

Jadwiga Biernat, Joanna Michalczyk, Karolina Łoźna, Marzena Styczyńska

OCENA ZAWARTOŚCI TOKSYCZNYCH PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH W WODACH LECZNICZYCH

Zakład Żywienia Człowieka

Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Wydział Nauk o Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław
Kierownik: Prof. dr hab. *J. Biernat*

Celem badań była ocena zawartości kadmu, ołowiu, arsenu i niklu w 35 wodach leczniczych z województw: dolnośląskiego, małopolskiego oraz z kujawsko – pomorskiego. Oznaczenia zawartości kadmu, ołowiu i arsenu wykonano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, z wykorzystaniem kuwety grafitowej, po mineralizacji próbek na sucho, natomiast zawartość niklu oznaczano metodą płomieniową. W badanych wodach leczniczych w większości stwierdzono niską zawartość pierwiastków toksycznych, przy czym najwyższe zawartości arsenu oznaczono w wodach z regionu Dolnego Śląska, natomiast niklu – z Małopolski

Słowa kluczowe: wody lecznicze, ołów, kadm, arsen, nikiel
Key words: therapeutic waters, lead, arsenic, cadmium, nickel

W Polsce jest zarejestrowanych 148 źródeł wód leczniczych, które są umiejscowione w 44 uzdrowiskach statutowych, w tym ośmiu górskich, siedemnastu podgórskich oraz dziewiętnastu nizinnych. Obszary balneologiczne obejmują głównie rejony Karpat, Sudetów, Podkarpacia oraz Niecki Niedziańskiej. Obecnie do celów leczniczych wykorzystywanych jest około 36% wszystkich naturalnych zasobów (1,2).

Uznanie wody za leczniczą, przydatną do zabiegów uzdrowiskowych jest weryfikowane przez Ministerstwo Zdrowia. Dopuszczalne limity stężeń niepożądanych składników, które mogą występować w wodach leczniczych, określa Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 roku w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości, i są one zależne od ich przeznaczenia do: inhalacji, kąpieli oraz jako kuracja pitna (3).

Nie wszystkie wody lecznicze nadają się do codziennego spożywania, głównie ze względu na wysokie nasycenie dwutlenkiem węgla, wysoką mineralizację ogólną oraz wysoką zawartość: bromków, siarczanów, chlorków, fluorków, jodków oraz sodu. Ważne jest, aby dzienna ich dawka była określona przez lekarza specjalistę (2).

Degradacja środowiska przyrodniczego wywiera istotny wpływ na skład chemiczny oraz stan sanitarny naturalnych wód mineralnych oraz wód leczniczych (4). Wody wykorzystywane w balneoterapii muszą spełniać określone kryteria, które w ostatnich latach zostały poszerzone o wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów substancji i związków organicznych pochodzenia antropogenicznego, które uznawane są za szkodliwe dla zdrowia. Szczególną uwagę zwrócono na takie pierwiastki i substancje jak: kadm, ołów, nikiel, arsen, bar, bor, rtęć, chrom, glin, antymon, cyjanki, azotany (III i V), pestycydy, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz detergenty (5,6). Szkodliwość, z jaką dany składnik może oddziaływać na organizm człowieka zależy od: jego stężenia w wodzie leczniczej, metabolizmu, drogi podawania, postaci chemicznej, dziennej dawki i czasu trwania kuracji, obecności innych, współobecných związków oraz ogólnej mineralizacji wody leczniczej.

Celem niniejszej pracy była ocena zawartości arsenu, kadmu, ołowiu i niklu w wodach leczniczych z różnych regionów Polski, w zależności od pory roku oraz miejsca poboru próbek.

MATERIAŁ I METODY

Do badań pobrano wody lecznicze z 35 źródeł z terenu województw: dolnośląskiego, kujawsko – pomorskiego i małopolskiego. Wody, w dwóch próbkach równoległych, pobierano w sezonie letnim oraz jesienno-zimowym (województwo małopolskie) ze średniego strumienia, do plastikowych, przezroczystych butelek. Materiał do badań stanowiły również wody lecznicze z tych samych źródeł dostępne w opakowaniach jednostkowych.

