



Renata Musielińska, Anna Śliwińska-Wyrzychowska
Akademia im. Jana Długosza
Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa,
e-mail: r.musielinska@ajd.czyst.pl

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU W WYBRANYCH GATUNKACH ROŚLIN O POTENCJALNYM ZNACZENIU LECZNICZYM

Streszczenie. Rośliny lecznicze, dzięki posiadanym dużym wybiórczym zdolnościom kumulowania pierwiastków śladowych i metali ciężkich, mogą stanowić dodatkowe ich źródło dla stosujących je osób. W związku z tym podjęto próbę oceny zawartości ołowiu w wybranych roślinach, które klasyfikowane są jako przydatne w ziołolecznictwie i fitoterapii. Rośliny zostały pobrane z terenu dzielnicy Częstochowa Mirów, tj. terenu, który może być postrzegany przez laika jako obszar nieskażony i odpowiedni do pozyskania surowców leczniczych. Biodostępne ilości jonów ołowiu w badanych roślinach są podobne i w większości przypadków mieszczą się w przedziale 2,48–2,64 $\mu\text{gPb/g}$. Najwyższe zawartości ołowiu [$\mu\text{g/g}$] zanotowano dla następujących gatunków: babka zwyczajna (*Plantago major*) – 3,68 w korzeniu, dziewanna pospolita (*Verbascum nigrum*) – 6,32 w korzeniu, mak polny (*Papaver rhoeas*) – 9,50 w korzeniu i 3,00 w liściu, dziewanna wielkokwiatowa (*Verbascum densiflorum*) – 3,84 w liściu. Największą incydentalną zawartość ołowiu zaobserwowano w korzeniach następujących gatunków roślin ($\mu\text{g/g}$), np.: krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) 45,46; starzec jakubek (*Senecio jacobaea*) 40,14; babka zwyczajna (*Plantago major*) 32,47; szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*) 31,81. Fakt ten posiada duże znaczenie dla ocen zawartości ołowiu w gatunkach pozyskiwanych w celach leczniczych i przydatności tych roślin w fitoterapii.

W oparciu o przeprowadzone badania, opisujące występowanie ołowiu na badanym terenie (w ujęciu statystycznym), można ustalić najmniejsze i incydentalne tło środowiskowe zawartości tego metalu. Jest ono podwyższone w stosunku do obszarów niezanieczyszczonych, z których komercyjnie pozyskuje się materiał zielarski. Właściwości kumulowania ołowiu w poszczególnych częściach roślin są zróżnicowane gatunkowo. U większości badanych gatunków są one największe dla korzeni i liści.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, ołów, intoksykacja, rośliny lecznicze, gleba.

Wstęp

Rośliny lecznicze to ogólna nazwa obejmująca organizmy wykorzystywane w profilaktyce medycznej i leczeniu, które są zróżnicowane pod względem systematycznym, pochodzenia geograficznego i składu chemicznego [21]. Ludzkość używa roślin do celów medycznych od tysiącleci, a obecnie szybko wzrasta zainteresowanie wykrywaniem i identyfikacją aktywnych leczniczo produktów pochodzenia roślinnego. Bada się rośliny, poczynając od gatunków stosowanych w medycynie tradycyjnej, poprzez rośliny użytkowe i dziko rosnące, w kategoriach ich przydatności do produkcji nowych leków. Rośliny lecznicze stanowią rośliny naczyniowe (ponad 90%), pozostałe to formy należące do innych grup systematycznych (grzyby i porosty). Posiadają one określoną, gatunkowo właściwą zdolność sorpcji makro- i mikroelementów z gleby. Wiele surowców roślinnych zawiera składniki mineralne i może być źródłem łatwo przyswajalnych pierwiastków [21].

Pod koniec XX w., na podstawie lekospisów z całego świata, wykazano, że obecnie wykorzystuje się leczniczo ponad 20 000 gatunków roślin. Szeroko zakrojone badania składu chemicznego tych roślin doprowadziły do wykrycia i zidentyfikowania wielu nowych związków chemicznych, niewystępujących w przyrodzie poza roślinami, mającymi działanie farmakologiczne, warunkujące właściwości lecznicze wytwarzających je gatunków roślin. Zaliczają się one do różnych grup związków: alkaloidów, glikozydów, olejków eterycznych, żywic, flawonoidów i antocyjanów, garbników, związków goryczkowych, antrazwiązków, kwasów organicznych, tłuszczów, cukrowców, karotenoidów i witamin [16, 21, 25].

Bardzo często zastosowanie składników zielarskich, opartych na roślinach o wybranych, dużych, a niejednokrotnie selektywnych zdolnościach do kumulacji niektórych metali, obok pożądanego efektu farmaceutycznego może powodować intoksykację lezonego organizmu danym metalem. W związku z tym uznano, że istnieje potrzeba wnikliwych i systematycznych badań roślin leczniczych pod kątem występowania w nich metali ciężkich, np. toksycznych związków ołowiu [20, 34]. Badaniami fitochemicznymi w Polsce zajmują się jednostki naukowe zlokalizowane na wydziałach farmaceutycznych akademii medycznych [1, 12, 19, 29], a także specjalistyczne placówki i instytuty naukowo-badawcze, m.in. Instytut Przemysłu Zielarskiego w Poznaniu [21].

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny zawartości związków ołowiu w wybranych roślinach, które klasyfikowane są jako przydatne w ziołolecznictwie i fitoterapii. Rośliny zostały pobrane z terenu dzielnicy Częstochowa Mirów, tj. terenu, który może być postrzegany przez laika jako obszar nieskażony i odpowiedni do pozyskania surowców leczniczych.

Teren badań

Terenem badań był przełom Warty pod Częstochową wchodzący w skład Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. W pobliżu zlokalizowane jest wzgórze Gąszczyk [6]. Przełom Warty rozpoczyna się w Mirowie, a kończy w Chraponiu koło Mstowa. Jest to niewielki, zaledwie 10-kilometrowy odcinek rzeki, która przepływając między pagórkami i ostańcami jurajskimi, wytycza granice trzech mezoregionów geograficznych: Wyżyny Wieluńskiej, Wyżyny Częstochowskiej oraz Obniżenia Górnej Warty i bezpośrednio przylega do terenów planowanego rezerwatu Gąszczyk leśny im. prof. Władysława Hyli ma powierzchnię 6,91 ha [27].

Najbardziej uciążliwymi zakładami przemysłowymi na terenie byłego województwa częstochowskiego są: Huta Częstochowa i Cemex Polska sp. z o. o. – Cementownia Rudniki w Rudnikach k. Częstochowy. Kompleks zakładów przemysłowych Myszkowa to drugie po rejonie Częstochowy źródło emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Poważnym obciążeniem dla stanu środowiska przyrodniczego w rejonie Częstochowy jest emisja dalekosięgająca, głównie ze strony Katowic, Miasteczka Śląskiego i z okolic Sieradza od Cementowni Działoszyn [27].

