

Mariola PIECZKA¹, Paweł ŚWISŁOWSKI¹ i Małgorzata RAJFUR^{1*}

ZANIECZYSZCZENIE METALAMI CIĘŻKIMI *Matricaria chamomilla* L. I *Plantago lanceolata* L.

HEAVY METAL POLLUTION IN *Matricaria chamomilla* L. AND *Plantago lanceolata* L.

Abstrakt: Celem badań była ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd i Pb) rumianku lekarskiego (*Matricaria chamomilla* L.) i babki lancetowatej (*Plantago lanceolata* L.). W ramach biomonitoringu pasywnego pobrano próbki roślin leczniczych oraz próbki gleby, na której rosły rośliny. Metale ciężkie oznaczono za pomocą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS). Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zioła wykorzystane do badań różniły się pod względem stężeń metali ciężkich w zależności od miejsca ich pobierania. Wszystkie próbki ziół były zanieczyszczone wysokimi stężeniami manganu, żelaza oraz cynku. Badane próbki gleb z grupy B i C według rozporządzenia ministra środowiska nie przekroczyły maksymalnych dopuszczalnych stężeń poszczególnych metali ciężkich. Przeprowadzone badania biomonitoringowe wskazują na możliwość wykorzystania obu gatunków tych roślin leczniczych jako bio wskaźniki do oceny stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi środowiska przyrodniczego.

Słowa kluczowe: zioła, metale ciężkie, fitokumulacja, absorpcyjna spektrometria atomowa

Wprowadzenie

W badaniach biomonitoringowych wykorzystuje się różnego rodzaju organizmy (roślinne i zwierzęce), biorąc pod uwagę cel i typ badań, dostępność danych gatunków oraz ich charakterystyczne cechy morfologiczne i fizjologiczne [1, 2]. Badając zanieczyszczenie terenów miejskich metalami ciężkimi, wykorzystuje się m.in. mchy, porosty, grzyby, chwasty czy rośliny zielarskie [3-5].

Zioła mogą być wykorzystywane w biomonitoringu ze względu na tani koszt pozyskania, powszechną dostępność oraz łatwość pobierania próbek [6]. Do najczęściej stosowanych gatunków należą: *Taraxacum officinale*, *Urtica dioica* i *Plantago major*. Wśród roślin zielnych *Plantago major* jest jednym z najskuteczniejszych bioindykatorów: Cu, Zn, Mn, Pb, Cr i Pd, ponieważ absorbuje i akumuluje metale, ma tolerancję na wysoki ich poziom oraz stężenie metalu w tkankach rośliny dobrze koreluje z poziomem zanieczyszczenia gleby i powietrza [7]. Rośliny zielne wydają się dobrym fitowskaźnikiem do wykorzystania na terenach podmokłych w celu informowania o przestrzennych i czasowych zmianach ekotoksyczności [8]. Rośliny te są również przedmiotem badań w kontekście możliwości ich wykorzystania do monitorowania zanieczyszczeń pochodzących z ruchu komunikacyjnego oraz wykazywania degradacji morfologicznych w liściach, w tym np. nekroz, martwic czy czynników wpływających na procesy metaboliczne (jak np. stres oksydacyjny) [9, 10]. Stanowią także dobry bioindykator skażeń na terenach zurbanizowanych ze wskazaniem antropogennych źródeł zanieczyszczeń [11, 12]. Ze względu na swoją zdolność do akumulowania metali ciężkich

¹ Instytut Biotechnologii, Uniwersytet Opolski, ul. kard. B. Kominka 6, 45-032 Opole, tel. 77 401 60 42

*Autor do korespondencji: mrajfur@o2.pl

Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole' 18, Polanica-Zdrój, 10-13.10.2018

mogą być wykorzystywane w biomonitoringu zanieczyszczenia gleb, np. przy traktach komunikacyjnych, jak również w ich fitoremediacji [13-15].

Celem przeprowadzonych badań była ocena zanieczyszczenia wybranymi metalami ciężkimi (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd i Pb) dwóch gatunków ziół pobranych z różnych stanowisk w powiecie wodzisławskim (województwo śląskie) i wykazanie, że rośliny te mogą być wykorzystywane w biomonitoringu pasywnym terenów zurbanizowanych.

