

JAKOŚĆ MAKARONÓW W ŚWIETLE ICH SKŁADU PIERWIASTKOWEGO

PASTA QUALITY IN VIEW OF ITS ELEMENTAL COMPOSITION

Małgorzata Grembecka, Agnieszka Mielczarek, Piotr Szefer

Katedra i Zakład Bromatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, Gdańsk

Słowa kluczowe: makaron, mikroelementy, makroelementy

Key words: pasta, microelements, macroelements

STRESZCZENIE

Oznaczono zawartość wapnia, potasu, żelaza i cynku w 13 różnych gatunkach makaronów ogólnie dostępnych w sprzedaży. Pierwiastki oznaczono, po uprzedniej mineralizacji na mokro, metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją płomieniową (FAAS). Poprawność zastosowanej metodyki sprawdzono na podstawie analizy certyfikowanych materiałów odniesienia.

Średnia zawartość analizowanych pierwiastków (mg/100 g) w makaronach wynosiła: 16,3 dla wapnia; 159 dla potasu; 1,93 dla żelaza oraz 1,35 dla cynku. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano oceny realizacji dziennego zapotrzebowania na poszczególne składniki mineralne w stosunku do zalecanych norm dla osoby dorosłej. Stwierdzono, że zapotrzebowanie na badane pierwiastki jest w największym stopniu realizowane przez makarony razowe. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ rodzaju mąki użytej do produkcji makaronu (razowa, semolina, pszeniczna zwykła) na zawartość analizowanych pierwiastków.

ABSTRACT

Concentrations of iron, zinc, copper and manganese were determined in 13 different kinds of pasta available in sale. The concentrations of chemical elements were analysed, after wet mineralization, by flame atomic absorption spectrometry – AAS with deuterium background correction. Reliability of the procedure was checked by analysis of certified reference materials. The average concentrations (mg/100 g) of minerals in pasta were as follows: 16.3 for calcium; 159 for potassium; 1.93 for iron and 1.35 for zinc. These measurements allowed to estimate the realisation of the recommended daily intake of bioelements with the analysed products for an adult person. The highest percentage of realisation was estimated for wholewheat pasta. Statistical analysis has shown a strong influence of the flour type (wholemeal, semolina, wheat) used in pasta production on elements concentrations.

WSTĘP

Podstawę piramidy żywieniowej stanowią produkty zbożowe i dlatego ich udział w codziennej diecie powinien być istotny. Produkty te są źródłem błonnika, węglowodanów, witamin, białka, a także składników mineralnych, takich jak makroelementy i mikroelementy. Składniki mineralne przyjmuje się prawie wyłącznie z pożywieniem, gdyż organizm człowieka nie ma możliwości ich wytwarzania i dlatego muszą być one dostarczane w odpowiednich proporcjach i ilościach. Jeśli w naszej diecie zabraknie jakiegoś ważnego pierwiastka, prędzej czy później wystąpią objawy tego niedoboru.

Zgodnie z danymi piśmiennictwa dieta pełnoziarnista jest związana z obniżeniem ryzyka wielu chorób przewlekłych, gdyż nieoczyszczone ziarna charakteryzują się dużym bogactwem składników odżywczych i związków fitochemicznych [6].

Makaron jest produktem żywnościowym wytwarzanym na bazie mąki, wody i niekiedy jaj (mówimy wtedy o makaronie jajecznym) o szerokiej gamie kształtów i zastosowań. Wytwarza się go z mąki z pszenicy twardej (*Triticum durum*), zwanej semoliną, o wysokiej zawartości glutenu ale również znany jest też makaron otrzymany z mąki będącej wynikiem zmielenia miękkiego ziarna (*Triticum vulgare*) [10]. W Polsce makaron staje się coraz bardziej popularnym artykułem

Adres do korespondencji: Małgorzata Grembecka, Katedra i Zakład Bromatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, 80-416 Gdańsk, Al. Gen.J. Hallera 107 tel./fax 58 34 93 110, e-mail: mgrembecka@gumed.edu.pl

żywnościowymi, a statystyczny Polak zjada 4,44 kg makaronu rocznie [8].

