, dowilżone do wilgotności 30 %, poddawano obróbce w ekstruderze jednoślimalowym TS-45 (L/D = 16), w zakresie temp. 80 - 95 °C i formowano za pomocą matrycy z otworami 0,8 mm. W sekcji chłodzenia, zastosowanej dodatkowo w ekstruderze, następowało obniżenie temp. produktów, ograniczające ich ekspandowanie i zmniejszające kleistość wyrobów [21]. Makarony podgotowane wytłaczano przy prędkości obrotowej ślimaka 70, 90 i 110 obr·min<sup>-1</sup>.

W wyrobach makaronowych oznaczano wskaźnik ekspandowania promieniowego jako stosunek średnicy produktu do średnicy otworu matrycy [17], wodochłonność makaronów – określając ilość wody [%] wchłoniętej podczas hydratacji w gorącej wodzie [18], minimalny czas przygotowania do spożycia przez określenie czasu niezbędnego do zaniku nieuwodnionego rdzenia makaronu w czasie hydratacji, straty składników przechodzących do wody podczas hydratacji makaronów [9, 19], twardość w teście cięcia, w maszynie wytrzymałościowej Zwick-Roell z zastosowaniem płaskiego noża Warner-Bretzela przy prędkości przesuwu głowicy 100 mm·min<sup>-1</sup> [16, 20] oraz ocenę cech sensorycznych wyrobów przed i po hydratacji [18].

## Wyniki i dyskusja

Zawartość białka w otrzymanych makaronach pszennych wynosiła 11,3 %, wraz ze wzrostem dodatku mąki grochowej odnotowano zwiększanie się zawartości białka od 12,3 %, przy 10 % udziale grochu w mieszance surowcowej, do 15,5 %, przy dodatku 40 % grochu. Wskaźnik ekspandowania makaronów z dodatkiem grochu wzrastał wraz ze stosowaniem wyższej prędkości wyłaczania, zaś zwiększanie udziału mąki grochowej powyżej 20 % w recepturze surowcowej wpłynęło na obniżenie ekspandowania makaronów (rys. 1a). W przypadku makaronów błyskawicznych, niewymagających gotowania, a jedynie hydratacji w gorącej wodzie, jest to cecha jak najbardziej korzystna, ze względu na skrócenie czasu hydratacji wyrobów o mniejszym przekroju poprzecznym [17, 18, 19].



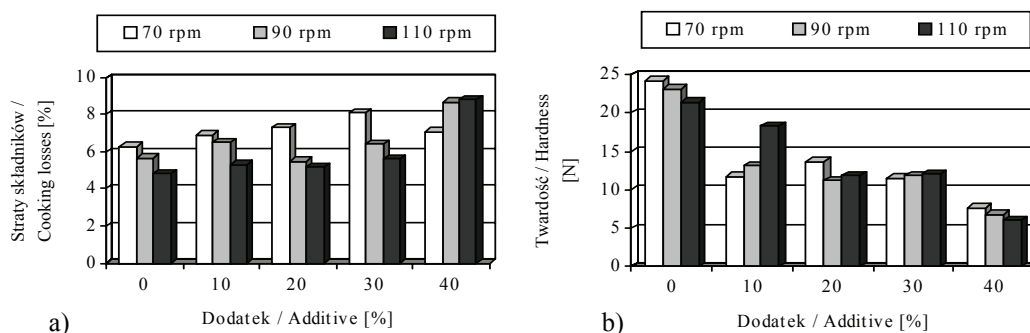
Rys. 1. Wskaźnik ekspandowania promieniowego (a) oraz wodochłonność (b) makaronów z dodatkiem mąki grochowej, ekstrudowanych przy różnej prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera [ $\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ].

Fig. 1. Expansion ratio (a) and water absorption index (b) of pasta products enriched with pea flour extruded at different rotational speeds of the extruder's screw [rpm].

Wodochłonność wyrobów po hydratacji w gorącej wodzie wynosiła od 240 do 304 % i była większa w przypadku makaronów z dodatkiem mąki grochowej (rys. 1b). Większa zawartość białka sprzyjała lepszemu wiązaniu wody. Nieznaczne zmniejszenie wodochłonności odnotowano podczas badania makaronów z największym dodatkiem grochu, ekstrudowanych przy najwyższych obrotach ślimaka ekstrudera. Jednakże nie określono istotnego wpływu dodatku mąki grochowej na wodochłonność makaronów błyskawicznych. Martinez i wsp. [9] określili w komercyjnych makaronach z semoliny wodochłonność na poziomie 256 - 267 %. Wang i wsp. [15] w makaronach ekstrudowanych z mąki grochowej uzyskali wodochłonność od 147 do 174 %, zaś Wójtowicz [17, 18, 19] w makaronach pszennych ekstrudowanych uzyskała wodochłonność po hydratacji od 200 do 360 % w zależności od zastosowanej receptury surowcowej, dodatków wzbogacających i parametrów ekstruzji, przy czym w większo-

ści badanych makaronów błyskawicznych wraz ze zwiększaniem prędkości wytłaczania wodochłonność makaronów zmniejszała się.

