

Małgorzata RAJFUR<sup>1</sup>

## FITOKUMULACJA METALI CIĘŻKICH W WYBRANYCH GATUNKACH ZIOŁ

### HEAVY METALS PHYTOCUMULATION IN SELECTED SPECIES OF HERBS

**Abstrakt:** Celem przeprowadzonych badań była ocena fitokumulacji metali ciężkich w wybranych gatunkach ziół. Do badań pobrano pięć gatunków ziół wieloletnich: *Mentha piperita* L., *Mentha rotundifolia* (L.) Huds., *Melissa officinalis* L., *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* L. Z poleyka doświadczalnego położonego w Opolu (południowo-zachodnia Polska) pobrano próbki liści ziół oraz pięć zintegrowanych próbek gleby. W materiale badawczym pobranym w sierpniu 2015 roku, po mineralizacji w mineralizatorze mikrofalowym, oznaczono metale ciężkie: Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd i Pb z wykorzystaniem aparatu AAS iCE 3500 firmy Thermo Electron Corporation (USA). Wyniki przeprowadzonych badań zinterpretowano, wykorzystując współczynnik fitokumulacji (WF) i współczynnik specyficznej kumulacji (CSRA). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono m.in., że *Thymus vulgaris* L. intensywnie akumulował żelazo, natomiast ołów jest pierwiastkiem, który był w średnim stopniu kumulowany przez *Origanum vulgare* i *Mentha rotundifolia* (L.) Huds. Wybrane gatunki ziół ze względu na możliwość selektywnego akumulowania metali ciężkich mogą być wykorzystywane m.in. w biomonitoringu i fitoremediacji gleb terenów zurbanizowanych.

**Słowa kluczowe:** zioła, fitokumulacja, metale ciężkie, współczynnik fitokumulacji (WF), współczynnik specyficznej kumulacji (CSRA)

### Wstęp

W badaniach biomonitoringowych wykorzystuje się różnego rodzaju organizmy w zależności od celu badań, dostępności oraz cech morfologicznych i fizjologicznych danego gatunku, a przede wszystkim od rodzaju badanego ekosystemu. Badając stopień zanieczyszczenia terenów zurbanizowanych metalami ciężkimi, wykorzystuje się m.in. mchy, porosty, chwasty i rośliny zielarskie [1-4].

Stężenie metali ciężkich w roślinnych zależy m.in. od ich zawartości i biodostępności w glebie, jak również od gatunku rośliny i długości okresu jej wegetacji oraz od rodzaju jej części morfologicznych [5, 6].

Wybrane gatunki roślin ze względu na swoją zdolność do akumulowania metali ciężkich mogą być wykorzystywane w biomonitoringu zanieczyszczenia gleb np. przy traktach komunikacyjnych, jak również w fitoremediacji gleb zanieczyszczonych m.in. metalami ciężkimi [7-11].

Celem przeprowadzonych badań była ocena fitokumulacji wybranych analitów: Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd i Pb w roślinach zielarskich: *Mentha piperita* L., *Mentha rotundifolia* (L.) Huds., *Melissa officinalis* L., *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* L. Gatunki ziół wieloletnich ze względu na możliwość akumulowania analitów,

<sup>1</sup> Samodzielna Katedra Biotechnologii i Biologii Molekularnej, Uniwersytet Opolski, ul. kard. B. Kominka 6, 45-032 Opole, tel. 77 401 60 42, email: mrajfur@o2.pl

\* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'15, Jarnołtówek, 14-16.10.2015

m.in. metali ciężkich, mogą być wykorzystywane w biomonitoringu i fitoremediacji gleb terenów zurbanizowanych.

### Metodyka badań

Do badań wykorzystano wybrane gatunki ziół pobrane z polecka doświadczalnego zlokalizowanego w Opolu (południowo-zachodnia Polska). Liście ziół po zebraniu suszono w temperaturze 105°C do uzyskania suchej masy. Do badań pobrano również z polecka doświadczalnego 5 zintegrowanych próbek gleby. Próbkę gleby były suszone do suchej masy w temperaturze 105°C zgodnie z normą [12]. Tak przygotowane próbki były przechowywane w szczelnie zamkniętych pojemnikach polietylenowych.

