

ALDONA SOBOTA, MARTA DOBOSZ

JAKOŚĆ DOSTĘPNYCH NA RYNKU MAKARONÓW PEŁNOZIARNOWYCH

Streszczenie

Przeprowadzone badania miały na celu określenie składu chemicznego, właściwości fizycznych i cech kulinarnych dostępnych na rynku makaronów pełnoziarnowych: pszennych, orkiszowych i żytnich. W badanych makaronach oznaczano zawartość: białka, związków mineralnych w postaci popiołu, błonnika pokarmowego w tym frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej oraz włókna kwaśno-detergentowego, w tym celulozy i ligniny kwaśno-detergentowej. Badano współczynnik rozpuszczalności suchej masy i wodochłonność makaronów. Wyznaczono minimalny czas gotowania makaronów, ubytki suchej masy w czasie gotowania oraz przyrost ich masy po ugotowaniu.

Największą zawartością białka cechowały się makarony pszenne. W dwóch, spośród czterech, badanych sortymentów makaronów pszennych zawartość białka wynosiła ok. 16 % s.m.. Najmniejszą zawartością białka, mieszczącą się w przedziale 6,6 - 7,3 % s.m., cechował się makaron żytni. Zawartość popiołu w makaronach była zróżnicowana; zależała od rodzaju i typu mąki zastosowanej do ich produkcji. Największą zawartością popiołu, wynoszącą 2,3 % s.m., charakteryzował się makaron pszenno graham. Zawartość całkowitego błonnika pokarmowego w badanych makaronach mieściła się w szerokim przedziale od 4,73 % s.m. (makaron orkiszowy) do 22,6 % s.m. (makaron pszenno graham). W makaronach pszennych i makaronie żytnim dominującą frakcją błonnika pokarmowego była frakcja nierozpuszczalna, natomiast w makaronie orkiszowym dominowała frakcja rozpuszczalna błonnika. Makaron razowy żytni charakteryzował się dużymi, przekraczającymi 10 %, ubytkami suchej masy w czasie gotowania. Zdecydowana większość badanych sortymentów makaronów nie powinna być określana mianem wyrobów razowych lub pełnoziarnowych.

Słowa kluczowe: makarony pełnoziarnowe, makarony razowe, błonnik pokarmowy, właściwości fizyczne, cechy kulinarne, skład chemiczny

Wprowadzenie

Zgodnie z harwardzką piramidą żywieniową [27], podstawę jadłospisu człowieka powinny stanowić zbożowe produkty pełnoziarnowe w tym razowe pieczywo, razowe makarony, kasze, tradycyjne pełnoziarnowe płatki zbożowe. Produkty zbożowe w wy-

sokim stopniu „oczyszczone”, takie jak: ryż, białe pieczywo czy białe makarony znalazły się na szczycie piramidy i zgodnie z zaleceniami powinny być spożywane sporadycznie.

Według Slavin [22] produkty z pełnego ziarna są cennym źródłem błonnika pokarmowego, witamin, związków mineralnych i wielu związków biologicznie aktywnych. Przypisuje się im działanie profilaktyczne w zwalczaniu wielu chorób cywilizacyjnych głównie chorób układu krążenia, nowotworów, otyłości i cukrzycy typu II [2, 3, 13, 6, 14, 15]. Na rynku spotyka się coraz szerszą gamę makaronów określanych przez producentów mianem pełnoziarnowych lub razowych, w tym makaronów pszennych, orkiszowych i żytnich. Często jednak wyroby te produkowane są z różnych typów mąk wyciągowych, cechujących się różnym udziałem peryferyjnych części ziarniaka. Ze względu na odmienny skład chemiczny poszczególnych anatomicznych części ziarna, wyciąg mąki w decydujący sposób wpływa na jej skład chemiczny. Wraz ze wzrostem wyciągu, w mące wzrasta zawartość białka, błonnika pokarmowego, tłuszczu i związków mineralnych, zmniejsza się natomiast zawartość skrobi [26].

Należy pamiętać, że produkty razowe to wyroby otrzymane z mąki razowej (otrzymanej w wyniku jednorazowego przemiału oczyszczonego ziarna), natomiast zbożowe produkty pełnoziarnowe, zgodnie z definicją AACCI International [1], powinny zawierać w swoim składzie wszystkie części anatomiczne ziarniaka (bielmo, zarodek, okrywę owocowo-nasienną) w proporcjach takich samych, jak występują one w ziarniaku. Do produktów pełnoziarnowych zalicza się, poza produktami razowymi, wyroby produkowane z mąk wyciągowych, wzbogacane w odpowiednim stopniu w peryferyjne części ziarniaka. Skład chemiczny produktów pełnoziarnowych powinien być zbliżony do składu chemicznego nieprzetworzonego ziarna. Makarony produkowane z mąk wysoko wyciągowych wzbogacone jedynie niewielkim dodatkiem wysokobłonnikowych produktów przemiału m.in. otrąb zbożowych nie kwalifikują się do pełnoziarnowych produktów zbożowych.

Celem pracy było określenie składu chemicznego, a w szczególności zawartości i składu frakcyjnego błonnika pokarmowego, zawartości białka i związków w dostępnych na rynku makaronach pełnoziarnowych oraz przeanalizowanie wpływu składu chemicznego makaronów na ich jakość kulinarną i właściwości fizyczne.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiło 6 sortymentów makaronów pełnoziarnowych dostępnych na rynku lubelskim. Wśród badanych były makarony pszenne, pochodzące od różnych producentów (próby 1 - 4), makaron żytni (próba 5) i makaron orkiszowy (próba 6). W obrębie każdego sortymentu zbadano 3 różne partie produkcyjne makaronów (A, B, C). Pozwoliło to stwierdzić, czy dany produkt charakteryzuje się stałą, powtarzalną jakością. Szczegółowy model doświadczenia przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Model doświadczenia.

Model of the experiment.