Próbki zabezpieczano i do czasu analizy przechowywano w temperaturze 4°C. Zawartość arsenu, kadmu i ołowiu oznaczono, w dwóch powtórzeniach laboratoryjnych, metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, z wykorzystaniem jako atomizera kuwety grafitowej, przy użyciu bezpłomieniowego spektrofotometru absorpcyjnej spektrometrii atomowej z korekcją tła ZEMANA – VARIAN SPECTRAA po uprzedniej mineralizacji próbek na sucho. Zawartość niklu oznaczono metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej na tym samym aparacie. Ustalona granica oznaczalności wynosi dla kadmu 0,1 µg Cd/l (CV-5,27%), ołowiu 0,5 µg Pb/l (CV – 6,37 %), arsenu 0,1 µg As/l (CV-4,24 %) i niklu 5,0 µg Ni/l (CV-6,62 %). Dokładność metody oceniono na podstawie odzysku substancji oznaczanych z próbek wody wzbogaconych dodatkiem roztworów wzorcowych pierwiastków o określonych stężeniach. Uzyskane odzyski dla wszystkich oznaczanych pierwiastków mieściły się w granicach 80-95 %.

W celu stwierdzenia występowania istotnych różnic pomiędzy zawartością oznaczanych pierwiastków w zależności od rodzaju wody oraz od województwa, w którym znajduje się źródło wyniki poddano analizie statystycznej testem NIR Fischera. W celu stwierdzenia występowania istotnych różnic pomiędzy zawartością oznaczanych pierwiastków w zależności od sezonu poboru próbek oraz formy dystrybucji wyniki porównano testem t - Studenta. Różnice istotne statystycznie i grupy

jednorodne statystycznie pod względem zawartości pierwiastków w zależności od badanych cech obliczono przy $p < 0.05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zawartość arsenu, niklu i ołowiu przedstawiono w tabelach I - III w postaci średniej i odchylenia standardowego.

Tabela 1. Zawartość toksycznych pierwiastków śladowych w wodach leczniczych

Table 1. Content of toxic trace elements in therapeutic waters

Województwo	Miejscowość	Nazwa wody	Zawartość pierwiastków		
			As [$\mu\text{g/l}$]	Pb [$\mu\text{g/l}$]	Ni [$\mu\text{g/l}$]
dolnośląskie	Czerniawa-Zdrój	Jan	0,15 ^{ab} ± 0,05	2,52 ^a ± 0,01	8,29 ^a ± 0,23
	Długopole-Zdrój	Renata	0,44 ^{abc} ± 0,28	6,83 ^{ab} ± 1,75	10,8 ^b ± 0,57
	Duszniki-Zdrój	Jan Kazimierz	0,55 ^{abc} ± 0,13	13,7 ^{cd} ± 4,83	9,27 ^a ± 1,40
		Pieniawa Chopin	2,69 ^d ± 0,42	19,3 ^e ± 2,97	9,49 ^a ± 0,83
		Jacek	0,70 ^{bc} ± 0,14	5,41 ^{ab} ± 1,13	9,84 ^{ab} ± 0,74
	Kudowa-Zdrój	Marchlewski	0,68 ^{abc} ± 0,04	13,1 ^{cd} ± 2,21	8,74 ^a ± 0,43
		Śniadecki	2,93 ^d ± 1,03	21,0 ^e ± 4,94	9,15 ^a ± 0,02
		Maria	0,54 ^{abc} ± 0,06	22,2 ^e ± 2,60	10,2 ^{ab} ± 0,85
	Łądek-Zdrój	Marianna	0,62 ^{abc} ± 0,11	30,3 ^f ± 2,37	12,5 ^b ± 3,44
		Zdzisław	0,31 ^{abc} ± 0,14	18,7 ^{de} ± 0,59	10,2 ^{ab} ± 0,30
		Skłodowska-Curie	0,12 ^{ab} ± 0,07	22,7 ^e ± 0,93	10,9 ^b ± 1,96
	Polanica-Zdrój	Wielka Pieniawa	0,99 ^c ± 0,29	10,9 ^{bc} ± 0,37	10,4 ^{ab} ± 0,14
	Świerdów-Zdrój	Świerdów-Zdrój	<0,1 ^a	2,08 ^a ± 0,50	15,7 ^b ± 10,6