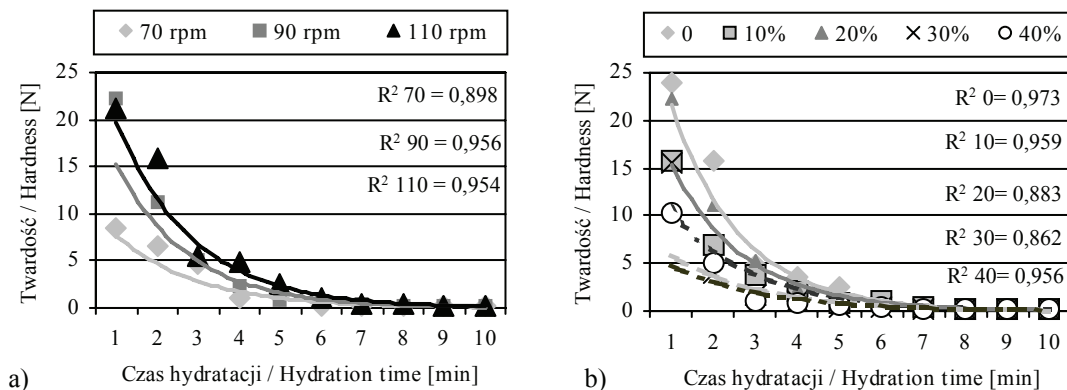
Czas przygotowania do spożycia wynosił od 4 do 7 min, przy czym wyroby wytwarzane przy wyższych obrotach ślimaka wykazywały stabilność oraz konsystencję *al dente* nawet po 10 min hydratacji w gorącej wodzie. Podobne obserwacje notowała Wójtowicz [17, 18, 19] w przypadku różnorodnych receptur ekstrudowanych makaronów błyskawicznych. Zwiększanie udziału mąki grochowej w recepturze wpłynęło na nieznaczne wydłużenie czasu hydratacji, jednak czas pełnego uwodnienia był porównywalny do makaronów błyskawicznych pszennych.



Rys. 2. Straty składników przechodzących do wody w czasie hydratacji (a) oraz twardość (b) makaronów z dodatkiem mąki grochowej, ekstrudowanych przy różnej prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera [obr $\text{min}^{-1}$ ].

Fig. 2. Losses in components passing into water during the hydration (a) and hardness (b) of pasta products enriched with pea flour extruded at different rotational speeds of the extruder's screw [rpm].

Masa składników przechodzących do roztworu po 5-minutowej hydratacji nie przekraczała 9 % i zwiększała się wraz ze wzrostem udziału mąki grochowej w recepturze (rys. 2a). Świadczy to o dobrym związaniu składników skrobiowych i białkowych w makaronach, gdyż dopuszczalna ilość składników wypłukanych z klusek skrobiowych podczas gotowania nie powinna przekraczać 10 % [10, 15]. Zwiększanie prędkości wytłaczania zmniejszało ilość składników przechodzących do wody po hydratacji. Stosowanie 70 obr $\text{min}^{-1}$  było niewystarczające, aby uformować stabilną strukturę wewnętrzną surowców o zwiększonej zawartości białka, co wpłynęło na większe wypłukiwanie składników makaronu w czasie hydratacji tych wyrobów oraz uzyskanie wyrobów charakteryzujących się najmniejszą twardością po hydratacji (rys. 3a). Przy 40 % dodatku mąki grochowej straty składników wyrobów makaronowych w czasie hydratacji zwiększały się wraz ze zwiększaniem obrotów ślimaka stosowanych podczas ekstruzji.



Rys. 3. Twardość makaronów wytworzonych z 10 % dodatkiem mąki grochowej, przy różnej prędkości wytłaczania (a) oraz z różnym udziałem mąki grochowej, przy prędkości wytłaczania 90 obr $\cdot$ min $^{-1}$  (b) po 10-minutowej hydratacji.