Reprezentatywne (uśrednione) próbki ziół o masie  $0.500 \pm 0.001$  g s.m. (s.m. - sucha masa) i gleby o masie  $1.000 \pm 0.001$  g s.m. były mineralizowane w mieszaninie kwasu azotowego(V) i kwasu solnego ( $\text{HNO}_3$  65% :  $\text{HCl}$  37% = 1:3) w mineralizatorze mikrofalowym Speedwave Four firmy Berghof, DE. Proces mineralizacji prowadzono w temperaturze 190°C. Roztwory sporządzano, stosując odczynniki firmy MERCK. Metale ciężkie (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd i Pb) w zmineralizowanych próbkach oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS), wykorzystując aparat iCE 3500 firmy Thermo Electron Corporation (USA).

### Zapewnienie i kontrola jakości

W tabeli 1 podano granice wykrywalności oraz granice oznaczalności metali ciężkich, charakteryzujące spektrometr iCE 3500 [13]. Do kalibrowania aparatu wykorzystano wzorce firmy ANALYTIKA Ltd. (CZ).

Wartości największych stężeń wzorców użytych do kalibracji (2,0 mg/dm<sup>3</sup> dla Cd, 5,0 mg/dm<sup>3</sup> dla Cu, Zn, Ni i Pb, 7,5 mg/dm<sup>3</sup> dla Mn i 10 mg/dm<sup>3</sup> dla Fe) przyjęto za granicę liniowej zależności sygnału od stężenia.

Granice wykrywalności (*IDL*) oraz granice oznaczalności (*IQL*)  
charakteryzujące spektrometr iCE 3500 [mg/dm<sup>3</sup>] [13]

Tabela 1

The instrumental detection limits (*IDL*) and instrumental quantification limits (*IQL*)  
for the spectrometer iCE 3500 [mg/dm<sup>3</sup>] [13]

Table 1

<b>Metal</b>	<b><i>IDL</i></b>	<b><i>IQL</i></b>
Mn	0.0016	0.020
Fe	0.0043	0.050
Ni	0.0043	0.050
Cu	0.0045	0.033
Zn	0.0033	0.010
Cd	0.0028	0.013
Pb	0.0130	0.070

W tabeli 2 przedstawiono stężenia metali ciężkich oznaczone w certyfikowanych materiałach referencyjnych BCR-414 *plankton* i BCR-482 *lichen*, wytwarzanych przez *Institute for Reference Materials and Measurements, Belgium*.

Tabela 2  
Porównanie zmierzonych i certyfikowanych wartości stężeń analitów w BCR-414 *plankton* i BCR-482 *lichen*Table 2  
Comparison of measured and certified concentrations in BCR-414 *plankton* and in BCR-482 *lichen*

Metal	BCR-414 <i>plankton</i>		AAS		Dev. **
	Stężenie	±Niepewność	Średnia	±SD *	
	[mg/kg s.m.]				
Mn	299	12	284	13	-5,0
Fe	1,85	0,19	1,79	0,20	-3,2
Ni	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cu	29,5	1,3	28,4	1,6	-3,7
Zn	112	3	107	3	-4,5
Cd	0,383	0,014	n.d.	n.d.	n.d.
Pb	3,97	0,19	3,75	0,21	-5,5
Metal	BCR-482 <i>lichen</i>		AAS		Dev. **
	Stężenie	±Niepewność	Średnia	±SD *	
	[mg/kg s.m.]				
Mn	33,0	0,5	31,7	0,68	-3,9
Fe	804	160	n.d.	n.d.	n.d.
Ni	2,47	0,07	2,16	0,32	-13
Cu	7,03	0,19	6,63	0,17	-5,7
Zn	100,6	2,2	95,1	2,3	-5,5
Cd	0,56	0,02	0,53	0,03	-5,3
Pb	40,9	1,4	38,2	1,0	-6,6

\* - odchylenie standardowe, \*\* - względna różnica pomiędzy stężeniem zmierzonym i certyfikowanym  $100\% \cdot (c_z - c_c) / c_c$ , n.d. - nie oznaczano

### Sposób interpretacji wyników

W celu oceny zdolności badanych gatunków ziół do pobierania biodostępnych form metali ciężkich z gleby wyznaczono współczynnik fitokumulacji (*WF*) [14-16]:

$$WF = \frac{c_{(z)}}{c_{(g)}} \quad (1)$$

gdzie:  $c_{(z)}$  - średnie stężenie metalu w ziółach [mg/kg s.m.],  $c_{(g)}$  - średnie stężenie metalu w glebie [mg/kg s.m.].

Wartości współczynnika *WF* zinterpretowano [14-16]:

$WF \leq 0,01$  - kumulacja nie występuje,

$WF \leq 0,1$  - słaby stopień kumulacji,

$WF \leq 1,0$  - średni stopień kumulacji,

$WF > 1,0$  - intensywny stopień kumulacji.

