

*Beata Ulewicz-Magulska, Marek Wesołowski*

## MIEDŹ, MANGAN, CYNK I ŻELAZO W KWIATACH, OWOCACH, NASIONACH I KORZENIACH ROŚLIN LECZNICZYCH

Katedra i Zakład Chemii Analitycznej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego  
Kierownik: prof. dr hab. *M. Wesołowski*

*Oszacowano zawartość miedzi, manganu, cynku i żelaza w kwiatach, owocach, nasionach i korzeniach roślin leczniczych. Analizowany materiał zmineralizowano w systemie mikrofalowym z użyciem mieszaniny stężonego kwasu azotowego i wody redestylowanej. Zawartość Cu, Mn, Zn i Fe oznaczono techniką absorpcyjnej spektrometrii atomowej. Na podstawie uzyskanych wyników określono przedziały stężeń, w zakresie których występują oznaczane pierwiastki w badanych surowcach oraz wyodrębniono surowce najbogatsze i najuboższe w Cu, Mn, Zn i Fe.*

Hasła kluczowe: miedź, mangan, cynk, żelazo, roślinne surowce lecznicze, PCA.  
Key words: copper, manganese, zinc, iron, medicinal plant raw materials, PCA.

Od tysięcy lat ludzie doceniają właściwości roślin o czym świadczy fakt, iż już w II wieku p.n.e. indyjski władca Ashoka prowadził uprawy wielu roślin, które do dziś są stosowane w lecznictwie (1). W Polsce, podobnie jak w całej nowożytnej Europie, zielarstwo i ziołolecznictwo wzięło swój początek w klasztornych wirydarzach i infirmeriach. W następnych wiekach, duży wkład w rozwój ziołolecznictwa wniosło proste zielarstwo ludowe, z drugiej strony ziołolecznictwo uniwersyteckie, np. gabinet roślin leczniczych Uniwersytetu Jagiellońskiego, 1783 r. (2). Polska jest jednym z wiodących krajów w Europie w produkcji roślinnych surowców leczniczych (3).

Aktualnie rośliny lecznicze, tzw. zioła, cieszą się podobnie, jak w przeszłości, niesłabnącym uznaniem potwierdzonym nie tylko doświadczeniem wielu pokoleń, ale też wynikami badań naukowych nowoczesnej fitoterapii. Rośliny lecznicze i przyprawowe korzystnie wpływają na zdrowie człowieka, działają uspakajająco (melisa, bazylia), przeciwwzapalnie (majeranek, szalwia), mogą obniżać ciśnienie krwi (majeranek), pobudzać wydzielanie soku żołądkowego (szalwia, tymianek). Ziele bazylii i olejek bazyliowy wykorzystuje się w fitoterapii, aromaterapii, a także w przemyśle kosmetycznym i perfumeryjnym (4, 5). W ziołach wykryto liczne związki wykazujące właściwości przeciwutleniające, które chronią przed wolnymi rodnikami (6, 7). Rośliny lecznicze są też cennym źródłem wielu mikroelementów (Fe, Cu, Zn, Mn, Cr), a forma w jakiej one występują jest z reguły łatwo przyswajalna dla organizmu człowieka (8, 9).

Biorąc pod uwagę niesłabnące zainteresowanie roślinami leczniczymi, celem niniejszych badań było oszacowanie zawartości miedzi, manganu, cynku i żelaza w kwiatach, owocach, nasionach i korzeniach roślinnych surowców leczniczych.

Ważnym zagadnieniem było również określenie relacji pomiędzy zawartością analizowanych pierwiastków w poszczególnych grupach surowców, a także wskazanie różnic w składzie pierwiastkowym badanych grup surowców.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań składał się z 82. surowców roślinnych (kwiatów, owoców i nasion oraz korzeni), pochodzących od 25. gatunków roślin leczniczych. Analizowane surowce uzyskano z zakładów zielarskich: Herbapol (Bydgoszcz, Kraków, Lublin i Łódź), Kawon (Gostyń), Boguccy (Kraków), Flos (Mokrsko), Herbalux (Warszawa), Herbalux-Bis (Warszawa) i Elanda (Rozprza).