Fig. 3. Hardness of pasta made with the 10% addition of pea flour, and processed at different extrusion speeds (a) and with different amounts of pea flour added, at extrusion speed of 90 rpm (b) after 10 minute hydration.

Dodatek mąki grochowej do receptury w istotny sposób wpłynął na zmniejszenie twardości wyrobów makaronowych suchych, już 10 % udział mąki grochowej obniżył dwukrotnie maksymalną siłę cięcia nitek makaronowych, którą interpretowano jako twardość wyrobów (rys. 2b). Podczas oceny twardości makaronów pszennych z mąki typu 450 zaobserwowano zmniejszanie twardości makaronów w miarę stosowania wyższych prędkości wytłaczania. W makaronach z dodatkiem mąki z grochu występowała zależność odwrotna (rys. 2b). Najbardziej niestabilną strukturą po hydratacji oraz najmniejszą twardością charakteryzowały się makarony z 40 % udziałem grochu w recepturze surowcowej, ekstrudowane w zaproponowanym zakresie temperatur (rys. 3b). Twardość i jędrność były opisywane w wielu pracach jako główne wyznaczniki jakości i przydatności kulinarnej makaronów [9, 15, 16, 19].

W ocenie sensorycznej wysoki udział mąki grochowej w recepturze wpływał na podniesienie not za barwę, która nabierała żółto-pomarańczowego odcienia oraz za konsystencję, którą oceniono wyżej przy 40 % (niż przy 10 %) dodatku mąki grochowej (tab. 1). Jednak w ocenie doustnej intensywny posmak grochu wpłynął na niższe oceny za zapach i smak produktów. Konsystencja po hydratacji makaronów ekstrudowanych przy zastosowaniu niskich obrotów ślimaka nie była stabilna, produkt po dłuższej hydratacji stawał się kleisty, zaś w smaku wyczuwalny był charakterystyczny grochowy posmak.

Tabela 1

Wyniki oceny sensorycznej makaronów ekstrudowanych, wzbogaconych dodatkiem mąki z grochu.  
Results of sensory evaluation of extruded pasta products enriched with the addition of pea flour.

Dodatek mąki Flour added [%]	Prędkość wytłaczania Extrusion speed [obr min <sup>-1</sup> / rpm]	Wygląd Appearance	Zapach Smell	Smak Taste	Konsystencja Consistency	Kleistość Stickiness
0	70	4,85 <sup>a</sup>	4,42 <sup>a</sup>	4,82 <sup>a</sup>	4,05 <sup>ab</sup>	3,25 <sup>bc</sup>
	90	5,00 <sup>a</sup>	4,63 <sup>a</sup>	4,98 <sup>a</sup>	4,37 <sup>a</sup>	3,64 <sup>b</sup>
	110	4,91 <sup>a</sup>	4,71 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	4,72 <sup>a</sup>	3,89 <sup>b</sup>
10	70	3,57 <sup>c</sup>	3,71 <sup>b</sup>	3,85 <sup>c</sup>	2,85 <sup>d</sup>	3,75 <sup>b</sup>
	90	3,84 <sup>c</sup>	3,85 <sup>b</sup>	4,12 <sup>b</sup>	3,97 <sup>b</sup>	4,02 <sup>ab</sup>
	110	4,00 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>	4,44 <sup>b</sup>	3,66 <sup>b</sup>	3,94 <sup>ab</sup>
20	70	4,02 <sup>b</sup>	3,98 <sup>b</sup>	3,79 <sup>c</sup>	3,25 <sup>c</sup>	3,54 <sup>bc</sup>
	90	4,56 <sup>ab</sup>	4,15 <sup>ab</sup>	4,36 <sup>b</sup>	3,68 <sup>b</sup>	4,09 <sup>a</sup>
	110	4,89 <sup>a</sup>	4,45 <sup>a</sup>	4,50 <sup>ab</sup>	4,06 <sup>ab</sup>	4,12 <sup>a</sup>
30	70	4,32 <sup>b</sup>	4,02 <sup>b</sup>	4,03 <sup>bc</sup>	3,45 <sup>bc</sup>	3,95 <sup>ab</sup>
	90	4,76 <sup>a</sup>	4,12 <sup>b</sup>	4,15 <sup>b</sup>	3,78 <sup>b</sup>	4,28 <sup>a</sup>
	110	4,93 <sup>a</sup>	4,17 <sup>b</sup>	4,34 <sup>b</sup>	4,12 <sup>ab</sup>	4,32 <sup>a</sup>
40	70	4,37 <sup>b</sup>	3,37 <sup>c</sup>	2,62 <sup>d</sup>	3,87 <sup>b</sup>	2,85 <sup>d</sup>
	90	4,42 <sup>b</sup>	3,26 <sup>c</sup>	2,75 <sup>d</sup>	3,65 <sup>b</sup>	3,96 <sup>ab</sup>
	110	4,25 <sup>b</sup>	3,12 <sup>c</sup>	3,00 <sup>d</sup>	3,50 <sup>c</sup>	4,16 <sup>a</sup>

