

Beata Ulewicz-Magulska, Marek Wesolowski

ANALIZA PORÓWNAWCZA ZAWARTOŚCI WYBRANYCH BIOPIERWIASTKÓW W ZIOŁACH O WŁAŚCIWOŚCIACH LECZNICZYCH I PRZYPRAWOWYCH

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

Oznaczono zawartość Cu, Zn, Mn, Fe i Mg w roślinnych surowcach leczniczych i przyprawach. Analizowany materiał zmineralizowano w systemie mikrofalowym a następnie oznaczono wybrane pierwiastki techniką ASA. Na podstawie uzyskanych wyników wskazano surowce i przyprawy bogate w Cu, Zn, Mn, Fe i Mg oraz określono różnice w składzie pierwiastkowym pomiędzy ziołami i przyprawami pozyskanymi z tego samego gatunku rośliny.

Hasła kluczowe: ASA, biopierwiastki, roślinne surowce lecznicze, przyprawy.

Key words: AAS, bioelements, herbal crude drugs, spices.

Rośliny (zioła) o właściwościach przyprawowych są ważnym elementem diety człowieka, gdyż poprawiają smak potraw, nadają im charakterystyczny aromat, zwiększają wartość odżywczą i trwałość (1). Niektóre zioła przyprawowe mają znaczenie w profilaktyce i mogą chronić organizm człowieka przed dolegliwościami ze strony przewodu pokarmowego, wątroby, dróg żółciowych, moczowych, mogą również korzystnie wpływać na układ krążenia oraz aktywować przebieg prawie wszystkich procesów życiowych (2). Wymienione właściwości roślin przyprawowych powodują, że są one szeroko stosowane w przemyśle spożywczym i spirytusowym oraz w gospodarstwie domowym (1).

Do najczęściej stosowanych w Polsce ziół o właściwościach leczniczych i przyprawowych należą m.in.: mięta, melisa, rozmaryn, szalwia, tymianek, lebidka (oregano), kminek, arcydzięgiel, lubczyk, bazylia, majeranek, cząber, hyzop oraz estragon (3). W kuchni stosowane są najczęściej w stanie świeżym lub po wysuszeniu (1). Ich głównymi składnikami czynnymi są olejki eteryczne, alkaloidy, garbniki, glikozydy, flawonoidy, kwasy organiczne i witaminy oraz sole mineralne (Fe, Zn, Cu, Mn, Ca, Mg) (4, 5). Zawierają makro- i mikroelementy w stężeniach terapeutycznych, ale są także zdolne do akumulacji niektórych pierwiastków w wysokich (często toksycznych) stężeniach. Metale takie, jak Cu, Mn, Zn są naturalnymi składnikami enzymów i koenzymów, są ważne dla wzrostu roślin, procesu fotosyntezy i respiracji. Pierwiastki niezbędne (Fe, Cu, Co, Mn, Se, Zn) są również ważnym elementem systemu antyoksydacyjnego organizmu. Ich niedobór w diecie człowieka może osłabiać zdolność organizmu do walki z wolnymi rodnikami, uszkodzeniami powodowanymi przez nie i związanymi z tym chorobami.

Celem pracy było oznaczenie zawartości Cu, Zn, Mn, Fe i Mg w badanym materiale roślinnym oraz określenie różnic w składzie pierwiastkowym surowców leczniczych i przypraw pozyskanych z tego samego gatunku rośliny. W celu pełnej interpretacji otrzymanych wyników posłużono się metodą analizy wielowymiarowej, analizą głównych składowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 16. roślinnych surowców leczniczych (liście, zioła, korzenie, owoce), pochodzących od 9. gatunków roślin oraz 34. przyprawy (liście, zioła, owoce), pochodzące od 11. gatunków roślin. Z sześciu gatunków roślin (lebiodka, lubczyk, kminek, rozmaryn, szalwia, tymianek) pochodziły zarówno surowce lecznicze, jak i przyprawy. Analizowany materiał uzyskano z firm: Kawon (Gostyń), Flos (Mokrsko), Dary Natury (Grodzisk), Sigal (Wierzchosławice), Kamis (Stefanowo), Prymat (Jastrzębie Zdrój), Dobra (Suchy Las) oraz Kotanyi (Wolkersdorf).