kujawsko-pomorskie	Ciechoćcin	Krystyna	<0,1 ^a	13,5 ^b ± 12,12	8,42 ^a ± 0,44
	Wieniec	Wieniecka-Zdrój	0,42 ^b ± 0,06	4,61 ^a ± 0,59	27,0 ^b ± 8,72
małopolskie	Krynica	Jan	0,15 ^b ± 0,15	<0,5 ^a	12,1 ^a ± 1,01
		Ślotwinka	0,12 ^b ± 0,06	<0,5 ^a	11,8 ^a ± 0,57
		Zuber	0,45 ^d ± 0,20	<0,5 ^a	11,0 ^a ± 1,11
		Krynica-Zdrój	<0,1 ^a	<0,5 ^a	12,4 ^a ± 1,21
	Muszyńska	Antoni	<0,1 ^a	<0,5 ^a	11,8 ^a ± 0,38
		Milusia	<0,1 ^a	<0,5 ^a	12,6 ^a ± 1,19
		Anna	0,28 ^{bc} ± 0,24	<0,5 ^a	12,5 ^a ± 2,38
	Piwniczna-Zdrój	Piwniczna-Zdrój	0,45 ^d ± 0,27	28,6 ^b ± 2,62	10,7 ^a ± 0,41
	Rabka	Woda do kąpiel	0,53 ^d ± 0,09	24,9 ^b ± 1,29	14,2 ^a ± 3,94
		Szczawa I	0,19 ^{bc} ± 0,13	<0,5 ^a	26,2 ^b ± 3,61
		Szczawa II	0,26 ^{bc} ± 0,15	<0,5 ^a	25,8 ^b ± 2,54
		Dziedzica	<0,1 ^a	<0,5 ^a	11,5 ^a ± 0,72
		Hanna	<0,1 ^a	<0,5 ^a	9,35 ^a ± 0,58
	Szczawnica	Magdalena	<0,1 ^a	<0,5 ^a	12,2 ^a ± 1,30
		Jan	<0,1 ^a	<0,5 ^a	11,5 ^a ± 1,19
		Józef	<0,1 ^a	<0,5 ^a	10,8 ^a ± 0,44
		Józefina	<0,1 ^a	<0,5 ^a	11,2 ^a ± 0,46
		Stefan	0,28 ^{bc} ± 0,37	<0,5 ^a	11,2 ^a ± 0,56
		Helena	0,43 ^{cd} ± 0,42	<0,5 ^a	11,9 ^a ± 1,56
	Wysowa	Józef	0,45 ^d ± 0,13	29,1 ^b ± 1,73	10,2 ^a ± 0,08

a, b - grupy jednorodnie statystycznie pod względem zawartości pierwiastka w zależności od rodzaju wody p<0.05

We wszystkich badanych wodach obserwowano stężenia kadmu poniżej granicy wykrywalności (0,05 µg Cd/l). Bardzo niskie zawartości kadmu oznaczono również w badaniach *Długaszek* i *wsp.* (7).

Tabela II. Zawartość toksycznych pierwiastków śladowych w zależności od sezonu pobrania wód
 Table II. Content of toxic trace elements in therapeutic waters dependent on water collection season