Współczynnik specyficznej kumulacji (*CSRA* - *Coefficient of Specific Relative Accumulation*) obliczono ze wzoru [14, 15]:

$$CSRA = \frac{c_{(z)}}{c} \quad (2)$$

gdzie  $c$  - średnie stężenie metalu we wszystkich gatunkach ziół rosnących na poltku doświadczalnym [mg/kg s.m.].

Współczynnik ten wykorzystano do wskazania gatunków ziół, które wykazują zdolność selektywnego kumulowania analitów spośród taksonów obecnych w danym siedlisku [15].

### Wyniki, ich analiza i interpretacja

W tabeli 3 przedstawiono średnie wartości stężeń metali ciężkich (Mn, Fe, Cu, Ni, Zn, Cd i Pb) oznaczonych w sześciu gatunkach ziół.

Tabela 3  
Stężenia metali ciężkich w próbkach wybranych gatunków ziół [mg/kg s.m.]

Concentrations of heavy metals in samples of the selected herbs species [mg/kg d.m.]

Gatunek ziół	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
<i>Melissa officinalis</i> L.	44,3	629	32,2	15,1	13,5	< 0,65	< 3,50
<i>Mentha piperita</i> L.	49,8	203	34,4	19,8	16,6	< 0,65	< 3,50
<i>Mentha rotundifolia</i> (L.) Huds.	37,0	310	33,2	17,1	15,1	< 0,65	3,65
<i>Origanum vulgare</i>	64,1	556	32,2	12,3	13,4	< 0,65	10,3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	25,8	194	30,5	11,8	13,3	< 0,65	< 3,50
<i>Thymus vulgaris</i> L.	110	821	33,9	22,9	24,7	< 0,65	< 3,50
Średnia	55,1	452	32,7	16,5	16,1	< 0,65	< 4,65
±SD	29,7	256	1,42	4,36	4,44	-	-

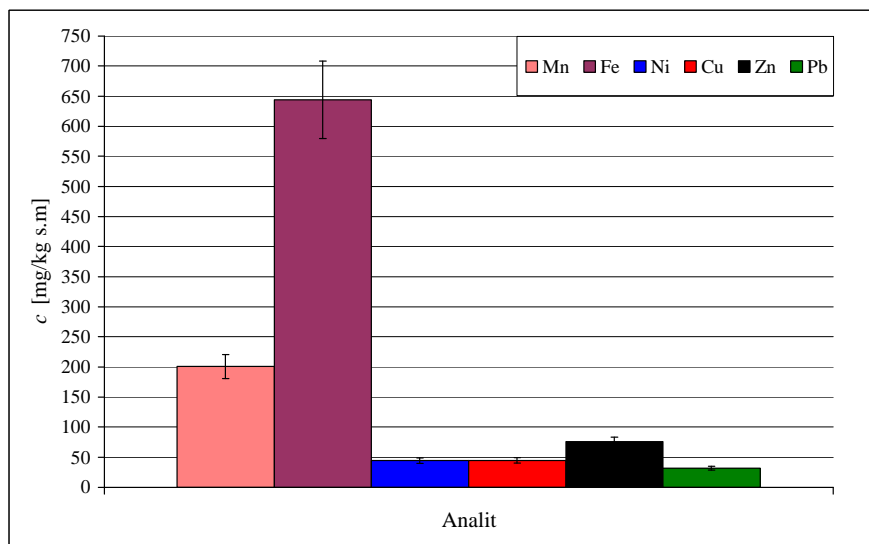
- nie wyznaczono SD

Stężenia oznaczonych metali ciężkich w liściach wybranych ziół były zróżnicowane i uzależnione od gatunku rośliny. Najbardziej zanieczyszczone Mn, Fe, Cu i Zn były liście *Thymus vulgaris* L., natomiast największe stężenie Ni zawierały liście *Mentha piperita* L. W liściach *Origanum vulgare* i *Mentha rotundifolia* (L.) Huds. oznaczono Pb w stężeniach odpowiednio 10,3 i 3,65 mg/kg s.m. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 2003 roku w liściach tych dwóch gatunków roślin stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego stężenia Pb, które dla świeżych ziół wynosi 0,3 mg/kg s.m. [17]. Stężenie Pb w pozostałych próbkach roślin było poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody ( $c_{Pb} < 3,50$  mg/kg s.m.). Stężenie Cd w badanych próbkach roślin było poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody analitycznej ( $c_{Cd} < 0,65$  mg/kg s.m.). Zanieczyszczenie ziół metalami ciężkimi wynika m.in. z tego, że poletko doświadczalne znajduje się w centrum aglomeracji miejskiej i dodatkowo teren ten w 1997 roku był zalany podczas powodzi.