Rodzaj makaronu Type of pasta	Próba Sample	Partia Batch	Produkt Product	Kształt Shape	Deklarowany skład Declared ingredients
Makaron pszenny Wheat pasta	1	A B C	Makaron pełnoziarnowy Whole grain pasta	Świderki Twists	Mąka pszenna pełnoziarnowa, woda Whole grain wheat flour, water
	2	A B C	Makaron pełnoziarnowy Whole grain spaghetti	Spaghetti Spaghetti	Mąka pszenna pełnoziarnowa, woda Whole grain wheat flour, water
	3	A B C	Makaron razowy graham Wholemeal 'graham' pasta	Wstążka Tagliatelle	Mąka razowa pszenna, woda Wholemeal wheat flour, water
	4	A B C	Makaron pełnoziarnowy Whole grain pasta	Świderki Twists	Mąka z pszenicy durum, otręby (7%), fumarany żelaza, witaminy B ₁ , B ₂ , B ₆ , niacyna, woda Durum wheat flour, bran (7%), iron fumarate, vitamins B ₁ , B ₂ , B ₆ , Niacin), water
Makaron żytni Rye pasta	5	A B C	Makaron razowy Wholemeal pasta	Świderki Twists	Mąka żytnia typ 1850, woda Rye flour type 1850, water
Makaron orkiszowy Spelt pasta	6	A B C	Makaron razowy Wholemeal pasta	Świderki Twists	Mąka orkiszowa, woda Spelt flour, water

W makaronach określano zawartość białka ogólnego (AACC, Method 46-08) i zawartość związków mineralnych w postaci popiołu (AACC, Method 08-01) [1]. Frakcje włókna detergentowego oznaczano zgodnie z metodą van Soesta [24, 25]. Według tej metody oznaczano zawartość włókna kwaśno-detergentowego (ADF) oraz ligniny kwaśno-detergentowej (ADL). Zgodnie z metodą zawartość celulozy wyliczano z różnicy pomiędzy ADF i ADL. Całkowity błonnik pokarmowy (TDF), frakcje

nierozpuszczalną (IDF) oraz frakcję rozpuszczalną (SDF) oznaczano wg metod AACC 32-05, AACC 32 – 21, AOAC 991.43, AACC 32-21, AOAC 985.29 [1]. Stosowano enzymy i procedury firmy Megazyme. Poprawność oznaczeń błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną weryfikowano za pomocą „Zestawu kontrolnego TDF” firmy Megazyme.

Określono podstawowe cechy kulinarne makaronów tj.: minimalny czas gotowania [20], straty suchej masy w czasie gotowania oraz przyrost masy i objętości po ugotowaniu makaronu [19].

Wyznaczono stopień rozpuszczalności suchej masy (WSI) oraz wodochłonność (WAI) makaronów, stosując metodę wirówkową (AACC, Method 88-04) [1].

Analizy chemiczne wykonywano w trzech powtórzeniach. WSI i WAI oznaczano w pięciu powtórzeniach. Obliczono wartości średnie, odchylenia standardowe oraz współczynniki korelacji Pearsona między wybranymi zmiennymi. Analizę statystyczną wyników opracowano stosując program SAS 9.1.3.

Wyniki i dyskusja

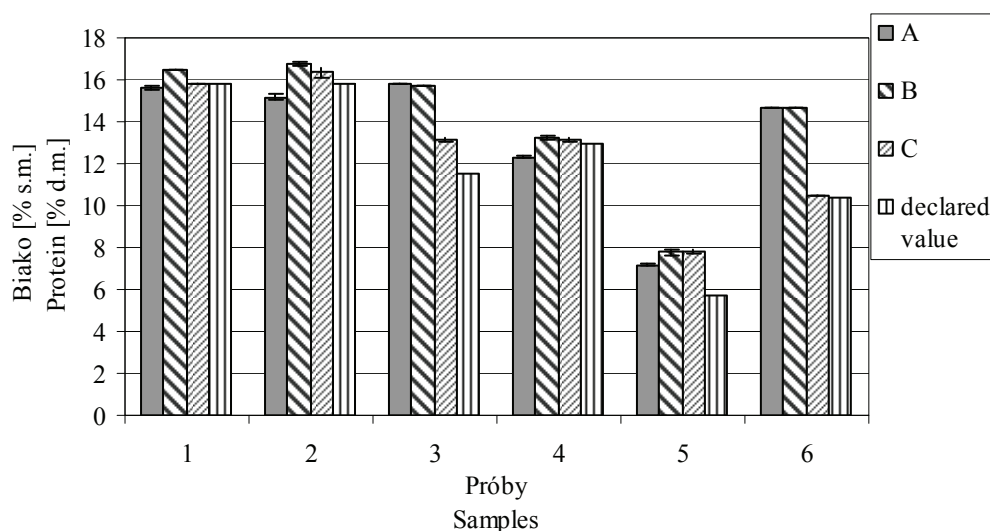
Wg Vetrinani i wsp. [26] wzrost wyciągu mąki powoduje obniżenie jakości ciasta makaronowego, wpływa na pogorszenie barwy makaronu i jego właściwości kulinarnych. Autorzy stwierdzili, że makarony pełnoziarnowe charakteryzowały się mniejszym przyrostem masy po ugotowaniu, większymi ubytkami suchej masy w trakcie gotowania, gorszym kolorem w porównaniu do makaronów wyprodukowanych z mąki wysokowyciągowej (wyciąg 66 %), o zawartości popiołu 0,52 %.

Badane makarony pełnoziarnowe charakteryzowały się zróżnicowanym składem chemicznym, odmienną jakością kulinarną i właściwościami fizycznymi. Odnotowane różnice dotyczyły zarówno makaronów wyprodukowanych z różnych rodzajów zbóż, jak również poszczególnych sortymentów makaronów pszennych.

Makarony pełnoziarnowe charakteryzowały się większą, w porównaniu z makaronami tradycyjnymi, zawartością białka. W badanych produktach pszennych zawartość białka sięgała nawet 16,73 % s.m. (rys. 1), podczas gdy w makaronach „białych” zawartość tego składnika kształtuje się na poziomie 10 – 14 % s.m. [23].

Wśród badanych makaronów pełnoziarnowych najmniejszą zawartością białka – 7,17 % s.m., cechował się makaron żytni. W makaronie orkiszowym (próba 6) i makaronie pszennym graham (próba 3) odnotowano duże różnice zawartości białka pomiędzy kolejnymi badanymi partiami produktów. Najprawdopodobniej wynikają one ze zmienności surowców zastosowanych do produkcji i są dowodem na mało powtarzalną jakość tych wyrobów. Jakość kulinarna makaronów w dużej mierze uzależniona jest od zawartości białka w surowcach makaronowych. Według wielu autorów dobrej jakości makaron charakteryzuje się zawartością białka na poziomie 13 % i wyższym [7, 10]. Oak i Dexter [18] podają, że duża zawartość białka w makaronach wpływa na: ograni-

