

WPLYW DODATKU FASOLI NA WYBRANE CECHY EKSTRUDOWANYCH MAKARONÓW PODGOTOWANYCH*

Agnieszka Wójtowicz

Katedra Inżynierii Procesowej, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: agnieszka.wojtowicz@up.lublin.pl

Streszczenie. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki pomiarów wybranych cech makaronów błyskawicznych wytwarzanych z mąki pszennej typ 450 z różnym dodatkiem mąki z fasoli. Badaniom poddawano makarony ekstrudowane z użyciem zmodyfikowanego ekstrudera jednoślimakowego TS-45 przy zastosowaniu zróżnicowanej prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera podczas wyłaczania. W wyrobach oceniano wskaźnik ekspandowania, wodochłonność podczas uwadniania w gorącej wodzie, straty składników po uwodnieniu, twardość makaronów suchych oraz teksturę i wyróżniki organoleptyczne po przygotowaniu do spożycia. Stwierdzono wpływ ilości mąki z fasoli oraz parametrów wyłaczania na oceniane cechy wyrobów makaronowych.

Słowa kluczowe: ekstruzja, makaron błyskawiczny, fasola, wodochłonność, straty składników, tekstura

WSTĘP

Technika ekstruzji może być stosowana do wytwarzania makaronów podgotowanych typu błyskawicznego, nie wymagających gotowania a jedynie uwodnienia w gorącej wodzie przez kilka minut (Huber 1998). Dzięki modyfikacji parametrów procesu, umożliwia kształtowanie cech jakościowych produktów ekstrudowanych, zaś największy wpływ na cechy wyrobu finalnego mają zastosowane surowce, ich wilgotność oraz parametry wyłaczania, tj. prędkość obrotowa ślimaka plastyfikującego, temperatura i ciśnienie ekstruzji. Makarony ekstrudowane z mąki pszennej z zastosowaniem zmodyfikowanego jednoślimakowego ekstrudera TS-45 uzyskują

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt badawczy nr N N312 162334.

cechy pełnej przydatności do spożycia przez uwodnienie w gorącej wodzie, dzięki wysokiemu wskaźnikowi skleikowanej skrobi oraz nadaniu im w procesie ekstruzji odpowiednich cech użytkowych, tj. odpowiedniej tekstury, wysokiej wodochłonności, stabilnej konsystencji po przygotowaniu do spożycia, pożądanych cech sensorycznych oraz własnościach funkcjonalnych nadających tym wyrobom cechy żywności wygodnej (Wójtowicz 2005, 2006, 2007). Ponadto są produktami beztłuszczowymi, gdyż nie wymagają stosowania procesu dodatkowego smażenia w celu uzyskania cech produktu błyskawicznego (Galiński i Jeżewska 2003).

Możliwość zastosowania nieograniczonej wprost różnorodności surowców i dodatków, a przy tym funkcjonalny charakter wyrobów może stanowić wartościowe uzupełnienie oferty rynkowej wyrobów makaronowych. Dodatki białkowe tj. gluten pszenny, kazeina czy mąka z nasion roślin strączkowych wzbogacają produkt w substancje odżywcze, umożliwiając skomponowanie pełnowartościowego dania (Izydorczyk i in. 2005). Zastosowanie nasion roślin strączkowych do produktów popularnych i wygodnych w spożyciu jest szansą na ich lepsze wykorzystanie w żywieniu ludzi. Fasola jest rośliną cenną, ponieważ zawiera znaczne ilości białka i sacharydów oraz takie pierwiastki jak: sód, potas, magnez, wapń, mangan, żelazo, kobalt, fosfor, fluor, chlor, karoteny, kwas nikotynowy i pantotenowy, związki polifenolowe, witaminy B₁, B₂, B₆, C (Korus i in. 2006, Wójtowicz i in. 2002).

Wzbogacanie surowców makaronowych wysokobiałkowymi dodatkami może wpływać na poprawę ich jakości i funkcjonalności. Mąka pszenna stosowana do wytwarzania makaronów podgotowanych charakteryzuje się niską zawartością białka, więc dodatek wysokobiałkowych komponentów może wpłynąć na poprawę charakterystyki żywieniowej makaronów błyskawicznych (Kim i in. 1996, Wang i in. 1999). Mąki z nasion roślin strączkowych, np. grochu czy fasoli, zawierają 25-30% białka i są stosowane jako tanie źródło białka w diecie. 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 (Czarnecki i in. 2000, Korus i in. 2006, Yalla i Manthey 2006).

