

*Maria Długaszek, Jolanta Poleć, Monika Mularczyk-Oliwa*

## ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W NAPARACH KAWY W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU ICH SPORZĄDZENIA

Instytut Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie  
Kierownik Zakładu: dr inż. *M. Zygmunt*

*W naparach kawy oznaczono metodą spektrometrii absorpcji atomowej (AAS) zawartość: Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, Al, Pb, Cd, Cr oraz Ni. Napary kawy przygotowano uwzględniając następujące kryteria: czas parzenia, rodzaj kawy (mielona, rozpuszczalna), sposób parzenia („po turecku”, ekspres przelewowy) i rodzaj wody stosowanej do parzenia (dejonizowana, wodociągowa, mineralna). Stwierdzono, iż wszystkie badane czynniki mają wpływ na migrację metali do naparu.*

Hasła kluczowe: napary kawy, pierwiastki, spektrometria absorpcji atomowej.  
Key words: coffee infusions, elements, atomic absorption spectrometry.

Kawa jest powszechnie spożywanym napojem. Najwięcej piją jej mieszkańcy krajów skandynawskich (Finowie i Szwedzi ok. 15 kg rocznie), Polacy natomiast 3,7 kg (1). Ziarna kawy zawierają obok białek (13%), tłuszczów (15%), węglowodanów (8%), wody (11%), polifenoli (8%), kofeiny (1,5–2,3%) sole mineralne w ilości 7% (2). W kawie mielonej oznaczono średnie ilości następujących pierwiastków: (mg/100 g) Ca – 84,1, Mg – 210, K – 1369, Na – 42,0, Zn – 0,53, Cu – 1,61, Fe – 4,16, Mn – 2,24, Cr – 0,03 i Ni – 0,16 (3). Podobne ilości pierwiastków oznaczyli także inni autorzy (4, 5, 6). Część z pierwiastków podczas parzenia kawy przechodzi do naparu. O stopniu ich migracji decyduje szereg czynników fizykochemicznych, m.in. temperatura, powierzchnia ekstrakcji, wartość pH, czas ekstrakcji, obecność tych samych lub innych jonów i związków chemicznych, a także forma chemiczna w jakiej występują. Określono dużą zmienność ługowania (wyrażoną w %) szczególnie dla Ca (1,87–70,9) i Zn (0,6–90,4) (3). Ci sami autorzy ustalili, iż średnio do naparu ekstrahuje się: Ca – 30,6%, Mg – 55,1%, K – 75,8%, Na – 47,7%, Zn – 28,7%, Cu – 3,28%, Fe – 7,80%, Mn – 24,5%, Cr – 62,2% i Ni – 41,6%.

Celem pracy było oznaczenie zawartości pierwiastków (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Al, Mn, Pb, Cd, Cr i Ni) w naparach tej samej kawy sporządzonych z uwzględnieniem takich czynników, jak: czas parzenia, rodzaj stosowanej kawy i wody oraz sposób parzenia („po turecku” i w ekspresie). Wybrane pierwiastki pełnią istotną rolę w organizmie, bądź też stanowią dla niego zagrożenie np. Pb, Cd, Al i Ni.

### MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano kawę mieloną i rozpuszczalną Astra Cafe (100% arabica Cafe de Colombia, f-my PPK Astra Sp. z o.o.). Przyrządzono napary kawy z uwzględnienie-

niem następujących kryteriów: czas parzenia, rodzaj kawy (mielona, rozpuszczalna), sposób parzenia („po turecku”, ekspres przelewowy), rodzaj wody stosowanej do parzenia (dejonizowana, wodociągowa, mineralna – źródłana, Dar Natury, f-my Nestle). Liczba gramów kawy (1 g – kawa mielona i 0,5 g – kawa rozpuszczalna w 25 cm<sup>3</sup> wody), którą odważano do sporządzenia naparów odpowiada warunkom parzenia kawy w filiżance tj. 6 g kawy mielonej i 3 g kawy rozpuszczalnej (dwie łyżeczki) w 150 cm<sup>3</sup> wody. Próbkki naparów po 5, 10 i 20 min parzenia i po przesączeniu, przenoszono do kolbek miarowych. Czas sporządzania naparów z wodą dejonizowaną i mineralną wynosił 10 min. Napary kawy w ekspresie przelewowym (f-my Philips) przygotowano z 20 g kawy mielonej zaparzonej w 500 cm<sup>3</sup> wody wodociągowej. Próbkki naparów oraz odpowiednie próbkki ślepe wykonano w trzech równoległych powtórzeniach. Do wszystkich naparów dodano HNO<sub>3</sub> 65% Ultranal (f-my Cheman), tak by ostateczne jego stężenie w próbce wynosiło 1%. Podczas pobierania próbek kawy, przygotowywania naparów oraz wykonywania analizy instrumentalnej kontrolowano możliwość kontaminacji. Stopień czystości stosowanych odczynników odpowiadał wymogom spektrometrii absorpcji atomowej.