Materiały i metody

Do badań wytypowano 36 gatunków roślin. Były to rośliny wykorzystywane w leczeniu wielu chorób [6], np.: układu nerwowego – dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*); układu moczowego – pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*); układu oddechowego – mak polny (*Papaver rhoeas*), mydlnica lekarska (*Saponaria officinalis*), macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum*), koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense*); układu pokarmowego – kminek zwyczajny (*Carum carvi*), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale*), dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*); układu rozrodczego – krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*); skóry – pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*), babka lancetowata (*Plantago lanceolata*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*).

W tabeli zestawiono szczegółowe odniesienie gatunków do poszczególnych gałęzi ziołolecznictwa lub spisów gatunków i surowców leczniczych (tab. 1). Przyjęto tu dwie grupy skrótów [6]. Pierwsza grupa skrótów odnosi się do monografii i wykazów roślin leczniczych [1]:

FM	roślina lub surowiec roślinny wykorzystywany w tradycyjnej, polskiej i/lub środkowoeuropejskiej medycynie ludowej
FP	„Farmakopea Polska”, wydania: II, III, IV, V
HP	roślina dostarczająca surowców homeopatycznych
OIM	wykaz leków pochodzenia roślinnego, które uzyskały certyfikaty Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej w Polsce (w latach 1993–1999)
OLM	urzędowy spis leków (1976)
VP	roślina dostarczająca surowców do leków weterynaryjnych (weterynaryjna)
NL in Ph.	wykaz leków pozalekospisowych (1983)
IMP	indeks roślin leczniczych świata (wg Penso G. [22])
EU	rośliny lecznicze ujęte w farmakopeach krajów Unii Europejskiej wg danych Komisji E Federalnego Urzędu Zdrowia RFN

Druga grupa skrótów charakteryzuje badane gatunki roślin pod względem właściwości użytkowych i wskazuje na ich główne cechy:

Aph.	roślina afrodyzjakalna, pobudzająca farmakologicznie popęd płciowy lub wzmacniająca zachowania erotyczne człowieka
Rem. Aph.	środek leczniczy stosowany w leczeniu dolegliwości płciowych
AP	roślina zawierająca substancje aromatyczne, głównie olejkowe, wykorzystywane w lecznictwie i aromaterapii (aromatyczna)
CP	roślina dostarczająca surowców do leków i środków kosmetycznych (kosmetyczna)
SMP	roślina dostarczająca środków specjalnych, wykorzystywanych w lecznictwie, przemyśle i gospodarstwie domowym
TP	roślina trująca lub tylko zawierająca endogeniczne substancje toksyczne dla ludzi (TPh) i zwierząt (TPa)

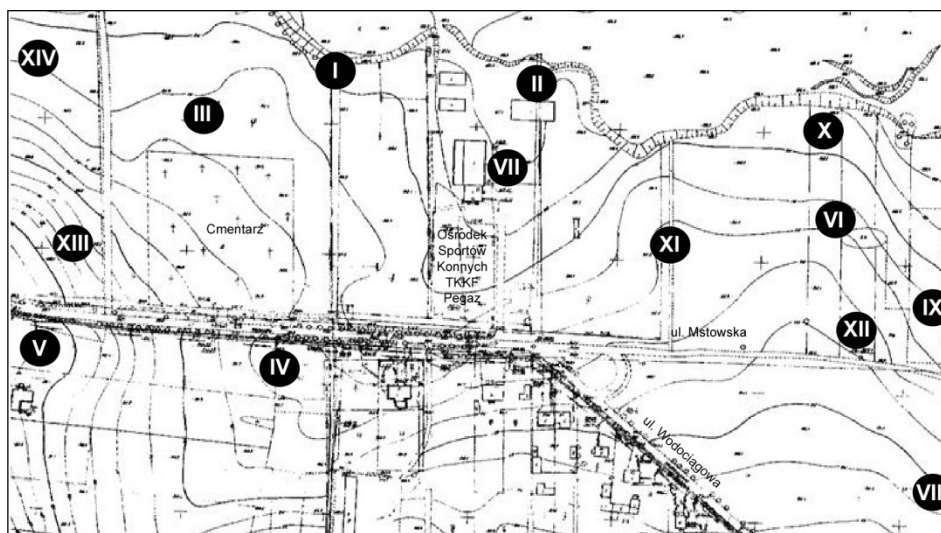
Tab. 1. Zestawienie badanych gatunków roślin pod względem ich cech użytkowych w lecznictwie. Objasnienia skrótów w tekście powyżej

Lp.	Nazwa polska	Występowanie badanych gatunków roślin w monografiach i wykazach roślin leczniczych									Właściwości użytkowe badanych gatunków roślin					
		FM	FP (III, IV, V)	HP	OIM	OLM	VP	NL in Ph.	IMP	EU	Aph.	Rem. Aph.	AP	CP	SMP	TP (TPa) (TPh)
1.	Babka lancetowata	+		+	+		+		+					+		
2.	Babka zwyczajna	+		+					+							+
3.	Biedrzyca wielki	+	V	+	+		+	+	+	+				+		
4.	Bylica pospolita	+		+												
5.	Dziewanna firletkowa	+							+					+		

Lp.	Nazwa polska	Występowanie badanych gatunków roślin w monografiach i wykazach roślin leczniczych									Właściwości użytkowe badanych gatunków roślin				
		FM	FP (III, IV, V)	HP	OIM	OLM	VP	NL in Ph.	IMP	EU	Aph.	Rem. Aph.	AP	CP	SMP
6.	Dziewanna pospolita	+							+					+	
7.	Dziewanna wielkokwiatowa	+													
8.	Dziewięciśń pospolity	+	IV, V	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+
9.	Dziurawiec kosmaty	+	IV, V		+	+	+	+	+		+		+	+	+
10.	Dziurawiec zwyczajny	+		+									+		
11.	Goździk kartuzek	+							+						+
12.	Kminek zwyczajny	+							+						+
13.	Komosa biała	+		+					+						+
14.	Koniczyna łąkowa	+	V	+	+		+	+	+		+		+		+
15.	Kozłek dwupienny	+	III		+		+	+	+				+		+
16.	Krwawnik pospolity	+		+	+		+		+		+		+	+	+
17.	Krwiściąg lekarski	+	IV, V	+	+			+	+	+			+	+	+
18.	Lepnica rozdęta	+							+						+
19.	Macierzanka piaskowa	+		+					+				+		+
20.	Mak polny	+							+				+		
21.	Mniszek pospolity	+	IV	+	+		+	+	+	+	+		+	+	
22.	Mydlnica lekarska	+		+					+				+		+
23.	Nawłóć kanadyjska	+		+		+	+		+	+			+	+	+
24.	Paprotka zwyczajna	+		+			+		+						
25.	Pokrzywa zwyczajna	+													
26.	Przymiotno gałęziste	+		+			+		+						+
27.	Sierpnica pospolita	+	III	+	+		+	+	+				+		+
28.	Starzec bagienny	+		+					+						+
29.	Starzec jakubek	+													+
30.	Starzec leśny	+							+						+
31.	Szalej jadowity	+													
32.	Szczaw lancetowaty	+		+					+				+		
33.	Śláz piżmowy	+		+					+	+			+	+	+
34.	Wiązówka błotna	+											+		+
35.	Wilczomlecz sosnka	+							+						+
36.	Wrotycz pospolity	+	IV, V		+	+	+	+	+	+			+		+