Przed oznaczeniem zawartości mikroelementów, ok. 1 g próbki surowca mineralizowano w mineralizatorze mikrofalowym (UniClever™, BM-1z, Plazmatronika, Wrocław), stosując mieszaninę 5 cm<sup>3</sup> stężonego, 65% kwasu azotowego(V) (Selectipur™, Merck) i 5 cm<sup>3</sup> wody redestylowanej otrzymanej w aparacie kwarcowym do destylacji dwustopniowej (Heraeus, Quarzglas, Destamat®, Niemcy).

Zawartość Cu, Mn, Zn i Fe w mineralizatach oznaczono techniką absorpcyjnej spektrometrii atomowej (F-AAS), (Varian SpectrAA 250 Plus, Australia). Precyzję i odzysk użytych do oznaczeń metod sprawdzono przy użyciu materiału referencyjnego Tea Leaves (INCT-TL-1, LGC Promochem, Wielka Brytania) dla Cu i Zn oraz Tomato Leaves (1573a, NIST, USA) dla Mn i Fe. Średni odzysk dla oznaczanych metali wyniósł od 99,4% dla Zn do 117,2% dla Mn, natomiast precyzja w granicach od 1,43% dla Fe do 7,92% dla Zn.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki oznaczeń zawartości Cu, Mn, Zn i Fe oraz ich statystyczną ocenę przedstawiono w tab. I oraz zobrazowano graficznie na ryc. 1. Zawartość Cu w badanych surowcach wahała się w granicach od kilku do kilkunastu µg/g s.m. surowca. Otrzymane wyniki są porównywalne do tych publikowanych w pracach z innych ośrodków naukowych, z których wynika, że zawartość Cu kształtuje się na poziomie 4,47 – 14,08 µg/g s.m. w roślinnych surowcach leczniczych (10) oraz 1,77 – 16,4 µg/g s.m. w herbatkach ziołowych (11).

Średnia zawartość Cu wśród badanych kwiatów wynosiła 11,37 µg/g s.m. surowca. Najbogatszym źródłem tego pierwiastka był kwiat arniki, pochodzący z firmy Kawon (Gostyń). Zawierał on 18,08 µg Cu/g s.m. i jest to wartość o ponad połowę wyższa niż w drugiej próbce kwiatu arniki uzyskanej z tego samego zakładu zielarskiego, 8,27 µg/g s.m. Najniższe zaś stężenie opisywanego mikroelementu stwierdzono w kwiatach błławatka, pochodzącym z zakładu Herbapol (Bydgoszcz), wynosiło ono 5,42 µg/g s.m. surowca.

Wśród owoców niezwykle zasobne w Cu były owoce kopru (Kawon, Gostyń), które zawierały 17,82 µg Cu/g s.m. surowca, nieznacznie więcej w porównaniu z pozostałymi próbkami tego samego surowca (14,97; 13,62; 13,71 µg/g s.m.). Najuboższym źródłem omawianego mikroelementu były owoce jarzębiny uzyskane

z firmy Herbapol (Lublin) – 2,68  $\mu\text{g Cu/g s.m.}$  i ilość ta była o połowę niższa niż w pozostałych próbkach tego samego surowca z firm Kawon (Gostyń) – 5,52  $\mu\text{g/g s.m.}$  i Herbalux-Bis (Warszawa) – 5,48  $\mu\text{g/g s.m.}$

Tab e l a I. Zawartość miedzi, manganu, cynku i żelaza w badanych surowcach leczniczych – kwiatach, owocach, nasionach i korzeniach ( $\mu\text{g/g s.m.}$ )

