

JADWIGA BŁONIARZ, STANISŁAW ZARĘBA, MANSUR RAHNAMA

ŻELAZO I MANGAN W WYBRANYCH ZIOŁACH I HERBATACH ZIOŁOWO-OWOCOWYCH

IRON AND MANGANESE IN SELECTED HERBS AND HERBAL-FRUIT TEAS

Katedra i Zakład Bromatologii
Akademia Medyczna
ul. Staszica 4, 20-081 Lublin
Kierownik: prof. dr hab. S. Zaręba

W wybranych ziołach i herbatach ziołowo-owocowych oraz w wyciągach wodnych z tych preparatów (w naparach lub odwarach) oznaczono zawartość żelaza i manganu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej. Stwierdzono, że napary lub odwary wykonane z ziół i herbat nie zagrażają zdrowiu i mogą stanowić dodatkowe źródło tych pierwiastków dla organizmu człowieka.

Słowa kluczowe: żelazo, mangan, zioła, herbaty ziołowo-owocowe, napar ziołowy, absorpcyjna spektrometria atomowa (ASA)

Key words: iron, manganese, herbs, herbal-fruit teas, herbal infusion, atomic absorption spectrometry (ASA)

WSTĘP

Rozwój fitochemii oraz zastosowanie nowoczesnych metod analitycznych rozdzielenia związków organicznych występujących w roślinach zielarskich przyczyniły się do odkrycia nowych ciał biologicznie aktywnych, które nadają główny kierunek działania preparatom ziołowym. Równocześnie rośliny lecznicze mogą być źródłem witamin i składników mineralnych: makro- i mikroelementów, które z ziół są lepiej przyswajalne. Zawartość np. mikropierwiastków, w tym także żelaza i manganu, uwarunkowana jest predyspozycjami genetycznymi oraz w pewnym stopniu warunkami geochemicznymi czy klimatycznymi [13]. Istnieją rośliny o ewolucyjnie rozwiniętej tolerancji i właściwościach kumulacyjnych w stosunku do określonych pierwiastków. W związku z brakiem w roślinach mechanizmu utrzymującego homeostazę mineralną, mogą one pobierać substancje mineralne na ogół proporcjonalnie do ich form rozpuszczalnych w glebie. Pierwiastki w ilościach tolerowanych przez rośliny mogą wykazywać właściwości szkodliwe u ludzi [5]. Korzystne działanie pierwiastków niezbędnych do rozwoju organizmu człowieka, w tym żelaza i manganu, uwarunkowane jest ich zawartością. Muszą one występować w ściśle określonych ilościach z uwagi na specyficzne role w procesach biochemicznych i interakcje z innymi pierwiastka-

mi typu synergistycznego czy antagonistycznego. Niezbędny jest również właściwy stosunek żelaza i manganu dla utrzymania równowagi procesów enzymatycznych [5].

W organizmie ludzkim istnieje wzajemny antagonizm pomiędzy żelazem i manganem, który związany jest ze sposobem transportu tych pierwiastków (transport transferyno-zależny i transferyno-niezależny). W obu przypadkach białkowym nośnikiem jest DMT 1 (nośnik metali dwuwartościowych), o który te pierwiastki rywalizują. Jony Fe^{3+} transportowane są poza tym dodatkowo w układzie β -3 integryna/mobilferryryna (IMP) przeznaczonym tylko dla żelaza [2, 16].

Żelazo i mangan, chociaż występują w niewielkich ilościach w organizmie człowieka spełniają w nim bardzo ważne funkcje. Żelazo niezbędne jest do tworzenia hemoglobiny i mioglobiny. Wchodzi w skład hemoenzymów (cytochromy, oksydaza cytochromowa, peroksydaza, katalaza). Pierwiastek ten odpowiedzialny jest za prawidłowy metabolizm utleniający w komórkach. Istnieje mechanizm homeostazy kontrolujący ilość żelaza na poziomie ogólnoustrojowym i komórkowym. Natomiast mangan potrzebny jest do normalnego wzrostu i rozwoju organizmu. Jest odpowiedzialny za regulację reprodukcji, tworzenie tkanki łącznej i kości, metabolizm węglowodanów, lipidów i prawidłową funkcję mózgu. Jest kofaktorem wielu enzymów (np. kinaz i fosfataz, pozamitochondrialnej formy dysmutazy ponadtlenkowej) lub aktywatorem innych [19].

