

Małgorzata Grembecka, Agnieszka Kusiuk, Piotr Szefer

ZAWARTOŚĆ MAGNEZU, FOSFORU, CYNKU I ŻELAZA W RÓŻNYCH GATUNKACH PIECZYWA

Katedra i Zakład Bromatologii Akademii Medycznej w Gdańsku
Kierownik: prof. dr hab. P. Szefer

Oznaczono zawartość magnezu, cynku, żelaza i fosforu w pieczywie świeżym białym i ciemnym oraz pieczywie chrupkim. Na podstawie uzyskanych wyników oceniono realizację zalecanego dziennego zapotrzebowania na niezbędne składniki mineralne.

Hasła kluczowe: mikroelementy, makroelementy, pieczywo.

Key words: microelements, macroelements, bread.

Według najnowszych zaleceń żywieniowych głównym źródłem energii w diecie powinny być węglowodany złożone. Najwięcej dostarczają ich produkty zbożowe, dlatego też podstawowym składnikiem codziennej diety każdego Polaka winno być pieczywo, zwłaszcza ciemne. Produkty węglowodanowe są ważnym źródłem błonnika pokarmowego, a dieta oparta na produktach i potrawach bogatych w ten składnik chroni przed chorobami serca i pewnymi typami nowotworów złośliwych (1). Według danych statystycznych, w 2002 r. miesięczne spożycie pieczywa ogółem przypadające na jedną osobę w gospodarstwach domowych kształtowało się na poziomie 6,33 kg, czyli 77 kg/osoba rocznie (2).

Skład chemiczny i wartość odżywcza pieczywa zależą głównie od rodzaju i wyciągu mąki użytej do produkcji, zastosowanego procesu technologicznego, zawartości wody w wyrobie gotowym oraz dodatków technologicznych. Producenci produktów zbożowych prześcigają się nawzajem w wymyślaniu coraz to nowszych, lepszych i zdrowszych gatunków pieczywa chcąc spełnić wymagania konsumentów dotyczące zdrowego stylu odżywiania jednocześnie zachowując jego wysokie walory sensoryczne (3).

Najbardziej wartościowe dla człowieka jest pieczywo ciemne, czyli chleb otrzymany ze śruty, mąki lub mieszaniny mąki o zawartości popiołu powyżej 1 proc. Pieczywo przygotowane z mąki o mniejszej niż 1 proc. zawartości popiołu uważane jest za pieczywo jasne (4). Ciemny chleb jest bogatszym źródłem błonnika, białka, tłuszczu, soli mineralnych i witamin, jednakże chętniej spożywane jest pieczywo jasne (5). Jeszcze bogatsze w mikroelementy jest pieczywo z dodatkiem ziaren: słonecznika, soi, siemienia lnianego (5).

Polacy jednak, oprócz pieczywa tradycyjnego, bardzo chętnie sięgają po różnego typu nowości – pieczywo francuskie, tostowe, o przedłużonej trwałości, a także pieczywo chrupkie. Posiada ono trzy razy mniej kalorii niż zwykły chleb, a ze

względu na niską zawartość wody można przechowywać je nawet kilka miesięcy. Wywodzi się ono ze Szwecji, gdzie już od wieków należy do stałych pozycji domowego wypieku (6). Rynek pieczywa chrupkiego obejmuje pieczywo chrupkie zwykłe, pieczywo chrupkie lekkie (ekstrudowane), suchary oraz pieczywo ryżowe (5).

MATERIAŁ I METODYKA

Na materiał badawczy składały się różne gatunki pieczywa wśród których można wyróżnić:

- chleb tostowy
- chleb oliwski
- bułki pszenne
- chleb razowy
- chleb pełnoziarnisty
- pieczywo ciemne ze słonecznikiem
- pieczywo chrupkie

W celu oznaczenia poszczególnych składników mineralnych (Mg, Zn, Fe, P) próbki produktów poddano mineralizacji mikrofalowej na mokro. Odważono po trzy 1-gramowe próbki każdego z produktów z dokładnością do 0,0001 g. Przeniesiono je do bomb teflonowych i pod wyciągiem traktowano 9,0 cm³ stęż. kwasu azotowego (V), (65% HNO₃, Selectipur firmy „Merck”). Mineralizaty uzupełniano wodą dejonizowaną z aparatu Milipore® (Baltimore, USA). Dla każdej serii mineralizacji wykonywano „próbę ślepa”.