Table I. Results of the determinations of copper, manganese, zinc and iron in flowers, fruits and roots of medicinal plants ( $\mu\text{g/g s.m.}$ )

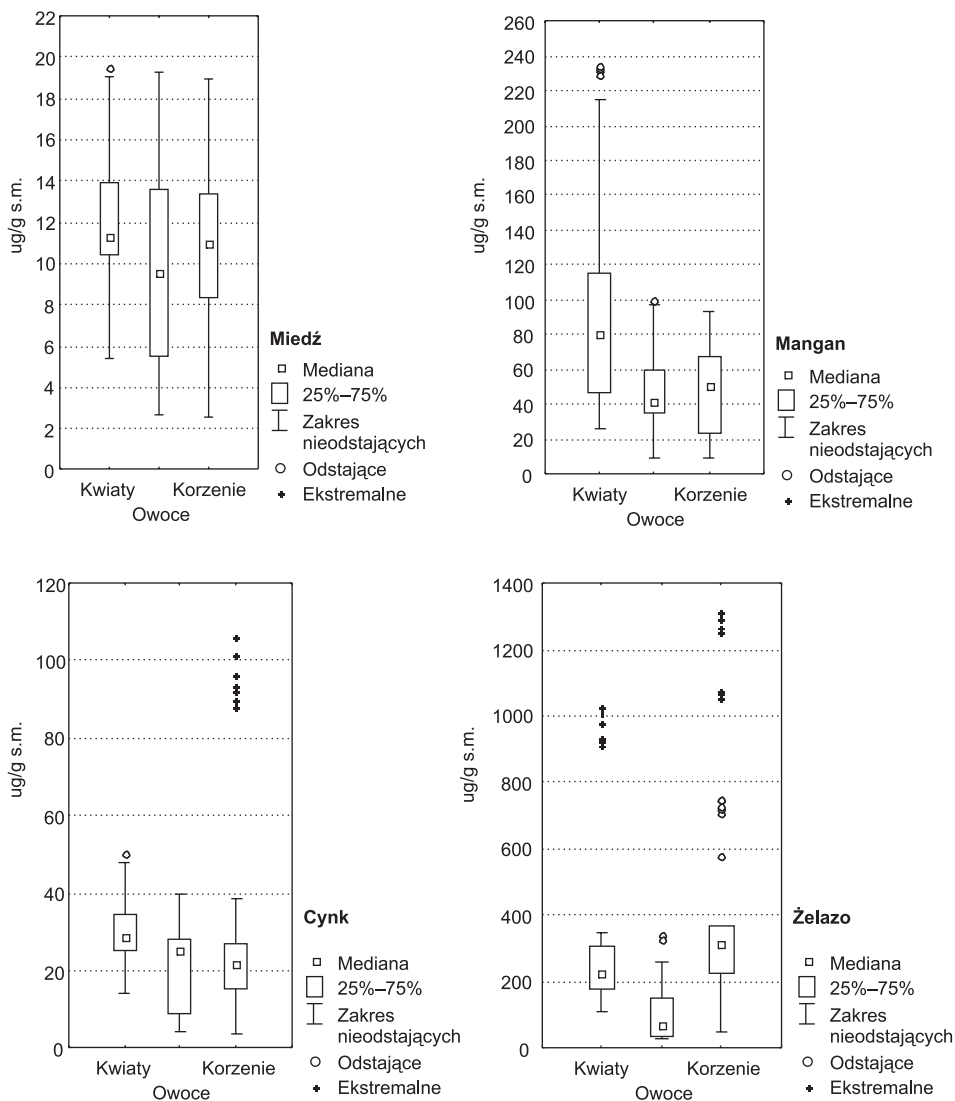
Surowiec	Parametry statystyczne	Miedź	Mangan	Cynk	Żelazo
		$\mu\text{g/g s.m.}$			
Kwiaty (32)	zakres	5,42–18,08	30,41–232,87	19,91–44,58	114,40–1003,17
	$X_{\text{sr}}$	11,37	85,26	28,55	274,60
	mediana	11,73	76,67	27,71	216,11
	SD	0,62	4,60	2,23	5,09
Owoce, nasiona (27)	zakres	2,68–17,82	11,05–100,25	4,38–38,57	27,34–334,64
	$X_{\text{sr}}$	9,57	46,87	20,48	101,30
	mediana	9,62	40,96	24,26	66,38
	SD	0,85	0,69	1,38	3,20
Korzenie (23)	zakres	2,68–17,44	9,75–89,92	4,53–100,25	71,06–1288,87
	$X_{\text{sr}}$	10,43	47,99	29,18	447,27
	mediana	10,96	50,14	21,55	311,90
	SD	1,07	3,5	1,48	7,14

