

DOMINIKA MIELEWSKA, ALEKSANDRA STEFAŃSKA, JUSTYNA WENTA, MICHALINA MAZUR,
LESZEK BIELAWSKI, DOROTA DANISIEWICZ, ANNA DRYŻAŁOWSKA,
JERZY FALANDYSZ

RTEĆ W TRZECH GATUNKACH GRZYBA MAŚLAK Z NIEKTÓRYCH MIEJSC W POLSCE

MERCURY IN THREE SPECIES OF *SUILLUS* MUSHROOM FROM SOME SITES IN POLAND

Zakład Chemii Środowiska i Ekotoksykologii
Uniwersytet Gdański
80-952 Gdańsk, ul. Sobieskiego 19
e-mail: jfalandy@chem.univ.gda.pl
Kierownik: prof. dr hab. J. Falandyś

Zbadano zawartość rtęci ogółem w maślaku pstry, sitarzu i zwyczajnym i ich podłożu glebowym oraz oszacowano biodostępność tego metalu dla okazów z miejsc takich jak: Olszewo-Borki (woj. mazowieckie), Lębork, Lubichowo (Bory Tucholskie), Puszcza Darżłubska (woj. pomorskie) i Kiwity (woj. warmińsko-mazurskie). Rteć oznaczano techniką zimnych par bezplamieniowej absorpcyjnej spektroskopii atomowej (CV-AAS) z amalgamacją na węglinie ze złota.

Słowa kluczowe: gleba, grzyby, metale, środowisko przyrodnicze, żywność
Key words: environment, food, metals, mushrooms, soil, wild food

Grzyby wielkoowocnikowe często są bogate w różne pierwiastki śladowe, a w tym pierwiastki szkodliwe dla zdrowia [2, 3, 9-11, 19, 22-25]. Przyczyn zainteresowania problematyką występowania oraz formami (specjacją) pierwiastków metalicznych i metaloidów w owocnikach grzybów jest kilka. Jedną z nich jest silne jak na organizmy żywe i często selektywne nagromadzanie niektórych metali i metaloidów, a w tym i rtęci [8, 26]. W przypadku gatunków jadalnych ważny jest problem ryzyka dla zdrowia człowieka ze strony metali ciężkich zawartych w grzybach, ale też i wspomniana zasobność w te pierwiastki, które są niezbędne, np. selen [15, 16].

Stopień zanieczyszczenia grzybów rtęcią zależy od wielu czynników. Gatunek grzyba, biodostępność dla grzybni i zawartość rtęci w podłożu w normalnych warunkach wydają się odgrywać pierwszoplanową rolę. Wartość absolutna stężenia biodostępnych form rtęci a nie jej stężenie ogółem to czynnik o kluczowym znaczeniu. Można przypuszczać, że o biodostępności decyduje występowanie określonych form chemicznych rtęci w glebie (np. jon metylortęciowy, jony nieorganiczne), czy będą to sole trudno czy łatwo rozpuszczalne w wodzie i dysocjujące, silnie czy słabo adsorbowane przez składniki gleby, a także udział poszczegół-

nych form w puli rtęci ogółem w glebie, oddziaływania współzależne z innymi pierwiastkami metalicznymi i metaloidami oraz współzależność ich wchłaniania itp. [17].

W realnych warunkach środowiskowych dużo rtęci bywa w glebie m.in. z okolicy hut rtęci. Na przykład w miejscowości Idrija w byłej Jugosławii wykrywano ten metal w glebie w stężeniu $6,6 \mu\text{g/g}$ masy suchej [1]. W okolicy huty rtęci Krompachy oraz na terenie niezanieczyszczonym na Słowacji w borowiku szlachetnym wykrywano, odpowiednio, do 32 i $2,3 \mu\text{g Hg/g ms}$ [22, 23].