W organizmie istnieje odwrotna zależność pomiędzy ilością żelaza a pobieraniem manganu. Niedobór żelaza powoduje podwyższenie poziomu manganu i odwrotnie. Metabolizm tych pierwiastków jest regulowany, ale homeostaza może zostać zakłócona w przypadku podwyższenia zawartości tych pierwiastków w którymś z elementów łańcucha pokarmowego [16]. Sprzyja temu wzrost zanieczyszczenia środowiska przez emisje przemysłowe, chemizację rolnictwa (stosowanie np. organometalicznego herbicydu o nazwie maneb-ditiokarbaminan zawierający mangan). Mangan wprowadzany jest ostatnio w znacznym stopniu do środowiska jako metylo-cyklopentadienylotri-karbonylomangan dodawany do paliwa samochodowego [10].

W związku z tym, że rośliny uczestniczą w przemieszczaniu się pierwiastków pomiędzy elementami środowiska naturalnego uzasadnione było określenie zawartości żelaza i manganu (ważnych dla organizmu biopierwiastków) w wybranych preparatach zielonych i herbatach zielowo-owocowych. Badanie miało dać odpowiedź, czy ilości oznaczanych mikroelementów są niebezpieczne dla organizmu człowieka, czy też mogą uzupełniać dzienne zapotrzebowanie na te pierwiastki.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiły zioła jedno- i wieloskładnikowe: stosowane w schorzeniach układu moczowego (Folium Urticae, Herba Polygoni avicularis, Urosan), układu oddechowego (Bronchial, Pektosan, Pulmosan), regulujące przemianę materii (Figura 1, Figura 2, Red-Slim Tea) oraz herbatki zielowo-owocowe („Dzika róża”, „Kondycja z witaminami”, „Prosto z lasu”, „Malina”, „Owoce i owoce”), które pochodziły z obrotu handlowego. Kupowano je w aptekach i sklepach zielarskich na terenie Lublina w 2003 roku. Przebadano 14 preparatów, po pięć próbek z każdego, w dwóch równoległych powtórzeniach. próbki różniły się między sobą datą produkcji. Z każdej próbki ziół i herbatki zielowo-owocowych wykonywano wyciągi wodne (napary lub odwary) ściśle według zaleceń producenta podanych na opakowaniu.

Próbki suchych ziół, herbatki zielowo-owocowych i wykonane z nich napary lub odwary minera-

lizowano metodą „na sucho” w temp. 450°C. Proces mineralizacji przyspieszono zwilżając zawartość tygli 15% wodnym roztworem kwasu azotowego (V) (HNO₃ Suprapur, firmy Merck), natomiast popioły rozpuszczano w 15% wodnym roztworze kwasu chlorowodorowego (HCl Suprapur, firmy Merck). Oznaczenia zawartości żelaza i manganu wykonano bezpośrednio z fazy wodnej metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) przy użyciu aparatu SOLAAR M5, firmy Thermo Elemental USA [15].

W celu określenia dokładności oznaczeń żelaza i manganu wykonano badania próbek ziół z dodatkiem znanych ilości wzorców tych pierwiastków. Średnie wartości odzysków wynosiły: dla żelaza 94,1 ±10,6% i dla manganu 97,8±5,4%.

WYNIKI

Wyniki badań żelaza i manganu w suchych preparatach ziołowych i herbatach ziołowo-owocowych przedstawiono w tab. I, natomiast w tab. II i III podano ilości tych pierwiastków w naparach lub odwarach i stopień ich ekstrakcji do fazy wodnej.

Tabela I. Zawartość żelaza i manganu w ziołach i herbatach ziołowo-owocowych, w µg/g suchej masy
Iron and manganese contents in herbs and herbal-fruit teas, in µg/g dry mass

