

PRACA POGLĄDOWA

Fosfor i jego forma nieorganiczna ekstrahowana wodą w roślinnych surowcach leczniczych

Phosphorus and its water-extractable inorganic form
in medicinal plant raw materials

Paweł Koniecznyński, Marek Wesołowski

STRESZCZENIE

WSTĘP

Z badań nad wpływem formy chemicznej fosforu w żywności na przyswajalność innych biopierwiastków wiadomo, że fosfor w postaci fitynianów ogranicza biodostępność niektórych pierwiastków metalicznych, np. wapnia i żelaza. Badania nad biodostępną postacią fosforu mają znaczenie w aspekcie zaopatrzenia organizmu człowieka w pierwiastki niezbędne. Celem prowadzonych badań jest określenie, w jakim stopniu fosfor w postaci nieorganicznej, przyjmowany wraz z często stosowanymi przetworami roślinnymi (naparami i odwarami), może być źródłem tego pierwiastka dla człowieka.

WYNIKI

Na podstawie przeglądu piśmiennictwa oraz badań własnych scharakteryzowano zawartość fosforu w roślinnych surowcach leczniczych oraz oceniono przydatność uzyskanych z nich naparów jako źródła biodostępnego fosforu dla organizmu człowieka. Wyniki cytowanych prac wskazują na zróżnicowanie poziomu badanego makroelementu w materiale roślinnym oraz formy P-PO₄ w wyciągach wodnych. Źródła tego zróżnicowania to pochodzenie surowca z różnych części wegetatywnych roślin leczniczych, z roślin należących do różnych gatunków botanicznych, a także różne warunki uprawy lub zbioru. Poziom fosforu całkowitego określono przeciętnie jako kilka mg/g s.m. surowca roślinnego, natomiast jego forma ekstrahowana wodą stanowi 28,3–62,3% całkowitej ilości tego pierwiastka.

WNIOSKI

Stwierdzono, że w większości przypadków istnieje statystycznie istotna zależność między fosforem całkowitym a P-PO₄ przechodzącym do wyciągu wodnego (naparu). Zawartość fosforu całkowitego jest także skorelowana z całkowitą ilością azotu w roślinach leczniczych, co wynika z udziału obu pierwiastków w syntezie związków biologicznie czynnych. Wskazano

Katedra i Zakład Chemii Analitycznej
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

ADRES

DO KORESPONDENCJI:

Prof. dr hab. Marek Wesołowski
Katedra i Zakład Chemii Analitycznej
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
Al. Gen. J. Hallera 107
80-416 Gdańsk
tel. 58 349 31 20, fax 58 349 31 24
e-mail: marwes@gumed.edu.pl

Ann. Acad. Med. Siles. 2011, 65, 5–6, 61–66
Copyright © Śląski Uniwersytet Medyczny
w Katowicach
ISSN 0208-5607

również, że napary uzyskane z roślinnych surowców leczniczych dostarczają około 1% zalecane-go dziennego pobrania fosforu dla organizmu człowieka.

SŁOWA KLUCZOWE

roślinne surowce lecznicze, wyciągi wodne (napary), fosfor całkowity, fosfor nieorganiczny, wzajemne relacje między pierwiastkami

ABSTRACT

INTRODUCTION

It is known from studies of impact of phosphorus' chemical form on bioavailability of other essential elements that phosphorus occurring as phytate decreases bioavailability of several metallic elements, such as calcium and iron. Taking this into consideration, the investigations on bioavailable form of phosphorus have significance in aspect of supplementation of a human organism in essential elements. Therefore the aim of the work was to determine in what degree the inorganic form of phosphorus absorbed with often applied herbal preparations (infuses and decoctions), can be a source of this element for humans.

RESULTS

Based on literature review and the results of own studies, the contents of phosphorus in medicinal plant raw materials was characterized, as well as the utility of infuses obtained from them as the sources of bioavailable phosphorus for a human organism was evaluated. The results of cited investigations indicate the differentiation of level of the studied macro-element in plant material, and of P-PO₄ in infuses. Sources of this differentiation are origin of plant material from different anatomical organs of medicinal plants, from different botanical plant species, as well as from different conditions of growth or harvest. The level of total phosphorus was determined on average in mg/g d.m. of plant material, and its water-extractable form was from 28.3 to 62.3% of total phosphorus.