Przed oznaczeniem zawartości metali surowce lecznicze i przyprawy mielono w młynku do rozdrabniania materiału roślinnego (Knifetec Sample Mill 1095, Foss Tecator, Szwecja), a następnie ok. 1 g próbki mineralizowano w mineralizatorze mikrofalowym (UniClever™, BM-1z, Plazmatronika, Wrocław). Zawartość Cu, Zn, Mn, Fe i Mg w mineralizatach oznaczono techniką absorpcyjnej spektrometrii atomowej F-AAS, (Varian SpectraAA 250 Plus, Australia). Precyzję i odzysk użytej do oznaczeń metody sprawdzono przy użyciu materiału referencyjnego Spinach Leaves (1570a, NIST USA) dla Cu, Mn i Mg, Tea Leaves (INCT-TL-1, LGC Promochem, Wielka Brytania) dla Zn oraz Tomato Leaves (1573a, NIST, USA) dla Fe. Średni odzysk dla metali wyniósł od 89,6% dla Mn do 108,6% dla Zn, natomiast precyzja wyrażona jako RSD w granicach od 0,34% dla Cu do 3,08% dla Zn.

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu *Statistica 7.1* (StatSoft, Polska).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki oznaczeń zawartości Cu, Zn, Mn, Fe i Mg wraz z ich statystyczną oceną zamieszczono w tab. I.

Uzyskane dane wskazują, że zawartość Cu w surowcach leczniczych i przyprawach oscyluje w granicach od 4,36 do 23,13 $\mu\text{g/g}$ s.m., przy czym średnia zawartość badanego pierwiastka w przyprawach (12,72 $\mu\text{g/g}$ s.m.) jest wyższa niż w surowcach leczniczych (9,04 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Najbogatszym źródłem Cu w grupie analizowanych surowców leczniczych był korzeń lubczyku a wśród przypraw bazylia. Obie próbki pochodziły z firmy Kawon i zawierały odpowiednio 14,73 i 23,13 μg Cu/g s.m. Zbliżoną zawartością Cu odznaczały się również próbki bazylii pochodzące z firm: Sigal, Kamis i Prymat, w których średnie stężenia pierwiastka wynosiło odpowiednio: 20,23; 20,26; 22,87 $\mu\text{g/g}$ s.m. Jedynie próbki uzyskane od producenta Dary Natury odznaczały się niższymi stężeniami miedzi – 7,43 i 18,58 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Tabela I. Zawartość miedzi, cynku, manganu, żelaza i magnezu badanych ziołach o właściwościach leczniczych i przyprawowych

Table I. Content of copper, zinc, manganese, iron and magnesium in herbs used as drugs and spices

Pierwiastek	Parametry statystyczne	Surowce lecznicze	Przyprawy
Miedź ($\mu\text{g/g}$)	zakres	4,36 – 14,73	5,21 – 23,13
	średnia arytmetyczna \pm SD	9,04 \pm 3,09	12,72 \pm 5,49
	mediana	10,24	11,84
Cynk ($\mu\text{g/g}$)	zakres	19,49 – 47,34	16,53 – 57,96
	średnia arytmetyczna \pm SD	31,70 \pm 9,42	40,50 \pm 11,35
	mediana	30,11	43,15
Mangan ($\mu\text{g/g}$)	zakres	17,95 – 88,94	22,12 – 227,93
	średnia arytmetyczna \pm SD	48,61 \pm 26,33	83,29 \pm 52,00
	mediana	44,21	73,62
Żelazo ($\mu\text{g/g}$)	zakres	61,87 – 646,99	34,04 – 713,80
	średnia arytmetyczna \pm SD	214,72 \pm 127,51	371,30 \pm 227,75
	mediana	210,28	337,58
Magnez (mg/g)	zakres	1,69 – 5,85	1,68 – 7,87
	średnia arytmetyczna \pm SD	3,45 \pm 1,27	3,82 \pm 1,71
	mediana	3,11	3,14

SD – odchylenie standardowe średniej ważonej.