Województwo	Miejscowość	Nazwa wody	Zawartość pierwiastków									
			As [$\mu\text{g/l}$]		Pb [$\mu\text{g/l}$]		Ni [$\mu\text{g/l}$]					
			lato	jesień/zima	lato	jesień/zima	lato	jesień/zima				
	Krynica	Jan	0,17 \pm 0,17	0,11 \pm 0,07	<0,5	<0,5	11,9 \pm 0,74	11,6 \pm 1,15				
		Słotwinka	0,12 \pm 0,08	0,11 \pm 0,02	<0,5	<0,5	11,4 \pm 1,45	12,4 \pm 1,07				
	Muszyzna	Zuber	0,43 \pm 0,24	0,49 \pm 0,17	<0,5	<0,5	10,7 \pm 1,49	11,8 \pm 0,25				
		Antoni	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	11,8 \pm 0,37	10,8 \pm 0,66				
		Milusia	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	12,6 \pm 1,19	12,3 \pm 1,71				
	Piwniczna-Zdrój		0,26* \pm 0,02	0,63* \pm 0,28	26,8 \pm 2,04	30,4 \pm 1,90	10,7 \pm 0,41	10,4 \pm 0,35				
		Szcza-wa I	0,30* \pm 0,01	0,08* \pm 0,04	<0,5	<0,5	23,8 \pm 3,78	28,7 \pm 0,56				
małopolskie	Rabka	Szcza-wa II	0,37* \pm 0,11	0,14* \pm 0,05	<0,5	<0,5	39,9* \pm 6,90	11,6* \pm 0,07				
		Dziedzilla	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	11,2 \pm 0,97	11,9 \pm 0,35				
Szczawnica		Magdalena	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	12,6 \pm 1,97	11,7 \pm 0,61				
		Jan	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	11,3 \pm 0,92	11,8 \pm 0,87				
		Józef	0,22* \pm 0,07	<0,1*	14,5* \pm 6,82	<0,5*	10,5 \pm 0,43	10,9 \pm 0,61				
		Józefina	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	11,3 \pm 0,76	11,1 \pm 0,12				
		Stefan	0,38 \pm 0,54	0,17 \pm 0,24	<0,5	<0,5	10,8 \pm 0,43	11,6 \pm 0,35				

* – różnice statystycznie istotne $p < 0,05$

Tabela III. Zawartość toksycznych pierwiastków śladowych w zależności od formy dystrybucji
 Table III. Content of toxic trace elements in therapeutic waters dependent on water distribution form

Województwo	Miejsowość	Nazwa wody	Zawartość pierwiastków					
			As [$\mu\text{g/l}$]		Pb [$\mu\text{g/l}$]		Ni [$\mu\text{g/l}$]	
			pobrana ze źródła	butelkowana	pobrana ze źródła	butelkowana	pobrana ze źródła	butelkowana
małopolskie	Krynica	Jan	<0,1	0,12 \pm 0,14	<0,5	<0,5	12,5 \pm 0,38	11,7 \pm 0,90
		Slotwinka	<0,1*	0,17* \pm 0,05	<0,5	<0,5	12,1 \pm 0,80	11,0 \pm 2,33
	Zuber	0,52 \pm 0,18	0,31 \pm 0,20	<0,5	<0,5	11,4 \pm 0,78	10,5 \pm 2,27	
Wysowa	Józef	0,45* \pm 0,00	0,00* \pm 0,13	<0,5*	29,1* \pm 1,73	10,8 \pm 0,44	10,2 \pm 0,08	

* – różnice statystycznie istotne $p < 0,05$

Wody mineralne i źródlane zawierały od 0,01 do 0,13 $\mu\text{g Cd/l}$. Średnie zawartości kadmu - 1,0 $\mu\text{g Cd/l}$ w wodach mineralnych, oznaczyli również Wojciechowska-Mazurek i wsp. (8).

Zawartość arsenu w badanych w mniejszej pracy wodach wynosiła od 0,0 do 2,93 $\mu\text{g As/l}$ i była niższa niż maksymalna zawartość dopuszczalna – 50 $\mu\text{g/l}$. Najwyższe zawartości tego pierwiastka stwierdzono w wodach z terenu Dolnego Śląska. Są to wody arsenowe, w których pierwiastek ten jest naturalnym składnikiem. Wody te charakteryzowały się zróżnicowanymi stężeniami arsenu zależnymi od miejsca poboru. Najwyższe zawartości arsenu stwierdzono w wodach z Dusznik - Zdroju i Kudowy - Zdroju (Tab. I). Były one istotnie wyższe od wód pobieranych w pozostałych miejscowościach. Nie stwierdzono natomiast obecności arsenu w wodach ze Świeradowa - Zdroju. Zawartość tego pierwiastka w większości źródeł nie zależała od pory roku. Jedynie w wodzie z Piwnicznej - Zdrój zawartość arsenu wzrastała istotnie, natomiast w dwóch wodach z Rabki i wodzie Józef ze Szczawnicy malała istotnie w sezonie jesienno - zimowym (Tabela II).

W badaniach przeprowadzonych przez *Drobnik, Latour i Sziwę* (9) w wodach leczniczych pobranych z 23 ujęć z różnych uzdrowisk oznaczono wyższe niż w niniejszej pracy zawartości arsenu.