CONCLUSIONS

It was found that in the majority of cases there was statistically significant correlation between total phosphorus and P-PO₄ passing to an aqueous extract (infusion). The concentration of total phosphorus is also correlated with total nitrogen in medicinal plants, which can be justified by participation of both elements in synthesis of biologically active compounds. It was also indicated that infuses obtained from medicinal plant raw materials deliver about 1% of recommended daily intake of phosphorus for a human organism.

KEY WORDS

medicinal plant raw materials, aqueous extracts (infuses), total phosphorus, inorganic phosphorus, inter-elemental relations

ZNACZENIE FOSFORU DLA ZDROWIA CZŁOWIEKA

Rozpatrując rolę fosforu w organizmie człowieka trzeba stwierdzić, że składniki mineralne stanowią około 4% ogólnej masy ciała [1]. Wykorzystywane są one do budowy tkanek, występują w płynach ustrojowych, wchodzą w skład enzymów regulujących procesy me-

taboliczne. Ze względu na ilości przyswajane i ich znaczenie dla organizmów, pierwiastki podzielono na makro- i mikroelementy. Wśród makroelementów, które stanowią 99% wszystkich składników mineralnych występujących w organizmie ludzkim, znajduje się także fosfor. Jest on obecny w każdej komórce organizmu, lecz około 80% tego niemetalu występuje

w połączeniach z wapniem jako składnik kości i zębów. Odgrywa też ważną rolę w magazynowaniu i transporcie energii, występując w postaci estrów fosforanowych jako ATP i tworząc wysokoenergetyczne wiązania. Fosfor uczestniczy też w równowadze kwasowo-zasadowej organizmu, współtworzy fosfolipidy będące składnikiem budulcowym dla mózgu i komórek nerwowych, uczestniczy ponadto w syntezie kwasów nukleinowych DNA i RNA.

Z przewodu pokarmowego człowieka fosfor wchłaniany jest w postaci jonów $H_2PO_4^-$ lub HPO_4^{2-} [1]. W warunkach fizjologicznych około 70% podawanych w pokarmie fosforanów wchłania się do krwiobiegu, natomiast niedobory tego pierwiastka powodują stany osłabienia i zmęczenie, zaburzenia nerwowe, ucieczkę wapnia z kości, prowadząc do krzywicy, osteomalacji i zwiększenia ryzyka osteoporozy [1]. Fosfor jest również niezbędny dla roślin [2], występując w organizmach roślinnych w szerokim zakresie, od 120 mg/kg s.m. do 30 mg/g s.m. w postaci nieorganicznej ($P-PO_4$) lub organicznej i wchodząc w skład wielu związków o istotnym znaczeniu dla metabolizmu, takich jak ATP, ADP, białka, fosfolipidy, polisacharydy oraz kwasy nukleinowe [3]. W całkowitej puli fosforu w roślinach można wyróżnić nieorganiczny fosfor rozpuszczalny (w postaci wolnych ortofosforanów) i fosfor związany organicznie (w postaci nukleotydów, białek i fosfolipidów). Część fosforu ulegająca rozpuszczaniu w wodzie stanowi frakcję około 66% całkowitej jego ilości, niezależnie od tego, czy roślina wykazuje wysoki lub niski poziom fosforu ogólnego [4]. Stwierdzono ponadto, że fosfor ulegający ekstrakcji wodą lub 2% roztworem kwasu octowego stanowi przede wszystkim nieorganiczną frakcję tego pierwiastka [5]. Właśnie ona bierze udział w procesie fotosyntezy jako produkt pośredni, ma również znaczenie dla procesów oddychania [6].

Z badań nad wpływem formy chemicznej fosforu w żywności na przyswajalność innych biopierwiastków wiadomo, że fosfor w postaci fitynianów ogranicza biodostępność niektórych pierwiastków metalicznych, np. wapnia i żelaza [7]. Badania nad biodostępną postacią fosforu mają znaczenie w aspekcie zaopatrzenia organizmu człowieka w pierwiastki niezbędne [8]. Trzeba też pamiętać, że podstawowym źródłem fosforu dla człowieka jest jego codzienna dieta. W związku z tym celem

badania było określenie, w jakim stopniu fosfor w postaci nieorganicznej, przyjmowany wraz z często stosowanymi przetworami roślinnymi (naparami i odwarami), może być źródłem tego pierwiastka dla człowieka.