Badane pierwiastki (Mg, Fe, Zn) oznaczano metodą spektrometrii atomowo-absorpcyjnej przy użyciu aparatu AAS PU 9100X firmy Philips. Zastosowano atomizację płomieniową i deuterową korekcję tła. Przy oznaczaniu magnezu, próbki rozcieńczano 0,1% roztworem chlorku lantanu jako buforu korygującego w stosunku objętościowym 1:100, natomiast oznaczenie zawartości cynku i żelaza przebiegało z roztworów wodnych (rozcieńczenie 1:10). Oznaczenia zawartości fosforu (rozcieńczenie 1:25) dokonano za pomocą metody kolorymetrycznej z zastosowaniem odczynnika żelazawo-molibdenowego. Równocześnie analizowano próbki kontrolne.

Poprawność zastosowanej metodyki sprawdzano na drodze analizy dwóch materiałów odniesienia, tj. Cabbage IAEA – 359 i Tea NCS DC 73351. Uzyskano zgodność pomiędzy wynikami badań własnych a wartościami deklarowanymi dla materiałów referencyjnych. Wartość odzysku oszacowana dla wyników badań kontrolnych oraz wartości deklarowanych dla materiałów odniesienia wynosiła od 83,4 do 103%.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Wyniki oznaczeń metali w poszczególnych rodzajach pieczywa zebrano w tab. I.

W próbkach pieczywa jasnego (tab. I) zawartość magnezu wahała się od 16,8 do 31,2 mg/100 g, średnio 21,0 mg/100 g produktu. Największe stężenie (31,2 mg/100 g) stwierdzono w chlebie tostowym natomiast najmniejsze w bułce wrocławskiej (16,8 mg/100 g). Próbki pieczywa ciemnego charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością tego pierwiastka, w tym najwyższe poziomy stężenie obserwowano w próbkach chleba razowego ze słonecznikiem (80,7 mg/100 g), a najniższe w próbkach chleba żytniego (16,7 mg/100 g). Większa zawartość magnezu w produktach pełnoziarnistych w porównaniu z pieczywem jasnym wskazuje na istotny wpływ obróbki ziarna podczas przemiału. Najwyższy poziom magnezu spośród wszystkich próbek oznaczono w pieczywie chrupkim (88,4 mg/100 g). Stężenie magnezu w porównaniu z grupą najczęściej spożywanego pieczywa, tj. pieczywa jasnego jest 3,5 razy większe dla pieczywa chrupkiego.

Według *Hussein i Bruggeman'a* (7) średnia zawartość magnezu w chlebie wynosi 27 mg/100 g, podczas gdy *Skibniewska* i współpr. (8) podają jego średnie stężenie w chlebie z jasnej mąki na poziomie 8,64 mg/100 g, a *Capar i Cunningham* (9) na poziomie 22,3 mg/100 g. Uzyskali oni (9) znacznie większą średnią zawartość tego pierwiastka na podstawie analiz chleba pszennego pełnoziarnistego, wynoszącą 73,7 mg/100 g produktu. *Souci* i współpr. (10) podają zawartość magnezu w pieczywie

Tabela I
Zawartość pierwiastków chemicznych (mg/100 g produktu rynkowego) w pieczywie

Table I
The content of mineral elements in bread (mg/100 g market product)

Lp.	Rodzaj pieczywa	Liczba próbek	% H ₂ O	Mg	P	Fe	Zn
				$\bar{x} \pm SD$			
1	Chleb tostowy US TOAST	3	34,9	20,5±0,50	131±8,99	1,29±0,06	0,66±0,04
2	Chleb tostowy pszenny	3	33,8	18,1±0,84	137±2,35	1,07±0,09	0,74±0,03
3	Chleb tostowy delikatesowy	3	32,2	31,2±1,61	208±5,10	1,28±0,08	1,04±0,01
4	Chleb oliwski	9	35,4	18,6±2,71	156±14,9	1,82±0,62	0,76±0,13
5	Bułka wrocławska	6	26,8	16,8±4,81	194±25,5	0,81±0,33	0,67±0,18
6	Chleb żytni z mąką	3	35,9	16,7±0,71	149±9,66	2,04±0,08	0,76±0,04
7	Chleb żytni	12	40,6	25,5±12,5	164±45,5	2,2±0,6	1,1±0,3
8	Chleb razowy	6	39,0	38,4±0,71	233±34,6	1,89±0,15	1,16±0,06
9	Chleb pełnoziarnisty	3	38,7	34,4±0,90	205±3,27	2,53±0,09	1,21±0,03
10	Chleb żytni pełnoziarnisty	3	46,5	33,9±2,60	186±12,6	1,23±0,12	0,94±0,09
11	Chleb żytni pełnoziarnisty razowy	3	46,1	35,1±0,73	180±5,18	1,19±0,07	0,90±0,08
12	Chleb razowy ze słonecznikiem	6	38,4	62,4±6,6	318±52,3	2,4±0,02	1,9±0,12
13	Chleb słonecznikowy	3	36,6	49,3±0,69	290±12,6	2,40±0,06	1,35±0,04
14	Chleb Fitness style ze słonecznikiem	3	43,6	80,7±2,07	270±7,02	1,92±0,10	1,49±0,11
15	Chleb żytni pełnoziarnisty ze słonecznikiem	3	45,4	44,7±0,58	205±4,26	1,21±0,07	1,05±0,06
16	Pieczywo chrupkie	6	–	84,2±0,49	466±27,6	3,4±0,16	2,12±0,04
17	Pieczywo chrupkie żytnie	3	–	78,8±1,58	502±12,2	2,91±0,07	2,48±0,12
18	Pieczywo lekkie pszenne pełnoziarniste	3	–	81,6±1,33	443±18,0	3,16±0,29	1,41±0,03
19	Pieczywo lekkie ryżowe	3	–	15,6±0,71	211±13,0	1,25±0,09	0,87±0,03
20	Wafle ryżowe	3	–	88,4±2,06	498±15,4	1,43±0,13	1,23±0,04