Materiały i metody

Biomonitoring pasywny prowadzono z wykorzystaniem ziół z gatunków: rumianek lekarski (*Matricaria chamomilla* L.) i babka lancetowata (*Plantago lanceolata* L.).

Obszarem badań były wybrane punkty pomiarowe w powiecie wodzisławskim położone w południowo-zachodniej części województwa śląskiego (rys. 1). Sześć miejsc pomiarowych (łąka, cegielnia, rondo, park, kopalnia i pole) było w różnym stopniu narażone na czynniki antropogenne. Próbkę pobrano w okresie letnim (lipiec) 2018 roku.

Po zebraniu próbek ziół i gleby przewieziono do laboratorium i suszono w temperaturze około 100 °C przez 24 godziny do uzyskania suchej masy (s.m.). Tak przygotowane próbki o masie 1,00 g zhomogenizowano w móżdzierzu agatowym i przechowywano w szczelnie zamkniętych pojemnikach polietylenowych. Następnie reprezentatywne (uśrednione) próbki o masie $0,400 \pm 0,001$ g s.m. były mineralizowane w mieszaninie kwasu azotowego(V) i nadtlenku wodoru (HNO_3 65% : H_2O_2 37 % = 5:3) w mineralizatorze mikrofalowym Speedwave Four firmy BERGHOF, DE. Proces mineralizacji prowadzono w temperaturze 180 °C. Po procesie mineralizacji roztwory przesączono do kolb miarowych o pojemności 25 cm³.

Do oznaczenia metali ciężkich (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd oraz Pb) wykorzystano absorpcyjny spektrometr atomowy ze wzbudzaniem w płomieniu (F-AAS) typu iCE 3500 firmy Thermo Scientific, USA.



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych

Fig. 1. Location of measuring points

Zapewnienie i kontrola jakości

W tabeli 1 podano granice wykrywalności oraz granice oznaczalności metali ciężkich, charakteryzujące spektrometr iCE 3500 [16]. Do kalibrowania aparatu wykorzystano wzorce firmy ANALYTIKA Ltd., CZ.

Granice wykrywalności (*IDL*) oraz granice oznaczalności (*IQL*) charakteryzujące spektrometr iCE 3500 [mg/dm³] [16]

Tabela 1

The instrumental detection limits (*IDL*) and instrumental quantification limits (*IQL*) for the spectrometer iCE 3500 [mg/dm³] [14]

Table 1

Metal	<i>IDL</i>	<i>IQL</i>
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 certyfikowanym materiale referencyjnym BCR-482 *lichen*, wytworzonym przez Institute for Reference Materials and Measurements, BE.

Porównanie zmierzonych i certyfikowanych wartości stężeń analitów w BCR-482 *lichen*

Tabela 2

Comparison of measured and certified concentrations in BCR-482 *lichen*

Table 2

Metal	BCR-482 <i>lichen</i>		AAS		<i>Dev.</i> **
	Stężenie	±Niepewność	Średnia	± <i>SD</i> *	
	[mg/kg s.m.]				[%]
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 $100\% \cdot (c_z - c_c) / c_c$

Interpretacja wyników

W celu oceny zdolności badanych gatunków ziół do pobierania biodostępnych form metali ciężkich z gleby wyznaczono współczynnik fitokumulacji (*WF*) [17]:

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

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

Wartości współczynnika WF zinterpretowano [17]:
 $WF \leq 0,01$ - kumulacja nie występuje,
 $WF \leq 0,1$ - słaby stopień kumulacji,
 $WF \leq 1,0$ - średni stopień kumulacji,
 $WF > 1,0$ - intensywny stopień kumulacji.

Wyniki badań i ich analiza

Wyniki oznaczeń stężeń metali ciężkich w próbkach ziół i gleby przedstawiono w tabelach 3-5 oraz na wykresach na rysunkach 2 i 3. Z każdego punktu pomiarowego pobrano 5 zintegrowanych próbek roślin i gleby, uśredniono, a następnie zhomogenizowano. Tak przygotowane próbki były analizowane pięciokrotnie z zachowaniem całego cyklu metodyki badawczej.

Tabela 3

Stężenia metali ciężkich w rumianku lekarskim [mg/kg s.m.]