GATUNEK ROŚLINY LECZNICZEJ A ZAWARTOŚĆ FOSFORU CAŁKOWITEGO

Fosfor, obok innych pierwiastków niezbędnych dla życia organizmów roślinnych (Zn, Fe, Mg, Mn, Ca, Na i K), oznaczano w owocach wykorzystywanych leczniczo, pochodzących z górzystych terenów północnych Włoch [9]. Stwierdzono, że występował on w badanym materiale w ilości od 1,49 mg/g s.m. owoców zebranych z gatunku *Vaccinium corimbosus* L. do 5,14 mg/g s.m. w przypadku owoców pochodzących od gatunku *Prunus avium* L. Z interpretacji uzyskanych danych za pomocą wielowymiarowej techniki głównych składowych – *Principal Component Analysis* (PCA) wynika, że zawartość fosforu całkowitego oraz potasu i wapnia jest jednym z głównych czynników pozwalających na zróżnicowanie analizowanych owoców.

Ajasa i wsp. [10] oznaczyli zawartość fosforu oraz innych pierwiastków w różnych częściach rośliny afrykańskiej *Moringa oleifera* L. badając ich zdolność do kumulowania zarówno metali ciężkich, jak i składników odżywczych. Stwierdzili, że zawierały one fosfor przeciętnie w ilości 0,10–3,70 mg/g s.m., przy czym zidentyfikowali korę z gatunku *Anacardium occidentale* L. oraz liście z gatunku *Mangifera indica* L. jako części roślin odznaczające się najniższym poziomem badanego pierwiastka, natomiast liście rośliny z gatunku *Ocimum canum* L. jako charakteryzujące się najwyższym poziomem fosforu. Wskazuje to na istotny wpływ gatunku rośliny leczniczej oraz części morfologicznej rośliny na zdolność do kumulacji fosforu oraz innych pierwiastków.

Oznaczono również zawartość pierwiastków niemetalicznych i metalicznych, w tym fosforu, w 15 roślinach używanych w tradycyjnej medycynie indyjskiej – *Ayurveda* [11]. Stwierdzono, że średnia zawartość fosforu w badanym materiale roślinnym kształtowała się w granicach 0,39–3,29 mg/g s.m., przy czym wpływ na tę wartość miało pochodzenie próbek od roślin należących do różnych gatunków botanicznych. Natomiast w przypadku potasu wykryto, że jego ilość była około dziesięciokrotnie wyższa od zawartości fosforu. Zauważono też

istotną korelację między zawartością fosforu i potasu w badanych próbkach roślinnych. Özcan [12] analizował poziom fosforu oraz innych makro- i mikroelementów w zebranych na terenie Turcji roślinach stosowanych w lecznictwie i jako przyprawy. Zawartość fosforu była dosyć zróżnicowana – od 0,391 mg/g s.m. w owocu rośliny z gatunku *Rhus coriaria* L. do 4,96 mg/g s.m. w przypadku liści bazylii (*Ocimum basilicum* L.). Wskazuje to również na znaczący wpływ przynależności gatunkowej rośliny na oznaczony w niej poziom fosforu całkowitego.

CZĘŚĆ MORFOLOGICZNA ROŚLINY A FOSFOR CAŁKOWITY

Zawartość fosforu całkowitego wraz z innymi istotnymi dla metabolizmu makro- i mikroelementami oznaczono również w roślinie z gatunku *Fagonia arabica* L., powszechnie stosowanej do celów leczniczych na terenie Pakistanu [6]. Stwierdzono, że zawierała ona fosfor w ilości od 0,45 mg/g s.m. w korzeniach do 1,35 mg/g s.m. w liściach i nasionach. Wskazuje to na znaczne zróżnicowanie ilości pierwiastka zależnie od analizowanej części morfologicznej rośliny.

Wpływ pochodzenia surowców roślinnych z różnych części morfologicznych roślin leczniczych na poziom fosforu całkowitego potwierdzono także w efekcie wieloletnich badań nad materiałem roślinnym zebrany na terenie

Polski [5, 13,14,15,16,17]. Dane te ilustruje tabela I. Wynika z nich, że najniższą ilość fosforu całkowitego oznaczono w korach będących najbardziej zdrewniałymi tkankami roślinnymi, a następnie w korzeniach i kłączach stanowiących podziemne organy roślin. Wyższe poziomy fosforu odnotowano w nadziemnych częściach morfologicznych roślin, czyli w liściach, nasionach, owocach, a najwyższe w kwiatach i zielach.