Po ugotowaniu 100 g makaronu ma mniej więcej tyle białka, węglowodanów, błonnika pokarmowego, żelaza i kalorii, co 50 g chleba. Głównym źródłem energii są tu węglowodany. W celu wzbogacenia wartości odżywczej makaronów stosowane są różne dodatki: jaja, koncentraty białkowe, mleko i drożdże. Makarony są obfitym źródłem energii. 100 g makaronu dostarcza średnio 330-380 kcal, 70-78% węglowodanów i 11-12,8% białka [4]. Należy zaznaczyć, że w trakcie gotowania dochodzi do pewnych strat witamin rozpuszczalnych w wodzie.

Niektóre makarony zawierają domieszkę warzyw, roślin morskich lub mączki sojowej, co znacznie podnosi ich wartość odżywczą. Żelazo zawarte w makaronie jest trudniej przyswajalne niż żelazo zawarte w produktach pochodzenia mięsnego. Można jednak zwiększyć jego przyswajalność podając makaron z produktami bogatymi w witaminę C, z nabiałem lub z niewielką ilością mięsa. Dzięki temu następuje również efekt uzupełniania się aminokwasów, a tym samym wzrost wartości biologicznej i lepsze wykorzystanie białka przez organizm.

Celem pracy było określenie jakości ogólnie dostępnych w sprzedaży wybranych gatunkach makaronów w zakresie ich składu pierwiastkowego (zawartości cynku, żelaza, wapnia i potasu) oraz ocena realizacji zalecanego dziennego zapotrzebowania na niezbędne składniki mineralne.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań było 13 rodzajów makaronów, które zostały zakupione w handlu detalicznym na terenie Trójmiasta. Analizowane makarony w większości były pochodzenia polskiego, jednakże w celach porównawczych przeanalizowano również produkty importowane z Włoch. Opis materiału badawczego podano w tabeli 1. Łącznie zanalizowano 39 próbek analitycznych.

W celu oznaczenia poszczególnych składników mineralnych, próbki produktów poddano mineralizacji na mokro. Odważono z dokładnością do 0,0001 g po trzy 1 gramowe próbki każdego z produktów. Przeniesiono je do bomb teflonowych i traktowano 9,0 cm³ stężonego kwasu azotowego, (65% HNO₃, Selectipur firmy „Merck”). Bomby umieszczano w systemie do mineralizacji mikrofalowej firmy Milestone (typ MLS 1200). Dla każdej serii mineralizowanych próbek wykonywano próbę ślepą według tej samej procedury.

Zawartość Zn, Fe, Ca i K oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS) za pomocą spektrometru PU 9100X firmy Philips sprzężonego z komputerem. Zastosowano atomizację płomieniową

Tabela 1. Charakterystyka materiału badawczego
Characteristics of the analysed products

Nazwa	Charakterystyka	Producent
Makaron All'uovo Andalini	semolina z pszenicy durum, jaja 20,3%	Włochy
Makaron Arrighi	semolina z pszenicy durum	Włochy
Makaron Farfalle Riscossa	semolina z pszenicy durum	Włochy
Makaron La Sovrana di Puglia	mąka pszenna z ziarna durum	Włochy
Makaron luksusowy	semolina, kaszka makaronowa, jaja (3 jaja/kg mąki), kurkuma,	Polska
Makaron razowy Bio	mąka razowa graham typ 1850	Polska
Makaron razowy Jarowit	mąka razowa pszenna	Polska
Makaron razowy graham	mąka pszenna 1850 – Graham, mąka pszenna 1400 – sitkowa	Polska
Makaron świderki Lubella	mąka z pszenicy durum, witamina A	Polska
Makaron świderki Malma Miła	semolina z pszenicy durum, jaja świeże (6 jaj/kg mąki)	Polska
Makaron świderki Malma	semolina z pszenicy durum	Polska
Makaron świderki Vitalia	mąka z pszenicy zwyczajnej	Polska
Niteczki domowe	mąka pszenna typ 500, jaja (2 jaja/kg mąki)	Polska