Table 3

Concentrations of heavy metals in *Matricaria chamomilla* L. [mg/kg d.m.]

Miejsce pobrania próbki	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Łąka	406	472	3,77	7,14	84,3	< 0,813	< 4,38
Cegielnia	35,6	120	< 3,13	6,06	34,9	< 0,813	< 4,38
Rondo	67,8	128	< 3,13	10,5	46,1	< 0,813	< 4,38
Park	19,1	111	< 3,13	6,80	21,0	< 0,813	5,71
Kopalnia	15,7	190	< 3,13	11,6	46,2	< 0,813	< 4,38
Pole	35,0	154	< 3,13	8,89	23,1	< 0,813	< 4,38
Średnia (x_{sr})	96,5	196	-	8,50	42,6	-	-
Minimum	15,7	111	< 3,13	6,06	21,0	< 0,813	< 4,38
Maksimum	406	472	3,77	11,6	84,3	-	5,71

Tabela 4

Stężenie metali ciężkich w babce lancetowatej [mg/kg s.m.]

Table 4

Concentration of heavy metals in *Plantago lanceolata* L. [mg/kg d.m.]

Miejsce pobrania próbki	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Łąka	19,5	62,4	< 3,13	4,93	39,2	< 0,813	< 4,38
Cegielnia	13,7	214	< 3,13	5,74	28,8	< 0,813	< 4,38
Rondo	19,8	84,2	< 3,13	6,97	54,8	< 0,813	< 4,38
Park	22,6	651	< 3,13	4,78	25,1	< 0,813	< 4,38
Kopalnia	16,9	234	< 3,13	7,56	31,6	< 0,813	< 4,38
Pole	14,2	223	< 3,13	5,37	18,4	< 0,813	< 4,38
Średnia (x_{sr})	17,8	245	-	5,89	33,0	-	-
Minimum	13,7	62,4	< 3,13	4,78	18,4	< 0,813	< 4,38
Maksimum	22,6	651	-	7,56	54,8	-	-

Stężenia metali ciężkich w próbkach gleby [mg/kg s.m.]

Tabela 5

Concentrations of heavy metals in soil samples [mg/kg d.m.]

Table 5

Miejsce pobrania próbki	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Łąka	96,6	1214	5,03	2,96	13,5	< 0,813	< 4,38
Cegielnia	256	1464	26,6	35,2	226	< 0,813	22,9
Rondo	315	1398	14,5	9,74	41,2	< 0,813	5,67
Park	300	1392	15,0	11,7	60,2	< 0,813	9,98
Kopalnia	186	1340	12,1	23,9	146	< 0,813	41,6
Pole	222	1297	6,85	6,47	40,3	< 0,813	4,91
Średnia ($x_{sr.}$)	229	1351	13,3	15,0	87,9	-	-
Minimum	96,6	1214	5,03	2,96	13,5	< 0,813	< 4,38
Maksimum	315	1464	26,6	35,2	226	-	41,6