W nawiasach podano liczbę analizowanych surowców.

W grupie korzeni średnia zawartość Cu wynosiła 10,43  $\mu\text{g/g s.m.}$  Najzasobniejszy w ten mikroelement był korzeń arcydzięgla z firmy Herbapol (Lublin). Zawierał on 17,44  $\mu\text{g Cu/g s.m.}$  i tym samym różnił się od pozostałych próbek tego surowca pochodzących z innych zakładów zielarskich (8,48  $\mu\text{g/g s.m.}$  oraz 11,10  $\mu\text{g/g s.m.}$ ). Natomiast najmniejszą ilością Cu odznaczały się korzenie cykorii podróżnika, reprezentowane przez trzy próbki pochodzące z zakładu zielarskiego Kawon (Gostyń). Zawierały one zbliżone ilości oznaczanego pierwiastka, odpowiednio 2,72; 3,63 i 2,68  $\mu\text{g/g s.m.}$  surowca.

Badania wykazały, że porównując z pozostałymi pierwiastkami, zawartość Mn w analizowanych surowcach leczniczych była bardzo wysoka. Źródła literaturowe wskazują również na dużą zawartość tego mikroelementu w roślinach, osiągającą poziom kilkudziesięciu  $\mu\text{g/g s.m.}$  (12).

W grupie kwiatów największą ilość Mn stwierdzono w kwiatach rumianku. Analizowano dwie próbki pochodzące z firmy Kawon (Gostyń), które zawierały odpowiednio 232,89 oraz 218,48  $\mu\text{g Mn/g s.m.}$  W trzeciej próbce tego samego surowca (Herbapol, Bydgoszcz) zawartość metalu była niższa i wynosiła 62,82  $\mu\text{g/g s.m.}$  Najuboższym źródłem Mn okazał się kwiat nagietka z zakładu zielarskiego Herbapol (Bydgoszcz), 30,41  $\mu\text{g/g s.m.}$  Pozostałe próbki tego surowca odznaczały się zawartością Mn w granicach od 31,93 do 96,60  $\mu\text{g/g s.m.}$  surowca.



Ryc. 1. Wykres charakterystyk grupowych dla analizowanych pierwiastków w kwiatach, owocach i nasionach oraz korzeniach.

Fig. 1. Box-whisker plot for analysed elements in flowers, fruits and roots of medicinal plants.

W porównaniu z kwiatami, korzenie oraz owoce i nasiona wyróżniają się niższą zawartością Mn. Średnia zawartość tego metalu wynosiła w nich odpowiednio 47,99 i 46,87  $\mu\text{g/g}$  s.m. W grupie korzeni największą ilość tego mikroelementu stwierdzono w korzeniu arcydzięgla – 89,92  $\mu\text{g/g}$  s.m., (Herbapol, Bydgoszcz), najmniejszą zaś w korzeniu pięciornika kurze ziele – 9,75  $\mu\text{g/g}$  s.m. (Herbapol, Lublin). W przypadku owoców i nasion, najbogatszym w Mn surowcem okazał się owoc jarzębiny

otrzymany z firmy Herbapol (Lublin) zawierający 100,25  $\mu\text{g/g}$  s.m., a najuboższym owoc głogu z tego samego zakładu zielarskiego (11,05  $\mu\text{g/g}$  s.m.).