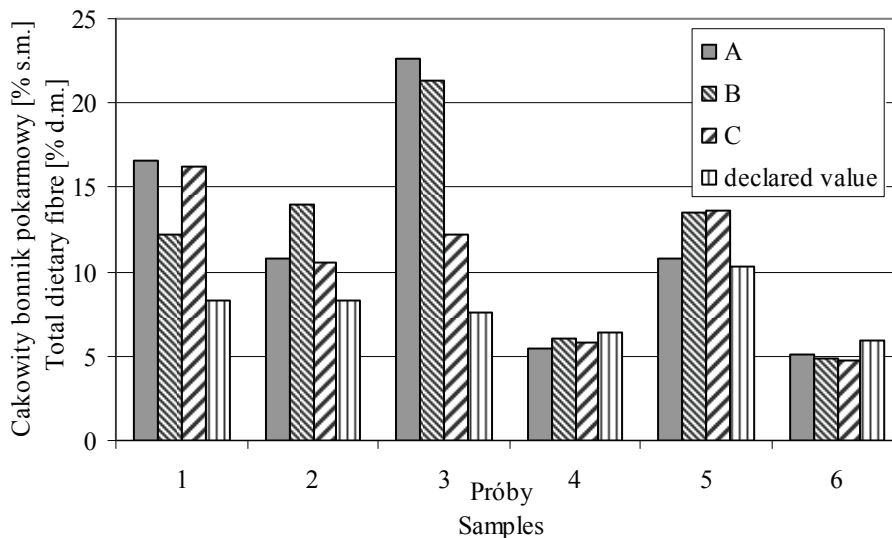
czenie podatności na rozgotowanie, zmniejszenie strat suchej masy w trakcie gotowania, poprawę jędrności oraz zmniejszenie kleistości powierzchni produktów po ugotowaniu. Wiele prac wskazuje, że poza zawartością białka na jakość kulinarną makaronów wpływa zawartość glutenu i jego skład frakcyjny. Według Brunori i wsp. [5] szczególnie pożądana jest wysoka zawartość glutenin, które po uwodnieniu mają postać silnie sprężystej masy. Autorzy stwierdzili dodatnią korelację pomiędzy stosunkiem glutenin do gliadyn (glutenin/gliadin ratio) a jakością makaronu. Według Oak i Dexter [18] w przypadku frakcji gliadyn szczególnie istotna jest obecność podjednostek γ -45, które w przeciwieństwie do gliadyn γ -42 tworzą mocny gluten i warunkują wysoką jakość kulinarną makaronów.



Rys. 1. Zawartość białka w makaronach ($\bar{X} \pm SD$) w odniesieniu do zawartości deklarowanej przez producenta.

Fig. 1. Protein content in pasta ($\bar{X} \pm SD$) with reference to the value as declared by the manufacturer.

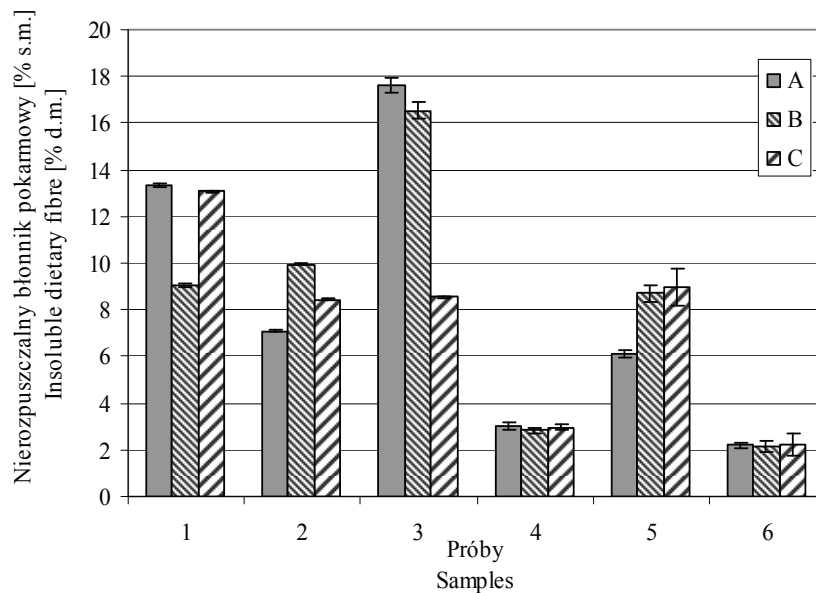
W badanych makaronach pełnoziarnowych zawartość TDF była bardzo zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 4,7 % s.m. w makaronie orkiszowym (próba 6 C) do 22,6 % s.m. w makaronie z mąki pszennej graham (typu 1850) (próba 3A) (rys. 2).



Rys. 2. Zawartość całkowitego błonnika pokarmowego (TDF) w makaronach w odniesieniu do zawartości deklarowanej przez producenta.

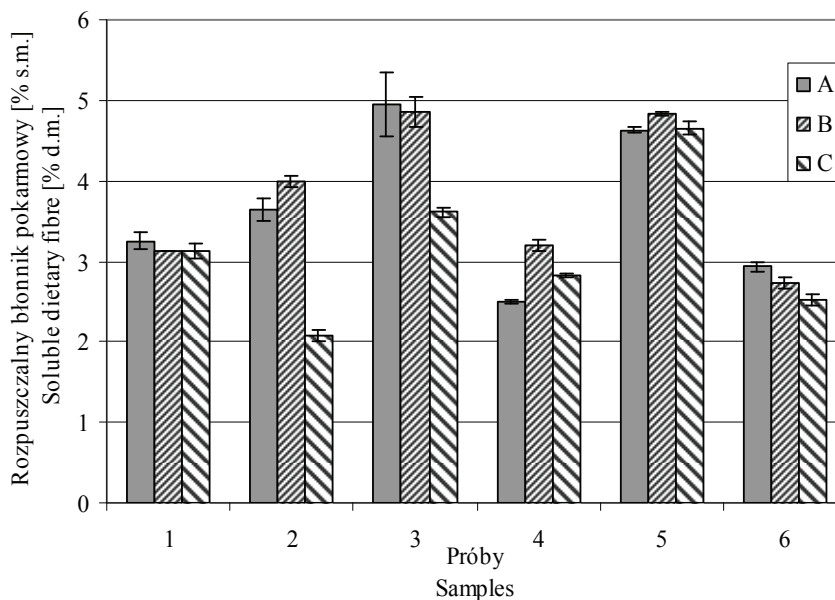
Fig 2. Content of total dietary fibre (TDF) in pasta with reference to the value as declared by the manufacturer.

Poza makaronem orkiszowym, małą zawartością TDF (5,5 - 6 % s.m.) cechował się makaron z semoliny z 7 % dodatkiem otrąb pszennych. Zawartość błonnika pokarmowego w dwóch spośród sześciu badanych makaronów pełnoziarnowych była więc stosunkowo mała, porównywalna do zawartości tego składnika w makaronach tradycyjnych [23]. Dominującą frakcją błonnika pokarmowego w większości badanych makaronów razowych była frakcja nierozpuszczalna (IDF) (rys. 3). Wyjątek stanowił makaron orkiszowy, w którym nieznacznie dominowała frakcja rozpuszczalna, stanowiąc ok. 55 - 57 % TDF (rys. 4). W makaronie wyprodukowanym z semoliny, z 7 % dodatkiem otrąb pszennych, zawartość frakcji rozpuszczalnej kształtowała się na poziomie 2,5 - 3,19 % s.m. i była zbliżona do zawartości frakcji nierozpuszczalnej, stanowiącej 2,82 - 3 % s.m. (rys. 3). Największą zawartością IDF odznaczał się makaron razowy pszenny graham (próba 3). W dwóch spośród trzech badanych partii tego makaronu zawartość IDF sięgała 17 % s.m. W jednej partii zawartość IDF była znacznie mniejsza i wynosiła zaledwie 8,5 % s.m. Znacznie mniejsza była tu również zawartość SDF i TDF. Potwierdza to mało stabilną jakość tego produktu.