Objaśnienia: / Explanatory notes:

<sup>a,b</sup> – jednakowe litery w kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnych różnic między wartościami średnimi przy  $\alpha=0,05$  (test Duncana).

<sup>a,b</sup> – the same letters in columns mean that there are no statistically significant differences between the mean values at  $\alpha=0.05$  (Duncan's test).

Najlepszą konsystencją i niewielką kleistością charakteryzowały się makarony z dodatkiem grochu nieprzekraczającym 30 %, wytwarzane przy najwyższych obrotach ślimaka. Chillo i wsp. [2] wykazali, że dodatek strączkowych do makaronu wytwarzanego na bazie amarantusa wpłynął na poprawę jędrności oraz zmniejszenie ilości składników przechodzących do wody w czasie gotowania. Torres i wsp. [14], dodając mąkę ze skielkowanych nasion grochu, nie tylko poprawili cechy użytkowe, ale również uzyskali wyższą wartość odżywczą makaronów wzbogaconych. Wang i wsp. [15], ekstrudując wyroby makaronowe, uzyskali produkty o przyjemnym zapachu, jędrnej konsystencji i małej kleistości po ugotowaniu, krótszym czasie gotowania niż makarony z semoliny, lecz charakteryzujące się dużymi stratami składników, sięgającymi około 20 %.

W ogólnej ocenie ekstrudowane wyroby makaronowe błyskawiczne wzbogacone dodatkiem grochu charakteryzowały się dobrą jakością sensoryczną i mogą być polecane jako dodatki do dań, nadając im charakterystyczny grochowy posmak.

### Wnioski

1. Zastosowanie ekstrudera jednoślimakowego typu TS-45, w zaproponowanym zakresie temperatur, do produkcji makaronów podgotowanych daje możliwość uzyskania wyrobów makaronowych błyskawicznych z dodatkiem zróżnicowanego udziału grochu w postaci mąki.
2. Oceniane wyroby makaronowe po hydratacji w gorącej wodzie przez 4 do 8 min uzyskiwały cechy przydatności do spożycia.
3. Ilość substancji przechodzących do roztworu podczas hydratacji w gorącej wodzie wynosiła nie więcej niż 9 %. Zbyt duży dodatek (powyżej 30 %) mąki grochowej powodował zwiększenie ilości składników przechodzących do wody podczas hydratacji, pogorszenie tekstury podgotowanych wyrobów makaronowych oraz obniżenie ich jakości sensorycznej, co może świadczyć o niewystarczającym związaniu białkowych i skrobiowych składników mieszaniny makaronowej podczas ekstruzji przy zaproponowanych parametrach.
4. Najlepszą jakość sensoryczną osiągnął makaron z 20 i 30 % udziałem mąki grochowej w mieszance makaronowej, ekstrudowanej z zastosowaniem 90 i 110 obr·min<sup>-1</sup>.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt badawczy.*

### Literatura

- [1] Alonso R., Grant G., Marzo F.: 2001. Thermal treatment improves nutritional quality of pea *seeds* (*Pisum sativum* L.) without reducing their hypocholesterolemic properties. *Nutrition Research*, 2001, **21** (7), 1067-1077.
- [2] Chillo S., Laverse J., Falcone P., Del Nobile M.: Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. *J. Food Eng.* 2008, **84**, 101-107.
- [3] Czarnecki Z., Czarnecka M., Nowak J., Kiryluk J.: Wykorzystanie wybranych frakcji nasion grochu i fasoli po rozdzielaniu pneumatycznym w produktach ekstrudowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **2** (23), 49-58.
- [4] Galiński G., Jeżewska M.: Porównanie wartości odżywczej wybranych makaronów instant. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2**, 118 – 124.
- [5] Garg R., Dahiya S.: Nutritional evaluation and shelf life studies of papads prepared from wheat-legume composite flours. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2003, **58**, 2999-307.
- [6] Huber G. R.: *Extrusion cooking applications for precooked pasta production.*, North Dakota 1998, USA.