(powietrze-acetylen) z deuterową korekcją tła. Przy oznaczaniu potasu sporządzono rozcieńczenia z 0,2% roztworem chlorku cezu jako buforem dejonizującym, natomiast oznaczanie zawartości wapnia przebiegało z dodatkiem 0,4% roztworem chlorku lantanu jako buforu korygującego. Dokładność i precyzję pomiarów analitycznych sprawdzono poprzez analizę dwóch certyfikowanych materiałów odniesienia, tj. Tea NCS DC 73351 oraz Cabbage IAEA – 359. Uzyskano zgodność pomiędzy wartościami deklarowanymi dla materiałów odniesienia, a wynikami badań kontrolnych. Wartość odzysku (miara dokładności) oszacowana na podstawie analizy ww. materiałów odniesienia wynosiła od 85,2 do 94,0%, a odchylenie standardowe (miara precyzji) 0,64 – 4,82%.

W celu przeprowadzenia analizy statystycznej posłużono się komputerowym pakietem statycznym STATISTICA 8.0. Przy pomocy testów *Kolmogorowa-Smirnowa* oraz *Shapiro-Wilka* stwierdzono brak rozkładu normalnego w zawartości poszczególnych pierwiastków w badanych produktach. W pracy zastosowano metody nieparametryczne w celu zbadania ewentualnego wpływu poszczególnych czynników, na ustalonym poziomie istotności ($p < 0,05$), na zawartość badanych pierwiastków. Za pomocą testu rang *Kruskalla-Wallis* zweryfikowano uzyskane wyniki.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 2 zestawiono wyniki oznaczeń zawartości cynku, żelaza, wapnia i potasu w próbkach badanych makaronów.

Tabela 2. Średnia zawartość [$\bar{x}\pm SD$, (zakres)] składników mineralnych w makaronach, w mg na 100 g produktu

The average [$\bar{x}\pm SD$, (range)] content of mineral elements in pasta, in mg/100 g of the product

Produkt	Zn	Fe	Ca	K
Makaron „Stelle” - gwiazdki	1,21±0,01 1,20-1,22	1,93±0,10 1,82-2,03	21,4±1,02 20,3-22,4	183±14,5 173-193
Makaron „Anellini rigati” – kółeczka karbowane	1,17±0,08 1,09-1,23	1,95±0,11 1,86-2,08	17,0±0,21 16,9-17,2	146±0,72 146-147
Makaron „Farfalle” - kokardki	0,93±0,01 0,92-0,94	1,42±0,02 1,40-1,43	15,6±0,35 15,4-15,9	140±4,88 137-144
Makaron „Corallini” - koraliki	0,90±0,01 0,89-0,91	1,75±0,07 1,69-1,82	15,6±1,31 14,4-17,0	149±9,23 143-156
Makaron luksusowy	1,31±0,09 1,25-1,38	1,27±0,001 1,27-1,27	21,9±1,17 20,6-22,7	164±5,81 160-168
Makaron świderki Lubella	1,06±0,02 1,04-1,09	1,35±0,01 1,34-1,36	11,1±0,41 10,8-11,4	110±0,77 110-111
Makaron świderki Malma Miła	1,25±0,04 1,21-1,28	1,71±0,04 1,66-1,74	18,1±0,37 17,8-18,3	148±3,69 145-150
Makaron świderki Malma	0,83±0,01 0,82-0,84	2,20±0,11 2,07-2,28	14,0±0,74 13,4-14,8	138±2,19 136-139
Makaron świderki Vitalia	0,42±0,02 0,39-0,43	1,10±0,09 1,00-1,18	8,72±0,73 7,99-9,44	79,0±12,6 70,1-87,8
Makaron razowy Bio	1,51±0,06 1,46-1,57	1,62±0,04 1,58-1,66	17,3±0,72 16,8-18,1	191±15,1 174-203
Makaron razowy Jarowit	2,33±0,22 2,16-2,58	2,39±0,13 2,31-2,55	6,94±0,35 6,61-7,30	221±8,96 215-227
Makaron razowy graham	4,25±0,26 3,96-4,46	5,30±0,27 5,12-5,61	28,6±1,81 26,7-30,3	283±7,27 278-288
Makaron nitki	0,36±0,02 0,34-0,37	1,16±0,06 1,09-1,20	15,3±1,62 14,1-16,4	112±12,0 103-120