NIEORGANICZNA FORMA FOSFORU W WYCIĄGACH WODNYCH (NAPARACH)

Zestawione w tabeli I wyniki badań nad frakcją fosforu nieorganicznego ulegającego ekstrakcji wodą redestylowaną pozwalają stwierdzić, że P-PO₄ stanowi 28,3–62,3% całkowitej ilości tego pierwiastka w suchej masie roślinnych surowców leczniczych [5,13,14,15,16,17]. Tak szeroki zakres udziału fosforu nieorganicznego w całkowitym może wynikać z faktu, iż analizowano różne części morfologiczne roślin leczniczych. Stosunkowo niską zawartość P-PO₄ w odniesieniu do fosforu całkowitego odnotowano w przypadku owoców i nasion [13], również niektórych ziół [16], natomiast dosyć wysoką ilość P-PO₄ wykryto w liściach [5,14]. Pozostałą część fosforu całkowitego stanowią organiczne połączenia tego pierwiastka. Zamieszczone w ostatniej kolumnie tabeli I dane charakteryzujące relacje między fosforem nieorganicznym a całkowitym wskazują w więk-

Tabela I. Zawartość fosforu nieorganicznego względem fosforu całkowitego w roślinnych surowcach leczniczych

Table I. The contents of inorganic phosphorus in relation to total phosphorus in medicinal plant raw materials

Roślinne surowce lecznicze (nazwa łac.) [publikacja]	Zakres; średnia		Średni udział P-PO ₄ w P całkowitym (%)	Współczynnik korelacji liniowej P-PO ₄ – P całkowity
	P całkowity (mg/g)	P-PO ₄ (mg/g)		
Ziela (<i>herba</i>) [16]	2,70–10,19; 5,34	0,52–2,95; 1,51	28,3	0,06
Liście (<i>folium</i>) [5]	0,85–4,95; 2,69	0,65–2,77; 1,65	61,3	0,75*
Kwiaty (<i>flos</i>) [16]	2,15–8,82; 5,00	0,39–3,97; 2,01	40,2	0,73*
Owoce (<i>fructus</i>) i nasiona (<i>semen</i>) [13]	0,87–7,25; 3,93	0,12–3,15; 1,28	32,6	0,76*
Korzenie (<i>radix</i>) i kłącza (<i>rhizoma</i>) [14]	1,29–3,08; 2,23	0,74–2,19; 1,39	62,3	0,32
Kory (<i>cortex</i>) [16]	0,46–1,30; 0,93	0,35–0,78; 0,56	60,2	0,96*

* istotny dla $\alpha < 0,05$

szości przypadków na istotną statystycznie ($\alpha < 0,05$) zależność między tymi wielkościami. Wynika z tego, że wyższej zawartości całkowitej fosforu towarzyszyła wyższa frakcja P-PO₄, która przechodzi do wyciągu wodnego w trakcie sporządzania naparów z roślinnych surowców leczniczych. Rozpatrując natomiast wzajemne relacje między fosforem całkowitym i nieorganicznym a mikro- i makroelementami w liściach roślin leczniczych stwierdzono, że z punktu widzenia statystycznego nie mają one istotnego znaczenia [5]. Z kolei biorąc pod uwagę relacje między pierwiastkami niemetalicznymi występującymi w roślinach leczniczych, uzyskano dodatnią korelację między fosforem całkowitym i azotem całkowitym [16, 17], a także między P-PO₄ i N-NO₃ oraz P-PO₄ i azotem całkowitym [16]. Występowanie tych korelacji można uzasadnić tym, że oba niemetaliczne uczestniczą w biosyntezie związków czynnych biologicznie, takich jak alkaloidy [18] czy saponiny [19], w roślinach leczniczych.