jasnym w granicach od 24–30 mg/100 g produktu rynkowego, co zgodne jest z wynikami otrzymanymi w niniejszej pracy. Według *Kunachowicz* i współpr. (11) stężenie ww. pierwiastka w różnych gatunkach pieczywa ciemnego waha się od 19 do 74 mg/100 g dla pieczywa żytniego razowego ze słonecznikiem.

W badanych próbkach pieczywa (tab. I) zawartość fosforu mieściła się w przedziale wartości od 131 do 502 mg/100 g produktu. Najwyższy poziom tego pierwiastka oznaczono w pieczywie chrupkim żytnim (502 mg/100 g), a najniższy w chlebie tostowym US TOAST (131 mg/100 g). Zauważono dosyć duże odchylenia w zawartości tego makroelementu w chlebach żytnich w stosunku do reszty pieczywa ciemnego. Można to wytłumaczyć faktem, iż w przypadku ww. produktów brak było informacji dotyczącej stopnia przemiału mąki użytej do produkcji. Prawdopodobnie mąka charakteryzowała się zawartością popiołu poniżej 1%. Dodatek ziaren, nasion i innych naturalnych substancji, dodatkowo podnosiła zawartość badanych makroelementów w pieczywie ciemnym.

Nieco niższe zawartości fosforu w chlebie chrupkim (331 mg/100 g), w porównaniu z wynikami badań własnych, zostały oznaczone przez *Kunachowicz* i współpr. (11) oraz *Souci* i współpr. (10) – 301 mg/100 g. Niemieckie tabele składu i wartości odżywczej żywności (10) podają zawartość fosforu w pieczywie jasnym w zakresie od 87–92 mg/100 g produktu rynkowego. Ta sama grupa pieczywa wg *Skibniewskiej* i współpr. (8) zawiera 47,5 mg P/100 g, a według źródeł amerykańskich (9) – 91 mg P/100 g. W tabelach składu i wartości odżywczej żywności opracowanych przez *Kunachowicz* i współpr. (11) podane jest stężenie fosforu na poziomie od 73 do 100 mg/100 g dla pieczywa tostowego. Wartości te są nieco niższe od tych oznaczonych w niniejszej pracy. W przypadku pieczywa ciemnego wartości podane przez *Kunachowicz* i współpr. (11) i *Souci* i współpr. (10) są zbliżone z wynikami badań własnych. Według innych źródeł (8, 9) zawartość fosforu w pieczywie ciemnym mieści się w zakresie wartości od 116 do 121 mg/100 g.

Tabela II
Ocena realizacji dziennego zapotrzebowania na składniki mineralne zalecane dla osoby dorosłej