Analiza zawartość Cu w ziołach o właściwościach leczniczych i przyprawowych pochodzących z tego samego gatunku roślin wykazała, że przyprawy wyróżniały się wyższym stężeniem Cu w porównaniu z surowcami leczniczymi. Ziele lebiodki zawierało Cu w ilości 10,73 $\mu\text{g/g}$ s.m., podczas gdy trzy próbki przypraw z tej rośliny odznaczały się wyższym stężeniem pierwiastka, odpowiednio: 13,79; 18,99 i 21,93 $\mu\text{g/g}$ s.m. Wyjątkiem jest lubczyk, który zawiera dwukrotnie więcej badanego metalu w korzeniu (surowiec leczniczy, 14,73 $\mu\text{g/g}$ s.m.) niż w przyprawie (zmielone liście, 7,44 i 7,17 $\mu\text{g/g}$ s.m.).

Rozpatrując zawartość Zn w analizowanych surowcach i przyprawach stwierdzono, że wahała się ona w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu $\mu\text{g/g}$ s.m. Średnia zawartość Zn w przyprawach (40,50 $\mu\text{g/g}$ s.m.) była wyższa niż w surowcach leczniczych (31,70 $\mu\text{g/g}$ s.m.), w których największą ilość badanego pierwiastka oznaczono w próbce ziela tymianku (Kawon). Wynosiła ona 47,34 $\mu\text{g/g}$ s.m. i była zgodna z danymi literaturowymi, wg których zawartość tego pierwiastka w ziele tymianku waha się w granicach od 5,36 do 48,8 $\mu\text{g/g}$ s.m. (4, 6, 7). Wysoką zawartością Zn wyróżniało się także ziele lebiodki – 42,06 $\mu\text{g/g}$ s.m. oraz korzeń arcydzięgla, którego dwie próbki zawierały 44,31 i 40,72 $\mu\text{g Zn/g}$ s.m.

W grupie przypraw najwyższe stężenie Zn stwierdzono w estragonie (Kawon) – 57,96 $\mu\text{g/g}$ s.m. Trzy inne próbki tej przyprawy zawierały pierwiastek na niższym poziomie wynoszącym odpowiednio: 32,52; 31,51 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Dary Natury) oraz 31,57 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Kotanyi). Bogatym źródłem Zn był również hyzop, dwie próbki

tego surowca zawierały 56,99 i 57,17 $\mu\text{g/g}$ s.m. Najmniejszą ilość mikroelementu stwierdzono natomiast w oregano (ziele lebiodki) – 16,53 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Dobra). Wynosząca od 16,53 do 37,08 $\mu\text{g/g}$ s.m. zawartość Zn w tym materiale była zgodna z danymi literaturowymi, z których wynika, że poziom tego pierwiastka kształtuje się w zakresie 12,73–35,7 $\mu\text{g/g}$ s.m. (4, 7, 8).