Poziom wapnia w badanych próbkach makaronów mieścił się w przedziale od 6,94 (makaron razowy Jarowit) do 28,6 mg/100 g (makaron razowy graham) (Tab. 2). Największą średnią zawartością tego pierwiastka odznaczała się grupa makaronów razowych – 17,6 mg/100 g, podczas gdy najmniejszą grupa makaronów zwyczajnych, nie wyprodukowanych z semoliny – 12,0 mg/100 g. Makarony z semoliny zawierały przeciętnie 16,8 mg wapnia w 100 g. Jednocześnie stwierdzono znacznie wyższe stężenie tego pierwiastka w ma-

ronach jajecznych (19,2 mg/100 g) w porównaniu do bezjajecznych (13,7 mg/100 g).

Według tabel składu i wartości odżywczej żywności [3] makaron bezjajeczny zawierał 20 mg wapnia, a w makaronie jajecznym poziom tego pierwiastka wynosił 19 mg/100 g. W opracowaniu *Souci* i wsp. [9] podane są poziomy wapnia (23 mg/100 g) dla makaronów jajecznych, które są nieznacznie wyższe niż otrzymane w niniejszej pracy.

Zawartość potasu w badanych próbkach wahała się w granicach od 95,5 mg/100 g dla makaronów z pszenicy zwyczajnej do 232 mg/100 g dla makaronów razowych. Makarony z semoliny zawierały przeciętnie 147 mg potasu w 100 g produktu. Polskie wyroby z grupy makaronów semoliny nie odbiegają pod względem zawartości makroelementów od makaronów włoskich, co może być spowodowane faktem, że semolina jest sprowadzana do Polski z innych krajów. Znacznie wyższe poziomy tego pierwiastka oznaczono w makaronach jajecznych (152 mg/100 g) niż w makaronach bezjajecznych (127 mg/100 g).

Według *Kunachowicz* i wsp. [3] makaron bezjajeczny zawierał 149 mg potasu, a makaron jajeczny 180 mg/100 g. *Souci* i wsp. [9] podają znacznie wyższe niż oznaczone w niniejszej pracy poziomy potasu dla makaronów jajecznych – 219 mg/100 g.

Rodzaj wykorzystanej do produkcji makaronu mąki znajduje również odzwierciedlenie w zawartości pierwiastków śladowych. Wyższymi poziomami cynku charakteryzują się makarony z semoliny (1,08 mg Zn/100 g) w stosunku do makaronów z pszenicy zwyczajnej (0,39 mg Zn/100 g). Najwyższą zawartością tego pierwiastka odznaczał się makaron razowy graham (4,25 mg Zn/100 g), a najniższą makaron nitki – 0,36 mg/100 g (Tab. I). Średni poziom cynku w makaronach jajecznych i bezjajecznych wynosił odpowiednio 1,03 i 0,89 mg/100 g.

Makaron jajeczny wg *Souci* i wsp. [9] zawierał średnio 1,3 mg Zn/100 g, co jest zbliżone do wyników badań własnych. Podobnie *Kunachowicz* i wsp. [3] podają dla tego samego typu makaronu porównywalne poziomy cynku (0,97 – 1,13 mg/100 g). Niższe zawartości cynku oznaczyli *Hussein* i *Bruggeman* [1] w makaronie egipskim. *Marzec* i wsp. [5] oraz *Souci* i wsp. [9] oznaczyli stężenie cynku w makaronie dwujajecznym, odpowiednio na poziomie 1,94 i 1,3 mg/100 g.

Najwyższy poziom żelaza oznaczono w makaronie razowym graham (5,30 mg/100 g), podczas gdy najniższy w makaronie świderki Vitalia – 1,10 mg/100 g. Wyższymi poziomami żelaza charakteryzowały się makarony z semoliny oraz makarony bezjajeczne (1,70 i 1,63 mg/100 g) w stosunku do makaronów z pszenicy zwyczajnej oraz jajecznych (1,13 i 1,52 mg/100 g).