Materiał roślinny pobrano z 14 stanowisk (każde o powierzchni 10 m^2) (rys. 1). Rośliny były pobierane w okresach kwitnienia, a następnie umyte wodą redestylowaną i wysuszone na powietrzu w dobrze wentylowanych, suchych i czystych pomieszczeniach. Próby rozdrobiono w młynku z żwirkiem i zmielono za pomocą różnego rodzaju młynków ze specjalnymi plastikowymi ostrzami, w celu uzyskania próbek w postaci pyłu o możliwie jednorodnej średnicy cząstek. Materiał roślinny przechowywano w papierowych kopertach do momentu przewiezienia do analizy.

Rys. 1. Lokalizacja miejsc poboru prób (I–XI) na badanym terenie: Mirów – Dzielnica Częstochowy [14]



Próby w ilości po 1g odważono na wadze analitycznej z dokładnością do $0,00001\text{ g}$, a następnie przeniesiono ilościowo do kolb stożkowych o pojemności 100 cm^3 . Do każdej kolby – za pomocą automatycznych pipet – dodawano pod dygestorium spektralnie czystego stężonego HNO_3 Suprapure Merck w ilości 10 cm^3 . Tak przygotowane próby roztwarzano na łaźni piaskowej w temperaturze $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ do momentu otrzymania klarownego roztworu. Roztwory sączono przez sączki jakościowe z bibuły o średniej twardości do kolb miarowych o pojemności 25 cm^3 i uzupełniano wodą redestylowaną do kreski.

Zawartość związków ołowiu w glebie i w częściach roślin (korzeń, łodyga, liście, kwiat) oznaczono metodą ASA za pomocą spektrofotometru Pye Unicam Sp9, z zastosowaniem katody wewnętrznej z dokładnością do $0,01\text{ }\mu\text{g/g}$. Oznaczenia z czułością $0,100\text{ }\mu\text{g/g}$ przeprowadzono w płomieniu powietrze/acetylen z wykorzystaniem długości fali $217,0\text{ nm}$; szczeliny $0,5\text{ nm}$ [31].

Precyzję i dokładność oznaczeń kontrolowano metodą dodatku wzorca oraz certyfikowanym materiałem odniesienia o porównywalnej zawartości danego metalu w stosunku do analizowanego materiału: dla gleb CRM – 277 (BCR), dla roślin: CTA – VTL – 2 (ICH i TJ) [7]. Różnice w oznaczeniach kontrolnych z Zakładem Monitoringu Środowiska i Systemów GIG wynosiły w granicach 2–4%. Każdy 30. pomiar absorbancji dotyczył próby podwójnej.

Charakterystyka statystyczna dla poszczególnych gatunków roślin obejmowała: określenie zawartości odpowiadającej średniej geometrycznej i arytmetycznej, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności, zakres zmian, zawartości odpowiadające 10, 50, 90, 95 percentylowi. Ponadto określono najbardziej prawdopodobny statystycznie zakres zmian zawartości Pb w roślinach oraz współczynniki rozkładu częstości występowania: skośności i kurtozy.

Próby gleby o wadze ok. 1500 g każda, pobierano z powierzchni 100 cm² z warstwy korzeniowej (po roztopach) do głębokości 25–30 cm na tych samych stanowiskach co materiał roślinny (rys. 1). Próby po powietrznym wysuszeniu, przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm, a następnie poddano działaniu temperatury w piecu muflowym (400–650°C) do momentu uzyskania stałej masy. Próbkę o masie 1,0000 g roztopiano za pomocą 5 cm³ spektralnie czystego kwasu azotowego (V). Kilukrotne roztopianie podobnymi porcjami HNO₃, po uprzednim wysuszeniu analitu, prowadzono na łaźni wodnej w temperaturze 70°C do chwili uzyskania klarownego roztworu, który przesączono przez jakościową bibułę o średniej twardości i odwirowano przez 5 minut z prędkością obrotową 400 obr/min. Analizę specjacyjną wykonano zgodnie z metodą Rudda [24].

Wyniki i ich omówienie

Przeciętne właściwości kumulowania danego pierwiastka przez rośliny charakteryzuje średnia geometryczna i 50 percentyl. Większość analizowanych roślin cechowała stosunkowo wysoka średnia zawartość jonów ołowiu w ich korzeniach i liściach (i odpowiadający im 50 percentyl). Wysokie wartości tych parametrów zaobserwowano w korzeniach, m.in. takich gatunków roślin (w µg/g):

- babka zwyczajna (*Plantago major*) – 11,95; 14,32,
- dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) – 5,17; 4,07,
- dziewanna pospolita (*Verbascum nigrum*) – 7,61; 7,74;
- macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum*) – 3,97; 5,08;
- mak polny (*Papaver rhoeas*) – 10,76; 10,84;
- starzec wiosenny (*Senecio vernalis*) – 4,27; 4,40.

W przypadku liści, wysokie średnie zawartości jonów ołowiu (i odpowiadający im 50 percentyli) zanotowano m.in. dla takich gatunków roślin (w $\mu\text{g/g}$):

- babka zwyczajna (*Plantago major*) – 4,79; 5,21,
- dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) – 4,92; 3,71,
- dziewanna pospolita (*Verbascum nigrum*) – 4,07; 4,57,
- dziewanna wielkokwiatowa (*Verbascum densiflorum*) – 6,83; 6,38,
- starzec jakubek (*Senecio jacobea*) – 4,23; 4,49,
- starzec wiosenny (*Senecio vernalis*) – 5,81; 6,18.

Łodygi analizowanych gatunków roślin wykazywały zróżnicowaną zawartość omawianego pierwiastka.