Porównując zawartość Zn w sześciu gatunkach roślin, z których pochodziły zarówno surowce lecznicze, jak i przyprawy stwierdzono, że stężenie tego pierwiastka w grupie przypraw jest w większości przypadków wyższe niż w surowcach leczniczych. Zawartość Zn w korzeniu lubczyku wynosiła 19,49 $\mu\text{g/g}$ s.m., natomiast liście lubczyku jako przyprawa odznaczały się wyższym stężeniem pierwiastka, od 28,67 do 33,15 $\mu\text{g/g}$ s.m. Wyjątkiem była lebiodka, ziele zawierało 42,06 $\mu\text{g Zn/g}$ s.m. natomiast oregano, od 16,53 do 37,08 $\mu\text{g/s.m.}$

W porównaniu z Cu i Zn, zawartość Mn w badanym materiale wahała się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu (surowce lecznicze) lub kilkuset (przyprawy) $\mu\text{g/g}$ s.m. W grupie roślin leczniczych najwyższe stężenie Mn stwierdzono w ziele tymianku (Kawon). Wynosiło ono 88,94 $\mu\text{g/g}$ s.m. i było nieznacznie wyższe w porównaniu z drugą próbką tego surowca (Flos), zawierającą 80,11 $\mu\text{g/g}$ s.m. Porównywalną ilością Mn odznaczał się również liść szalwii – 85,17 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Kawon). Stwierdzono ponadto, że podobnie jak w przypadku Zn produkty firmy Kawon wyróżniają się wyższą zawartością Mn w porównaniu do produktów firmy Flos.

Wśród przypraw najwyższym stężeniem Mn wyróżniał się estragon (Kawon, Gostryń). Zawierał on 227,93 $\mu\text{g Mn/g}$ s.m. i była to wartość wyższa w porównaniu do trzech kolejnych próbek tej przyprawy, zawierających odpowiednio: 92,10 i 92,50 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Dary Natury) oraz 165,54 $\mu\text{g/g}$ (Kotanyi). Wysokim poziomem analizowanego pierwiastka odznaczały się ponadto próbki hyzopu, 196,67 i 200,41 $\mu\text{g Mn/g}$ s.m. (Kawon).

Porównując zawartość Mn w surowcach leczniczych i przyprawach reprezentujących ten sam gatunek rośliny stwierdzono, że podobnie jak w przypadku poprzednio omawianych pierwiastków, stężenie Mn w przyprawach było wyższe niż w surowcach leczniczych. Największą różnicę zaobserwowano w przypadku lubczyku, którego przyprawy zawierały 81,81 i 94,00 $\mu\text{g Mn/g}$ s.m., natomiast surowiec leczniczy zawierał 17,95 $\mu\text{g/g}$ s.m. Jedynie liście szalwii wyróżniały się wyższym poziomem Mn, od 51,27 do 85,17 $\mu\text{g/g}$ s.m. w porównaniu z przyprawą – 36,87 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Rozpatrując zawartość Fe w ziołach o właściwościach leczniczych i przyprawowych stwierdzono, że występowało ono na poziomie od kilkudziesięciu do kilkuset $\mu\text{g/g}$ s.m. Średnia zawartość Fe w przyprawach (371,30 $\mu\text{g/g}$ s.m) była wyższa niż w surowcach leczniczych (214,71 $\mu\text{g/g}$ s.m). Najbogatszym źródłem tego pierwiastka był liść szalwii (Kawon) – 646,99 $\mu\text{g Fe/g}$ s.m., przy czym kolejna próbka tego surowca odznaczała się prawie trzykrotnie niższą ilością metalu – 219,82 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Flos).

Wśród przypraw najwyższym poziomem tego mikroelementu odznaczał się majeranek, którego kolejne próbki zawierały – 694,11 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Kamis), 703,36 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Sigal), 713,80; 707,84 i 684,59 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Kawon). Najniższym stężeniem Fe wyróżniał się kminek – 34,04 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Dobra), 35,26 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Dary Natury), 38,74; 60,17 $\mu\text{g/g}$ s.m. (Kotanyi). Źródła literaturowe również wskazują na niskie stężenia tego pierwiastka w kminku, od 46,7 do 62,6 $\mu\text{g/g}$ s.m. (4,9). Wśród przy-

praw kminek był jedynym surowcem, w którym zawartość Fe kształtowała się na poziomie kilkudziesięciu $\mu\text{g/g}$ s.m.