Wartości współczynnika *WF* dla wybranych gatunków ziół

Tabela 6

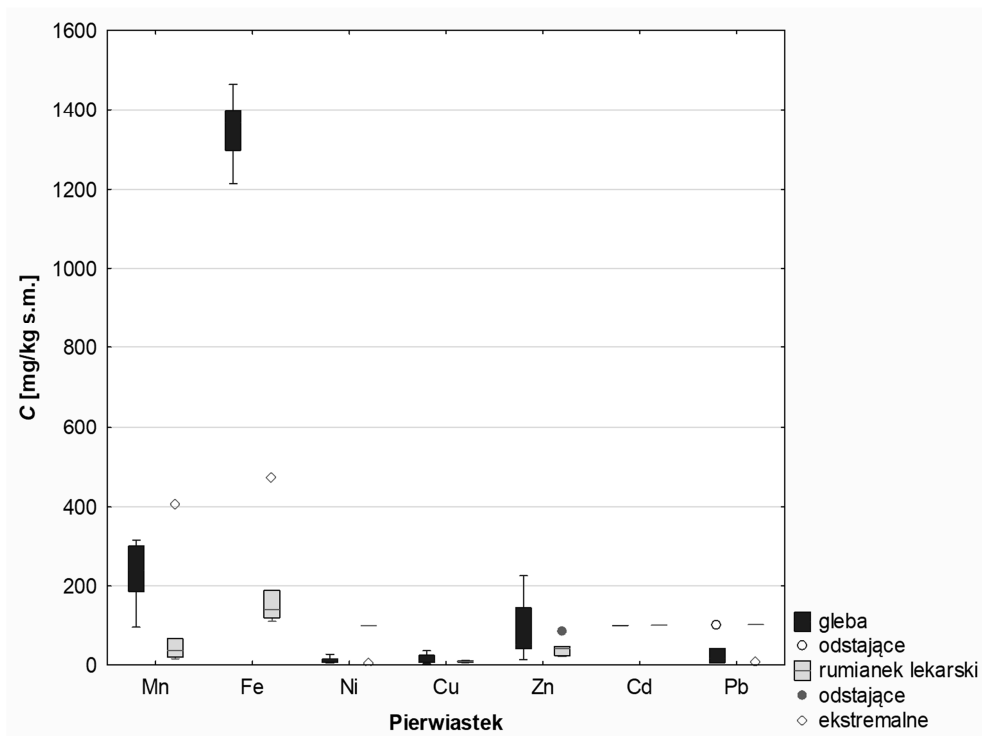
Values of the *WF* coefficient for the selected herbs species

Table 6

Gatunek ziół	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	0,42	0,15	-	0,57	0,48	-	-
<i>Plantago lanceolata</i> L.	0,08	0,18	-	0,39	0,38	-	-

Z analizy danych zawartych w tabelach 3-5 wynika, że spośród badanych próbek największe stężenia metali ciężkich (średnie wartości) zawierała gleba, następnie był to rumianek lekarski i babka lancetowata: $C_{sr,gleba} > C_{sr,rumianek} > C_{sr,babka}$. W przypadku próbek gleby najwyższe stężenia analitów oznaczono w próbkach zebranych przy nieczynnej już od ponad 10 lat cegielni Goldmanna. Dla próbek rumianku były to te zebrane z łąki - może być to związane z tym, iż na terenie powiatu wodzisławskiego oprócz przemysłowych i komunikacyjnych źródeł zanieczyszczeń do atmosfery metale ciężkie mogą przedostawać się z przestarzałych i nieefektywnych kotłów oraz pieców węglowych. Na stopień zanieczyszczenia istotny wpływ ma jakość stosowanego węgla, jednakże większy problem stanowi spalanie różnego rodzaju odpadów komunalnych mogących mieć różny skład chemiczny. Tego typu źródła toksyn na terenie powiatu są bardzo liczne oraz rozproszone, co mogło przyczynić się do tego, że zanieczyszczenia niektórymi metalami ciężkimi poza terenami przemysłowymi stwierdzono również na obszarze łąki. Najbardziej zanieczyszczone metalami ciężkimi próbki babki lancetowatej pobrano z następujących punktów pomiarowych: rondo, park i kopalnia. Wpływ na zanieczyszczenie analitami tej rośliny może mieć industrialne otoczenie miejsc poboru próbek (w północnej części powiatu działają następujące Kopalnie Węgla Kamiennego: Jankowice, Marcel, Rydułtowy, natomiast we wschodniej części: Jas-Mos oraz Borynia), jak również dobrze rozwinięta jest sieć komunikacyjna (duże stężenia Zn w próbkach pobranych przy rondzie). Biorąc pod uwagę średnie stężenia analizowanych metali ciężkich, można stwierdzić, że badane próbki najbardziej zanieczyszczone były manganem, żelazem oraz cynkiem. Kadm

we wszystkich próbkach roślinnych i gleby był poniżej granicy oznaczalności zastosowanej metody analitycznej.