Wartość odpowiadającą 10 percentylowi interpretuje się jako stężenie tłowe determinowane przez skład geochemiczny gleby ze względu na występowanie jonów ołowiu. Uwzględnia się również posiadane przez daną roślinę charakterystyczne właściwości do kumulowania danego pierwiastka oraz możliwe interakcje jonów ołowiu z innymi metalami w roślinie. Te wartości mogą być pomocnicze jako układ odniesienia w przyszłych badaniach porównawczych. Biodostępne ilości jonów ołowiu są podobne i w większości przypadków mieszczą się w przedziale 2,48–2,64 $\mu\text{gPb/g}$. Z kolei najwyższe zawartości zanotowano m.in. dla następujących gatunków roślin (w $\mu\text{g/g}$):

- babka zwyczajna (*Plantago major*) – 3,68 w korzeniu,
- dziewanna pospolita (*Verbascum nigrum*) – 6,32 w korzeniu,
- mak polny (*Papaver rhoeas*) – 9,50 w korzeniu i 3,00 w liściu,
- starzec wiosenny (*Senecio vernalis*) – 3,33 w kwiecie i 4,05 w liściu,
- dziewanna wielkokwiatowa (*Verbascum densiflorum*) – 3,84 w liściu.

O incydentalnej ekspozycji świadczą zawartości odpowiadające 95 percentylowi:

a) w korzeniu: babka zwyczajna (*Plantago major*) – 32,47; dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) – 20,86; dziewanna wielkokwiatowa (*Verbascum densiflorum*) – 20,50; krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) – 45,46; starzec jakubek (*Senecio jacobea*) – 40,14; szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolypathum*) – 31,81;

b) w łodydze: krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) – 29,13; wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare*) – 25,03;

c) w liściu: dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) – 21,57.

W pozostałych przypadkach badanych gatunków roślin zawartości odpowiadające 95 percentylowi nie przekraczały 20 $\mu\text{gPb/g}$.

Rozkład częstości występowania przypomina rozkład normalny Gaussa, na ogół prawostronnie rozwinięty. Współczynnik skośności dla większości gatunków roślin jest >1 wraz z wyraźnym maksimum współczynnika kurtozy ≥ 0 .

O fluktuacjach zawartości jonów Pb, czyli zróżnicowaniu kumulacji związków ołowiu przez rośliny świadczy współczynnik zmienności. Analizując

poszczególne gatunki roślin, można zaobserwować, że największa zmienność występowania jonów Pb dotyczy korzeni, a w dalszej kolejności (w zależności od gatunku) pierwszego odcinka łodygi, liści lub kwiatu. Przykładem może być szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*), w korzeniu którego współczynnik zmienności wynosi 155%, przy średniej zawartości jonów ołowiu (odpowiadającej średniej arytmetycznej) rzędu 5,71 $\mu\text{g/g}$. W pierwszym odcinku łodygi tej rośliny współczynnik zmienności gwałtownie spada i wynosi 16% przy wartości średniej związków ołowiu – 2,61 $\mu\text{g/g}$. W liściu współczynnik ten osiąga wartość 121 % przy średnim stężeniu ołowiu 5,59 $\mu\text{g/g}$, a w kwiecie – 39% przy zawartości średniej – 3,17 $\mu\text{gPb/g}$. W przypadku krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium*) współczynnik zmienności w korzeniu wynosił – 139% (9,69 $\mu\text{g/g}$), w łodydze 0–10 – 133% (5,26 $\mu\text{g/g}$), w liściu – 40% (3,38 $\mu\text{g/g}$), a w kwiecie – 46% (3,05 $\mu\text{g/g}$). Z kolei starzec jakubek (*Senecio jacobea*) w korzeniu osiągnął wartość współczynnika zmienności rzędu 150% (8,19 $\mu\text{g/g}$). W pierwszym odcinku łodygi tej rośliny współczynnik zmienności wynosił 82% (3,46 $\mu\text{g/g}$), w liściu – 25% (4,36 $\mu\text{g/g}$), a w kwiecie – 8% (2,62 $\mu\text{g/g}$).

Zmienność występowania jonów ołowiu w poszczególnych częściach rośliny nie przekraczała na ogół wartości 90%, wyjątek stanowiły:

- a) w korzeniu:** dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) – 96%, krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) – 139%, starzec jakubek (*Senecio jacobea*) – 150%, szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*) – 155%,
- b) w łodydze** (odcinek 0–10): krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*) – 133%, wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare*) – 130%,
- c) w liściu:** dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) – 99%, szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum*) – 121%.

W większości badanych gatunków roślin największa kumulacja jonów ołowiu dotyczyła korzenia, liści i/lub kwiatów, przy zróżnicowanym poziomie występowania ołowiu w łodydze.

Próbki gleby poddano analizie specjacyjnej, która pozwoliła wyróżnić następujące formy występowania związków ołowiu w glebie: formę wymienną, formę zaadsorbowaną, połączenia organiczne, formę węglanów, formę siarczków oraz formę pozostałości (tab. 2).

W największych ilościach Pb występował w następujących formach chemicznych (wg średniej geometrycznej): w formie węglanów – 7,30 $\mu\text{g/węglanów}$; w formie zaadsorbowanej – 5,32 $\mu\text{g/g}$; w formie połączeń organicznych – 4,76 $\mu\text{g/g}$,

W badanej glebie potencjalnie największa zawartość tego metalu występuje w formie węglanów – 31%. W kolejnych formach zawartość ołowiu przedstawia się następująco: forma zaadsorbowana – 23%, połączenia organiczne – 20%, forma pozostałości – 11%, forma wymienna – 8% i forma siarczków – 7%.

Tłowe zawartości ołowiu determinuje wartość odpowiadająca 10 percentylowi. Poziom statystycznie incydentalnego zanieczyszczenia Pb charakteryzują wartości odpowiadające 95 percentylowi. W przypadku ołowiu wartości odpowiadające 10 i 95 percentylowi w badanych formach chemicznych w glebie pokazane są w tabeli 2.

Występowanie wybranych form chemicznych Pb w glebie przypomina rozkład normalny Gaussa na ogół prawostronnie asymetryczny. Dodatnia wartość współczynnika skośności wskazuje na prawostronnie asymetryczny przebieg krzywej, a wartości ujemne na jej lewostronny charakter. Kształt krzywej w części maksymalnej jest zróżnicowany dla poszczególnych form występowania Pb, co ilustruje współczynnik kurtozy. Widocznie zaostrzony bieg krzywej częstości występowania odnosi się do następujących form ołowiu: wymiennej, połączeń organicznych i formy siarczków. Ujemne wartości współczynnika kurtozy wskazują na spłaszczenie krzywej Gaussa w części maksimum. Zmienność występowania Pb nie przekraczała na ogół wartości 133%, za wyjątkiem formy zaadsorbowanej ołowiu – 150% i połączeń organicznych ołowiu – 159%.