Lp	Nazwa preparatu	Liczba próbek	Fe µg/g średnia arytmetyczna (\bar{x}) ± SD, zakres	Mn µg/g średnia arytmetyczna (\bar{x}) ± SD, zakres
Zioła działające na układ moczowy				
1	Folium Urticae dioicae	5	142,00 ± 39,20 100,00 – 187,50	43,25 ± 10,90 32,50 - 56,25
2	Herba Polygoni avicularis	5	325,00 ± 35,63 293,75 – 375,00	128,50 ± 41,03 101,25 – 200,00
3	Urosan	5	119,85 ± 8,81 110,00 – 131,25	604,80 ± 55,28 537,50 – 650,00
Zioła działające na układ oddechowy				
4	Bronchial	5	233,87 ± 45,90 200,00 – 313,12	81,25 ± 13,80 68,75 – 97,50
5	Pektosan	5	292,50 ± 49,49 231,25 – 362,50	57,25 ± 3,68 53,75 – 62,50
6	Pulmosan	5	348,65 ± 22,16 325,00 – 368,75	59,75 ± 4,62 53,75 – 65,00
Zioła regulujące przemianę materii				
7	Figura 1	5	120,21 ± 18,30 93,75 – 137,50	114,35 ± 7,40 106,75 – 125,00
8	Figura 2	5	97,66 ± 15,88 81,25 – 113,30	284,40 ± 76,60 210,00 – 372,00
9	Red-Slim-Tae	5	241,25 ± 41,60 193,75 – 281,25	246,50 ± 11,16 235,00 – 260,00

cd. tab. I.

Herbaty ziołowo-owocowe				
10	„Dzika róża”	5	48,95 ± 5,30 43,75 – 56,25	114,00 ± 17,12 93,75 – 131,25
11	„Kondycja z witaminami”	5	118,40 ± 13,70 100,00 – 137,00	197,00 ± 8,59 185,00 – 206,25
12	„Prosto z lasu”	5	64,88 ± 3,86 60,00 – 68,75	172,63 ± 4,29 168,75 – 178,78
13	„Malina”	5	83,75 ± 7,34 75,00 – 93,75	160,00 ± 8,38 150,00 – 168,75
14	„Owoce i owoce”	5	83,01 ± 4,28 78,75 – 90,00	106,75 ± 7,70 100,00 – 118,75

Tabela II. Zawartość żelaza w ekstraktach wodnych oraz stopień ekstrakcji
Iron content in water extracts and degree of extraction

Lp	Nazwa preparatu	Liczba próbek	Średnia arytmetyczna (\bar{x}) ± SD, zakres zawartości		
			Masa wyekstrahowanego Fe w μg z 1 g surowca	Zawartość Fe w $\mu\text{g}/200\text{cm}^3$ ekstraktu	Stopień ekstrakcji w %
Zioła działające na układ moczowy					
1	Folium Urticae dioicae	5	6,07 ± 1,43 4,73 – 8,50	27,32 21,29 – 38,25	4,6 ± 2,0 3,1 – 7,6
2	Herba Polygoni avicularis	5	84,82 ± 7,85 78,00 – 96,10	381,69 351,00 – 432,45	26,3 ± 3,4 21,3 – 30,6
3	Urosan	5	10,41 ± 2,12 7,50 – 12,50	46,85 33,75 – 56,25	8,7 ± 1,8 6,8 – 11,1
Zioła działające na układ oddechowy					
4	Bronchial	5	10,74 ± 3,06 7,90 – 15,83	32,22 23,70 – 47,49	4,7 ± 1,7 3,4 – 7,7
5	Pektosan	5	34,65 ± 7,67 26,25 – 40,25	173,25 131,25 – 201,25	12,0 ± 2,6 8,6 – 15,4
6	Pulmosan	5	32,32 ± 4,40 26,75 – 37,77	161,60 133,75 – 188,85	9,3 ± 1,3 7,9 – 10,6
Zioła regulujące przemianę materii					
7	Figura 1	5	25,54 ± 0,74 25,00 – 26,25	76,62 75,00 – 78,75	21,7 ± 3,6 18,2 – 26,7
8	Figura 2	5	34,20 ± 3,82 31,28 – 40,84	102,60 93,84 – 122,52	35,4 ± 4,1 34,2 – 40,1
9	Red-Slim-Tae	5	44,85 ± 7,04 32,93 – 50,10	89,70 65,86 – 100,20	18,9 ± 4,1 16,4 – 25,8

cd. tab. II.