Rys. 3. Zawartość nierozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego (IDF) w makaronach (brak danych producenta) ($\bar{X} \pm SD$).

Fig. 3. Content of insoluble dietary fibre (IDF) in pasta (missing manufacturer's data) ($\bar{X} \pm SD$).

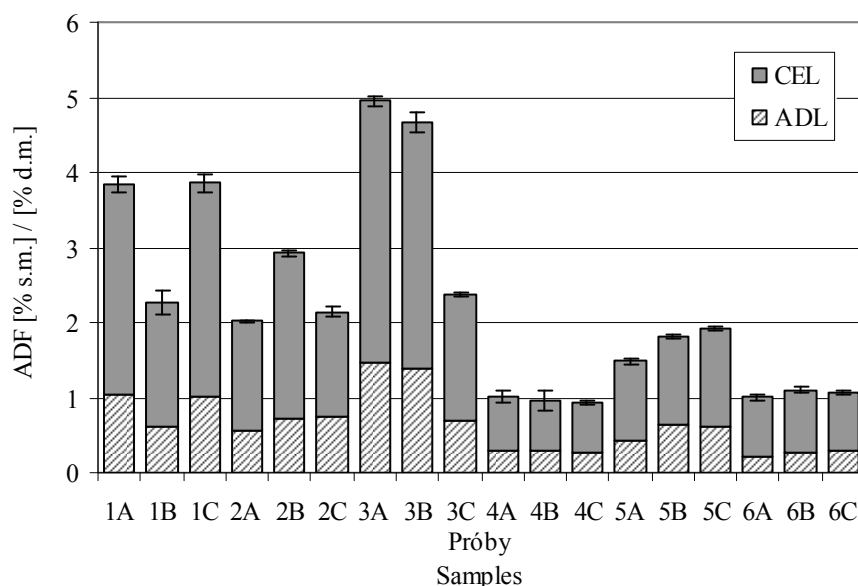


Rys. 4. Zawartość rozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego (SDF) w makaronach (brak danych producenta) ($\bar{X} \pm SD$).

Fig. 4. Content of soluble dietary fibre (SDF) in pasta (missing manufacturer's data) ($\bar{X} \pm SD$).

Błonnik pokarmowy jest jednym z podstawowych składników makaronów pełnoziarnowych, w znacznym stopniu decydującym o ich wartości żywieniowej. W diecie dorosłego człowieka dzienna dawka błonnika powinna wynosić od 20 do 35 g. Według Obuchowskiego [19] w makaronach tradycyjnych z semoliny zawartość błonnika pokarmowego jest bardzo mała i kształtuje się na poziomie ok. 1,4 - 2,5 g/100 g makaronu. Z badań Soboty i Skwiry [23] wynika, że w tradycyjnych makaronach pszennych zawartość całkowitego błonnika pokarmowego wynosi od 4 do 4,5 % s.m. Podobne wartości TDF (4,8 - 5,3 g/100 g makaronu) odnotował Mariani-Costantini [17]. Autor podaje również, że w makaronach pełnoziarnowych zawartość całkowitego błonnika pokarmowego powinna kształtować się na poziomie 11,3 - 13,2 %.

W badanych makaronach oznaczono również zawartość błonnika nierozpuszczalnego w roztworze kwaśnego detergentu (ADF), na który składają się celuloza i lignina (rys. 5).



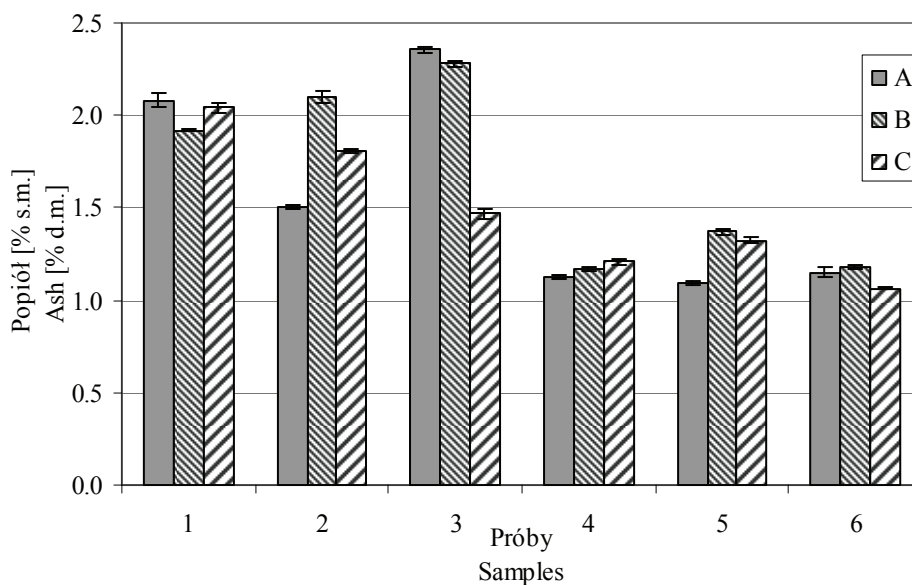
Rys. 5. Zawartość frakcji kwaśno-detergentowej błonnika pokarmowego (ADF) ($\bar{X} \pm SD$), celulozy i ligniny w makaronach (brak danych producenta).

Fig. 5. Content of acid detergent fibre (ADF) ($\bar{X} \pm SD$), cellulose (CEL), and lignin (ADL) in pasta (missing manufacturer's data).

Zawartość ADF była każdorazowo znacznie mniejsza od zawartość nierozpuszczalnej frakcji błonnika oznaczanej metodą enzymatyczną (IDF) (rys. 3). Dowodzi to, że część związków zaliczanych do IDF uległa hydrolizie w roztworze kwaśnego detergentu. W skład ADF wchodzi wyłącznie celuloza (CEL) i lignina kwaśno-

detergentowa (ADL), natomiast na frakcję IDF dodatkowo poza celulozą i ligniną składa się frakcja nierozpuszczalnych hemiceluloz. Może mieć to wpływ na wyższe wartości IDF w porównaniu z ADF. Zawartość ADF w badanych makaronach pełnoziarnowych była zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 0,94 % s.m. (makaron z semoliny z 7 % dodatkiem otrąb pszennych – próba 4C) do 4,94% (makaron graham – próba 1A). Dominującym składnikiem tej frakcji była celuloza, której zawartość w makaronie graham wynosiła odpowiednio 3,47 % s.m., natomiast w makaronie z semoliny, z 7 % dodatkiem otrąb pszennych, zaledwie 0,66 % s.m. (rys. 5).