Uogólniając, przyprawy zawierały wyższe stężenia badanego pierwiastka niż surowce lecznicze pochodzące od tych samych gatunków roślin. Największą różnicę stwierdzono w przypadku lebiodki, jako przyprawa – oregano, odznaczała się zawartością oscylującą w granicach od 216,19 do 523,90 $\mu\text{g Fe/g}$ s.m., zaś w ziele ilość Fe kształtowała się na poziomie 61,87 $\mu\text{g/g}$ s.m. Rozmaryn jako przyprawa zawierał dwukrotnie więcej żelaza (492,17 $\mu\text{g/g}$ s.m.) niż liście rozmarynu reprezentowane przez trzy próbki (221,16–237,40 $\mu\text{g/g}$ s.m.).

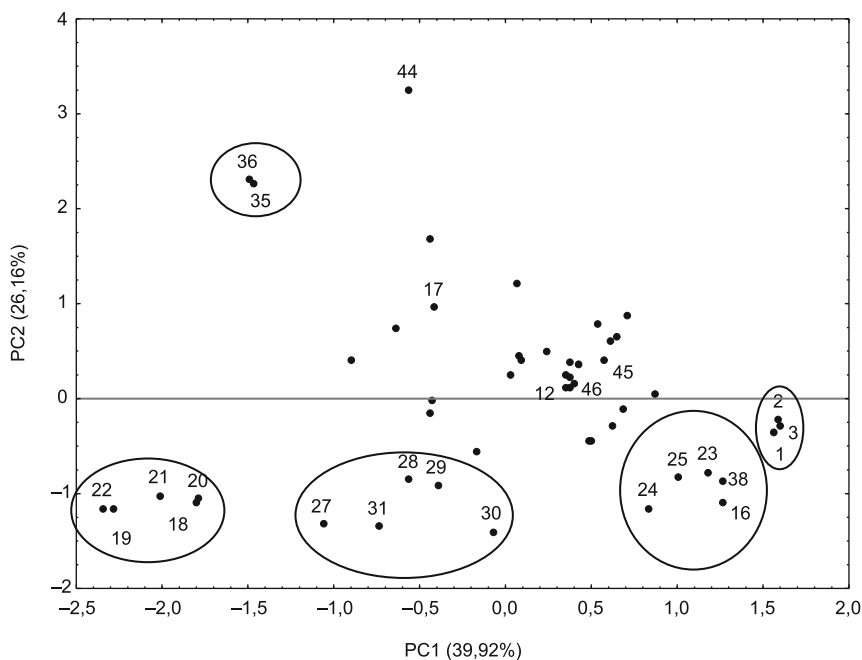
Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość Mg w analizowanych próbkach kształtowała się na poziomie kilku mg/g s.m. Wyniki te były zgodne z danymi literaturowymi dla ziele lebiodki 1,70–3,27 mg Mg/g s.m. (4, 7, 8), ziele tymianku 2,10–4,36 mg Mg/g s.m. (4, 7) oraz liści melisy 6,70 mg Mg/g s.m. (8).

Największą średnią zawartością Mg wśród badanych roślin leczniczych odznaczał się liść mięty pieprzowej, 5,85 mg/g s.m. (Kawon). Druga próbka tego surowca zawierała Mg na niższym poziomie, 3,20 mg/g s.m. (Flos). Są to wartości zgodne z danymi literaturowymi, wskazującymi na przeciętną ilość Mg w tym surowcu w granicach od 2,50 do 5,30 mg/g s.m. (7, 8). W grupie przypraw najwyższym poziomem odznaczała się bazylija zawierająca 7,87 mg/g s.m. (Kawon). Stężenie pierwiastka w pozostałych próbkach tej przyprawy wynosiło: 5,04 i 6,31 mg/g s.m. (Dary Natury), 7,18 mg/g s.m. (Prymat), 7,47 mg/g s.m. (Sigal), 7,51 mg/g s.m. (Kamis).