Forma wymienna i zaadsorbowana są to formy bezpośrednio biodostępne. Dla ołowiu najbardziej prawdopodobny statystycznie zakres zmian dla form biodostępnych to: od 1,11 $\mu\text{g/g}$ do 2,81 $\mu\text{g/g}$ w przypadku formy wymiennej i od 3,06 $\mu\text{g/g}$ do 14,45 $\mu\text{g/g}$ dla formy zaadsorbowanej. Pośrednio biodostępnymi w wyniku zmiany pH (kwaśne deszcze) są połączenia organiczne i węglany. Najbardziej prawdopodobny statystycznie zakres zmian zawartości ołowiu w tych formach jest następujący: od 1,36 $\mu\text{g/g}$ do 12,19 $\mu\text{g/g}$ dla połączeń organicznych i od 4,73 $\mu\text{g/g}$ do 16,26 $\mu\text{g/g}$ dla węglanów.

Dyskusja

Badania wykonano na obszarze pozostającym pod wpływem oddziaływania zanieczyszczeń pochodzących z przemysłu i z lokalnej emisji. Wyraźne objawy degradacji gleb przez opad metali ciężkich zaobserwowano już w rejonach na wschód od Huty Częstochowa, w rejonie Rudnik, Działoszyna i Kalet. Jak podają Krysiak i in. [6], szczególnie niepokojące jest występowanie zwiększonych ilości jonów ołowiu, cynku i kadmu.

Powyższe informacje, jak również fakt istnienia na badanym terenie bogatej szaty roślinnej z licznymi cennymi okazami flory oraz pospolitymi gatunkami roślin leczniczych, dały asumpt do podjęcia takiego tematu. Ołów stał się metalem wiodącym w niniejszej pracy, gdyż jest jednym z lepiej poznanych metali ciężkich i stanowi duże zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Ołów w glebach, głównie pochodzący ze źródeł antropogenicznych, jest przedmiotem

Tab. 2. Charakterystyka występowania ołowiu w wybranych formach chemicznych [$\mu\text{g/g}$] w glebie

Zaadsorbowana	Wymienna	Węglany	Starczki	Pozostałość	Połączenia organiczne	Forma chemiczna	
						Średnia arytmetyczna	Współczynnik zmienności %
8,75	1,96	10,49	1,81	2,63	6,77	Średnia arytmetyczna	
7,96	1,18	8,06	0,51	0,63	7,57	Odchylenie standardowe	
150	66	110	29	25	159	Współczynnik zmienności %	
1,58-23,84	1,58-5,33	1,58-23,29	1,58-3,08	1,98-3,85	1,58-27,25	Zakres	
5,32	1,79	7,30	1,76	2,57	4,76	Średnia geometryczna	
1,58	1,58	1,96	1,58	1,98	1,96	Zakres odpowiadający	
6,45	1,58	9,82	1,58	2,91	4,58	10,0 percentylowi	
20,57	3,46	22,18	2,71	3,38	18,53	50,0 percentylowi	
23,84	5,33	23,29	3,08	3,85	27,25	90,0 percentylowi	
3,06-14,45	1,11-2,81	4,73-16,26	1,45-2,17	2,18-3,09	1,36-12,19	95,0 percentylowi	Najbardziej prawdopodobny statystycznie zakres zmian
0,75	3,16	0,51	2,27	0,43	2,64	Współczynniki rozkładu	
-0,58	10,00	-1,24	4,75	-0,30	7,46	Skośności	Kurtozy

wielu badań [4, 15]. Zasadniczym celem tych prac była przede wszystkim ocena jego fitoprzyswajalności, migracji do wód gruntowych, toksyczności dla organizmów glebowych oraz stopnia włączania do łańcucha żywieniowego.

Istotnym zagadnieniem w tej pracy jest specjacja ołowiu w glebie. Wielu autorów [9, 10, 18, 33] prezentuje wyniki swoich analiz specjacyjnych, podkreślając zarazem ich znaczenie w dyskusji wyników badań, które dotyczą migracji metali (np. w glebie). Specjacja związków metaloorganicznych stała się bardzo ważnym aspektem współczesnej analityki, chemoekologii oraz weryfikacji obszarów do pozyskiwania roślin leczniczych, ponieważ w środowisku metale rzadko spotykamy w formie wolnej lub w formie jonów, a ilość i jakość form występowania danego metalu niesie ze sobą informację niesłychanie istotną dla zrozumienia jego biodostępności dla organizmów żywych, a także cykli jego transportu w środowisku. Przeprowadzając analizę specjacyjną, wyróżniono następujące chemiczne formy występowania ołowiu w glebie: formę wymienną, formę zaadsorbowaną, połączenia organiczne, formę węglanów i siarczków oraz formę pozostałości (patrz tab. 2).

Ocena degradacji środowiska przyrodniczego prowadzona wyłącznie w oparciu o rozpatrzenie całkowitej zawartości poszczególnych metali w glebie może być myląca i ustalenie specjacji metali uważa się obecnie za konieczne [2].

Badane związki ołowiu występowały w największych ilościach w następujących formach chemicznych (średnia geometryczna): w formie węglanów – 7,30 $\mu\text{g/g}$, w formie zaadsorbowanej – 5,32 $\mu\text{g/g}$, w formie połączeń organicznych – 4,76 $\mu\text{g/g}$,

Należy pamiętać, że ołów w formie węglanów może zostać uruchomiony w wyniku obniżenia się pH gleby. Forma zaadsorbowana to ołów strącony z tlenkami i wodorotlenkami żelaza, manganu, glinu i w warunkach beztlenowych termodynamicznie niestabilny. Ołów związany z substancją organiczną gleby to kompleksy metaloorganiczne o różnej stabilności – poczynając od bardzo odpornych na rozkład na łatwo uwalnianych kończąc [30].

Steinnes i inni [28] w swoich badaniach wykazali, że największe stężenia ołowiu w powierzchniowej warstwie gleb występują w południowej Polsce (141, 6 $\mu\text{g/g}$). Teren naszych badań znajduje się właśnie w tej części kraju. Badacze wskazywali, że przyczyną takiej sytuacji jest wpływ emisji lokalnych, głównie przemysłowych. Wielu autorów wskazuje na udział przemysłu w zanieczyszczeniu gleb ołowiem, np. okolice huty miedzi (Słowacja) – 66 $\mu\text{g Pb/g}$ [5], okolice huty żelaza (Zagłębie Ruhry – Niemcy) – 390 $\mu\text{g Pb/g}$ [11] i okolice huty cynku (Sala – Szwecja) – 1842 $\mu\text{g Pb/g}$ [13]. Wyniki naszych badań w tym względzie wskazują na wielokrotnie mniejsze stężenia. W Polsce, według Umińskiej i innych [31], poziom ołowiu charakterystyczny dla gleb w małym stopniu zanieczyszczonych wynosi – 30 $\mu\text{g Pb/g}$, a dla gleb niezanieczyszczonych – 20 $\mu\text{g Pb/g}$. Kabata-Pendias i Pendias [8] podają wartości graniczne (tło) zawartości ołowiu w powierzchniowych poziomach gleb od 30 do