- [7] Kadlec P., Rubecova A., Hinkova A., Kaasova J., Bubnik Z., Pour V.: Processing of yellow pea by germination, microwave treatment and drying, *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2001, **2** (2), 133-137.
- [8] Korus J., Gumul D., Gibiński M.: Wpływ ekstruzji na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą nasion fasoli zwyczajnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 102-111.
- [9] Martinez C., Ribotta P., León A., Añón C.: Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti, *J. Texture Studies*, 2007, **38**, 666–683.
- [10] Mościcki L., Mitrus M., Wójtowicz A.: Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym. PWRiL, Warszawa 2007.
- [11] Nikolopoulou D., Grigorakis K., Stasini M., Alexis M., Iliadis K.: Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: effect of cultivation area and year. *Food Chem.*, 2007, **103** (3), 847-852.
- [12] Nilson J., Stegmark R., Akesson B.: Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. *Food Chem.*, 2004, **86** (4), 501-507.
- [13] Sabanis D., Makri E., Doxastakis G.: 2006. Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne. *J. Sci. Food Agric.*, 2006, **86**, 1938–1944.
- [14] Torres A., Frias J., Granito M., Vidal-Valverde C.: Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chem.*, 2007, **101** (1), 202-211.
- [15] Wang N., Bhirud P., Sosulski F., Tyler R.: Pasta – like product from pea flour by twin – screw extrusion. *J. Food Sci.*, 1999, **4**, 671-678.
- [16] Wójtowicz A.: Wpływ dodatku kwasu askorbinowego na teksturę ekstrudowanych makaronów podgotowanych. *Acta Agrophysica*, 2008, **12** (1), 245-254.
- [17] Wójtowicz A.: Effect of monoglyceride and lecithin on cooking quality of precooked pasta. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57** (3A), 157-162.
- [18] Wójtowicz A.: Wpływ nawilżenia semoliny oraz parametrów ekstruzji na wybrane cechy jakościowe makaronów błyskawicznych. *Acta Agrophysica*, 2006, **8** (1), 263-273.
- [19] Wójtowicz A.: Wpływ parametrów ekstruzji na wybrane cechy tekstury makaronów błyskawicznych z semoliny. *Acta Agrophysica*, 2006, **8** (4), 1049-1060.
- [20] Wójtowicz A.: Influence of some functional components addition on the microstructure of precooked pasta, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **15/55** (4), 417-422.
- [21] Wójtowicz A., Mościcki L.: Energy consumption during extrusion-cooking of precooked pasta. *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN*, 2008, **8**, 311-318.
- [22] Wójtowicz A., Portka M., Mościcki L.: Wytwarzanie ekstrudatów typu instant z nasion roślin strączkowych. *Inżynieria Rolnicza*, 2002, **4** (37), 357-363.
- [23] Yalla S., Manthey F.: Effect of semolina and absorption level on extrusion of spaghetti containing non-traditional ingredients. *J. Sci. Food Agric.*, 2006, **86**, 841–848.

#### EFFECT OF ADDED PEA ON SOME PHYSICAL AND CULINARY PROPERTIES OF EXTRUSION-COOKED INSTANT PASTA

##### Summary

In the present paper, the measurement results were presented of some physical and culinary properties of extrusion-cooked instant pasta enriched with pea (*Pisum sativum*) added as pea flour (in the amount of 10 to 40 % of the wheat flour mass, according to the recipe used). The pasta mixture, its moisture content being 30 %, was extrusion-cooked at a temperature of 80 - 95 °C, in a single screw extrusion-cooker with

a modified plasticizing and cooling section. The following parameters of the pasta products were determined: expansion ratio, water absorption, time of preparing pasta for eating, component losses during the hydration, texture and organoleptic features of pasta prior to and after it has been prepared for consumption. The expansion ratio of the products decreased along with the increase in the pea flour amount added to the pasta dough. The pasta products with pea added showed a higher water absorption level than the wheat pasta. The quantity of components passing into water during the hydration increased along with the increase in the pea flour added to the pasta dough. The time of hydration was from 4 to 8 minutes, and the pasta products obtained did not require to be cooked. The addition of pea caused the hardness of extrusion-cooked pasta to decrease, both before and after they were prepared for eating. However, when too much pea flour was added (above 30 %) to pasta products, the sensory quality of the extrusion-cooked and enriched pasta decreased.

**Key words:** instant pasta, extrusion-cooking, pea, physical properties, texture ☒