Zawartość związków mineralnych, w postaci popiołu, w makaronach razowych była zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 1,06 % s.m. (makaron orkiszowy – próba 6C) do 2,35 % s.m. (makaron graham – próba 3A) (rys. 6).

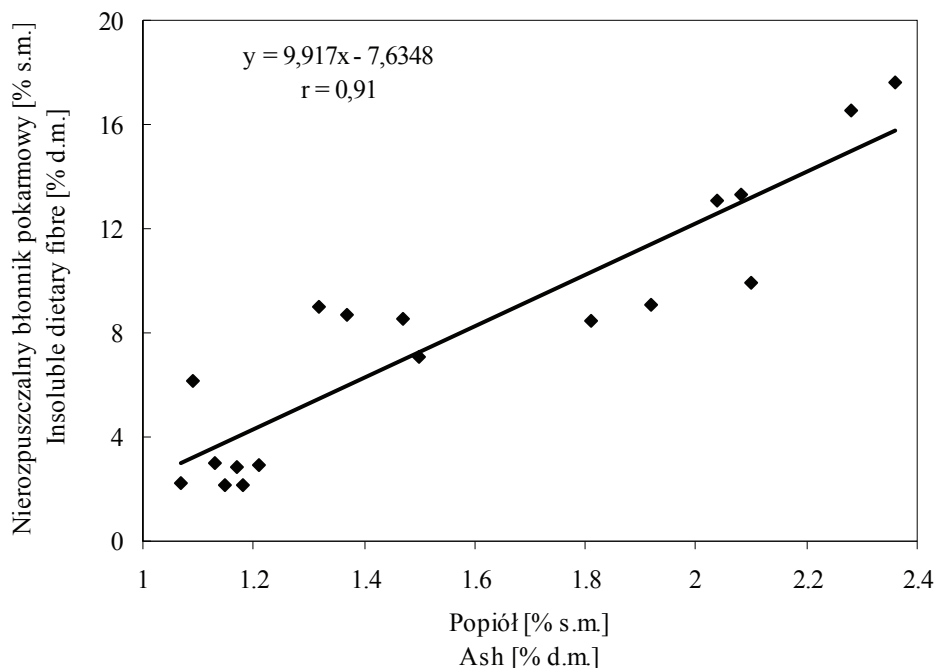


Rys. 6. Zawartość popiołu w makaronach (brak danych producenta) ($\bar{X} \pm SD$).

Fig. 6. Ash content in pasta (missing manufacturer's data) ($\bar{X} \pm SD$).

Makarony pełnoziarnowe powinny charakteryzować się większą, w porównaniu z makaronami tradycyjnymi, zawartością popiołu, sięgającą nawet 2 %. Duża zawartość składników mineralnych w produktach pełnoziarnowych wynika ze specyfiki surowców zastosowanych do ich produkcji. Jak podaje Gąsiorowski [11, 12] pełnoziarnowe mąki pszenne i żytnie zawierają średnio od 1,8 do 2 % związków mineralnych. Wśród badanych makaronów największą zawartością składników mineralnych (1,5 - 2,3 % s.m.) odznaczały się makarony pszenne z pełnego ziarna i makaron graham. Stosunkowo małą zawartością składników mineralnych cechowały się natomiast maka-

rony: orkiszowy, żytni i pszeniczny wyprodukowany z semoliny wzbogaconej 7 % dodatkiem otrąb pszennych. Badania wykazały, że zawartość popiołu w makaronach razowych jest dodatnio skorelowana z zawartością całkowitego błonnika pokarmowego ($r = 0,87$), w tym głównie z frakcją nierozpuszczalną błonnika ($r = 0,91$) (rys. 7) oraz z zawartością białka ($r = 0,65$).



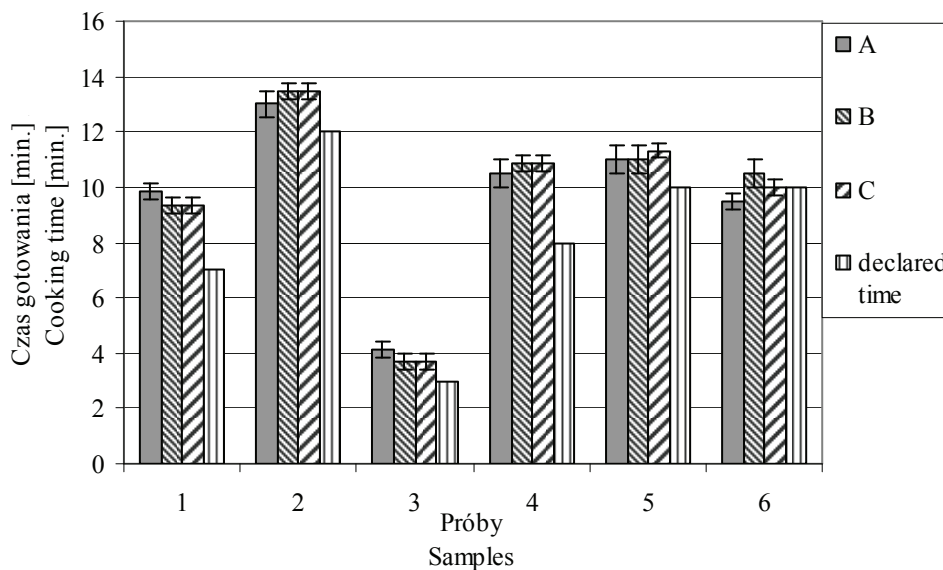
Rys. 7. Zależność pomiędzy zawartością popiołu i zawartością nierozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego w makaronach.

Fig. 7. Relationship between the contents of ash and insoluble dietary fibre in pasta.

Większość badanych makaronów wymagała dłuższego czasu gotowania w porównaniu z czasem zalecanym przez producenta (rys. 8). Należy podkreślić, że makarony razowe w porównaniu z makaronami tradycyjnymi są znacznie mniej odporne na rozgotowanie. Stąd najprawdopodobniej większość producentów zaleca krótszy, od wymaganego, czas gotowania tych produktów.