70 mg/kg. Przytoczone dane klasyfikują zatem glebę z terenu naszych badań jako glebę niezanieczyszczoną ołowiem. Fakt ten jest potwierdzeniem danych uzyskanych ze Śląskiego Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Katowicach [23] – w 93% prób nie stwierdzono zanieczyszczenia gleb ołowiem (oraz pozostałymi metalami ciężkimi), stopień zanieczyszczenia 0 i 1 – gleby niezanieczyszczone lub słabo zanieczyszczone. Stwierdzone przez nas poziomy zawartości ołowiu przekroczyły oczywiście wartości, jakie występują w glebach terenów nazywanych umownie czystymi – np. Antarktyda (McMurdo Stadion – szara gleba wulkaniczna) – 1,3 µg Pb/g [3]. Wyniki uzyskane w toku analizy, potwierdzają, że ze względu na zawartość ołowiu badana gleba może być zaliczona do gleb niezanieczyszczonych lub słabo zanieczyszczonych tym metalem ciężkim [26].

W przypadku ołowiu w glebie potencjalnie największa zawartość tego metalu występuje w formie węglanów, co potwierdziły nasze badania.

Wiązanie w postaci węglanów jest procesem unieruchamiania ołowiu w glebie, przy pH wyższym niż 6,5. Mała zawartość ołowiu w formie wymiennej była prawdopodobnie związana ze stosunkowo wysokim pH badanej gleby. Fakt ten potwierdzają Kabata-Pendias i Pendias [8], zwracając uwagę na fakt, że ruchliwe jony ołowiu w glebach kwaśnych występują głównie jako kationy Pb^{2+} , $PbHCO_3$ oraz kompleksy organiczne, a ze wzrostem pH występuje spadek zawartości formy wymiennej. Charakterystyczne poziomy zawartości ołowiu w glebie kształtowane są głównie przez geochemię skały macierzystej. Porównanie uzyskanych wyników wskazuje jednak, że istotny jest również wpływ zewnętrznych źródeł zanieczyszczeń na poziom ołowiu na badanym terenie. Przypuszcza się, że zaledwie 0,005% ołowiu występującego w glebie jest biodostępna dla roślin. Pobierają one bardzo łatwo rozpuszczalne formy Pb^{2+} , który kumuluje się w korzeniach (w wyniku unieruchomienia w błonach komórkowych i tworzenia połączeń z lipidami), a następnie przemieszcza do części nadziemnych [17]. Większość analizowanych roślin cechowała stosunkowo wysoka średnia zawartości związków ołowiu w ich korzeniach i liściach. Łodygi wykazywały zróżnicowaną zawartość omawianego pierwiastka (patrz wyniki).

U większości roślin, które charakteryzowały się kumulacją ołowiu, w odniesieniu do poziomu zawartości tego metalu w formach biodostępnych, proces ten dotyczył korzeni badanych gatunków. Fakt ten potwierdza silną migrację ołowiu z gleby do rośliny poprzez system korzeniowy. Kumulacja ołowiu w poszczególnych częściach morfologicznych badanych gatunków roślin, w odniesieniu do jego zawartości w sumie form: wymiennej i zaadsorbowanej, układa się w następujący szereg: korzeń > liść > łodyga > kwiat. Nie jest to jednak reguła, bowiem duży wpływ na kumulację ołowiu mają również cechy charakterystyczne danego gatunku. Należy także pamiętać, że zawartość ołowiu w poszczególnych częściach morfologicznych roślin nie jest tylko wynikiem

zanieczyszczenia gleb tym metalem. Poziom ołowiu np. w liściach badanych roślin, może być również wynikiem skażenia powietrza atmosferycznego omawianym metalem i pobieraniem go poprzez blaszki liściowe analizowanych gatunków.

Powyższe rozważania dotyczące obecności związków ołowiu w badanych gatunkach o potencjalnym znaczeniu leczniczym pozwalają na ocenę przydatności tych roślin w lecznictwie i fitoterapii. Dla wszystkich zainteresowanych zielarstwem (zawodowo lub amatorsko) ważny staje się fakt obecności jonów tego metalu w surowcu roślinnym, zwłaszcza w świetle negatywnych skutków zdrowotnych i ewentualnego niebezpieczeństwa, jakie może on wywołać. Stosownie zatem wydaje się wyłonienie możliwych zagrożeń florystycznych oraz sprecyzowanie zakresu pozyskiwania roślin leczniczych na tym terenie, tak by chęć korzystania z dobrodziejstw natury nie działała na naszą szkodę. W przypadku 36 opisywanych roślin leczniczych wykorzystywane są zróżnicowane organy (tab. 3).

Tab. 3. Badane gatunki roślin i rodzaj pozyskiwanego z nich surowca wykorzystywanego w fitoterapii. Objaśnienia do tabeli: surowce zielarskie: Flos – kwiat, Folium – liść, Fructus – owoc, Herba – ziele, Latex – sok mleczny, Oleum – olej roślinny, Oleum aetherum – olejek eteryczny, Radix – korzeń, Resina – żywica, Rhizoma – kłącze, Semen – nasiono

Lp.	Nazwa łacińska	Surowce zielarskie wykorzystywane w lecznictwie										
		Flos	Folium	Fructus	Herba	Latex	Oleum	Oleum aetherum	Radix	Resina	Rhizoma	Semen
1.	<i>Achillea millefolium</i>	+			+			+				
2.	<i>Artemisia vulgaris</i>				+			+	+	+		
3.	<i>Carlina vulgaris</i>				+				+			
4.	<i>Carum carvi</i>		+	+	+		+	+	+			
5.	<i>Chenopodium album</i>				+				+			
6.	<i>Cicuta virosa</i>			+	+			+	+			
7.	<i>Dianthus carthusianorum</i>	+										
8.	<i>Erigeron ramosus</i>				+							
9.	<i>Euphorbia cyparissias</i>				+	+				+		
10.	<i>Falcaria vulgaris</i>	+			+							
11.	<i>Filipendula ulmaria</i>		+		+			+	+			
12.	<i>Hypericum hirsutum</i>				+			+				
13.	<i>Hypericum perforatum</i>				+			+				
14.	<i>Malva moschata</i>	+		+								
15.	<i>Papaver rhoeas</i>	+				+						+
16.	<i>Pimpinella major</i>		+					+	+			