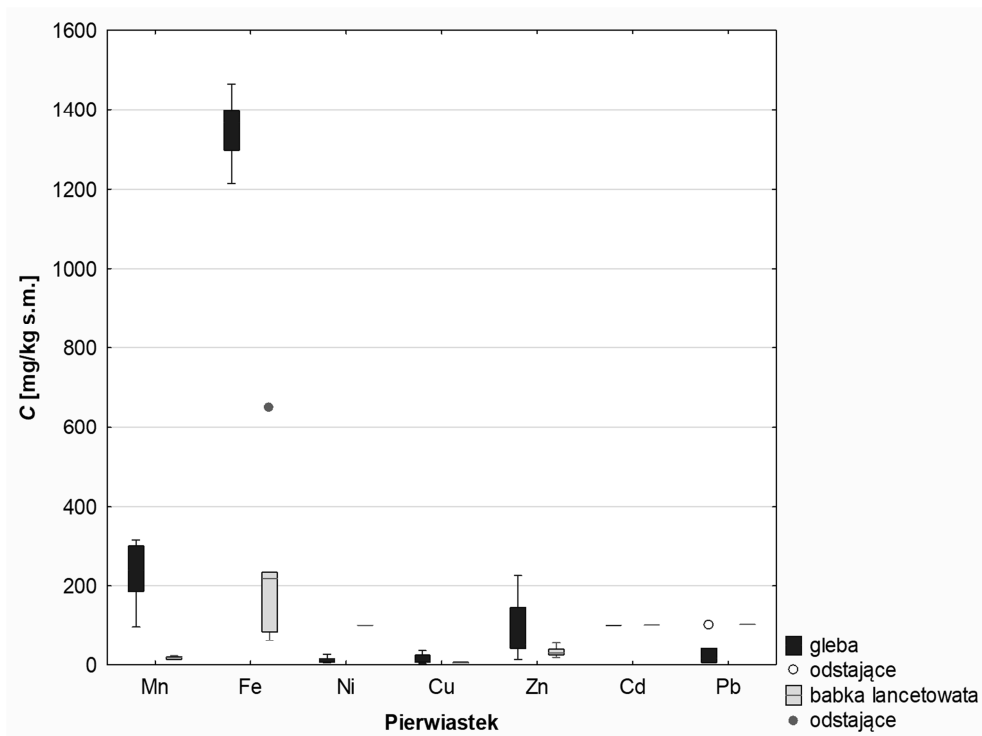


Rys. 2. Porównanie rozkładu stężeń analitów w próbkach gleby i rumianku lekarskiego

Fig. 2. Comparison of distribution of analytes concentrations in soil samples and *Matricaria chamomilla* L.

W tabeli 6 przedstawiono obliczone wartości współczynnika WF . Można było go wyznaczyć tylko dla czterech pierwiastków spośród siedmiu analizowanych. Na podstawie uzyskanych danych należy stwierdzić, że rumianek lekarski w średnim stopniu kumuluje wybrane metale ciężkie. Podobnie jest również dla babki lancetowatej, która dla manganu wykazuje słaby stopień kumulacji. Zostało to zobrazowane na rysunkach 2 i 3, gdzie można zauważyć, że dla obu gatunków ziół dla większości pierwiastków stężenia metali ciężkich w glebie są wyższe od tych kumulowanych przez rośliny.

Porównując uzyskane wyniki z danymi literaturowymi, należy stwierdzić, że np. dla babki lancetowatej otrzymane wyniki są dość niskie w porównaniu z badaniami przeprowadzonymi wokół huty cynku czy na obszarach przemysłowych [18]. Próbkę gleby są również mało zanieczyszczone analitami w stosunku do analizowanych badań literaturowych. Badania potwierdzają możliwość wykorzystania *P. lanceolata* L. jako bioakumulatora metali ciężkich, natomiast badania literaturowe wskazują ten gatunek jako przykład metalofitu [18].



Rys. 3. Porównanie rozkładu stężeń analitytów w próbkach gleby i babki lancetowatej

Fig. 3. Comparison of distribution of analytes concentrations in soil samples and *Plantago lanceolata* L.

Z kolei podobne wyniki stężeń metali ciężkich uzyskano dla rumianku w badaniach autorów ze Zjednoczonych Emiratów Arabskich. Wyniki badań potwierdzają także wniosek, że wykorzystywanie skażonych ziół w praktykach leczniczych może stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia konsumentów [19]. Inne badania z wykorzystaniem *Matricaria chamomilla* L., zbieranego z terenów uprzemysłowionych, wykazały, że stężenia metali ciężkich były w granicach dozwolonych limitów według WHO [20] oraz niższe od badań własnych. Jednak autorzy pomimo ustaleń, że roślina ta nadaje się do przygotowania herbaty i ekstraktów leczniczych, wskazują, że powinna być zbierana z terenów niezanieczyszczonych, wolnych od metali ciężkich [21]. Naukowcy z Ukrainy wykazali, że zmierzone przez nich stężenia ołowiu i kadmu w rumianku są bezpieczne dla zdrowia ludzi [22].