W badanych niniejszej pracy wodach z rejonu Dolnego Śląska oznaczono również najwyższe zawartości ołowiu 2,08 – 30,3 $\mu\text{g Pb/l}$. W próbkach z czterech miejscowości (Duszniki - Zdrój, Łądek - Zdrój, Polanica - Zdrój, Kudowa - Zdrój) ilości ołowiu przekraczały zawartość dopuszczalną (10 $\mu\text{g/l}$) i była istotnie wyższe niż w pozostałych wodach pobranych na terenie województwa dolnośląskiego. Wysokie zawartości ołowiu stwierdzono również w dwóch wodach ze źródeł umiejscowionych na terenie Małopolski (28,6 i 29,1 $\mu\text{g Pb/l}$). W pozostałych wodach pobranych na terenie tego województwa nie stwierdzono obecności ołowiu (Tabela I). Nie zaobserwowano istotnej zależności pomiędzy zawartością ołowiu a sezonem pobrania wód. Wyjątek stanowiła woda pobrana w sezonie letnim w Szczawnicy, gdzie oznaczono ołów w ilości 14,5 $\mu\text{g/l}$, natomiast w sezonie jesienno – zimowym ołowiu nie stwierdzono (Tabela II).

Niższe niż w niniejszej pracy zawartości ołowiu oznaczono w badaniach *Długaszek i wsp.* (7). Wody mineralne i źródlane zawierały ten pierwiastek w granicach 2,15 – 11,5 $\mu\text{g Pb/l}$. Przekroczenie zawartości dopuszczalnych stwierdzono, podobnie jak w niniejszej pracy, w wodzie – Piwniczanka. Średnia zawartość ołowiu w wodach mineralnych badanych przez *Wojciechowską – Mazurek i wsp.* (2010) wynosiła 0,004 mg/l, przy medianie 0,0025 mg/l; Wartość 90-ego percentyla (P90) dla wód mineralnych: 0,005 mg/kg nie przekraczała obowiązującego od 1.01.2006 r. limitu 0,010 mg/kg.

W większości badanych w niniejszej pracy wód leczniczych zawartość niklu mieściła się w granicach 8,29 – 27,0 $\mu\text{g Ni/l}$. W jednej wodzie z województwa kujawsko - pomorskiego i dwóch z Małopolski średnie oznaczone ilości niklu kształtowały się nieznacznie poniżej wartości dopuszczalnej (30 $\mu\text{g Ni/l}$) i wynosiły odpowiednio 27,0; 26,2 i 25,8 $\mu\text{g Ni/l}$. W sezonie letnim w jednej wodzie z Rabki obserwowano natomiast przekroczenie tej zawartości. Zawartość niklu nie różniła się istotnie w wodach z poszczególnych województw, w których pobierano próbki. W każdym z województw była jednak miejscowość charakteryzująca się

istotnie wyższą, w porównaniu z innymi, zawartością niklu w wodach leczniczych. W województwie dolnośląskim był to Świeradów – Zdrój (15,7 $\mu\text{g Ni/l}$), w województwie kujawsko – pomorskim - Wieniec (27,0 $\mu\text{g Ni/ml}$), natomiast w województwie małopolskim - Rabka (Tabela I). Istotną zależność zawartości niklu od sezonu pobrania wody obserwowano jedynie w przypadku wody Szczawa II, gdzie stężenie tego pierwiastka w sezonie letnim było ponad trzykrotnie wyższe niż w sezonie jesienno – zimowym (Tabela II). W wodach leczniczych z terenu Małopolski stwierdzono istotne różnice w zawartości arsenu (dwie wody) i ołowiu (jedna woda) zależne od formy dystrybucji, chociaż zależność ta nie była jednoznaczna. (Tabela III).

Niskie zawartości niklu, w granicach 0,74 – 3,20 $\mu\text{g/l}$, wodach mineralnych i źródłanych oznaczyli *Długaszek* i wsp. (7). Autorzy zaobserwowali, że wyższe zawartości toksycznych pierwiastków śladowych występowały w wodach wysokozmineralizowanych. W wodach tych są również wysokie stężenia biopierwiastków (Ca, Mg, Na, K), co może ograniczać przyswajanie metali toksycznych.