Na rysunku 1 przedstawiono średnie stężenia oznaczonych metali ciężkich w glebie, z której pobrano próbki ziół. Z poletko doświadczalnego pobrano 5 zintegrowanych próbek gleby, uśredniono, a następnie zhomogenizowano. Tak przygotowane próbki były analizowane pięciokrotnie z zachowaniem całego cyklu metodyki badawczej.

Porównując przedstawione na rysunku 1 średnie stężenia analizowanych metali ciężkich z wartościami dopuszczalnych stężeń tych analitów, w glebie grupy B (głębokość 0-0,3 m ppt), zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9.09.2002 roku, nie stwierdzono przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych stężeń oznaczonych analitów

[18]. Stężenie Cd w glebie było poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody analitycznej.



Rys. 1. Średnie stężenia metali ciężkich w glebie

Fig. 1. Mean concentrations of heavy metals in soil

W tabeli 4 przedstawiono wartości współczynnika fitokumulacji ( $WF$ ) wyznaczonego dla sześciu analizowanych gatunków ziół.

Wartości współczynnika  $WF$  dla wybranych gatunków ziół

Tabela 4

Values of the  $WF$  coefficient for the selected herbs species

Table 4

Gatunek ziół	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb
<i>Melissa officinalis</i> L.	0,22	0,98	0,72	0,34	0,18	-
<i>Mentha piperita</i> L.	0,25	0,32	0,77	0,44	0,22	-
<i>Mentha rotundifolia</i> (L.) Huds.	0,18	0,48	0,75	0,38	0,20	0,12
<i>Origanum vulgare</i>	0,32	0,86	0,72	0,28	0,18	0,32
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,13	0,30	0,69	0,26	0,18	-
<i>Thymus vulgaris</i> L.	0,55	1,27	0,76	0,51	0,33	-

- nie wyznaczono  $WF$

Analizując wartości współczynnika fitokumulacji dla poszczególnych roślin, stwierdzono, że wszystkie gatunki ziół poddane badaniom w średnim stopniu kumulują metale ciężkie: Mn, Fe, Ni, Cu i Zn ( $0,1 \leq WF \leq 1,0$ ). Wyjątek stanowi *Thymus vulgaris* L., który intensywnie akumulował żelazo ( $WF = 1,27$ ). Natomiast ołów jest pierwiastkiem, który był w średnim stopniu kumulowany przez tylko dwa gatunki ziół: *Origanum vulgare* ( $WF = 0,32$ ) i *Mentha rotundifolia* (L.) Huds. ( $WF = 0,12$ ). Na podstawie

przeprowadzonych badań wykazano, że *Thymus vulgaris* L. jest najbardziej obciążony Mn, Fe, Cu i Zn, natomiast *Mentha piperita* L. niklem.

W tabeli 5 przedstawiono wartości współczynnika specyficznej kumulacji (CSRA) wyznaczonego dla analizowanych gatunków ziół.

Wartości współczynnika CSRA dla analizowanych gatunków ziół

Tabela 5

Values of the CSRA coefficient for the analyzed herbs species

Table 5

Gatunek ziół	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Pb
<i>Melissa officinalis</i> L.	0,15	0,30	0,20	0,18	0,16	-
<i>Mentha piperita</i> L.	0,18	0,08	0,21	0,25	0,21	-
<i>Mentha rotundifolia</i> (L.) Huds.	0,13	0,13	0,20	0,21	0,19	0,36
<i>Origanum vulgare</i>	0,24	0,26	0,20	0,14	0,16	2,81
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,08	0,08	0,18	0,13	0,16	-
<i>Thymus vulgaris</i> L.	0,50	0,43	0,21	0,30	0,34	-

- nie wyznaczono CSRA

Wartości współczynnika CSRA potwierdziły, że *Origanum vulgare* wykazuje zdolność do selektywnego kumulowania ołowiu (CSRA = 2,81). Liście *Thymus vulgaris* L. wykazują 6-krotnie większą kumulację Mn i Fe w porównaniu do liści *Rosmarinus officinalis* oraz porównywalną zdolność kumulowania Ni jak liście *Mentha piperita* L. W porównaniu do innych badanych gatunków ziół *Thymus vulgaris* L. akumulował również większe stężenia Cu i Zn.