Herbaty ziołowo-owocowe					
10	„Dzika róża”	5	9,75 ± 0,81 9,05 – 10,64	39,00 36,20 – 42,56	20,3 ± 3,8 17,8 – 24,3
11	„Kondycja z witaminami”	5	17,93 ± 2,43 14,10 – 20,05	44,83 35,25 – 50,13	15,2 ± 2,1 12,3 – 18,0
12	„Prosto z lasu”	5	23,46 ± 5,41 15,00 – 27,10	58,65 37,50 – 67,75	36,0 ± 7,2 24,0 – 42,1
13	„Malina”	5	27,32 ± 9,21 19,16 – 38,96	81,96 57,48 – 116,88	33,0 ± 12,1 20,4 – 46,5
14	„Owoce i owoce”	5	17,74 ± 3,37 11,88 – 20,63	70,96 47,52 – 82,52	21,5 ± 4,7 13,2 – 24,6

Tabela III. Zawartość manganu w ekstraktach wodnych oraz stopień ekstrakcji
Manganese content in water extracts and degree of extraction

Lp	Nazwa preparatu	Liczba próbek	Średnia arytmetyczna (\bar{x}) ± SD, zakres zawartości		
			Masa wyekstrahowanego Mn w μg z 1g surowca	Zawartość Mn w $\mu\text{g}/200\text{cm}^3$ ekstraktu	Stopień ekstrakcji (w %)
Zioła działające na układ moczowy					
1	Folium Urticae dioicae	5	8,38 ± 0,1 8,30 – 8,50	37,71 37,35 – 38,25	19,7 ± 4,0 15,1 – 25,5
2	Herba Polygoni avicularis	5	41,34 ± 13,30 30,00 – 62,50	186,03 135,00 – 281,25	32,2 ± 3,7 28,9 – 38,2
3	Urosan	5	255,84 ± 30,10 226,39 – 288,40	1151,28 1018,76 – 1297,80	42,7 ± 1,9 40,2 – 44,4
Zioła działające na układ oddechowy					
4	Bronchial	5	15,88 ± 2,13 12,58 – 18,35	47,64 37,74 – 55,05	19,5 ± 2,2 17,0 – 22,8
5	Pektosan	5	10,60 ± 0,95 10,00 – 11,87	53,00 50,00 – 59,35	18,7 ± 2,0 17,0 – 22,1
6	Pulmosan	5	15,34 ± 1,78 12,70 – 16,76	76,70 63,50 – 83,80	25,2 ± 1,9 23,2 – 27,8
Zioła regulujące przemianę materii					
7	Figura 1	5	66,33 ± 5,58 60,00 – 75,00	198,99 180,00 – 225,00	58,2 ± 1,3 56,5 – 60,0
8	Figura 2	5	178,77 ± 26,40 151,60 – 209,00	536,31 454,80 – 627,00	64,6 ± 8,0 55,9 – 72,2
9	Red-Slim-Tae	5	204,20 ± 22,26 191,25 – 243,75	408,40 382,50 – 487,50	81,4 ± 5,6 74,6 – 89,4

cd. tab. III.

Herbaty zielowo-owocowe					
10	„Dzika róża”	5	71,45 ± 15,54 54,69 – 88,10	285,80 218,76 – 352,40	61,4 ± 4,0 58,3 – 66,0
11	„Kondycja z witaminami”	5	135,60 ± 13,90 120,00 – 147,00	339,00 300,00 – 367,50	67,8 ± 5,8 61,5 – 72,1
12	„Prosto z lasu”	5	120,20 ± 7,42 107,50 – 126,00	300,50 268,75 – 315,00	67,8 ± 4,4 60,1 – 70,5
13	„Malina”	5	110,54 ± 15,33 93,75 – 122,40	331,62 281,25 – 367,20	68,9 ± 10,1 61,2 – 79,9
14	„Owoce i owoce”	5	61,50 ± 4,72 53,13 – 64,06	246,00 212,52 – 256,24	58,8 ± 4,0 52,6 – 63,8

Zawartość żelaza w suchych ziołach wahała się średnio od 97,66 µg/g do 348,65 µg/g. Ilości tego pierwiastka oznaczone w suchych surowcach herbat zielowo-owocowych były mniej zróżnicowane. Mieściły się one w zakresie średnio od 48,95 µg/g do 118,40 µg/g. Ekstrakcja żelaza do fazy wodnej w czasie zaparzania ziół i herbat nie była duża. W przypadku ziół jednoskładnikowych i mieszanek zielonych wynosiła średnio od 4,6% do 35,4%, a w herbatach zielowo-owocowych wahała się średnio od 15,2% do 36,0%.