Celem pracy było określenie wpływu dodatku mąki z fasoli (*Phaseolus vulgaris*) na wybrane cechy jakościowe ekstrudowanych makaronów podgotowanych.

MATERIAŁY I METODY

Surowcem głównym do wytworzenia podgotowanych makaronów była mąka pszenna typ 450 (Polskie Młyny S.A., Warszawa). Jako dodatek zastosowano mąkę z fasoli w ilości 10, 20 30 i 40% udziału w recepturze. Przygotowane mieszanki, dowilżone do wilgotności 30%, poddawano obróbce w zmodyfikowanym

ekstruderze jednoślimakowym TS-45 ($L/D = 16$) w zakresie temperatur 80-95°C i formowano na matrycy z 12 otworami $\varphi = 0,8$ mm. Sekcja chłodzenia, zastosowana dodatkowo w ekstruderze, obniżała temperaturę produktów, ograniczając ich ekspandowanie i zmniejszała kleistość wyrobów. Makarony podgotowane wytłaczano przy prędkości obrotowej ślimaka 70, 90 oraz 110 obr·min⁻¹. W wyrobach makaronowych oznaczano, wg metodyki opracowanej przez Wójtowicz (2005, 2006, 2007), wskaźnik ekspandowania promieniowego jako stosunek średnicy pojedynczej nitki makaronu do średnicy otworu matrycy formującej, wodochłonność makaronów określając ilość wchłoniętej wody podczas pięciominutowej hydratacji w gorącej wodzie, minimalny czas przygotowania do spożycia określono w momencie zaniku białego nieuwodnionego rdzenia makaronu, straty składników przechodzących do wody podczas ich hydratacji określając procentowo ilość składników makaronu pozostałych po odparowaniu wody w temp. 110°C, przeprowadzono ocenę tekstury wyrobów na aparacie Zwick/Roell przed i po hydratacji, z zastosowaniem noża Warner-Bretzel'a przy prędkości cięcia 100 mm·min⁻¹ oraz ocenę cech sensorycznych wyrobów przed i po hydratacji, oceniając wygląd, barwę, smak, kleistość i żuwalność w pięciostopniowej skali.

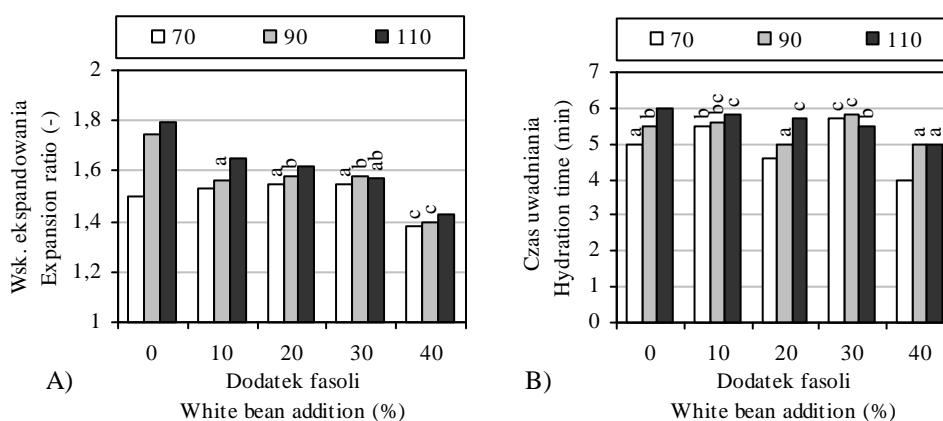
Badania wybranych cech przeprowadzono w 5 powtórzeniach, jako wynik przyjmując średnią arytmetyczną z uzyskanych pomiarów. Przeprowadzono analizę wariancji przy zakładanym poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Istotność różnic między średnimi wyznaczono testem Duncana.