Table II
Assessment of mineral elements intake vs the RDA proposed for adult

Produkt	Średnia zawartość w 100 g pieczywa				Pokrycie zalecanego dziennego pobrania %			
	Mg (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Mg 280–350 (mg)	P 650 (mg)	Fe 11–14 (mg)	Zn 11–14 (mg)
Pieczywo jasne	19,9±5,25	166±31,1	1,34±0,56	0,76±0,16	5,69–7,11	25,6	9,57–12,2	5,41–7,58
Chleb żytni	23,8±11,5	161±39,9	2,2±0,6	1,0±0,3	6,79–8,49	24,7	15,7–20,0	7,39–10,3
Chleb razowy	38,4±0,71	233±34,6	1,89±0,15	1,16±0,06	11,0–13,7	35,8	13,5–17,1	8,29–11,6
Chleb pełnoziarnisty	34,5±0,60	190±13,1	1,7±0,76	1,0±0,17	9,85–12,3	29,3	11,8–15,0	7,26–10,2
Chleb ciemny ze słonecznikiem	59,9±14,4	280±53,5	2,1±0,5	1,5±0,4	17,1–21,4	43,1	14,9–18,9	10,9–15,3
Pieczywo chrupkie	72,1±27,9	431±111	2,6±1,0	1,7±0,6	20,6–25,8	66,3	18,6–23,7	12,2–17,1

W próbkach pieczywa ciemnego (tab. I) zawartość żelaza wynosiła od 1,19 do 2,53 mg/100 g produktu rynkowego. Największą średnią zawartością tego pierwiastka charakteryzował się chleb żytni (2,20 mg/100 g), podczas gdy najmniejszą chleb żytni pełnoziarnisty razowy (1,19 mg/100 g). W pieczywie jasnym zawartość żelaza mieściła się w granicach od 0,81 do 1,82 mg/100 g, średnio 1,52 mg/100 g, podczas gdy w pieczywie chrupkim od 1,25 do 3,4 mg/100 g. Pod względem zawartości tego pierwiastka pieczywo ciemne nie różni się znacząco od pieczywa chrupkiego ale co ciekawe, zaobserwowano niższe jego poziomy w pieczywie ciemnym z dodatkami w stosunku do pieczywa ciemnego bez dodatków.

W opracowaniu *Kunachowicz* i wspólr. (11) poziom żelaza w pieczywie chrupkim wynosił średnio 4 mg/100 g, podczas gdy w badaniach własnych otrzymano wartości nieco niższe. *Souci* i wspólr. (10) dla tego samego rodzaju chleba podają wartość jeszcze wyższą równą 4,7 mg/100 g. Zawartość żelaza w pieczywie jasnym i pieczywie ciemnym oznaczona w niniejszej pracy jest zbliżona do wyników podanych przez *Souci* i wspólr. (10) i *Kunachowicz* i wspólr. (11). Według innych źródeł (8, 9, 12) zawartość tego pierwiastka w pieczywie jasnym mieści się w zakresie od 0,61 do 3,03 mg/100 g, podczas gdy w pieczywie ciemnym od 1,25 do 2,73 mg/100 g. *Malinowska* i *Szefer* (13) podają wyższe, w porównaniu z wynikami badań własnych, stężenia żelaza w chlebie słonecznikowym (5,63 mg/100 g), chlebie żytnim pełnoziarnistym (4,61 mg/100 g), natomiast zbliżone w przypadku pieczywa chrupkiego (2,08 mg/100 g).

W próbkach pieczywa jasnego (tab. I) zawartość cynku wynosiła od 0,67 do 1,04 mg/100 g produktu, średnio 0,79 mg/100 g. Najwyższymi poziomami tego pierwiastka charakteryzowały się pieczywo chrupkie, od 0,87 do 2,48 mg/100 g, podczas gdy próbki chleba ciemnego zawierały od 0,76 do 1,90 mg Zn/100 g produktu. Średnie stężenia cynku w pieczywie ciemnym nie różniły się znacząco.

Zbliżone do badań własnych zawartości ww. pierwiastka dla pieczywa ciemnego podają tabele wartości odżywczej opracowane przez niemieckich ekspertów (10). Według tabel składu i wartości odżywczej żywności (11) stężenie cynku w pieczywie wynosi odpowiednio: 2,54 mg/100 g dla razowego, 4,1 mg/100 g dla chrupkiego i 1,10 mg/100 g dla pszennego. Wartości te są wyższe od wyników badań własnych. Natomiast inne źródła literaturowe (8, 9, 12) podają wartości zmieniające się od 0,35 do 1,0 mg/100 g dla pieczywa jasnego i od 0,88 do 1,05 mg/100 g dla pieczywa ciemnego. Według *Malinowskiej* i *Szefera* (13) zawartość cynku znajdowała się w zakresie stężeń od 1,93 do 2,45 mg/100 g dla chleba słonecznikowego oraz 1,18–2,55 mg/100 g dla pieczywa żytniego pełnoziarnistego. W przypadku pieczywa chrupkiego podane przez ww. autorów dane dotyczące stężenia cynku są zbliżone do wyników badań własnych.