Analizując poziom Zn w badanych próbkach surowców roślinnych stwierdzono, że zawartość tego pierwiastka oscyluje w granicach od kilku do kilkunastu lub kilkadziesiąt  $\mu\text{g}$  w gramie s.m. surowca. W grupie korzeni, średnie stężenie badanego mikroelementu wynosiło 29,18  $\mu\text{g/g}$  s.m. Najbogatsze źródło analizowanego pierwiastka stanowiły korzenie pięciornika kurze ziele zawierające odpowiednio 89,77; 97,20 i 100,25  $\mu\text{g Zn/g}$  s.m., co pozwoliło wnioskować o dużej zawartości tego metalu w omawianym surowcu. Najuboższym w Zn surowcem był korzeń lukrecji otrzymany z firmy Herbapol (Lublin). Średnie stężenie Zn wynosiło 4,53  $\mu\text{g/g}$  i było ponad 22-krotnie niższe niż w korzeniu pięciornika kurze ziele. W drugiej próbce korzenia lukrecji (Herbalux, Warszawa), zawartość Zn wynosiła 8,85  $\mu\text{g/g}$  s.m., co również stanowiło wartość niższą w porównaniu z korzeniem pięciornika kurze ziele.

W grupie badanych kwiatów średnia zawartość Zn kształtowała się na poziomie 28,55  $\mu\text{g/g}$  s.m. Największą ilością tego pierwiastka odznaczał się kwiat nagietka (44,58  $\mu\text{g/g}$  s.m.), najmniejszą zaś kwiat lawendy (19,91  $\mu\text{g/g}$  s.m.).

Uboższe źródło Zn stanowiły owoce i nasiona o średniej zawartości 20,48  $\mu\text{g/g}$  s.m. Wśród nich, największe stężenie tego pierwiastka wykazały nasiona lnu uzyskane z zakładu zielarskiego Herbapol (Lublin) i Elandy (Rozprza), odpowiednio 34,01 i 38,57  $\mu\text{g/g}$  s.m. Najniższą zawartością Zn odznaczały się owoce jarzębiny z firmy Herbalux Bis (Warszwa), wynosiła ona 4,38  $\mu\text{g/g}$  s.m. i była niższa od pozostałych próbek tego surowca (7,87  $\mu\text{g/g}$  s.m. – Kawoń, Gostyń i 6,71  $\mu\text{g/g}$  s.m. – Herbapol, Lublin).

Zawartość Fe w analizowanych surowcach kształtowała się na poziomie od 101,30  $\mu\text{g/g}$  s.m. (owoce i nasiona) do 447,2  $\mu\text{g/g}$  s.m. (korzenie). Wartości te są porównywalne z danymi literaturowymi, z których wynika, że przeciętna ilość tego pierwiastka w roślinach waha się w granicach od 100 do 300  $\mu\text{g/g}$  s.m., przy czym w zielonych częściach roślin zaobserwowano większą ilość Fe, 100 – 800  $\mu\text{g/g}$  s.m., niż w korzeniach, bulwach i nasionach (12).

Wśród korzeni, najzasobniejszym w ten mikroelement surowcem był korzeń arcydzięgla (Kawon, Gostyń). Zawierał on 1288,87  $\mu\text{g Fe/g}$  s.m. i była to wartość ponad trzykrotnie wyższa niż w próbkach tego samego surowca otrzymanych z innych zakładów zielarskich – 351,29  $\mu\text{g/g}$  s.m. (Herbapol, Lublin) i 343,40  $\mu\text{g/g}$  s.m. (Herbapol, Bydgoszcz). Równie bogatym źródłem Fe był korzeń lubczyka. W trzech analizowanych próbkach pochodzących z firmy Kawon (Gostyń) ilość analizowanego metalu kształtowała się na poziomie: 1064,29; 1252,68 i 733,25  $\mu\text{g/g}$  s.m. Najmniejszą ilość Fe wykryto natomiast w korzeniu cykorii podróżnika (Kawon, Gostyń) 71,06  $\mu\text{g/g}$  s.m. Pozostałe próbki korzenia cykorii pochodzące z tego samego zakładu zielarskiego odznaczały się większymi stężeniami pierwiastka, wynoszącymi odpowiednio 281,97 i 292,69  $\mu\text{g Fe/g}$  s.m.