WYNIKI

Zawartość białka w makaronach wzbogacanych dodatkiem mąki fasolowej zwiększała się w miarę zwiększania ilości dodatku, od 12,24% przy 10%-owym udziale do 15,06% przy udziale 40%, co podnosi wartość żywieniową tego typu wyrobów w porównaniu do makaronów podgotowanych z mąki pszennej (11,3% białka). Wartość wskaźnika ekspandowania promieniowego określanego dla wyrobów makaronowych z dodatkiem nasion roślin strączkowych w największym stopniu uzależniona była od warunków pracy ekstrudera, wskaźnik ekspandowania wzrastał w miarę wzrostu zastosowanych w czasie ekstruzji obrotów ślimaka (rys. 1A). Wraz ze zwiększaniem ilości dodatku fasoli w recepturze wskaźnik ekspandowania promieniowego zmniejszał się. Największy (1,65) określono w makaronach z dodatkiem 10% fasoli, przy obrotach w trakcie wytłaczania 110 obr·min⁻¹, najniższy zaś w wyrobach z 40% udziałem fasoli w recepturze (1,38). Zwiększająca się wraz ze wzrostem ilości dodatku sumaryczna ilość białka w mieszance fasolowej powodowała obniżanie wskaźnika ekspandowania nawet o 21,4% przy 40% udziale fasoli w recepturze.

Podczas określania minimalnego czasu przygotowania do spożycia odnotowano skrócenie czasu uwadniania makaronów w miarę zwiększania udziału mąki fasolowej w recepturze (rys. 1B). Zaobserwowano także, że zastosowanie podczas ekstruzji niższych obrotów ślimaka ekstrudera powodowało nieco krótszy czas uwadniania, co związane jest z mniejszym ekspandowaniem. Makarony z 40% dodatkiem mąki fasolowej wykazały najkrótszy czas pełnego uwodnienia, ale tak duża ilość dodatku wpływała na niestabilną strukturę produktu uwodnionego.

Najkrótszy czas uwadniania zanotowano, prawie we wszystkich przypadkach, oceniając makarony wytworzone przy prędkości ślimaka ekstrudera $70 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$, z 20 i 40 % udziałem fasoli. Wang i in. (1999) w badaniach dotyczących makaronów z dodatkiem roślin strączkowych, wytwarzanych w dwuślimakowym ekstrudrze, stwierdzili, że najkrótszy czas przygotowania do spożycia przez uwodnienie miały wyroby makaronowe produkowane przy niskich obrotach ślimaka. Przy założonych parametrach ekstruzji testowanych makaronów, im większe obroty wytlaczania zastosowano, tym makaron wymagał dłuższego czasu przygotowania do spożycia.



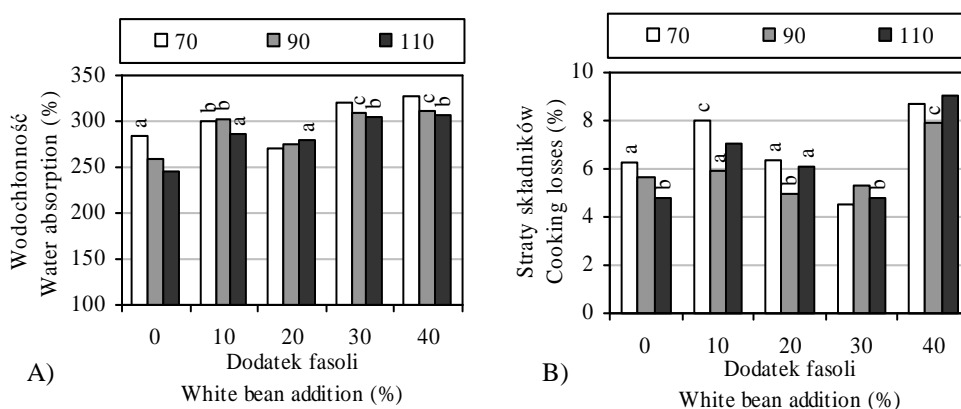
Rys. 1. Wskaźnik ekspandowania (A) i czas uwadniania (B) makaronów podgotowanych z dodatkiem fasoli wytwarzanych z zastosowaniem różnych obrotów ślimaka ekstrudera ($\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$), a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 5$

Fig. 1. Expansion ratio (A) and hydration time (B) of precooked pasta enriched with white bean flour processed at different screw speed (rpm), a, b, c – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0,05$, $n = 5$