W próbkach naparów oznaczono wartość pH (pH-metr CP 501, f-my Elmetron).

Zawartość pierwiastków: Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Al i Mn oznaczono techniką płomieniową (FAAS) za pomocą spektrometru absorpcji atomowej AVANTA  $\Sigma$  (GBC) w płomieniu acetylen – powietrze i acetylen – podtlenek azotu (Al) w warunkach standardowych. Zawartość Pb, Cd, Ni i Cr oznaczono w piecu grafitowym GF3000 techniką bezpłomieniową GFAAS.

Poprawność stosowanych procedur analitycznych sprawdzono w oparciu o analizę materiałów referencyjnych (NCS ZC 81002, SRM 1577b, Medisafe<sup>®</sup> level 1) oraz określając odzysk wzorca w próbkach naparów kawy. Pomiary wykonano metodą dodatku wzorca i krzywej kalibracyjnej. Warunki analizy instrumentalnej i jej charakterystykę przedstawiono w tab. I, a w tab. II zamieszczono wyniki oznaczeń zawartości pierwiastków w naparach w postaci średniej arytmetycznej ( $\bar{x}$ ) i odchylenia standardowego (s).

Tab e l a I. Warunki analizy instrumentalnej i analityczna jej charakterystyka

Tab l e I. Instrumental and analytical performance data

Pierwiastek	Długość fali (nm)	Czułość ( $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ , pg <sup>1</sup> )	Granica wykrywalności ( $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ , ng/cm <sup>3*</sup> )	Odzysk (%)
Ca	422,7	0,05	0,03	98,0
Mg	285,2	0,004	0,003	101,9
Zn	213,9	0,015	0,01	108,0
Cu	324,7	0,03	0,013	110,0
Fe	248,3	0,08	0,02	105,0
Mn	279,5	0,021	0,012	96,7
Al	396,2	0,56	0,136	94
Pb	283,3	3,2 <sup>1)</sup>	0,81 <sup>1)</sup>	100,0
Cd	228,8	0,24 <sup>1)</sup>	0,06 <sup>1)</sup>	101,7
Cr	357,9	1,44 <sup>1)</sup>	0,51 <sup>1)</sup>	108,9
Ni	232,0	4,82 <sup>1)</sup>	0,66 <sup>1)</sup>	92,7

Table II. Zawartość pierwiastków w naparach kawy zależnie od sposobu ich przygotowania (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe), ( $\mu\text{g/g}$ )  
 Table II. The content of elements in coffee infusions depending on the methods for their preparation (mean  $\pm$  standard deviation), ( $\mu\text{g/g}$ )