Średnia zawartość Fe w kwiatach kształtuje się na poziomie 274,60  $\mu\text{g/g}$  s.m. surowca. Najzasobniejszym w ten mikroelement surowcem był kwiat lawendy otrzymany z zakładu Boguccy (Kraków) 1003,17  $\mu\text{g/g}$  s.m. Pozostałe próbki pochodzące z firm Herbapol (Kraków) i Kawon (Gostyń) zawierały odpowiednio: 221,78 i 923,52  $\mu\text{g Fe/g}$  s.m. surowca.

Owoce i nasiona odznaczają się najniższą średnią zawartością Fe w porównaniu do pozostałych surowców (101,30  $\mu\text{g/g}$  s.m.). Najbogatsze w ten pierwiastek były owoce anyżu. Trzy analizowane próbki otrzymane z firmy Kawon (Gostyń) zawierały odpowiednio 334,64; 253,96 i 199,17  $\mu\text{g Fe/g}$  s.m. Najmniej tego mikroelementu zawierały natomiast owoce jarzębiny (Herbalux-Bis, Warszawa) 27,34  $\mu\text{g/g}$  s.m.

Interpretacja uzyskanych danych wykazała, że w nielicznych przypadkach wystąpiły wprost lub odwrotnie proporcjonalne zależności między zawartością oznaczanych pierwiastków w kwiatach, owocach i nasionach oraz korzeniach (tab. II). W grupie owoców i nasion zanotowano bardzo silną korelację pomiędzy Cu i Zn (0,88) oraz silną korelację między Zn i Fe (0,51). Korelacje dodatnie o małej wartości współczynnika  $r$  stwierdzono dla par pierwiastków: Mn-Zn w kwiatach (0,33), Cu-Fe w owocach i nasionach (0,35) oraz Cu-Fe w korzeniach (0,37). Nie wykryto natomiast żadnych zależności między stężeniami Cu-Mn i Mn-Fe we wszystkich badanych grupach surowców.

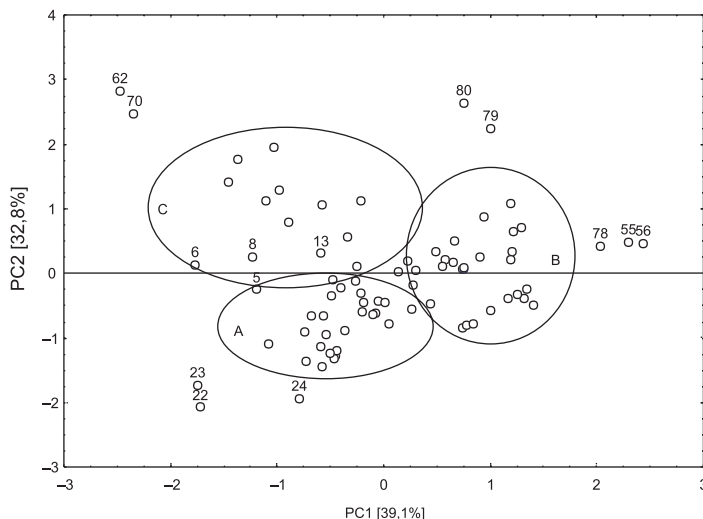
Tab e l a II. Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy oznaczanymi pierwiastkami w analizowanych surowcach  
 Tab l e II. Coefficients of linear correlation between elements in medicinal plant materials