Na rysunku 2A przedstawiono wyniki pomiarów wodochłonności ekstrudowanych makaronów z dodatkiem fasoli, w zależności od prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera i procentowego udziału dodatku. Przy zwiększaniu udziału mąki fasolowej w recepturze wzrastała wodochłonność wyrobów, nawet o 24% przy zastosowaniu podczas ekstruzji najwyższych prędkości wytłaczania. Wo-

dochłonność badanych makaronów mieściła się w przedziale od 245% (makaron pszenny) do 337% przy 40% dodatku fasoli i była znacznie wyższa w porównaniu do wodochłonności określonej przez Wang i in. (1999) dla makaronów komercyjnych o średnicy 1,5 mm (152%) oraz dla makaronów ekstrudowanych z mąki grochowej, która wynosiła od 147 do 174%. Zaobserwowano również zależność wodochłonności wyrobów od zastosowanych w procesie prędkości obrotowych ślimaka, wraz ze wzrostem prędkości ekstruzji wodochłonność produktu obniżała się. Może to być związane ze zwiększaniem ilości sklejonej skrobi w miarę zwiększania prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera, co w konsekwencji prowadzi do utworzenia zwartej struktury pochłaniającej mniej wody (Wójtowicz 2005, Wang i in. 1999). Większa wodochłonność makaronów z dodatkiem dużej ilości fasoli może być również związana z obecnością większej niż w mące pszennej zawartości białka, które pod wpływem obróbki barotermicznej znacznie zwiększa zdolność wiązania wody (Mościcki i in. 2007).

Rysunek 2B przedstawia zmiany ilości składników przechodzących do roztworu podczas uwadniania makaronów, przy zmieniającym się udziale procentowym dodatku fasoli oraz różnej prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera podczas wytłaczania. Największe straty składników, wynoszące nawet 9%, zanotowano przy najwyższym 40% udziale dodatku. Można więc stwierdzić, że 40% dodatek jest już zbyt duży, gdyż straty są do 2 razy większe w porównaniu z pozostałymi próbami, a struktura wyrobów po uwodnieniu jest niestabilna.

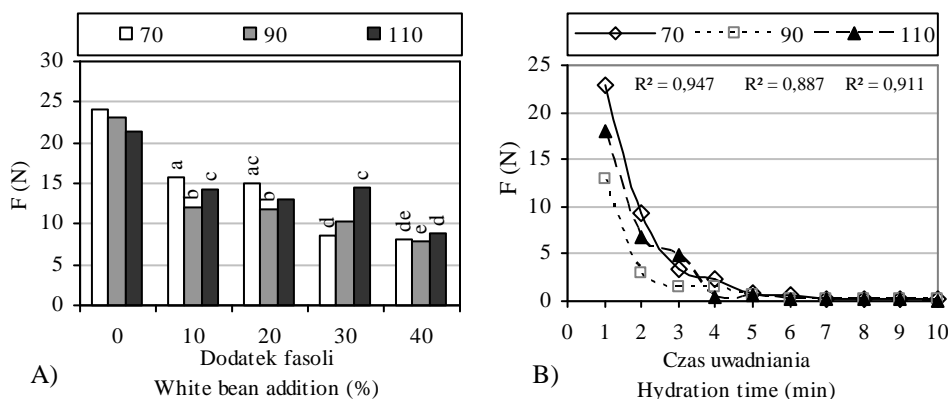


Rys. 2. Wodochłonność (A) oraz straty składników podczas uwadniania (B) makaronów podgotowanych z dodatkiem fasoli wytwarzanych z zastosowaniem różnych obrotów ślimaka ekstrudera ($\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$), a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 5$

Fig. 2. Water absorption (A) and cooking losses during hydration (B) of precooked pasta enriched with white bean flour processed at different screw speed (rpm), a, b, c – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$, $n = 5$

Niewielką ilość składników przechodzących do roztworu po uwodnieniu odnotowano podczas oceny wyrobów makaronowych z 20 i 30% dodatkiem fasoli, straty były zbliżone do wartości uzyskanych dla makaronów pszennych. Wartości tego parametru poniżej 10% wskazują na dobrą jakość wyrobów typu błyskawicznego (Kim i in. 1996, Wang i in. 1999). Ilość strat składników określona w makaronach komercyjnych wynosiła 4,4-6,4% (Martinez i in 2007), 7,8% w makaronach z semoliny, zaś w makaronach z grochu – 20,5% (przy temperaturze ekstruzji 110°C), a nawet 48,2% przy zastosowaniu ekstruzji niskotemperaturowej (Wang i in. 1999).