Podsumowanie i wnioski

Analiza zawartości metali ciężkich w roślinach może stanowić źródło informacji na temat stopnia zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego oraz służyć do oceny jakości oraz bezpieczeństwa surowców zielarskich używanych m.in. w mieszankach leczniczych, suplementach diety czy fitokosmetykach. Rośliny poprzez zróżnicowaną wrażliwość na

kumulowanie różnych pierwiastków oraz wykazywanie charakterystycznych reakcji zarówno pod względem fizjologicznym, anatomicznym, jak i morfologicznym mogą być wykorzystywane w biomonitoringu do oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

- Zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego powiatu wodzisławskiego wynika głównie z jego przemysłowego i zurbanizowanego charakteru.
- Zawartość metali ciężkich zależy od gatunku rośliny oraz miejsca ich zbioru [23].
- Rumianek lekarski wykazuje większą zdolność do kumulowania metali ciężkich niż babka lancetowata.
- Babka lancetowata jest potencjalnie bezpieczniejszym surowcem zielarskim w porównaniu do rumianku lekarskiego - na podstawie przeprowadzonych badań.
- Duża zawartość oznaczanych pierwiastków w próbkach gleby pobranej z terenu nieczynnej cegielni Goldmanna wskazuje na powolny proces fitoremediacji gleb z metali ciężkich.

Analizowane rośliny lecznicze mogą zostać wykorzystane jako biowskaźniki do oceny stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi środowiska przyrodniczego.

Literatura

- [1] Zinicovscaia I, Aničić Urošević M, Vergel K, Vieru E, Frontasyeva MV, Povar I, et al. Active moss biomonitoring of trace elements air pollution in Chisinau, Republic of Moldova. *Ecol Chem Eng S.* 2018;25(3):361-372. DOI: 10.1515/eces-2018-0024.
- [2] Świsłowski P, Rajfur M. Mushrooms as biomonitors of heavy metals contamination in forest areas. *Ecol Chem Eng S.* 2018;25(4):557-568. DOI: 10.1515/eces-2018-0037.
- [3] Nasr M, Arp PA. Biomonitoring and assessing total mercury concentrations and pools in forested areas. *Biomonitoring.* 2015;2:47-63. DOI: 10.1515/bimo-2015-0008.
- [4] 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 Ind.* 2015;48:244-251. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.08.013.
- [5] 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 Ind.* 2013;24:552-556. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.08.012.
- [6] Paula PH, Mateus VL, Araripe DR, Duyck CB, Saint'Pierre TD, Gioda A. Biomonitoring of metals for air pollution in urban areas. *Chemosphere.* 2015;138:429-437. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.060>.
- [7] Levei L, Kovacs E, Hoaghia MA, Ozunu A. Accumulation of heavy metals in *Plantago major* grown in urban and post-industrial areas. *Chemosphere.* 2018;1:87-98. DOI: 10.24193/subchem.2018.1.07.
- [8] Guittony-Philippe A, Masotti V, Rabier J, Petit ME, Malleret L, Coulomb B, et al. Biomonitoring of *Epilobium hirsutum* L. health status to assess water ecotoxicity in constructed wetlands treating mixtures of organic and inorganic pollutants. *Water.* 2015;7:697-715. DOI: 10.3390/w7020697.
- [9] Talukdar P, Dutt A. Biomonitoring with special reference to leaf and pollen morphology in *Cassia sophera* L. to detect road air pollution. *World Sci News.* 2018;105:168-181. <http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-e5e9d3e4-3414-4ba7-8247-03c2fe098381?printView=true>.
- [10] Balakhnina TI, Borkowska A, Nosalewicz M, Nosalewicz A, Włodarczyk TM, Kosobryukhov AA, et al. Effect of temperature on oxidative stress induced by lead in the leaves of *Plantago major* L. *Inter Agrophys.* 2016;30:285-292. DOI: 10.1515/intag-2015-0094.
- [11] Dăcu AD, Sala F, Ianovici N. Studies regarding some morphometric and biomass allocation parameters in the urban habitat on *Plantago major*. *Res J Agric Sci.* 2017;49(4):96-102. https://rjas.ro/paper_detail/2486.
- [12] Huber MA, Menshakova MY, Chmiel S, Zhigunova GV, Dębicki R, Iakovleva OA. Heavy metal composition in the *Plantago major* L. from center of the Murmansk City, Kola Peninsula, Russia. *Eur J Biol Res.* 2018;8(4):214-223. DOI: 10.5281/zenodo.1461064.