Analizując uzyskane wyniki, można stwierdzić, że w liściach poszczególnych gatunków ziół metale ciężkie akumulują się zgodnie z przedstawionymi szeregami:

*Melissa officinalis* L. - Fe > Ni > Cu > Zn > Mn

*Mentha piperita* L. - Cu > Zn ≈ Ni > Mn > Fe

*Mentha rotundifolia* (L.) Huds. - Pb > Cu > Ni > Zn > Mn ≈ Fe

*Origanum vulgare* - Pb > Fe > Mn > Ni > Zn > Cu

*Rosmarinus officinalis* - Ni > Zn > Cu > Mn ≈ Fe

*Thymus vulgaris* L. - Mn > Fe > Zn > Cu > Ni

## Podsumowanie i wnioski

W biomonitoringu terenów zurbanizowanych coraz częściej wykorzystywane są chwasty i dziko rosnące zioła. Analiza stężeń m.in. metali ciężkich w liściach tych roślin pozwala na ocenę zanieczyszczenia środowiska oraz umożliwia wyznaczenie źródeł pochodzenia analitów.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że liście gatunków ziół wieloletnich pobrane z poletka doświadczalnego zlokalizowanego w Opolu są zanieczyszczone metalami ciężkimi. W liściach *Origanum vulgare* i *Mentha rotundifolia* (L.) Huds. oznaczono Pb w stężeniach przekraczających dopuszczalne wartości podane w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2003 roku [17]. Nie stwierdzono natomiast przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych stężeń oznaczonych analitów w glebie, z której pobrano próbki roślin [18].

Na podstawie wartości współczynnika *WF* wyznaczonego dla analizowanych roślin stwierdzono, że *Thymus vulgaris* L. intensywnie akumulował żelazo, natomiast ołów jest pierwiastkiem, który był w średnim stopniu kumulowany przez *Origanum vulgare* i *Mentha rotundifolia* (L.) Huds.

Analizując wartości współczynnika *CSRA*, można stwierdzić, że m.in. *Origanum vulgare* i *Thymus vulgaris* L. wykazują zdolność do wybiórczego pobierania metali ciężkich.

Możliwość selektywnego akumulowania analitów przez rośliny zielarskie może być wykorzystywana do m.in. fitoremediacji gleb terenów zurbanizowanych.