Tekstura makaronów ekstrudowanych wzbogacanych dodatkiem fasoli również była zróżnicowana w zależności od zastosowanych parametrów wyłaczania oraz ilości dodatku. Najwyższą twardość makaronów suchych określono podczas testu cięcia makaronów pszennych (22-25 N), zwiększanie dodatku fasoli w recepturze wpływało na obniżenie twardości (rys. 3A). Nie określono jednoznacznego wpływu prędkości wyłaczania na twardość makaronów z dodatkiem fasoli. Twardość makaronów poddanych hydracji, oceniana po każdej minucie uwadniania, zmniejszała się, największe zmiany obserwowano w pierwszych trzech minutach przetrzymywania w gorącej wodzie (rys. 3B).

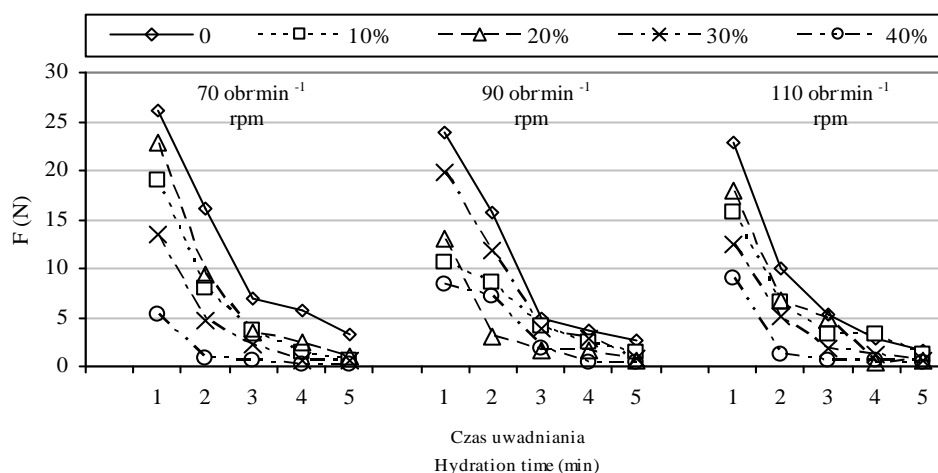


Rys. 3. Twardość makaronów suchych (A) oraz uwodnionych z 20% fasoli (B) po 10 min uwadniania, wytwarzanych z zastosowaniem różnych obrotów ślimaka ekstrudera ($\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$), a, b, c – średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 5$

Fig. 3. Hardness of dry pasta (A) and hydrated pasta enriched with 20% white bean (B) after 10 min, processed at different screw speed (rpm), a, b, c – means followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0,05$, $n = 5$

Na rysunku 4 zestawiono wyniki pomiarów twardości makaronów podczas 5-cio minutowej hydracji w gorącej wodzie. Po każdej minucie rejestrowano obniżanie twardości, największe zmiany odnotowano podczas badania makaronów

wytwarzanych przy prędkości wyłaczania $70 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$, twardość obniżała się nawet o 82% w czasie trzyminutowego uwadniania. Zaobserwowano również, że po 4-5 minucie oddziaływania gorącej wody nie obserwowano łamliwości wyrobów, makarony stawały się bardziej elastyczne i mniej kruche. Największą utratę twardości odnotowano podczas uwadniania wyrobów z mąki pszennej (73-80%) oraz makaronów z dodatkiem fasoli 10 i 20%, wytwarzanych z zastosowaniem 70 i $90 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$. Produkty z dużym udziałem fasoli w recepturze już po 2-3 minutach rozmiękały, twardość obniżała się poniżej 1 N , zaś kleista i niestabilna konsystencja utrudniała przeprowadzanie pomiarów. Również dla tych wyrobów najniżej oceniono smak i konsystencję, z czego wynika, że zaproponowane w badaniach temperatury procesu oraz wilgotność surowców wprowadzanych do ekstrudera są zbyt niskie do uformowania prawidłowej, zwięzłej i stabilnej po uwodnieniu struktury makaronu podgotowanego.