Kwestię rozpoznania formy fosforu ulegającego ekstrakcji wodą z roślin leczniczych omawiają też Szentmihalyi i Then [20], które analizowały zawartość fosforu w naparach otrzymanych z trzech surowców farmaceutycznych: *Equiseti herba*, *Myrtylli folium* i *Salviae folium*, pochodzących z gatunków roślin, odpowiednio: *Equisetum arvense* L., *Vaccinium myrtillus* L. i *Salvia officinalis* L. Uzyskane wyniki wskazują na niską wydajność ekstrakcji fosforu do naparów przygotowanych z *Equiseti herba* (25,0% fosforu całkowitego) i *Myrtylli folium* (26,2% fosforu całkowitego), natomiast dwa razy wyższą wartość (49,8% fosforu całkowitego) stwierdzono w naparze otrzymanym z *Salviae folium*. Zidentyfikowano również liść szalwii jako cenne źródło nie tylko fosforu, ale także innych pierwiastków i związków typu polifenoli, które mogą wzbogacić dietę pacjentów stosujących często ten surowiec. Analizując zawartość składników mineralnych w korzeniach, zielach oraz kwiatostanach rumianku (*Matricaria recutita* L.), Maday i wsp. [21] stwierdzili, że ilość formy nieorganicznej fosforu rozpuszczalnej w wodzie zależy w istotnym stopniu od analizowanej części morfologicznej rośliny leczniczej. Najwyższe ilości badanych pierwiastków, a wśród nich fosforu, przechodziły do wyciągu wodnego otrzymanego z kwiatostanów rumianku. Z kolei Lemberkovics i wsp. analizowali kwiatostany kocanki z gatunku *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, pochodzące od sześciu różnych pro-

ducentów z Polski, Niemiec i Węgier [22], pod kątem ich składu pierwiastkowego i zawartości polifenoli. Stwierdzili oni, że poziomy fosforu całkowitego, oznaczone w granicach 2,4–2,9 mg/g s.m. nie różniły się istotnie statystycznie w większości analizowanych próbek, natomiast średni udział P-PO₄ w fosforze całkowitym we wszystkich badanych próbkach kwiatostanów kocanki wynosił 46,9%. Odnotowano też, że jedna z badanych próbek, pochodząca z upraw na Węgrzech, różniła się istotnie statystycznie od pozostałych pod względem poziomu makroskładników, w tym fosforu. Wskazuje to na znaczący wpływ warunków uprawy na zawartość fosforu i innych pierwiastków w badanym materiale.

Materiałem o podobnej matrycy, jaką stanowią roślinne surowce lecznicze, są liście herbaty, bardzo często używane przez człowieka w codziennej diecie. Gallaher i wsp. [23] analizowali zawartość fosforu rozpuszczalnego obok innych biopierwiastków w liściach herbaty czarnej i zielonej otrzymanych z gatunku *Camellia sinensis* L. Ponadto oznaczali ten pierwiastek w liściach, zielach i korzeniach następujących gatunków roślin, z których również otrzymuje się napary: *Eleutherococcus senticosus* Maxim., *Vaccinium myrtillus* L., *Trifolium pratense* L., *Rubus idaeus* L., *Mentha piperita* L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench oraz *Taraxacum officinale* L. Wspomniani badacze stwierdzili, że przeciętnie 43% fosforu całkowitego przechodzi do naparu w trakcie zaparzania herbaty z wymienionych gatunków roślin.

Biorąc pod uwagę normy żywieniowe (*Dietary Reference Intakes – DRIs*) dla fosforu (700 mg/dzień) [24], trzeba stwierdzić, że napary sporządzone z roślinnych surowców leczniczych – liści, korzeni i kłączy zawierają fosfor nieorganiczny w ilości około 1% zalecanego dziennego pobrania [17]. Stanowią więc one znikome źródło biodostępnego fosforu w diecie człowieka.

WNIOSKI

Podsumowując wyniki cytowanych badań można stwierdzić, że dostarczają one informacji o zawartości fosforu i jego formy rozpuszczalnej w wodzie w badanych roślinach leczniczych i pozyskiwanych z nich naparów. W większości przypadków wykryto korelację między ilością fosforu nieorganicznego w wyciągach wodnych a jego całkowitą zawar-

tością w suchej masie tych surowców. Wśród czynników wpływających na poziom fosforu całkowitego oraz P-PO₄ można wskazać przynależność gatunkową rośliny leczniczej, z której pozyskano surowiec farmaceutyczny, organ wegetatywny rośliny, a także warunki uprawy.