Biorąc pod uwagę średnie zawartości i medianę (tab. I) dla oznaczonych pierwiastków w ziołach leczniczych i przyprawach stwierdzono, że przyprawy odznaczały się wyższym poziomem analizowanych biopierwiastków. Również większość badanych próbek przypraw wyróżniała się wyższą zawartością pierwiastków niż surowce lecznicze pochodzące z tego samego gatunku rośliny. Wyjątkiem była szalwia i kminek.

Porównanie zawartości poszczególnych pierwiastków w ziołach o właściwościach leczniczych i przyprawowych z uwzględnieniem gatunku rośliny, z której uzyskano badaną próbkę, zapewniają w kategoriach bardziej obiektywnych tzw. wielowymiarowe metody analizy statystycznej, a w szczególności analiza głównych składowych (*Principal Components Analysis*, PCA). Na ryc. 1 przedstawiono rozmieszczenie surowców leczniczych i przypraw w dwuwymiarowym układzie PC1 vs PC2; stwierdzono, że pięć próbek bazylii utworzyło skupienie z lewej strony wykresu. Przyczyną takiej lokalizacji tych przypraw o numerach 18–22 było bardzo wysokie stężenie Cu i Mg przy jednocześnie dużej zawartości Fe. Szósta próbka bazylii o numerze 17 znalazła się w centralnej części wykresu z uwagi na niską zawartość Cu i Fe. W obszarze ujemnych wartości PC1 i PC2 znalazło się również pięć próbek majeranku, przypraw o numerach 27–31, tworzących skupienie odznaczające się najwyższym stężeniem Fe wśród wszystkich badanych próbek, a także wysoką zawartością Cu. Przy najwyższych wartościach PC1 zlokalizowane są z kolei trzy próbki liścia rozmarynu (surowce lecznicze, 1–3), które odznaczały się bardzo niskim stężeniem Mn, Cu i Zn. Rozmaryn reprezentowany był także przez próbkę przyprawy o numerze 38, która została przesunięta w kierunku niższych wartości PC1, gdyż zawierała więcej Mn i Fe niż

surowce lecznicze. W prawym dolnym rogu wykresu znalazły się natomiast trzy próbki przypraw – lebiodki, 23–25, próbka korzenia lubczyku (surowiec leczniczy o numerze 16) i wspomniany już rozmaryn, 38. Skupienie to zostało utworzone ze względu na bardzo niski poziom Zn w tych próbkach. Lubczyk reprezentowany był także przez dwie próbki przypraw o numerach 45 i 46, a lebiodka przez surowiec leczniczy – ziele lebiodki o numerze 12, które znalazły się w centralnej części wykresu ze względu na wyższe stężenie Zn i Mn w porównaniu do wcześniej wymienionych próbek 16 i 23–25. Najwyższa wartość PC2 wyróżniła próbkę przyprawy estragonu, 44, którą charakteryzował najwyższy wśród wszystkich 50 analizowanych próbek poziom Mn i Zn, przy jednocześnie bardzo niskiej zawartości Fe oraz Mg. Dwie próbki hyzopu, przypraw o numerach 35 i 36 odznaczały się wysokim stężeniem Zn i Mn podobne jak próbka estragonu, 44, przy jednocześnie wyższej zawartości Fe i Mg.



Ryc. 1. Wykres PC1 względem PC2 dla surowców leczniczych i przypraw.

Fig. 1. Principal component 1 vs. Principal component 2 (PC1 vs. PC2) for samples of crude herbal drugs and spices.

Podsumowując należy stwierdzić, że większość surowców leczniczych i część przypraw wyróżniających się średnim poziomem oznaczanych pierwiastków skupia się w centralnej części diagramu. Natomiast próbki przypraw odznaczające się wysoką zawartością Fe i Cu tworzą skupienia w dolnej części wykresu. Ciekawe jest to, że właśnie wśród przypraw wykryto próbki o skrajnie wysokich stężeniach oznaczanych pierwiastków.