Rys. 4. Tekstura uwodnionych makaronów z dodatkiem fasoli po 5 min uwadniania, wytwarzanych z zastosowaniem różnych obrotów ślimaka ekstrudera ($\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$)

Fig. 4. Texture of 5 min hydrated pasta enriched with white bean processed at different screw speed (rpm)

Yalla i Manthey (2006) prowadząc badania nad wpływem zawartości białka na jakość makaronów grubych i cienkich wytwarzanych w prasie makaronowej wskazali, że wyroby makaronowe z większą ilością dodatku gryki, otrąb pszennych i mąki lnianej o wysokiej zawartości białka (16-33%) wymagały wyższej temperatury wyłaczania. Również Kim i in. (1997) wyznaczyli metodą RVA oraz DSC charakterystykę endotermiczną skrobi strączkowej i określili temperatury ich kleikowania na ponad 71°C (30%-owego roztworu wodnego). Tak więc im

wyższy jest dodatek strączkowych, tym wyższą temperaturę należy stosować podczas obróbki do wytworzenia prawidłowej struktury produktów wzbogacanych.

Najlepsze oceny za wygląd, barwę i zapach (odpowiednio 4,0, 4,5 i 5,0) uzyskał suchy makaron z 10% dodatkiem fasoli wytwarzany z zastosowaniem 90 obr·min⁻¹. Wyniki cech organoleptycznych uzyskane w ocenianych makaronach poddanych hydratacji zestawiono w tabeli 1. Najwyższe noty cech sensorycznych obserwowano podczas oceny makaronów wytworzonych z receptur, w których dodatek mąki fasolowej wynosił 10 i 20%, zbyt duży procentowy udział dodatku powodował pogorszenie wyglądu, makaron uzyskiwał mączysty posmak oraz zwiększała się kleistość wyrobów. Podobnych obserwacji dokonali Sabanis i in. (2006) badając cechy użytkowe makaronu z dodatkiem ciecierzycy, której dodatek 5-20% pozytywnie wpłynął na smak, konsystencję i strukturę ciasta, zaś dodatek powyżej 30% wyraźnie obniżał jakość produktów.

Tabela 1. Wyniki oceny organoleptycznej gotowych do spożycia makaronów wzbogacanych mąką fasolową

Table 1. Sensory assessment of hydrated pasta enriched with white bean flour

Udział fasoli White bean addition (%)	Obroty ślimaka Screw speed (rpm)	Cecha – Property				
		Wygląd Appearance	Barwa Colour	Smak Taste	Kleistość Stickiness	Żuwalność Chewiness
0	70	4,8	4,4	4,8 ^a	4,0 ^{ad}	3,2 ^a
	90	5,0 ^a	4,6 ^a	5,0 ^a	4,3	3,6 ^b
	110	4,9 ^a	4,7 ^a	4,9 ^a	4,7 ^b	3,8 ^c
10	70	4,3	3,8 ^b	3,6 ^b	3,9 ^d	3,7 ^b
	90	4,6 ^b	3,7 ^{bc}	4,0 ^d	4,0 ^{ad}	4,0 ^d
	110	4,5 ^c	3,6 ^c	4,1 ^d	4,2	4,2
20	70	4,0 ^d	4,0	4,0 ^d	4,0 ^{ad}	4,0 ^d
	90	4,5 ^c	4,2	4,2	4,5 ^c	4,3
	110	4,6 ^b	3,9 ^b	4,3	4,6 ^b	4,5
30	70	4,1 ^d	3,7 ^{bc}	3,9	3,9 ^d	3,9 ^{cd}
	90	4,2	3,8 ^b	4,0 ^d	4,0 ^{ad}	4,0 ^d
	110	4,5 ^c	3,9 ^b	3,8 ^c	4,4 ^c	3,9 ^{cd}
40	70	3,2	3,1	2,8	3,4	3,1 ^a
	90	3,5	3,5	3,3	3,5	3,3 ^a
	110	3,9 ^d	3,6 ^c	3,7 ^{bc}	3,7	3,9 ^{cd}

a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, $n = 15$ – means in columns followed by the same letter are not significantly different at $\alpha = 0.05$, $n = 15$.

WNIOSKI

1. Najlepszymi cechami jakościowymi przy ocenie konsumentckiej charakteryzowały się makarony wytworzone wg przyjętych parametrów z zastosowaniem dodatku fasoli w ilości 10 i 20%. Dodatek ten może być zalecany do wzbogacania cech smakowych różnych produktów spożywczych.

2. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że największy wpływ na wskaźnik ekspandowania promieniowego makaronów miały obroty ślimaka, im wyższe obroty stosowano, tym wskaźnik był większy. Również procentowy udział mąki fasolowej miał wpływ na ekspandowanie makaronów, wskaźnik ekspandowania malał wraz ze wzrostem procentowego udziału dodatku.