Na podstawie oznaczonego składu mineralnego pieczywa jasnego, ciemnego i chrupkiego obliczono procent realizacji zalecanego dziennego zapotrzebowania dla osoby dorosłej na składniki mineralne zawarte w 100 g produktu w porównaniu z zalecanymi normami (14). Wyniki przedstawiono w tab. II.

Analiza otrzymanych wyników pozwala stwierdzić, że w najwyższym stopniu zapotrzebowanie na pierwiastki jest realizowane przez 100 g pieczywa chrupkiego. Wynosi ono 66,3% dla fosforu,

20,6–25,8% dla magnezu, 18,6–23,7% dla żelaza i 12,2–17,1% dla cynku. Na drugim miejscu pod względem spełnienia norm plasuje się grupa pieczywa ciemnego z dodatkami, której procent realizacji zapotrzebowania dla pierwiastków śladowych mieści się w zakresie od 17,1 do 21,4% dla magnezu, 43,1% dla fosforu, 14,9–18,9% dla żelaza i 10,9–15,3% dla cynku. Warto zauważyć, że pieczywo jasne, które jest najczęściej spożywanym produktem zbożowym przez Polaków, pokrywa to zapotrzebowanie w dużo mniejszym stopniu, który wynosi od 5,69 do 7,11% dla magnezu, 25,6% dla fosforu, 9,57–12,2% dla żelaza i 5,41–7,58% dla cynku.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że badane gatunki pieczywa, w szczególności chrupkiego i ciemnego, są ważnym źródłem magnezu, fosforu, cynku i żelaza w codziennej diecie człowieka.

M. Grembecka, A. Kusiuk, P. Szefer

CONTENT OF MAGNESIUM, PHOSPHORUS, ZINC AND IRON
IN DIFFERENT KINDS OF BREAD

Summary

The determination of mineral nutrients' concentration was performed in 45 kinds of commercially available bread. The contents of Mg, Zn and Fe were analysed, after previous wet mineralization, by flame atomic absorption spectrometry (FAAS). Phosphorus was determined in the form of phosphomolybdate blue by colorimetry. Reliability of the procedure was checked by analysis of the certified reference materials. The trace metal contents in bread differed significantly. The highest levels of the analysed elements (Mg, P, Fe and Zn) were found in crispbread: 72.1, 431, 2.61 and 1.71 mg/100 g, respectively, of market product. Our data obtained indicate that the RDA for adult is best satisfied by 100 g of crispbread.

PIŚMIENNICTWO

1. *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. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002; 76(2): 390-398. – 2. *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2003.* – 3. *Kihlberg I., Johansson L., Kohler A., Risvik E.*: Sensory qualities of whole wheat pan bread- influence of farming system, milling and baking technique. *J. Cereal Sci.*, 2004; 39: 67-84. – 4. *Gąsiorowski H.*: Żyto – chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1993. – 5. *Piątek K.*: Raport. Rynek tłuszczów roślinnych i przetworów zbożowych. Poradnik handlowca on-line. 2001; 8. – 6. *Internet.*: Raport. Rynek tłuszczów roślinnych i przetworów zbożowych. Poradnik handlowca on-line. 2002; 12. – 7. *Hussein L., Bruggeman J.*: Zinc analysis of Egyptian foods and estimated daily intakes among an urban population group. *Food Chem.*, 1997; 58(4): 391-398. – 8. *Skibniewska K.A., Fiecko M., Fornal L., Smoczyński S.S.*: Influence of starter culture and complex dough improver on in vitro digestibility of some minerals from bread. *Current Trends in Commodity Science II*, Poznań 2002. – 9. *Capar G.S., Cunningham W.C.*: Element and radionuclide concentrations in food: FDA total diet study 1991-1996. *J. AOAC Intern.*, 2000; 83(1): 157-177. – 10. *Souci S.W., Fachmann H., Kraut H.*: *Food Composition and Nutrition Tables*. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart 2002.
11. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005. – 12. *Falandysz J., Kotecka W.*: Stężenia metali w wybranych produktach spożywczych Trójmiasta. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1993; 26(2): 143-144. – 13. *Malinowska E., Szefer P.*: Zawartość wybranych biopierwiastków w pieczywie oraz roślinnych dodatkach do pieczywa. *Roczn. PZH*, 2005; 56(2): 171-178. – 14. *Panczenko-Kresowska B., Ziemiański Ś.*: Składniki mineralne – ich znaczenie w żywieniu człowieka. W: *Normy żywienia człowieka – fizjologiczne podstawy*. Red. Ziemiański Ś. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001, 309-360.