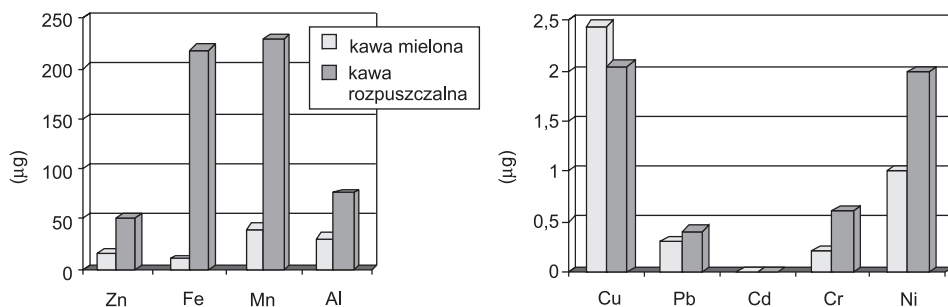
Rodzaj próbki	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Al	Pb	Cd	Cr	Ni
Woda dejonizowana	1063 $\pm$ 56	1663 $\pm$ 50	2,84 $\pm$ 0,39	0,46 $\pm$ 0,00	2,94 $\pm$ 0,32	12,10 $\pm$ 0,44	27,43 $\pm$ 15,92	0,02 $\pm$ 0,01	0,002 $\pm$ 0,001	0,020 $\pm$ 0,002	0,17 $\pm$ 0,05
5 minut <sup>1)</sup>	936 $\pm$ 275	1365 $\pm$ 162	2,06 $\pm$ 0,15	0,58 $\pm$ 0,16	2,06 $\pm$ 0,17	8,64 $\pm$ 0,24	4,76 $\pm$ 3,00	0,05 $\pm$ 0,01	0,003 $\pm$ 0,001	0,022 $\pm$ 0,006	0,17 $\pm$ 0,05
10 minut <sup>1)</sup>	1024 $\pm$ 434	1157 $\pm$ 98	2,13 $\pm$ 0,13	0,42 $\pm$ 0,04	1,70 $\pm$ 0,46	7,57 $\pm$ 0,20	5,51 $\pm$ 1,82	0,03 $\pm$ 0,01	0,002 $\pm$ 0,001	0,022 $\pm$ 0,005	0,18 $\pm$ 0,06
20 minut <sup>1)</sup>	1072 $\pm$ 37	1157 $\pm$ 29	2,32 $\pm$ 0,25	0,55 $\pm$ 0,06	2,32 $\pm$ 0,43	9,69 $\pm$ 0,16	3,29 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,01	0,001 $\pm$ 0,001	0,036 $\pm$ 0,016	0,07 $\pm$ 0,01
Woda mineralna (źródłana)	988 $\pm$ 131	1304 $\pm$ 52	2,32 $\pm$ 1,79	0,36 $\pm$ 0,09	2,88 $\pm$ 0,20	10,93 $\pm$ 1,98	9,70 $\pm$ 4,76	0,04 $\pm$ 0,02	0,002 $\pm$ 0,001	0,047 $\pm$ 0,024	0,11 $\pm$ 0,01
Kawa rozpuszczalna <sup>1)</sup>	4961 $\pm$ 1262	3182 $\pm$ 136	8,62 $\pm$ 0,22	0,36 $\pm$ 0,08	37,51 $\pm$ 2,15	38,59 $\pm$ 1,93	13,17 $\pm$ 0,08	0,05 $\pm$ 0,03	0,003 $\pm$ 0,002	0,110 $\pm$ 0,067	0,34 $\pm$ 0,07
Ekspres przelewowy <sup>1)</sup>	1150 $\pm$ 407	1829 $\pm$ 186	2,00 $\pm$ 0,94	0,69 $\pm$ 0,20	3,87 $\pm$ 3,05	10,43 $\pm$ 0,50	12,15 $\pm$ 3,85	0,02 $\pm$ 0,00	<0,001 $\pm$ <0,001	0,033 $\pm$ 0,011	0,13 $\pm$ 0,03

<sup>1)</sup> Do sporządzenia naparów stosowano wodę wodociągową.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Oznaczona wartość pH w próbkach naparów była zbliżona do siebie i mieściła się w przedziale od 4,60 (kawa rozpuszczalna) do 5,00 (kawa zaparzona wodą mineralną).

Zawartość pierwiastków w wodzie dejonizowanej, wodociągowej i mineralnej nie przekraczała najwyższych dopuszczalnych ich stężeń określonych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia (4 września 2000 r i 13 marca 2007 r.). Natomiast w próbkach naparów kawy stężenie Mn, Al i Fe (kawa rozpuszczalna) było wyższe niż przewidziane w wyżej wymienionych normach dla wody pitnej. Stężenie badanych pierwiastków (oprócz Ca) było najwyższe w wodzie wodociągowej. Największe ilości w badanych próbkach naparów kawy oznaczono Mg i Ca (tab. II). Jedna filiżanka kawy (6 g kawy, 150 cm<sup>3</sup>) pokrywa dzienne zapotrzebowanie na Ca w ok. 0,6% (rozpuszczalna – 3%), Mg – 2,5% (5%), Zn – 0,1% (0,33%), Cu – 0,1%, Fe – 0,1% (1,5%), Mn – 1,3% (5,8%) i Cr – 0,2% (0,7%) (ryc. 1). W przypadku innych metali ciężkich, zawartość Pb w jednej filiżance stanowi ok. 0,1% PTWI (Tymczasowe Tygodniowe Tolerowane Pobranie), Cd – 0,02% i Al – 0,3% (kawa rozpuszczalna – 0,8%). Natomiast ilość Ni w filiżance naparu kawy wynosi ok. 0,3% przeciętnego dziennego spożycia (100 – 300 µg wg rekomendacji WHO) (7). Otrzymane w tej pracy wyniki zawartości wyżej wymienionych pierwiastków w naparach kawy są zbliżone do publikowanych przez innych autorów (2, 8, 9, 10). W naparze kawy mielonej parzonej wodą dejonizowaną ilość oznaczanych pierwiastków (poza Pb) jest większa lub porównywalna do naparów przygotowanych z wody wodociągowej i mineralnej, z wyjątkiem kawy rozpuszczalnej i kawy z ekspresu (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Cr i Ni). W naparach kawy sporządzonych w czasie 5, 10 i 20 min obserwowano niewielkie różnice o charakterze rosnącym lub malejącym w zawartości Ca, Mg, Zn, Cr i Ni. W próbkach kawy zaparzonych wodą źródłaną w porównaniu do próbek kawy parzonych wodą wodociągową w ciągu 10 min zawartość pierwiastków (Mg, Fe, Mn, Al i Cr) była zbliżona lub wyższa. W kawie rozpuszczalnej stwierdzono wyższą zawartość Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Al, Cr i Ni w porównaniu do naparów kawy mielonej. W naparze kawy sporządzonym w ekspresie większa była zawartość Mg, Fe, Mn i Al (ponad dwukrotnie) w odniesieniu do naparów kawy mielonej (10 min).