Oznaczone ilości manganu w próbkach suchych ziół mieściły się, podobnie jak żelaza, również w szerokim zakresie, średnio od 43,25 µg/g do 604,90 µg/g, a herbaty zielowo-owocowe zawierały średnio od 106,75 µg/g do 197,00 µg/g. Do naparów lub odwarów przechodziło średnio od 18,7% do 81,4% manganu zawartego w suchym surowcu. W herbatach zielowo-owocowych stopień ekstrakcji był zbliżony, wynosił średnio od 58,8% do 68,9%.

DYSKUSJA

Rośliny, w tym rośliny zielarskie, pobierają składniki mineralne głównie z gleby, a niektóre pierwiastki mogą przyswajać poprzez blaszki liściowe z pyłu atmosferycznego lub nawet z wody deszczowej. Badania wykazały, że również forma chemiczna, w jakiej metal dostaje się do gleby, w istotny sposób wpływa na jego dostępność dla roślin [5].

Stwierdzono, że zawartość m.in. żelaza i manganu w roślinach leczniczych zależy od typu gleby, jej kwasowości i pojemności sorpcyjnej. Na niektórych rodzajach gleb rośliny mogą kumulować znaczne ilości żelaza, które odkładane są w postaci nieaktywnych połączeń z białkami [5, 13]. Ilość żelaza zależy także od części anatomicznej rośliny [14], tym częściowo można wyjaśnić szeroki zakres zawartości tego pierwiastka w badanych ziołach. Stwierdzono, że zawartość żelaza w ziołach może zależeć od terminu zbioru rośliny leczniczej. W przypadku niektórych roślin różnica może wynosić nawet 100% [7].

Wcześniej przeprowadzone oznaczenia zawartości żelaza w preparatach zielonych wykazywały znaczne zróżnicowanie. Ilości tego pierwiastka mieściły się w zakresie, średnio od 26,11 µg/g do 526,90 µg/g surowca [1, 12]. W liściu pokrzywy stwierdzono, tak jak w przeprowadzonych badaniach, podobne zawartości żelaza, 166 µg w 1 g ziół, natomiast *Florezrak* i *Lasota* [4] oznaczyły mniejszą ilość tego pierwiastka w tym surowcu. W niektó-

rych roślinach zielarskich stwierdzono bardzo wysokie poziomy żelaza np. w tymianku pospolitym 1670,30 mg/kg [6], czy w korzeniu mniszka lekarskiego 600 mg/kg [9]. W ziołach brazylijskich zebranych na terenach górzystych tropikalnych lasów deszczowych, z dala od terenów uprzemysłowionych, zawartość żelaza wahała się od 40,0 do 854,0 µg/g surowca [14].

W herbatach ziołowo-owocowych oznaczone ilości żelaza przez *Florczak* i *Lasotę* [4] mieściły się w zakresie od 29,0 µg/kg do 78,9 µg/kg. Były one nieco mniejsze niż zawartości w przeprowadzonych badaniach. Niski stopień ekstrakcji żelaza do fazy wodnej, maksymalnie w 8%, potwierdzają badania *Trętowskiej* i wsp. [18], natomiast *Oleędzka* i *Szyszkowska* [12] podają maksymalną ekstrakcję tego pierwiastka z ziół do wyciągów wodnych – 16%. Znacznie lepiej ekstrahowało się żelazo z kwiatów hibiskusa (które wchodziły w skład preparatu Red-Slim Tea oraz w skład niektórych herbatek ziołowo-owocowych), 40% ilości zawartej w suchym surowcu [18].

Rośliny zazwyczaj zawierają duże ilości żelaza, ale także znaczne zawartości fosforanów, które tworzą z tym pierwiastkiem związki trudno rozpuszczalne. Połączenia żelaza z kwasem szczawiowym również w niewielkim stopniu przechodzą do fazy wodnej [19]. Stwierdzono, że garbniki występujące w niektórych roślinach ograniczają proces ekstrakcji tego pierwiastka do naparów [18].