WNIOSKI

1. Badane wody lecznicze z trzech rejonów Polski w większości charakteryzowały się niską zawartością toksycznych pierwiastków śladowych.

2. W wodach z rejonu Dolnego Śląska stwierdzono podwyższone zawartości arsenu i ołowiu, natomiast w wodach z terenu Małopolski wysoką zawartość niklu.

3. Spośród oznaczanych pierwiastków największą zmiennością w badanych wodach w zależności od sezonu charakteryzował się arsen.

4. W badanych wodach leczniczych, z wyjątkiem wód: Słowinka i Józef, obserwowano niewielką zmienność zawartości pierwiastków w zależności od formy dystrybucji.

J. Biernat, J. Michalczyk, K. Łoźna, M. Styczyńska

EVALUATION OF TOXIC TRACE ELEMENTS IN THERAPEUTIC WATERS

Summary

Curative water sources in Poland includes 148 places. They are located in the 8 mountain, 17 piedmont and 19 lowland resorts. Therapeutic water are used, among other, in digestive system diseases, cardiovascular and haematological and respiratory diseases. Therapeutic waters in addition to the desired macro- and micronutrients, can contain undesirable compounds.

The purpose of this study was to evaluate the content of arsenic, cadmium, lead and nickel in the therapeutic waters from various Polish regions.

There were no cadmium observed in tested waters. Arsenic content ranged from 0.0 to 2.93 $\mu\text{g As/l}$. The highest content of this element was determined in the waters of the Lower Silesia region. The waters of the Lower Silesia region had also the highest lead content of 2.0 - 30.3 $\mu\text{g Pb/l}$. In samples of the four places the amount of lead exceeded the permissible content and was significantly higher than in other waters col-

lected in Lower Silesia. High levels of lead were also found in two water sources located in Malopolska. In majority of the therapeutic waters nickel content was 8.29 - 27.0 $\mu\text{g Ni/l}$. In one water from Pomerania and Kuyavia and 2 from Malopolska region there were observed nickel content slightly below the limit value.

PIŚMIENICTWO

1. *Drobnik M., Latour T.*: Żelazo i mangan w leczniczych naturalnych wodach mineralnych. Roczn. PZH, 2004;55: 197 – 202. - 2. *Garboś S., Świącicka D.*: Oznaczenie baru w naturalnych wodach leczniczych techniką ICP - OES. Część I. Wody ujmowane na terenach uzdrowisk w Polsce. Roczn. PZH, 2011; 62 (1): 27 - 32. - 3. Dziennik Ustaw z 2006r. Nr 80 poz. 565: Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru : Występowanie związków organicznych w niektórych wodach leczniczych polskich uzdrowisk. świadectwa potwierdzającego te właściwości. Dz. U. Nr 80, poz. 565 z 13 kwietnia 2006r. - 4. *Szydłowska E., Szydłowski W., Zaręba S.*: Azotany III i V w mineralnych wodach stołowych oraz w wodach leczniczych. Przeg. Lek., 2005;62 (2): 86 - 88. - 5. *Drobnik M., Latour T.*: Balneol. Polska, 2008; 50 (1): 60 - 67. - 6. *Filbier P., Kielczawa B., Wojtkowski P.*: Wybrane zagadnienia zagrożeń wód leczniczych Szczawna Zdroju. Prace Nauk. Instytut. Górn. Politech.Wroc., 2008; 123: 112 - 120. - 7. *Długaszek M., Szopa M., Graczyk A.*: Zawartość metali ciężkich w Polskich wodach mineralnych i źródłanych. J. Element., 2006; 11 (3): 243-248. - 8. *Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Mania M., Brulińska-Ostrowska E, Biernat U., Karłowski K.*: Monitoring zanieczyszczenia żywności pierwiastkami szkodliwymi dla zdrowia. Część II. Wody mineralne, napoje bezalkoholowe, owoce, orzechy, ryż, soja, ryby i owoce morza. Roczn.PZH, 2010; 61, 1: 27 – 35. - 9. *Drobnik M., Latour T., Sziwa D.*: Ocena ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na potencjalnie toksyczne składniki mineralne wód leczniczych. Balneol. Polska, 2008; 50 (3): 266 - 273.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chelmońskiego 37/41.