PIŚMIENNICTWO

- Kokot F. Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii. PZW, Warszawa 2005: 160–174.
- Starck Z. Rola składników mineralnych w roślinie. W: Fizjologia roślin. Red. J. Kopicewicz, S. Lewak. PWN, Warszawa 2002: 228–245.
- Hanrahan G., Salmassi T.M., Khachikian C.S., Foster L.K. Reduced inorganic phosphorus in the natural environment: significance, speciation and determination. *Talanta* 2005; 66: 435–444.
- Alsaedi A.H., Elprince A.M. Critical phosphorus levels for *Salicornia* growth. *Agron. J.* 2000; 92: 336–344.
- Koniecznyński P., Wesołowski M. Total phosphorus and its extractable form in plant drugs. Interrelation with selected micro- and macroelements. *Food Chem.* 2007; 103: 210–216.
- Shad A.A., Shah H., Khattak F.K., Dar N.G., Bakht J. Proximate and mineral constituents of medicinal herb *Fagonia arabica*. *Asian J. Plant Sc.* 2002; 1: 710–711.
- Duhan A., Khetarpaul N., Bishnoi S. Content of phytic acid and HCl-extractability of calcium, phosphorus and iron as affected by various domestic processing and cooking methods. *Food Chem.* 2002; 78: 9–14.
- Koniecznyński P. Formy chemiczne wybranych pierwiastków w roślinach, surowcach leczniczych i ekstraktach roślinnych. *Wiad. Chem.* 2008; 62: 97–114.
- Plessi M., Bertelli F., Rastelli G., Albasini A., Monzani A. Fruits of ribes, rubus, vaccinium and prunus genus. Metal contents and genome. *Fres. J. Anal. Chem.* 1998; 361: 353–354.
- Ajasa A.M.O., Bello M.O., Ibrahim A.O., Ogunwande I.A., Olawore N.O. Heavy trace metals and macronutrients status in herbal plants of Nigeria. *Food Chem.* 2004; 85: 67–71.
- Garg A.N., Kumar A., Nair A.G.C., Reddy A.V.R. Analysis of some Indian medicinal herbs by INAA. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 2007; 271: 611–619.
- Özcan M. Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chem.* 2004; 84: 437–440.
- Koniecznyński P., Wesołowski M. Water extractable forms of nitrogen, phosphorus and iron in fruits and seeds of medicinal plants. *Acta Pol. Pharm. – Drug Res.* 2007; 64: 385–391.
- Koniecznyński P., Wesołowski M. Fractionation of nitrogen and phosphorus compounds from medicinal plant samples. *Chem. Anal. (Warsaw)* 2007; 52: 243–252.
- Koniecznyński P., Wesołowski M. Determination of zinc, iron, nitrogen and phosphorus in several botanical species of medicinal plants. *Polish J. Environ. Stud.* 2007; 16: 785–790.
- Koniecznyński P., Wesołowski M. Bioavailable inorganic forms of nitrogen and phosphorus in extracts of herbs, flowers and bark of medicinal plants. *Chem. Spec. Bioavail.* 2007; 19: 109–115.
- Koniecznyński P., Wesołowski M., Radecka I. Water-extractable species of nitrogen, phosphorus and iron in selected medicinal plants. *Chem. Anal. (Warsaw)* 2009; 54: 215–229.
- Bensaddek L., Gillet F., Saucedo J.E.N., Fliniaux M.A. The effect of nitrate and ammonium concentrations on growth and alkaloid accumulation of *Atropa belladonna* hairy roots. *J. Biotech.* 2001; 85: 35–40.
- Zhu Z., Liang Z., Han R., Dong J. Growth and saikosaponin production of the medicinal herb *Bupleurum chinense* DC. under different levels of nitrogen and phosphorus. *Industr. Crops Prod.* 2009; 29: 96–101.
- Szentmihályi K., Then M. Teas of *Equiseti herba*, *Myrtylli folium* and *Salviae folium*. *Acta Alim.* 2000; 29: 43–49.
- Maday E., Szentmihályi K., Then M., Szoke E. Mineral element content of chamomile. *Acta Alim.* 2000; 29: 51–57.
- Lemberkovics E., Czinner E., Szentmihályi K., Balazs A., Szoke E. Comparative evaluation of *Helichrysi flos* herbal extracts as dietary sources of plant polyphenols, and macro- and microelements. *Food Chem.* 2002; 78: 119–127.
- Gallaher R.N., Gallaher K., Marshall A.J., Marshall A.C. Mineral analysis of ten types of commercially available tea. *J. Food Comp. Anal.* 2006; 19: S53–S57.
- National Academy of Sciences, 2004. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended intakes for individuals, Elements. Available from <http://www.nap.edu>