Lp.	Nazwa łacińska	Surowce zielarskie wykorzystywane w lecznictwie										
		Flos	Folium	Fructus	Herba	Latex	Oleum	Oleum aetherum	Radix	Resina	Rhizoma	Semen
17.	<i>Plantago lanceolata</i>		+									
18.	<i>Plantago major</i>		+									
19.	<i>Polypodium vulgare</i>		+								+	
20.	<i>Rumex hydrolapathum</i>				+				+			
21.	<i>Sanguisorba officinalis</i>		+			+			+			
22.	<i>Saponaria officinalis</i>				+				+			
23.	<i>Senecio jacobea</i>				+			+			+	
24.	<i>Senecio paludosus</i>				+							
25.	<i>Senecio sylvaticus</i>				+							
26.	<i>Silene vulgaris</i>								+			
27.	<i>Solidago canadensis</i>	+			+			+				
28.	<i>Tanacetum vulgare</i>	+			+			+	+			
29.	<i>Taraxacum officinale</i>	+	+		+			+	+			
30.	<i>Thymus serpyllum</i>		+		+			+				
31.	<i>Trifolium pratense</i>	+			+							
32.	<i>Urtica dioica</i>		+		+				+		+	+
33.	<i>Valeriana dioica</i>								+		+	
34.	<i>Verbascum densiflorum</i>	+	+									+
35.	<i>Verbascum lychnitis</i>	+			+							
36.	<i>Verbascum nigrum</i>	+	+									

Z przeprowadzonych badań jasno wynika, że wysoka średnia zawartość związków ołowiu w korzeniach takich roślin jak: babka zwyczajna (*Plantago major*), dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*), dziewanna pospolita (*Verbascum nigrum*), macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum*) czy mak polny (*Papaver rhoeas*), nie wpływa w istotny sposób na przydatność tych roślin w zielarstwie i medycynie ludowej, ponieważ w przypadku tych gatunków korzeń nie jest wykorzystywanym surowcem zielarskim (tab. 3).

Natomiast stosunkowo duża średnia zawartość jonów ołowiu w liściach np.: babki zwyczajnej (*Plantago major*), dziewanny pospolitej (*Verbascum nigrum*) i dziewanny wielkokwiatowej (*Verbascum densiflorum*) eliminuje te gatunki z grupy roślin pozyskiwanych w celach leczniczych – przynajmniej jeśli dotyczy to surowców zielarskich, jakimi są liście wymienionych gatunków. Znaczna średnia zawartość związków ołowiu w liściach dotyczyła także takich

gatunków, jak: dziewanna firletkowa (*Verbascum lychnitis*) oraz starzec jakubek (*Senecio jacobaea*), ale w przypadku tych gatunków nie ma obawy o ich potencjał leczniczy, bowiem liści omawianych roślin nie wykorzystuje się w oficjalnym ziołolecznictwie.

Wśród badanych gatunków znaczącą grupę stanowią rośliny, które mogą być pozyskiwane i wykorzystywane w homeopatii HP (21 gatunków) lub aromaterapii AP (12 gatunków). Do grupy roślin, które mogą być zbierane i wykorzystywane w lecznictwie weterynaryjnym (VP) zaliczyć należy 14 gatunków. Wart podkreślenia jest fakt, że wśród roślin leczniczych, które znalazły się w kręgu zainteresowania, są gatunki zaliczane do roślin trujących TP lub tylko zawierających endogeniczne substancje toksyczne dla ludzi /TPh/ i zwierząt (TPa) – 23 gatunki. Gatunki te jednak znalazły się w gronie roślin leczniczych, ponieważ występują w Farmakopei Polskiej, wydanie II–V, w wykazie leków pochodzenia roślinnego, które uzyskały certyfikat Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej w Polsce (w latach 1993–1999) lub w urzędowym spisie leków (1976).

Wnioski

W oparciu o przeprowadzone badania, opisujące statystykę występowania ołowiu na badanym terenie, można ustalić najmniejsze i incydentalne tło środowiskowe zawartości tego metalu. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w badaniach kumulacji tego pierwiastka przez wybrane gatunki roślin, jak również w celu walidacji środowiska przyrodniczego. Wśród badanych roślin leczniczych, najwyższe zawartości ołowiu dotyczyły korzeni oraz liści. Fakt ten może być uwzględniony w przyszłych badaniach nad oceną zawartości ołowiu w gatunkach pozyskiwanych w celach leczniczych i przydatności tych roślin w fitoterapii.

Duża grupa występujących na badanym terenie roślin, mimo stosunkowo wysokich średnich zawartości związków ołowiu w korzeniach i/lub liściach, może być wykorzystywana w tradycyjnej polskiej i/lub środkowoeuropejskiej medycynie ludowej. Mimo obecności jonów ołowiu w swych częściach morfologicznych gatunki te mogą być pozyskiwane dla innego surowca zielarskiego (z wyłączeniem liści i/lub korzeni) bez obaw o ich skuteczność farmakologiczną oraz ewentualne obciążenie organizmu w szkodliwe związki ołowiu.

Literatura

- [1] Borkowski B., Zanieczyszczenia surowców roślinnych metalami ciężkimi, *Farmacja Polska*, 1994, 50 (15), s. 697–709.
- [2] Chłopecka A., Forms of trace metals from inorganic sources in soils and amounts found in spring barley, *Water Air Soil Pollut*, 1993, 69, s. 127–134.
- [3] Crockett A.B., Background levels on metal in soils, *McMurdo Station, Antarctica, Environ Monit Assess*, 1998, 50 (3), s. 289–296.
- [4] Czarnowska K., Gworek B., Wpływ zanieczyszczeń miejskich na zawartość metali ciężkich w glebach i warzywach warszawskich ogródków działkowych, *Rocz. Nauk. Roln.*, 1987, A 107 (2), s. 23–33.
- [5] Gallo M., Gallo J., Sommer A., Flak P., Influence of emission fall-out on movement of heavy metals in the cycle soil-plant-animal, *Arbeitstagung, Mengen- und Spurenelemente, Friedrich-Schiller-Universität, Jena*, 1997, s. 117–125.
- [6] Hereźniak J., Krasowska M., Ławrynowicz M., Roślinność przełomu Warty pod Częstochową, *Ziemia Częstochowska*, 1970, VIII/IX, s. 315–350.
- [7] Kabata-Pendias A., Gałczyńska B., Krakowiak A., Oznaczanie zawartości Cd, Ni i Pb w roślinie (*taraxacum officinale*) metodą ASA bezpośrednio i po ekstrakcji do fazy organicznej, [w:] Kabata-Pendias A., Szteke B. (red.), *Prace instytutów i laboratoriów badawczych przemysłu spożywczego*, Warszawa, 1995, s. 3440.
- [8] Kabata-Pendias A., Pendias H., *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, PWN, Warszawa, 1999.
- [9] Karczewska A., Formy ołowiu w glebach zanieczyszczonych w świetle ekstrakcji pojedynczej i sekwencyjnej. Ołów w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne, *Zeszyty Naukowe Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN*, 1998, 21, s. 69–78.
- [10] Karczewska A., Łuszczynska M., Kadm w glebach i roślinach na terenie dawnych ośrodków górnictwa i hutnictwa miedzi na obszarze Parku Krajobrazowego Chełmy. Kadm w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne, *Zeszyty Naukowe Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN*, 2000, 26, s. 141–148.
- [11] Kuylaars M., Kuylaars K., Burghardt W., Investigation of soils as a potential source of contaminated dust in the Surroundings of an ironwork and two different foundries, *First International Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. July 12–18 2000, University of Essen, Germany*, 2000, s. 899–904.