Surowiec	Cu-Mn	Cu-Zn	Cu-Fe	Mn-Zn	Mn-Fe	Zn-Fe
Kwiaty	0,04	0,28	-0,17	<b>0,33</b>	-0,11	-0,15
Owoce, nasiona	0,04	<b>0,88</b>	<b>0,35</b>	0,09	0,27	<b>0,51</b>
Korzenie	0,02	0,02	<b>0,37</b>	0,18	0,24	-0,26

Więcej informacji o rozmieszczeniu analizowanych pierwiastków w badanych surowcach uzyskano stosując jedną z wielowymiarowych metod statystycznych analizę głównych składowych (ang. *Principal Components Analysis*, PCA). Obliczeniom PCA poddano macierz o wymiarach  $n \times p$ , gdzie  $n$  stanowiło liczbę obserwacji (wierszy),  $p$  było liczbą zmiennych (kolumn). Próbki kwiatów, owoców, nasion i korzeni stanowiły wiersze ( $n = 82$ ), natomiast średnie zawartości Cu, Mn, Zn i Fe były kolumnami ( $p = 4$ ). Wartość pierwszej głównej składowej (PC1) wyjaśniała ponad 39% zmienności. Duży udział w wyjaśnianiu zmienności próbek posiadała druga główna składowa (ponad 32% wariancji). PC1 i PC2 opisywały łącznie ponad 70% badanej zmienności, w związku z tym rozmieszczenie przestrzenne próbek przedstawiono w układzie dwuwymiarowym.

Analiza wyników PCA dla kwiatów, owoców, nasion i korzeni pozwala wyróżnić trzy główne skupienia próbek (ryc. 2). Dodatkowo wartości pierwszej głównej składowej wyróżniały próbki owoców i nasion, tworzące skupienie B w prawej części wykresu ze względu na bardzo niską zawartość Fe oraz wyższe stężenie Mn w porównaniu z pozostałymi surowcami. Szczególnie wysokim poziomem Mn i niskim Fe wyróżniały się dwie próbki owocu jarzębiny (55, 56) zlokalizowane w obszarze najwyższych wartości PC1.

Próbki kwiatów tworzą skupienie A w obszarze ujemnych wartości zarówno PC1 jak i PC2 z uwagi na wyższą zawartość Cu i Mn. Dwie próbki kwiatu rumianku znalazły się w obszarze najbardziej ujemnych wartości PC2 ze względu na bardzo wysoką zawartość Mn (najwyższa ze wszystkich badanych próbek).



Ryc. 2. Rozmieszczenie próbek kwiatów, owoców, nasion i korzeni na wykresie PC1 vs PC2.

Fig. 2. PC1 vs PC2 for samples of flowers, fruits and roots of medicinal plants.

Z lewej strony wykresu (ujemne wartości PC1 oraz dodatnie PC2) skupione zostały próbki korzeni tworzące skupienie C z uwagi wyższe stężenie Fe w porównaniu z próbkami pozostałych dwóch grup surowców. Położone w lewym górnym rogu próbki korzenia arcydzięgla (62) i lubczyka (70) charakteryzowały się najwyższym stężeniem Fe ze wszystkich 82. próbek (odpowiednio 1288 i 1252  $\mu\text{g/g}$  s.m.). W obszar dodatnich wartości PC1 przesunięte zostały dwie próbki korzenia pięciornika kurze ziele (79, 80), odznaczające się bardzo wysoką zawartością Zn wśród badanych korzeni a także owoców i kwiatów. Reasumując można stwierdzić, że PCA wykazała zróżnicowanie składu pierwiastkowego poszczególnych grup surowców.