Straty suchej masy w czasie gotowania dobrych jakościowo makaronów nie powinny przekraczać 8 % [8, 19]. W przypadku makaronów razowych i produktów o podwyższonej zawartości błonnika pokarmowego wielkość strat suchej masy była większa niż w przypadku makaronów tradycyjnych [23, 4]. Manthey i Schorno [16] podkreślają, że obecne w mące pełnoziarnowej cząstki otrąb ograniczają powstawanie siatki glutenowej w czasie tworzenia ciasta makaronowego. W czasie gotowania woda

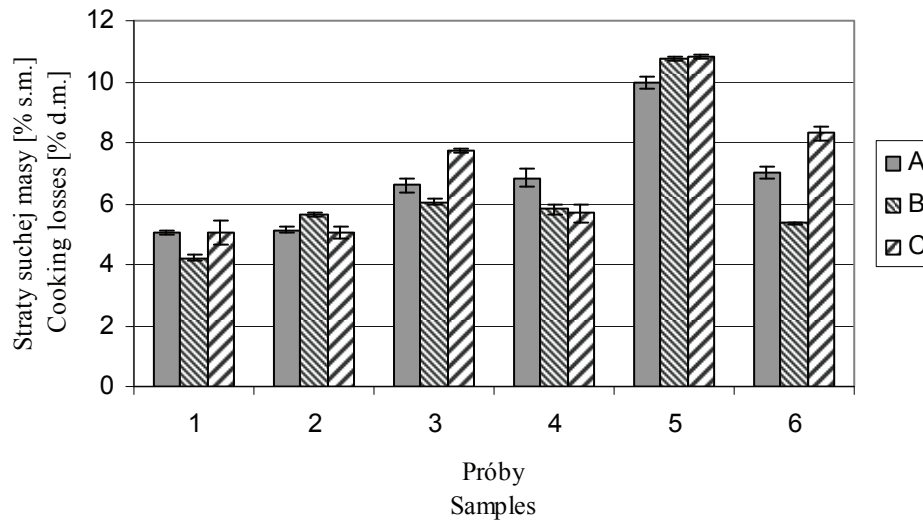
łatwiej penetruje strukturę makaronu, a odsłonięta skrobia jest bardziej podatna na wmywanie. W badanych makaronach razowych straty suchej masy mieściły się w przedziale od ok. 4 do ponad 10 % (rys. 9) i były ujemnie skorelowane z zawartością białka w tych produktach.



Rys. 8. Minimalny czas gotowania ($\bar{X} \pm SD$) w odniesieniu do czasu gotowania deklarowanego przez producenta.

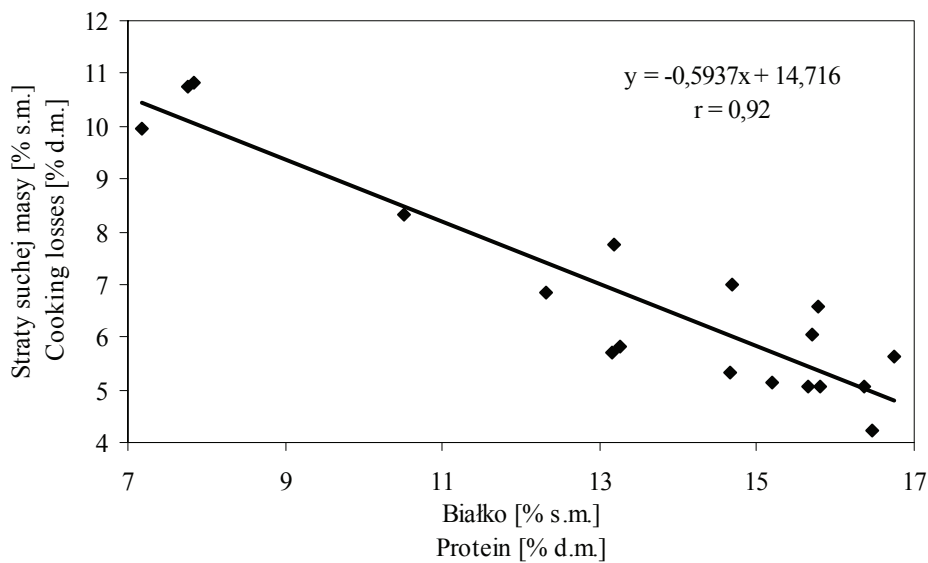
Fig. 8. Minimal cooking time for pasta ($\bar{X} \pm SD$) with reference to the cooking time as declared by manufacturer.

Makarony o większej zawartości białka odznaczały się jednocześnie małymi stratami suchej masy w czasie gotowania ($r = -0,92$) (rys. 10). Największe straty suchej masy, przekraczające nawet 10 %, stwierdzono w przypadku makaronu razowego żytniego. Pod względem technologicznym żyto nie wydaje się być odpowiednim surowcem do produkcji makaronu. Brak białek glutenowych uniemożliwia wytworzenie odpowiednio mocnej matrycy białkowej, wiążącej i zamykającej granule skrobiowe. Wpływa to na niską jakość kulinarną makaronów żytnich, przejawiającą się dużymi stratami suchej masy w czasie gotowania, podatnością na rozgotowywanie, małą jędrnością i sprężystością tych produktów po ugotowaniu.



Rys. 9. Straty suchej masy w trakcie gotowania makaronów ($\bar{x} \pm SD$).

Fig. 9. Cooking losses of dry matter in pasta ($\bar{x} \pm SD$).

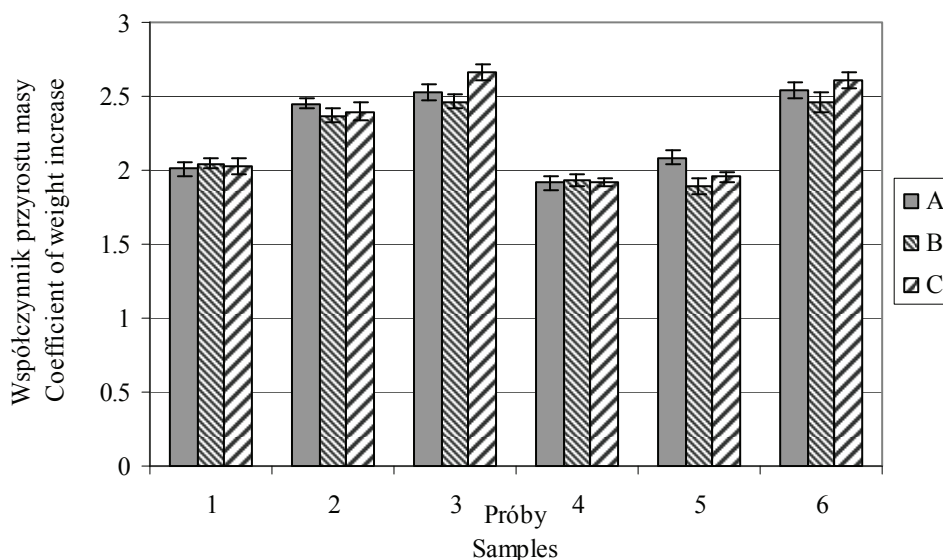


Rys. 10. Zależność pomiędzy zawartością białka i wielkością strat suchej masy w makaronach.

Fig. 10. Relationship between the protein content and cooking losses of dry matter in pasta.