Zawartość żelaza w makaronach jajecznych według tabel wartości odżywczych [7, 9] waha się od 2,2 do 3

mg/100 g. Produkty bezjajeczne charakteryzują się zawartością żelaza na poziomie od 2,2 do 3,4 mg/100g [7].

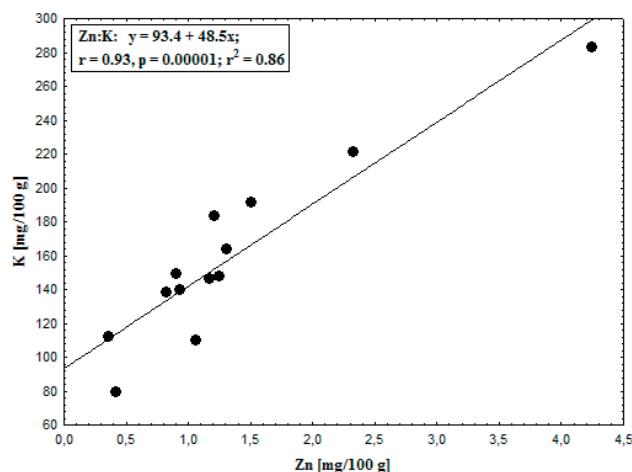
Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono ocenę realizacji dziennego zapotrzebowania na poszczególne składniki mineralne w stosunku do zalecanych norm dla osoby dorosłej [2]. Wyniki przedstawiono w tabeli 3. Zapotrzebowanie na Ca, K, Zn i Fe jest w największym stopniu realizowane odpowiednio przez makarony razowe: 1,76%, 4,93%, 24,5 – 33,7% oraz 17,2 – 31,0%. W zdecydowanie mniejszym stopniu zapotrzebowanie na badane pierwiastki spełniają makarony z semoliny i pszenicy zwyczajnej (Tab. 3).

Tabela 3. Procent realizacji zalecanej normy dziennej na składniki mineralne dla osoby dorosłej
Percentage of realisation of the recommended daily intake of mineral elements for an adult person

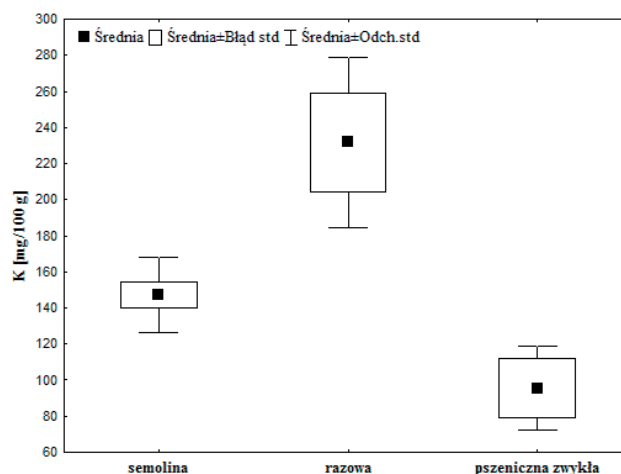
Produkt	Zn	Fe	Ca	K
Zalecane normy dzienne [mg/osoba dorosła/dzień]	8 - 11	10 - 18	1000	4700
	% realizacji normy			
Makaron „Stelle” - gwiazdki	11,0 - 15,1	10,7 - 19,3	2,14	183
Makaron „Anellini rigati” – kółeczka karbowane	10,6 - 14,6	10,8 - 19,5	1,7	146
Makaron „Farfalle” - kokardki	8,45 - 11,6	7,89 - 14,2	1,56	140
Makaron „Corallini” - koraliki	8,18 - 11,3	9,72 - 17,5	1,56	149
Makaron luksusowy	11,9 - 16,4	7,06 - 12,7	2,19	164
Makaron świderki Lubella	9,64 - 13,3	7,50 - 13,5	1,11	110
Makaron świderki Malma Miła	11,4 - 15,6	9,50 - 17,1	1,81	148
Makaron świderki Malma	7,55 - 10,4	12,2 - 22,0	1,4	138
Makaron świderki Vitalia	3,82 - 5,25	6,11 - 11,0	0,87	79
Makaron razowy Bio	13,7 - 18,9	9,00 - 16,2	1,73	191
Makaron razowy Jarowit	21,2 - 29,1	13,3 - 23,9	0,69	221
Makaron razowy graham	38,6 - 53,1	29,4 - 53,0	2,86	283
Makaron nitki	3,27 - 4,50	6,44 - 11,6	1,53	112