- [12] Kwapuliński J., Mirosławski J., Rochel R., Zawartość metali ciężkich w wybranych mieszankach ziołowych, *Polski Tygodnik Lekarski*, 1994, 23–24, s. 548–551.
- [13] Lorenz S.E., Hamon R.E., Holm P.E., et al., Cadmium and zinc in plants and soil solutions from contaminated soils, *Plant Soil*, 1997, 189 (1), s. 21–31.
- [14] Mapa zasadnicza 1:1000, Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne w Katowicach.
- [15] Markert B., Weckert V., Higher lead concentrations in the environment of former West Germany after the fall of the 'Berlin Wall', *Sci Total Environ*, 1994, 158, s. 93–96.
- [16] Matławska I., *Farmakognozja*, Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego, Poznań, 2005.
- [17] Migaszewski Z.M., Gałuszka A., *Podstawy geochemii środowiska*, WNT, Warszawa, 2007.
- [18] Mirosławski J., Kwapuliński J., Kowol J., Wiechuła D., Pauksto A., Rochel R., Formy występowania ołowiu w glebie. Ołów w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne, *Zeszyty Naukowe Komitetu „Człowiek i Środowisko”*, PAN, 1998, 21, s. 79–83.
- [19] Mirosławski J., Wiechuła 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, XXVIII (4), s. 3–368.
- [20] Nowakowski W., Olczak A., Badania skażenia metalami ciężkimi roślin leczniczych dziko rosnących, *Wiad. Ziel.*, 1988, 2, s. 5–6.
- [21] Nowiński M., *Dzieje upraw i roślin leczniczych*, PWRiL, Warszawa, 1980.
- [22] Penso G., *Index Plantarum Medicinalium Totius Mundi Eorumque Synonymorum*. Edit. Org. Mond. D. Sanita, Milano, 1983.
- [23] Pillich A., *Gleby*, [w:] Czermińska B., Głęb J., Szymańska-Kubicka L. (red.), *Stan środowiska w województwie śląskim w latach 1999–2000*, Katowice, Biblioteka monitoringu środowiska, 2001, s. 275–281.
- [24] Rudd T., Lake D.L., Mehrotra I. et al., Characterization of metal from in sewage sludge by chemical extraction and progressive acidification, *Sci. Total. Environ.*, 1988, 74, s. 149–175.
- [25] Samochowiec L., *Kompedium ziołolecznictwa*, Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław, 2002.
- [26] Siuta J., Chemiczna degradacja gleb i roślin, *Konferencja naukowa „Chemia w Ochronie Środowiska”*, Politechnika Lubelska, Lublin, 1993, s. 55–89.
- [27] Słowicki S., *Szkic fizyczno-geograficzny i walory turystyczne powiatu częstochowskiego*, Ziemia Częstochowska, 1974, X, s. 49–64.

-
- [28] Steinnes E., Grodzińska K., Szarek-Łukaszewska G., Nygård T., Stężenie ośmiu metali śladowych w powierzchniowej warstwie gleb: porównanie między Polską i Norwegią, *Chem. Inz. Ekol.*, 2005, 12 (5–6), s. 603–609.
- [29] Szost T., Brzeziński J., Bronisz H., Badania zawartości kadmu w wybranych surowcach zielarskich, *Acta Poloniae Toxicol.*, 1994, 2 (2), s. 171–175.
- [30] Tessier A., Campbell P.G.C., Bisson M., Sequential extraction procedure for the speciation of particular trace metals, *Anal. Chem.*, 1979, 51 (7), s. 844–851.
- [31] Umińska R., Bożek U., Cygan L., Królik B., Badania poziomu metali ciężkich w glebach potencjalnie nienarażonych na zanieczyszczenie, II Krajowy Kongres Ekologiczny, 23–25.03.95, Tarnów, 1995, s. 194–207.
- [32] Whiteside P.J., Milner A., Pye Unicam Atomic Absorption Data Book, Pye Unicam Ltd, 1984.
- [33] Zachmann D.W., Block R., Studies Of The Availability Of Toxic Heavy Elements In Soils And Sediments In The Vicinity Of A Lead Smelting Site (Germany), *Water Air Soil Pollut.*, 1994, 78 (3–4), s. 317–334.
- [34] Zimmers T., Heavy metals in herbs, *Annu. Emerg. Med.*, 1985, 14, s. 486–487.

Renata Musielińska, Anna Śliwińska-Wyrzychowska
Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

THE LEAD CONTENT IN SELECTED PLANT SPECIES OF POTENTIAL MEDICINAL SIGNIFICANCE

Abstract

Medicinal plants due to their selective ability of accumulation of trace elements and heavy metals, may be an additional source of these elements and metals for people using the plants. Therefore, there was taken an attempt to assess the lead content in some plants that are classified as useful in herbal medicine and phytotherapy. The plants were collected from the area of Częstochowa - Mirow, the area that can be seen by a layman as an uncontaminated area and suitable for medicinal raw material collection. Bioavailable amounts of lead ions are similar and, in most cases, they range from 2,48 – to 2,64 $\mu\text{gPb/g}$. The highest lead content [$\mu\text{g/g}$] was recorded for the following plant species: *Plantago major* – 3,68 in the root, *Verbascum nigrum* – 6,32 in the root, *Papaver rhoeas* – 9,50 in the root and 3,00 in the leaf, *Verbascum densiflorum* – 3,84 in the leaf.

The highest incidental lead content was observed in the roots of the following species of plants ($\mu\text{g/g}$): *Achillea millefolium* 45,46; *Senecio jacobaea* 40,14; *Plantago major* 32,47; *Rumex hydrolapathum* 31,81. This fact is of a great importance for the evaluation of the lead content in plant species collected for medicinal purposes and usefulness of these plants in phytotherapy. Based on the studies describing the statistics of presence of lead on the studied area one can establish the smallest and incidental environmental background of the metal content. It is higher in relation to the uncontaminated areas of commercial collection of the herbal plants. Abilities of lead accumulation in different parts of the plant are diverse depending on the species. In most species tested they are the biggest for roots and leaves.

Keywords: heavy metals, lead, intoxication, medical plants, soil.