- [13] Szakova J, Dziakova M, Kozakova A, Tlustos P. The risk element uptake by chamomile (*Matricaria recutita* (L.) Rauschert) growing in four different soils. *Arch Environ Prot.* 2018;44(4):12-21. DOI: 10.24425/aep.2018.122298.
- [14] 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.
- [15] 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.). *Fructus Environ Bull.* 2015;24(1):77-83.
- [16] iCE 3000 Series AA Spectrometers Operators Manuals. Cambridge Thermo Fisher Scientific; 2011. <http://photos.labwrench.com/equipmentManuals/9291-6306.pdf>.
- [17] Parzych A. Ocena zawartości oraz porównanie właściwości fitokumulacyjnych niklu w wybranych roślinach leczniczych Doliny Słupi. *Bromat Chím Toksykol.* 2014;XLVII(1):106-113. http://www.ptfarm.pl/pub/File/Bromatologia/2014/BR%201-2014%20s_%20106-113.pdf.
- [18] Nadgórska-Socha A, Pasiński B, Kita A. Heavy metal bioaccumulation and antioxidative responses in *Cardaminopsis arenosa* and *Plantago lanceolata* leaves from metalliferous and non-metalliferous sites: a field study. *Ecotoxicology.* 2013;22:1422-1434. DOI: 10.1007/s10646-013-1129-y.
- [19] 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.
- [20] World Health Organization. Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials. World Health Organization, Geneva, Switzerland 1998. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41986/9241545100.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [21] Stanojkovic-Sebic A, Piviv R, Josic D, Dinic Z, Stanojkovic A. Heavy metal content in selected medicinal plants commonly used as components for herbal formulations. *J Agric Sci.* 2015;21:317-325. <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/15/2094/21671.pdf>.
- [22] Derkach T, Khomenko V. Elemental composition of the medicinal plants *Hypericum perforatum*, *Urtica dioica* and *Matricaria chamomilla* grown in Ukraine: a comparative study. *Pharmacogn J.* 2018;10(3):486-491. DOI: 10.5530/pj.2018.3.80.
- [23] Bekteshi A, Bara G. Uptake of the heavy metals from *Plantago major* in the Region of Durrës, Albania. *Pol J Environ Stud.* 2013;22(6):1881-1885. <http://www.pjoes.com/Uptake-of-Heavy-Metals-from-Plantago-major-in-the-Region-of-Durres-Albania,89159,0,2.html>.

HEAVY METAL POLLUTION IN *Matricaria chamomilla* L. AND *Plantago lanceolata* L.

Institute of Biotechnology, University of Opole, Opole

Abstract: The aim of the study was to evaluate the heavy metal contamination (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd and Pb) of *Matricaria chamomilla* L. and *Plantago lanceolata* L. Within passive biomonitoring, samples of medicinal plants and soil samples were taken. Heavy metals were determined using atomic absorption spectrometry (AAS). On the basis of the conducted research it can be stated that the herbs used in the study differed in terms of concentrations of heavy metals, depending on the place of their collection. All herb samples were contaminated with high concentrations of manganese, iron and zinc. The tested soil samples from groups B and C according to the Regulation of the Minister of the Environment didn't exceed the maximum permissible concentrations of individual heavy metals. The conducted biomonitoring studies indicate the possibility of using both species of these medicinal plants as bio-indicators to assess the level of heavy metals pollution in the natural environment.

Keywords: herbs, heavy metals, phytocumulation, atomic absorption spectrometry