## WNIOSKI

1. Pierwiastkiem występującym w największej ilości w badanych surowcach było żelazo, jego średnie stężenie w kwiatach, owocach i nasionach oraz korzeniach kształtowało się na poziomie, odpowiednio 274,60  $\mu\text{g/g}$ ; 101,30  $\mu\text{g/g}$  i 447,27  $\mu\text{g/g}$  s.m. surowca. W mniejszych stężeniach oznaczono mangan, a potem cynk, natomiast najmniej wykryto miedzi.

2. Analiza korelacji wskazała na pary pierwiastków, które korelują w następujących układach: Mn-Zn w kwiatach i Cu-Fe w owocach i nasionach oraz w korzeniach. Ponadto w analizowanej grupie owoców i nasion zanotowano bardzo wysoką korelację pomiędzy Cu i Zn, oraz wysoką korelację między Zn i Fe.

3. Analiza głównych składowych umożliwiła wyodrębnienie surowców roślinnych o zbliżonym składzie pierwiastkowym. Na wykresie PC1 vs PC2 wyodrębniono trzy główne skupienia utworzone przez próbki kwiatów (A), owoców i nasion (B) oraz korzeni (C), różniące się zawartością poszczególnych mikroelementów.

B. Ulewicz-Magulska, M. Wesołowski

CONTENT OF COPPER, MANGANESE, ZINC AND IRON IN FLOWERS,  
FRUITS AND ROOTS OF MEDICINAL PLANTS

Summary

The aim of the study was to determine the content of copper, manganese, zinc and iron in flowers, fruits and roots of medicinal plants. The analysed plant samples were mineralised by the microwave digestion in the mixture of concentrated nitric acid and redistilled water. The content of Cu, Mn, Zn and Fe was determined by atomic absorption spectrometry. Based on the results, concentration ranges of the analysed elements in the study materials were determined; besides, materials with the highest and lowest levels of Cu, Mn, Zn and Fe were indicated. The analysis of the major components made it possible to indicate materials characterized by similar elemental content as well as specify the differences in the microelemental content of individual groups of the materials.

PIŚMIENNICTWO

1. *Kędzia A.*: Aktywność olejku szalwiowego wobec bakterii beztlenowych. Postępy Fitoterapii, 2006; 7: 66-70. – 2. *Jambor J.*: Zielarstwo w Polsce – stan obecny i perspektywy rozwoju. Postępy Fitoterapii, 2007; 8: 78-81. – 3. *Jambor J.*: Kierunki rozwoju krajowego rynku surowców i przetworów zielarskich. Herba Polonica, 2001; 47: 103-121. – 4. *Jadczak D., Grzeszczuk M.*: Zioła przyprawowe w kuchni i apteczce. Panacea, 2004; 8: 16-18. – *Seidler-Łożykowska K., Kaźmierczak K.*: Kasia i Wala – nowe polskie odmiany bazylii ogrodowej. Wiadomości Zielarskie, 2002; 12: 3-4. – 5. *Capecka E., Mareczek A., Leja M.*: Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. Food Chem., 2005; 93: 223-226. – 6. *Wojdyło A., Oszmiański J., Czemyrys R.*: Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chem., 2007; 105: 940-949. – 7. *Özcan M.*: Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. Food Chem., 2004; 84: 437-440. – 8. *Lamer-Zarawska E., Kowal-Gierczak B., Niedworski J.*: Fitoterapia i leki roślinne. PZWL, Warszawa, 2007. – 9. *Ražić S., Onjia A., Dogo S., Slavković L., Popvič A.*: Determination of metal content in some herbal drugs. Empirical and chemometric approach. Talanta, 2005; 67: 233-239. – 10. *Blicharska E., Kocjan R., Błażewicz A.*: Oznaczanie zawartości żelaza, manganu, cynku, miedzi, kadmu i ołowiu w herbatkach ziołowych. Bromat. Chem. Toksykol., 2007; 60: 145-151. – 11. *Lityński T., Jurkowska H.*: Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa, 1982.

Adres: 80-416 Gdańsk, al. Gen. J. Hallera 107.