Jednym z wyróżników jakościowych makaronów jest współczynnik przyrostu masy po ugotowaniu. Dick i Youngs [8] podają, że dobrej jakości makarony zwiększa-

ją w czasie gotowania około trzykrotnie swoją masę. Dziki i Laskowski [9] stwierdzili, że przyrost masy makaronów w trakcie gotowania uzależniony jest od czasu gotowania wyrobów i w przypadku makaronów z semoliny wraz z wydłużaniem czasu gotowania jego wartość wzrasta. Z badań autorów wynika, że makarony wyprodukowane z semoliny cechują się wyższymi współczynnikami przyrostu masy w trakcie gotowania w porównaniu z produktami z pszenicy *vulgare*. Przy stosowaniu minimalnego czasu gotowania współczynniki przyrostu masy tych makaronów wynosiły odpowiednio 2,7 i 2,4. Sobota i Skwira [23] podają natomiast, że wartości współczynników przyrostu masy tradycyjnych makaronów pszennych mieściły się w szerokim przedziale od 2,14 do 4,14. Autorzy podkreślają, że na wartość tych współczynników duży wpływ ma forma i kształt makaronu. Wartości współczynników przyrostu masy makaronów pełnoziarnowych kształtowały się na poziomie od 1,89 do 2,66. Największą zdolność do zwiększania swojej masy w trakcie gotowania wykazywały makarony: graham (2,46 - 2,66 – próba 3) i orkiszowy (2,45 - 2,61 – próba 6) (rys. 11).

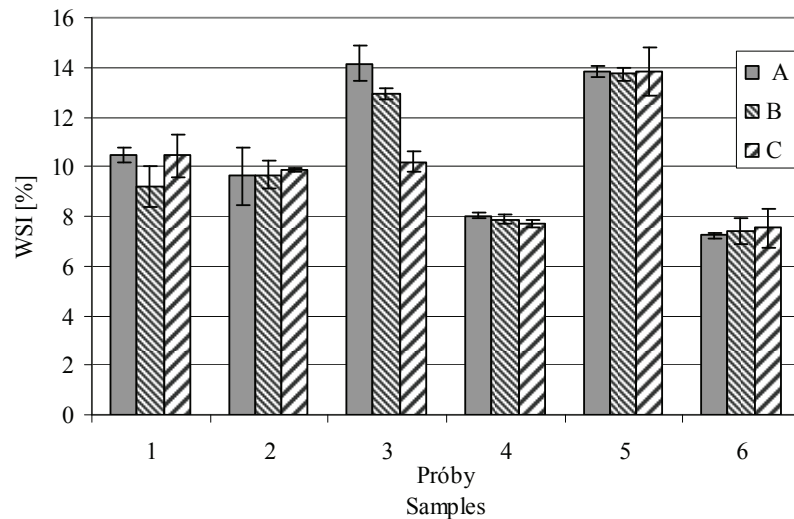


Rys. 11. Przyrost masy makaronu po ugotowaniu ($\bar{X} \pm SD$).

Fig. 11. Increase in cooked pasta weight ($\bar{X} \pm SD$).

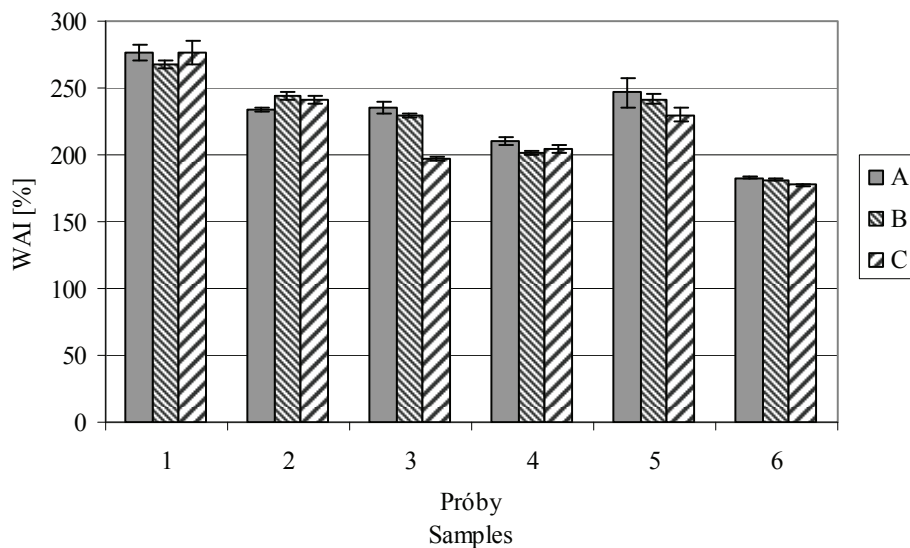
W badanych makaronach oznaczono również współczynnik rozpuszczalności suchej masy (WSI). Przyjmuje się, że wartość WSI jest wyznacznikiem intensywności obróbki mechanicznej surowców roślinnych. Powstające w trakcie przetwarzania materiału naprężenia styczne prowadzą do degradacji biopolimerów. Powstałe związki o małej masie cząsteczkowej w trakcie uwadniania i wirowania przechodzą do roztworu. Wartości WSI makaronów pełnoziarnowych były stosunkowo niskie i kształtowały

się na poziomie od 7,2 do 14,2 % (rys. 12). Najniższymi wartościami WSI charakteryzował się makaron orkiszowy. W przypadku wysoko przetworzonych produktów zbożowych (ekstrudowane / breakfast cereals) WSI sięga nawet 48 % [21].



Rys. 12. Współczynnik rozpuszczalności suchej masy makaronów ($\bar{X} \pm SD$).

Fig.12. Water solubility index (WSI) of dry matter in pasta ($\bar{X} \pm SD$).



Rys. 13. Wodochłonność makaronów ($\bar{X} \pm SD$).

Fig. 13. Water absorption index (WAI) of pasta ($\bar{X} \pm SD$).

Wodochłonność makaronów razowych mieściła się w przedziale od 177 do 276 % (rys. 13). Vetricani i wsp. [26] twierdzą, że wzrost wyciągu mąki wpływa na jej większą zdolność do absorpcji wody. Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku badanych makaronów pełnoziarnowych. Makarony cechujące się większą zawartością składników mineralnych i błonnika pokarmowego odznaczały się najczęściej większą wodochłonnością ($r = 0,7$).

Wnioski

1. Wybrane makarony pełnoziarnowe mogą być dobrym źródłem białka, błonnika pokarmowego, w tym głównie frakcji nierozpuszczalnej oraz związków mineralnych.
2. Nie wszystkie badane produkty zasługują na miano makaronów pełnoziarnowych.
3. Udział składników mineralnych, w postaci popiołu, w badanych makaronach pełnoziarnowych był dodatnio skorelowany z zawartością całkowitego błonnika pokarmowego i frakcji nierozpuszczalnej błonnika oraz z zawartością białka. Pośrednio zawartość popiołu może więc być dobrym miernikiem wartości żywieniowej tych produktów.
4. Zawartość białka w makaronach pełnoziarnowych miała duży wpływ na ich jakość kulinarną, a w szczególności na straty suchej masy w czasie gotowania. Największe straty suchej masy odnotowano w przypadku makaronu żytniego, który wyróżniał się jednocześnie bardzo małą zawartością białka.