Na zawartość manganu w roślinach zielarskich ma wpływ również cały kompleks czynników środowiska przyrodniczego, m.in. geochemiczne i klimatyczne [14]. Ilość tego pierwiastka w ziołach zależy, podobnie jak żelaza, również od typu gleby. Pierwiastek ten lepiej pobierany jest z gleby o pH kwaśnym. Magazynowany jest jako MnO_2 w korzeniach lub występuje w postaci połączeń kompleksowych. Większe ilości manganu znajdują się w zielonych częściach roślin, co wiąże się z koncentracją tego pierwiastka w chloroplastach [5]. Wcześniejsze badania zawartości manganu w ziołach [20], podobnie jak obecne, świadczą o zależności poziomu tego mikroelementu w roślinie, również od jej gatunku oraz części anatomicznej rośliny – wartości były zróżnicowane. Stwierdzono, że w niektórych ziołach zawartość tego pierwiastka zmieniała się w różnych okresach wegetacji [7].

Oznaczone ilości manganu w ziołach przez *Oleędzką* i *Szyszkowską* [12] mieściły się, podobnie jak żelaza, w szerokim zakresie, średnio od 23,07 mg/kg do ponad 190,00 mg/kg. W ziołach brazylijskich zawartości tego pierwiastka wahały się od 31,0 mg/g do 1150,0 µg/g, średnio 82,0 µg/g [14]. W badaniach *Kołodziej* [6] można obserwować, że niektóre zioła wykazują predyspozycje do kumulowania manganu w większych ilościach, np. nadziemne części lubczyka ogrodowego i arcydzięgla zawierały odpowiednio 347,0 µg oraz 402,5 µg tego pierwiastka w 1 g surowca, a nasiona kozieradki lekarskiej 349,6 mg/kg. *Kwapuliński* i wsp. [8], stwierdzili w mieszankach ziołowych o podobnym składzie do oznaczonych w pracy kolejno: w ziołach moczopędnych – 91,66 µg/g; w mieszance ziołowej przeciw nieżytom górnych dróg oddechowych – 40,79 µg/g oraz w mieszance wpływającej na przemianę materii, średnio ok. 90 mg/kg. Znaczne ilości manganu zawierał rdest ostrogorki i borówka czarna, ponad 400 µg/g [11]. Oznaczone ilości manganu w herbatach ziołowo-owocowych przez *Florczak* i *Lasotę* [4] mieściły się w granicach od 36,8 mg/kg do 125,00 mg/kg i były podobne do wartości otrzymanych w przeprowadzonych badaniach.

Stopień ekstrakcji manganu z ziół do ich naparów lub odwarów był większy niż żelaza. Potwierdzają to także badania *Trętowskiej* i współpr. [17] oraz *Oleędzkiej* i *Szyszkowskiej* [13], stwierdzające ok. 35% i 76% maksymalne przechodzenie manganu do fazy wodnej.

WNIOSKI

1. Oznaczone ilości żelaza i manganu w badanym materiale były porównywalne z zawartościami tych pierwiastków w ziołach i herbatkach ziołowo-owocowych o zbliżonym składzie, w podobnym materiale, podawanymi przez innych autorów.

2. Próbkki suchych ziół zawierały znacznie więcej żelaza i manganu w porównaniu z herbatkami ziołowo-owocowymi.

3. Do wyciągów wodnych lepiej ekstrahował się mangan niż żelazo.

4. Napary lub odwary wykonane z badanych ziół i herbat ziołowo-owocowych mogą stanowić dodatkowe, uzupełniające źródło żelaza i manganu dla organizmu człowieka.

J. Błoniarz, S. Zaręba, M. Rahnama

IRON AND MANGANESE IN SELECTED HERBS AND HERBAL-FRUIT TEAS

Summary

The aim of this study was the determination iron and manganese contents in selected herbs, herbal-fruit teas and their water extracts. The samples were mineralized at temperature of 450°C. The iron and manganese contents were determined by atomic absorption spectrometry (AAS) directly from the mineralizates using SOLAAR M5 appliance produced by a US-based Thermo Elemental.

The iron contents in dry herbs ranged, at average, from 97,66 to 348,65 µg/g and from 48,95 to 118,40 µg/g in herbal-fruit teas, the manganese contents from 43,25 to 604,80 µg/g in herbs and from 106,75 to 197,00 µg/g in herbal-fruit teas.

The iron and manganese contents in dry herbs were comparable to results obtained by authors of the other papers. Infusions and decoctions of the examined herbs and herbal-fruit teas contain the amounts of these elements that do not harm the health and may constitute an additional source of iron and manganese for the human organism.