WNIOSKI

1. W badanych surowcach leczniczych i przyprawach najwyższą średnią zawartością, wyróżniał się Mg. Wśród mikroelementów pierwiastkiem występującym w największej ilości było Fe. W mniejszych stężeniach oznaczono Mn i Zn, natomiast najmniej w analizowanym materiale oznaczono Cu.

2. Porównując zawartość oznaczanych pierwiastków w surowcach leczniczych i przyprawach pochodzących od tego samego gatunku rośliny stwierdzono, że większość badanych próbek przypraw odznaczała się wyższą zawartością biopierwiastków.

3. Analiza głównych składowych potwierdziła zróżnicowanie składu pierwiastkowego surowców leczniczych i przypraw. Na wykresie PC1 vs. PC2 oddzielne skupienia tworzyły próbki przypraw i niektórych surowców leczniczych odznaczających się zbliżoną, wysoką zawartością określonych pierwiastków.

B. Ulewicz-Magulska, M. Wesołowski

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT OF SELECTED BIOELEMENTS
IN HERBS USED AS DRUGS AND SPICES

Summary

The aim of this work was to compare the mineral composition of crude herbal drugs and spices. Fifty herbal samples were tested. The analysed materials were mineralised by microwave digestion in the mixture of concentrated nitric acid and redistilled water. The content of Cu, Zn, Mn, Fe and Mg was determined by atomic absorption spectrometry. Recovery and precision of the procedure were checked by analysis of the certified reference materials: Spinach Leaves (1570a, NIST USA) Tea Leaves (INCT- TL-1, LGC Promochem, Great Britain), Tomato Leaves (1573a, NIST, USA). The average contents of Cu, Zn, Mn, Fe and Mg in herbal drugs were 9.04; 31.70; 48.61; 214.72 $\mu\text{g/g}$ and 3.45 mg/g, respectively, whereas the corresponding values for spices were 12.72; 40.50; 83.29; 371.30 $\mu\text{g/g}$, and 3.82 mg/g, respectively. The results showed some differences in mineral composition of crude herbal drugs and spices. The levels of bioelements were found to be lower in crude herbal drugs than in spices.

PIŚMIENNICTWO

1. *Jadczak D., Grzeszczuk M.*: Zioła przyprawowe – wartość biologiczna wybranych gatunków. *Panacea*, 2008; 23: 15-17. – 2. *Ożarowski A., Jaroniewski W.*: Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa, 1989. – 3. *Jadczak D., Grzeszczuk M.*: Zioła przyprawowe w kuchni i w apteczce. *Panacea*, 2004; 8: 16-18. – 4. *Özcan M.*: Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chemistry*, 2004; 84: 437-440. – 5. *Lamer-Zarawska E., Kowal-Gierczak B., Niedworok J.*: Fitoterapia i leki roślinne. PZWL, Warszawa, 2007. – 6. *Kołodziej B.*: Surowce zielarskie bogatym źródłem soli mineralnych. *Wiadomości Zielarskie*, 1992; 34: 12-13. – 7. *Zengin M., Özcan M., Cetin Ü., Gezgin S.*: Mineral contents of some aromatic plants, their growth soils and infusions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2008; 88: 581-589. – 8. *Ražić S., Jonia A., Dogo S., Slavković L., Popoić A.*: Determination of metal content in some herbal drugs – empirical and chemometric approach. *Talanta*, 2005; 67: 233-239. – 9. *Abou-Arab A.A.K., Soliman Kawther M., El Tantawy M.E., Ismail Badeaa R.*: Quantity estimation of some contaminants in commonly used medicinal plants in the Egyptian market. *Food Chemistry*, 1999; 67: 357-363.