Ryc. 1. Zawartość pierwiastków śladowych w filiżance naparu kawy mielonej i rozpuszczalnej, (µg).

Fig. 1. Content of trace elements in a cup of ground and soluble coffee infusion, (µg).

## WNIOSKI

1. W wybranym przedziale czasowym stwierdzono nieznaczne różnice w zawartości badanych pierwiastków w naparach kawy.

2. Wpływ na zawartość pierwiastków ma rodzaj kawy (mielona i rozpuszczalna). Napar kawy rozpuszczalnej zawierał największą ilość biopierwiastków, ale także znaczną ilość Al i Ni.

3. Sposób parzenia kawy także decyduje o ilości pierwiastków migrujących do naparu.

4. Obecność pierwiastków w wodzie stosowanej do sporządzania naparów również wpływała na stopień ich łągowania do naparu.

5. Dobrym naparem kawy jest napar przygotowany w ekspresie, biorąc pod uwagę znaczną zawartość biopierwiastków i niską metali toksycznych, w szczególności Pb i Cd.

M. Długaszek, J. Połęcz, M. Mularczyk-Oliwa

THE CONTENT OF CHOSEN ELEMENTS IN COFFEE INFUSIONS  
DEPENDING ON THE METHOD OF THEIR PREPARATION

Summary

The contents of Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, Al, Pb, Cd, Cr, and Ni in coffee infusions were determined by atomic absorption spectrometry (AAS). Coffee infusions were prepared taking into account the following criteria: brewing time, type of coffee (ground or soluble), method of extraction (Turkish coffee, coffee machine), and type of water (deionised water, tap water, mineral water). It was found that all tested factors affect the migration of the elements to infusions. The ranges of elemental contents were as follows ( $\mu\text{g/g}$ ): Ca 936–4961, Mg 1157–3182, Zn 2.0–8.2, Cu 0.36–0.69, Fe 1.70–37.51, Mn 7.57–38.59, Al 3.29–27.43, Pb 0.02–0.06, Cd <0.001–0.003, Cr 0.020–0.110 and Ni 0.07–0.34.

PIŚMIENNICTWO

1. <http://www.celmar.pl>. – 2. *Grembecka M., Malinowska E., Moufakkir W., Szefer P.*: Zawartość pierwiastków chemicznych w kawach mielonych i rozpuszczalnych z uwzględnieniem oceny stopnia ich łągowania do naparu. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006; 39(1): 7-14. – 3. *Grembecka M., Malinowska E., Szefer P.*: Differentiation of market coffee and its infusions in view of their mineral composition. *Sci. Total Environ.*, 2007; 383: 59-69. – 4. *Santos É.J., Oliveira E.*: Determination of mineral nutrients and toxic elements in Brazilian soluble coffee by ICP-AES. *J. Food Comp. Anal.*, 14: 523-531. – 5. *Tagliaferro F.S., Fernandes E.A.N., Bacchi M.A.*: Quality assessment of organic coffee beans for the preparation of a candidate reference material. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 2006; 269: 371-375. – 6. *Vega-Carillo H.R., Iskander F.Y., Manzanares-Acuña.*: Elemental content in ground and soluble/instant coffee. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 2002; 252: 75-80. – 7. *Biego G.H., Joyeux M., Hartemann P., Debry G.*: Daily intake of essential minerals and metallic micropollutants from foods in France. *Sci. Total Environ.*, 1998; 217: 27-36. – 8. *Bloniarz J., Zaręba S.*: Badania zawartości wybranych składników mineralnych w kawach naturalnych i naparach kawowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2000; 33(3): 241-249. – 9. *Malik J., Szakova J., Drabek O., Kokoska L.*: Determination of certain micro and macroelements in plant stimulants and their infusions. *Food Chem.*, 2008; 111: 520-525. – 10. *Olędzka R., Sędrowicz Ł.*: Badania zawartości składników mineralnych w kawie i jej naparach. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1999; 32(4): 397-402.