3. Ilość substancji przechodzących do roztworu podczas hydratacji w gorącej wodzie wynosiła nie więcej niż 9%. Największe straty składników odnotowano dla makaronów ekstrudowanych z 40% dodatkiem fasoli.

4. Twardość makaronów obniżała się wraz ze zwiększaniem udziału fasoli w recepturze, intensywne mięknięcie ekstrudatów obserwowano w pierwszych 3 minutach hydratacji makaronów.

5. Zbyt duży dodatek (powyżej 30%) mąki strączkowej zwiększa ilość składników przechodzących do wody podczas hydratacji, pogarsza teksturę podgotowanych wyrobów makaronowych oraz obniża ich ocenę sensoryczną.

PIŚMIENNICTWO

- Czarnecki Z., Czarnecka M., Nowak J., Kiryluk J., 2000. Wykorzystanie wybranych frakcji nasion grochu i fasoli po rozdzielaniu pneumatycznym w produktach ekstrudowanych, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 23.
- Galiński G., Jeżewska M., 2003. Porównanie wartości odżywczej wybranych makaronów instant, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 118-124.
- Huber G. R., 1998. Extrusion cooking applications for precooked pasta production, North Dakota, USA.
- Izydorczyk M., Lagasse S., Hatcher D., Dexter J., Rossnagel B., 2005. The enrichment of Asian noodles with fiber-rich fractions derived from roller milling of hull-less barley, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2094-2104.
- Kim Y., Wiesenborn D., Grant L., 1997. Pasting and thermal properties of potato and bean starches, *Starch/Starke*, 49, 3, 97-102.
- Kim Y., Wiesenborn D., Lorenzen J., Berglund P., 1996. Suitability of bean and potato starches for starch noodles, *Cereal Chemistry*, 73, 3, 302-307.
- Korus J., Gumul D., Gibiński M., 2006. Wpływ ekstruzji na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą nasion fasoli zwyczajnej, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 47, 102-111.
- Martinez C., Ribotta P., León A., Añón C., 2007. Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti, *Journal of Texture Studies*, 38, 666-683.
- Mościcki L., Mitrus M., Wójtowicz A., 2007. Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym, PWRiL, Warszawa.

- Sabanis D., Makri E., Doxastakis G., 2006. Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1938-1944.
- Wang N., Bhirud P., Sosulski F., Tyler R., 1999. Pasta – like product from pea flour by twin – screw extrusion, *Journal of Food Science*, 4, 671-678.
- Wójtowicz A., Portka M., Mościcki L., 2002. Wytwarzanie ekstrudatów typu instant z nasion roślin strączkowych, *Inżynieria Rolnicza*, 4, 37, 357-363.
- Wójtowicz A., 2005. Influence of some functional components addition on the microstructure of precooked pasta, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 15/55, 4, 417-422.
- Wójtowicz A., 2006. Wpływ nawilżenia semoliny oraz parametrów ekstruzji na wybrane cechy jakościowe makaronów błyskawicznych, *Acta Agrophysica*, 8, 1, 263-273.
- Wójtowicz A., 2007. Effect of monoglyceride and lecithin on cooking quality of precooked pasta, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 3(A), 157-162.
- Yalla S., Manthey F., 2006. Effect of semolina and absorption level on extrusion of spaghetti containing non-traditional ingredients, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 841-848.

INFLUENCE OF WHITE BEAN ADDITION ON SELECTED PARAMETERS OF EXTRUDED PRECOOKED PASTA

Agnieszka Wójtowicz

Department of Food Process Engineering, University of Life Sciences
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: agnieszka.wojtowicz@up.lublin.pl

Abstract. The paper presents the results of selected parameters of precooked pasta products made from common wheat flour type 450 enriched with various levels of addition of white bean flour (10-40%). Tests were performed on pasta processed on modified TS-45 extrusion-cooker at different screw rotations per minute (rpm) during the extrusion. The expansion ratio, water absorption, preparation time, cooking losses during hydration, texture of dry and hydrated products and sensory characteristics were tested. The amount of added white bean flour and process parameters influenced all tested parameters of precooked pasta products.

Keywords: extrusion-cooking, precooked pasta, white bean, water absorption, cooking losses, texture