Literatura

- [1] AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, American Association of Cereal Chemists, 2000.
- [2] Anderson J.W., Hanna T.J., Peng X., Kryscio R.J.: Whole grain foods and heart disease risk. *J. Am. College Nutr.*, 2000, **19**, 291S- 299S.
- [3] Brennan Ch.S.: Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2005, **49**, 560-570.
- [4] Brennan C.S., Tudorica C.M.: Fresh pasta quality as affected by enrichment of nonstarch Polysaccharides. *J. Food Sci.*, 2007, **72** (9), 659-665.
- [5] Brunori A., Galerio G. and Mariani G.: Relationship between gluten components in durum wheat and pasta quality. In: *Gluten Proteins.*, AACC, Inc., St. Paul 1994, USA, pp. 253-260.
- [6] Chatenoud L., Tavani A. La-Vecchia C., Jacobs D.R.J., Negri E., Levi F., Franceschi S.: Whole grain food intake and cancer risk. *International J. Cancer.*, 1998, **77**, 24-28.
- [7] Dick J.W., Matsuo R.R.: Durum Wheat and Pasta Products. In: *Wheat Chemistry and Technology*, AACC, Inc., St. Paul 1988, USA, pp. 507-547.
- [8] Dick J.W., Youngs V.L.: Evaluation of Durum Wheat, Semolina and Pasta in the United States. In: *Durum Wheat: Chemistry and Technology*, AACC, Inc., St. Paul 1988, USA, pp. 237-248.
- [9] Dziki D., Laskowski J.: Evaluation of the cooking quality of spaghetti. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55**, 153-158.

- [10] Feillet P., Dexter J.E.: Quality Requirements of Durum Wheat for Semolina Milling and Pasta Production. In: Pasta and Noodle Technology, AACC, Inc., St. Paul 1996, USA, pp. 95-131.
- [11] Gašiorowski H., Kączkowski J., Kędzior J., Konopka I., Rotkiewicz D.: Skład chemiczny ziarna pszenicy. W: Pszenica, chemia i technologia – pod red. H. Gašiorowskiego, PWRiL, Poznań 2004, ss. 151-233.
- [12] Gašiorowski H., Kączkowski J., Kołodziejczyk P.: Skład chemiczny żyta. W: Żyto, chemia i technologia – pod redakcją H. Gašiorowskiego. PWRiL, Poznań 1994, ss. 52-107.
- [13] Jacobs D.R., Slavin J., Marquart L.: Whole grain intake and cancer: a review of literature. *Nutrition and Cancer*, 1995, **22**, 221-229.
- [14] Liu S., Willett W.C., Manson J.E., Stampfer M.J., Hu F.B., Rosner B., Colditz G.: Relation between changes in intakes of dietary and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003, **78**, 920-927.
- [15] Liu S., Manson J.E., Stampfer M.J., Hu F.B., Giovannucci E., Colditz G., Hennekens C.H., Willett W.C.: A prospective study of whole grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women. *Am. J. Public Health*, 2000, **90**, 1409-1415.
- [16] Manthey F. A., Schorno A.L.: Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum. *Cereal Chem.*, 2002, **79** (4), 504-510.
- [17] Mariani-Costantini A.: Image and Nutritional Role of Pasta in Changing Food Patterns. In: Durum Wheat: Chemistry and Technology, AACC, Inc., St. Paul 1988, USA, pp. 283-302.
- [18] Oak M.D., Dexter J.E.: Chemistry, Genetics and Prediction of Dough Strength and End-use Quality in Durum Wheat. In: Gliadin and Glutenin the Unique Balance of Wheat Quality, AACC, Inc., St. Paul 2006., USA, pp. 281-305.
- [19] Obuchowski W.: Technologia przemysłowej produkcji makaronu. AR Poznań 1997.
- [20] PN-A-74130:1993. Makaron. Pobieranie próbek i metody badań.
- [21] Rzedzicki Z.: Analysis of the chemical composition of selected hot breakfast cereals. *Bromat. Chem Toksykol.*, 2005, **Supl.**, 141-146.
- [22] Slavin J.: Why whole grains are protective: biological mechanisms. *Proc. Nutr. Soc.*, 2003, **62**, 129-134.
- [23] Sobota A., Skwira A.: Physical properties and chemical composition of extruded pasta. *Acta Agrophysica*, 2009, **13**(1), 245-260.
- [24] van Soest P. J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. *J. A.O.A.C.*, 1963, **46** (5), 825-829.
- [25] van Soest P.J.: Use of Detergents in the analysis of fibrous feeds. II.A Rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. A.O.A.C.*, 1963, **46** (5), 829-835.
- [26] Vetrmani R., Sudha M.L., Haridas Rao P.: Effect of extraction rate of wheat flour on the quality of vermicelli. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 411-416.
- [27] Willet W.C., Skerret P.J.: Eat, Drink and Be Healthy. Free Press, New York 2001, USA.

QUALITY OF WHOLE GRAIN PASTA AVAILABLE IN MARKET

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the chemical composition, the physical properties, and the cooking quality of commercially available whole grain pasta of wheat, spelt, and rye. In the tested assortments of pasta, there were determined the contents of protein, ash, total dietary fibre including soluble and insoluble fractions, and acid detergent fibre including cellulose and lignin. The water solubility index

(WSI) and water absorption index (WAI) were also analyzed. The minimal cooking time for pasta was determined, as were the cooking losses of dry matter and the coefficient of weight increase after cooking.

The whole-wheat pasta was characterized by the highest content of protein. The content of protein was about 16 % d.m. in two of four assortments of the whole-wheat pasta. The lowest protein content, ranging from 6.6 to 7.3 % d.m., was reported in the rye pasta. The ash content in the whole grain pasta was different and depended on the kind and type of flour used to produce pasta. The wheat wholemeal (graham) wheat pasta was characterized by the highest content of ash amounting to 2.3 % d.m. The content of total dietary fibre in the products tested highly varied in a range from 4.73 % d.m. (whole-spelt pasta) to 22.6 % d.m. (wholemeal wheat (graham) pasta). In the whole-wheat and whole-rye pasta, the insoluble fraction of the dietary fibre prevailed, while the soluble fraction of dietary fraction prevailed in the whole-spelt pasta. The whole-rye pasta was characterized by the highest values of cooking losses of dry matter exceeding 10%. The absolute majority of pasta assortments tested should not be classified as wholemeal or whole grain products.

Key words: whole-grain pasta, wholemeal pasta, dietary fibre, physical properties, cooking quality, chemical composition ☒