PIŚMIENNICTWO

1. Błoniarz J., Zaręba S., Kostka M.: Badania zawartości wybranych mikroelementów (Zn, Cu i Mn) w ziołach i naparach z tych ziół stosowanych u dorosłych i dzieci. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2003, 36, 29-37.
2. Conrad M. E., Umbreit J. N.: Pathways for iron absorption. *Blood Cells Mol. Dis.* 2002, 29, 336-355.
3. Deveci E., Guven K., Bashan M., Onen A. de Pomerai D.: The accumulation and histological effects of organometallic fungicides propineb and maneb in the livers of pregnant rats and their offspring. *J. Toxicol. Sci.* 1999, 24, 79-85.
4. Florczak J., Lasota W.: Zawartość Cu, Mn, Zn, Fe w ziołach i mieszkankach ziołowych. *Zeszyty Prob. Post. Nauk Rol.* 1999, 434, 705-710.
5. Kabata-Pendias A., Pendias H.: *Biogeochemia pierwiastków śladowych.* PWN, Warszawa 1993, 43-62, 280-289, 291-298.
6. Kołodziej B.: Surowce zielarskie bogatym źródłem substancji mineralnych. Cz. II. Mikroelementy, *Wiad. Ziel.* 1992, 8, 6-7.
7. Kołodziej B.: Zawartość miedzi, cynku, żelaza i manganu w wybranych roślinach zielarskich w zależności od terminu zbioru. VIII Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie”. *Zeszyty Prob. Post. Nauk Rol.* 1996, 434, 146-149.

8. *Kwapuliński J., Mirosławski J., Rochem R., Wiechula D., Kraśnicka A., Iwanek K.*: Zawartość metali ciężkich w wybranych mieszankach ziołowych. *Pol. Tyg. Lek.* 1994, 49, 548-551.
9. *Lyduch L., Trzaskoś M.*: Zawartość niektórych mikroelementów w pospolitych ziołach i chwastach łąkowych. VIII Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie”. *Zeszyty Prob. Post. Nauk Rol.* 1996.
10. *Mielke H.W., Gonzales C.R., Powell E., Shah A., Mielke P.W.*: Natural and anthropogenic processes that concentrate Mn in rural environments of the lower Mississippi River delta. *Environ. Res.* 2002, 90, 157-168.
11. *Mirosławski J., Wiechula D., Kwapuliński J., Rochel R., Loska K., Ciba J.*: Występowanie Pb, Cd, Cu, Mn, Ni, Co i Cr w wybranych gatunkach roślin leczniczych na terenie Polski. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1995, 28, 363-368.
12. *Olędzka R., Szyszkowska E.*: Badanie zawartości pierwiastków w wybranych gatunkach ziół oraz w ich naparach. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2000, 33, 311-316.
13. *Ożarowski A.*: *Ziołolecznictwo*. PZWL, Warszawa 1982, 27-36.
14. *Pereira C.E.B., Felcman J.*: Correlation Between Five Minerals and the Healing Effect of Brazilian Medicinal Plants. *Biol. Trace Elem. Res.* 1998, 65, 251-259.
15. *Pinta M.*: *Absorpcyjna spektrometria atomowa. Zastosowania w analizie chemicznej*. PWN, Warszawa 1997.
16. *Roth J.A., Garrick M.D.*: Iron interaction and other biological reactions mediating the physiological and toxic actions of manganese. *Biochem. Pharmacol.* 2003, 66, 1-13.
17. *Trętowska J., Kroszczyński W., Oprządek K., Syrocka K.*: Metale i kwasy organiczne w liściach wybranych roślin. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1999, 32, 285-291.
18. *Wróbel K., Wróbel K., Urbina E.M.*: Determination of total aluminium, chromium, copper, iron, manganese and nickel and their fractions leached to the infusions of black tea, green tea, *Hibiscus sabdariffa* and *Ilex paraguariensis* (mate) by ETA-AAS. *Biol. Trace Elem. Res.* 2000, 78, 271-280.
19. *Zajac M.*: *Witaminy i mikroelementy*. Wydawnictwo Kontekst. Poznań 2000, 122-129, 146-147
20. *Zaręba S., Bloniarz J., Rahnama M.*: Badania poziomów żelaza i chromu w ziołach i naparach z tych ziół stosowanych u dorosłych i dzieci. *Bromat Chem. Toksykol.* 2003, 36, 317-325.

Otrzymano: 2004.11.23