W analizie korelacyjnej wykorzystano współczynnik *R-Spearmana*, gdyż za pomocą testów *Kolmogorowa-Smirnowa* oraz *Shapiro-Wilka* stwierdzono brak rozkładu normalnego w zawartości poszczególnych pierwiastków w badanych produktach. Stwierdzono istnienie znaczących korelacji dodatnich pomiędzy Zn i K ($p < 0,001$), a także Fe-K oraz Ca-K ($p < 0,05$). Interpretacja graficzna wyników analizy regresyjnej została przedstawiona na ryc. 1.

Za pomocą testu ANOVA *Kruskala-Wallisa* zwerifikowano uzyskane wyniki. W badanych próbkach makaronów stwierdzono statystycznie istotny wpływ typu mąki użytej do jego produkcji (semolina, psze-



Ryc. 1. Interpretacja graficzna analizy regresyjnej dla badanych próbek makaronów
The results of regression analysis for the analysed samples of pasta



Ryc. 2. Wyniki analizy wariancji dla zawartości K w badanych makaronach
Results of ANOVA analysis for the K content in the analysed pasta

niczna zwykła, razowa) na kształtowanie się poziomów stężeń Zn ($H = 9,06$; $p = 0,01$), K ($H = 8,45$; $p = 0,01$) oraz Fe ($H = 6,19$; $p = 0,04$). Interpretacja graficzna wyników analizy wariancji została przedstawiona na ryc. 2. Nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic w badanych próbkach makaronów w zależności od dodatku bądź nie jaj w trakcie jego produkcji.

WNIOSKI

1. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że makarony razowe, które posiadają wysokie walory kulinarne, są istotnym źródłem wapnia, potasu, cynku i żelaza dla człowieka.
2. Zaobserwowano wpływ rodzaju mąki użytej do produkcji (razowa, semolina, pszeniczna zwykła) na

zawartość analizowanych pierwiastków w badanych rodzajach makaronów.

3. Uzyskane wyniki zawartości makro- i mikroelementów w makaronach stanowią uzupełnienie norm krajowych i tablic wartości odżywczej

PIŚMIENNICTWO

1. *Hussein L., Bruggeman J.*: Zinc analysis of Egyptian foods and estimated daily intakes among an urban population group. *Food Chemistry* 1997, 58 (4), 391-398.
2. *Jarosz M., Bulhak-Jachymczyk B.*: Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
3. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
4. *Marhylo B.A., Dexter J.E.*: Pasta production. W: *Owen G.*, ed. *Cereals processing technology*. Boca Raton CRC Press, 2001, 109-130.
5. *Marzec Z., Iwanow K., Kunachowicz H., Rutkowska U.*: Tabele zawartości pierwiastków śladowych w produktach spożywczych. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 1992.
6. *McKeown N.M., Meigs J.B., Liu S., Wilson P.W., Jacques P.F.*: Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study *The American Journal of Clinical Nutrition* 2002, 76 (2), 390-398.
7. *Piekarska J., Łoś-Kuczera M.*: Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich 1983.
8. *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej* 2009.
9. *Souci S.W., Fachmann H., Kraut H.*: *Food Composition and Nutrition Tables*. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart 2002.
10. *Świdorski F.*: *Towaroznawstwo żywności przetworzonej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1999.

Otrzymano: 25.10.2010

Zaakceptowano do druku: 18.05.2011