## Literatura

- [1] Rajfur M, Kłos A, Gawlik D, Hyšplerova L, Waclawek M. Akumulacja metali ciężkich w mchach Pleurozium schreberi eksponowanych w pobliżu toru wyścigów samochodowych w Kamieniu Śląskim. Proc ECOpole. 2010;4(2):477-482. [http://tchie.uni.opole.pl/PECO10\\_2/PECO\\_2010\\_2\\_p1.pdf](http://tchie.uni.opole.pl/PECO10_2/PECO_2010_2_p1.pdf).
- [2] Galal TM, Shehata HS. Bioaccumulation and translocation of heavy metals by *Plantago major* L. grown in contaminated soils under the effect of traffic pollution. Ecol Indic. 2015;48:244-251. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.08.013.
- [3] Polechońska M, Zawadzki K, Samecka-Cymerman A, Kolon K, Klink A, Krawczyk J, et al. Evaluation of the bioindicator suitability of *Polygonum aviculare* in urban areas. Ecol Indic. 2013;24:552-556. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.08.012.
- [4] Swaileh KM, Hussein RM, Abu-Elhaj S. Assessment of heavy metal contamination in roadside surface soil and vegetation from the West Bank. Archiv Environ Contamin Toxicol. 2004;47(1):23-30. [http://www.researchgate.net/publication/8366132\\_Assessment\\_of\\_Heavy\\_Metal\\_Contamination\\_in\\_Roadside\\_Surface\\_Soil\\_and\\_Vegetation\\_from\\_the\\_West\\_Bank](http://www.researchgate.net/publication/8366132_Assessment_of_Heavy_Metal_Contamination_in_Roadside_Surface_Soil_and_Vegetation_from_the_West_Bank).
- [5] Maławska M, Wilkomirski B. An analysis of soil and plant (*Taraxacum officinale*) contamination with heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the area of the railway junction Ilawa Główna, Poland. Water Air Soil Pollut. 2001;127:339-349. DOI: 10.1023/A:1005236016074.
- [6] Królak E. Accumulation of Zn, Cu, Pb and Cd by Dandelion (*Taraxacum officinale* Web.) in environments with various degrees of metallic contamination. Pol J Environ Stud. 2003;12(6):713-721. <http://www.pjoes.com/pdf/12.6/713-721.pdf>.
- [7] Akoumianaki-Ioannidou A, Kalliopi P, Pantelis B, Moustakas N. The effects of Cd and Zn interactions on the concentration of Cd and Zn in sweet bush basil (*Ocimum basilicum* L.) and peppermint (*Mentha piperita* L.). Fresenius Environ Bull. 2015;24(1):77-83.
- [8] Radanović D, Antić-Mladenović S, Jakovljević M, Maksimović S. Content of Pb, Ni, Cr, Cd and Co in peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivated on different soil types from Serbia. Rostlinna Vyroba. 2001;47(3):111-116.
- [9] Dghaim R, Al Khatib S, Rasool H, Khan MA. Determination of heavy metals concentration in traditional herbs commonly consumed in the United Arab Emirates. J Environ Public Health. 2015; Article number 973878. DOI: 10.1155/2015/973878.
- [10] Zheljzkov VD, Jeliazkova EA, Kovacheva N, Dzhurmanski A. Metal uptake by medicinal plant species grown in soils contaminated by a smelter. Environ Experimen Bot. 2008;64(3):207-216. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2008.07.003.
- [11] Wiseman CLS, Zereini F, Püttmann W. Traffic-related trace element fate and uptake by plants cultivated in roadside soils in Toronto, Canada. Sci Total Environ. 2013;442:86-95. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.10.051.
- [12] Polska Norma PN-ISO 11465, Oznaczanie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę gleby, 1999.
- [13] Instrukcja obsługi aparatu AAS iCE 3500 firmy Thermo Scientific. Warszawa: Spectro-Lab; 2013.
- [14] Parzych A. Ocena zawartości oraz porównanie właściwości fitokumulacyjnych niklu w wybranych roślinach leczniczych Doliny Słupi. Bromat Chem Toksykol. 2014;XLVII(1):106-113. [http://www.ptfarm.pl/pub/File/Bromatologia/2014/BR%201-2014%20s\\_%2010106-113.pdf](http://www.ptfarm.pl/pub/File/Bromatologia/2014/BR%201-2014%20s_%2010106-113.pdf).

- [15] Łaszewska A, Kowal J, Wiechuła D, Kwapuliński J. Kumulacja metali w wybranych gatunkach roślin leczniczych z terenu Beskidu Śląskiego i Beskidu Żywieckiego. *Prob Ekol.* 2007;11(6):285-291. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0032-0102>.
- [16] Rochem R, Kwapuliński J, Kowal J, Zielonka M, Librowska G, Suchocka D, et al. Charakterystyka ekotoksykologiczna środowiska przyrodniczego w zasięgu oddziaływania punktowego źródła emisji niklu. *J Ecol Health.* 2011;15(1):13-18. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR8-0011-0011>.
- [17] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 w sprawie maksymalnych maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20030370326>.
- [18] Rozporządzenie Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20021651359>.

## HEAVY METALS PHYTOCUMULATION IN SELECTED SPECIES OF HERBS

Chair of Biotechnology and Molecular Biology, Opole University

**Abstract:** The aim of the study was the assessment of phytocumulation of heavy metals in selected species of herbs. The study used five species of perennial herbs: *Mentha piperita* L., *Mentha rotundifolia* (L.) Huds., *Melissa officinalis* L., *Origanum vulgare*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* L. From plot situated in Opole (south-western Poland) from which the samples of leaves of herbs were collected were also collected five integrated soil samples. In the studied material collected in August 2015, after mineralization in microwave mineraliser were determined heavy metals: Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd and Pb using the AAS iCE 3500 device from Thermo Electron Corporation (USA). Results of this study were interpreted using phytocumulation factor (*WF*) and coefficient of specific relative accumulation (*CSRA*). Based on the obtained results it was stated i.a. that *Thymus vulgaris* L. intensively accumulated iron, whereas lead is an element that was moderately accumulated by *Origanum vulgare* and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds. Selected species of herbs, because of the possibility of selective accumulation of heavy metals, may be used i.a. in biomonitoring and phytoremediation of soils in urban areas.

**Keywords:** herbs, phytocumulation, heavy metals, phytocumulation coefficient (*WF*), specific phytocumulation coefficient (*CSRA*)