Gatunki grzybów, które z uwagi na uwarunkowania genetyczne wydajnie nagromadzają m.in. rtęć, jak np. niektóre czubajki, kiedy wyrastają na podłożu zanieczyszczonym tym pierwiastkiem i jest ona w postaci dobrze przyswajalnej będą zawierały dużo, z punktu widzenia toksykologa żywności, rtęci [10,11]. Z kolei gatunki jadalne „genetycznie” wykluczające rtęć (wartość współczynnika $\text{BCF} < 1$; *bioconcentration factor*), kiedy wyrastają na podłożu w znacznym stopniu zanieczyszczonym rtęcią też mogą zawierać w owocnikach zbyt dużo rtęci. Współczynnik bionagromadzenia albo biokoncentracji (BCF) jest to iloraz z wartości stężenia pierwiastka w owocniku i podłożu, w którym rozwija się grzybnia, w przeliczeniu na masę suchą. Zatem przy odpowiednio dużej zawartości pierwiastka w podłożu, kiedy grzybnia może się jeszcze rozwijać i wyrastają owocniki, to nawet, kiedy gatunek wyklucza pierwiastek ($\text{BCF} < 1$), zawartość w owocniku także może być nadmierna, tj. ponad normę higieniczną. Współczynnik BCF bywa nazywany też współczynnikiem przenoszenia (TF, *transfer factor*), albo wzbogacania (EF, *enrichment factor*).

Maślak - zwyczajny czy sitarz, ale też pstry są grzybami pospolitymi na nizu i wyżu Europy. Występują one w lasach iglastych, szczególnie pod sosnami. Czasami rosną grupowo, a maślak sitarz w towarzystwie klejówki różowej (*Gomphidus roseus*) [21]. Maślak sitarz jest grzybem jadalnym, aczkolwiek z powodu łykowatego mięszu nie przedstawia szczególnie cennych walorów smakowych. Niemniej nawet jako mniej popularny wykorzystywany on jest jako domieszka do innych gatunków grzybów, a suszony i sproszkowany jest dobrym dodatkiem do zup i sosów grzybowych. Maślak sitarz łatwo może zostać pomylony z maślakiem pstrym (*Suillus variegatus*) lub maślakiem ziarnistym (*Suillus granulatus*) [20].

Badania własne miały na celu określenie zawartości i wartości współczynnika bionagromadzenia rtęci ogółem w owocnikach maślaka pstrego, sitarza i zwyczajnego z stanowisk na północy kraju. Podsumowano także dostępne informacje o występowaniu rtęci w tych grzybach z innych miejsc w kraju.

MATERIAŁ I METODY

Okazy maślaka pstrego *Suillus variegatus* (Sw.: Fr.) O. Kuntze, maślaka sitarza *Suillus bovinus* (L.: Fr.) O. Kunze i maślaka zwyczajnego *Suillus luteus* (L.) S. F. Gray, zebrano na terenie, odpowiednio: w okolicy miejscowości Olszewo-Borki w woj. mazowieckim; gmin Lębork i Lubichowo (okolice miejscowości Wda na terenie Borów Tucholskich) i w Puszczy Darżlubskiej (woj. pomorskie), oraz gminy Kivity w woj. warmińsko-mazurskim (Tab. I).

Równolegle z grzybami w miejscach gdzie pozyskano owocniki pobrano po ok. 100 g warstwy wierzchniej (0-10 cm) podłoża glebowego. Owocniki zbierano z miejsc oddalonych od siebie, tak, aby nie pochodziły z tej samej grzybni. Z każdego z wymienionych stanowisk zebrano po 13-15 próbek jednostkowych maślaków i substratu glebowego. Owocnik, po oczyszczeniu z liści, piasku i innych zanieczyszczeń, rozdzielano na kapelusze i trzon, suszono w czystym i przewiewnym miejscu w temperaturze pokojowej, a następnie dosuszano do stałej masy w suszarce elektrycznej w temperaturze 40°C

przez 48 godz. Materiał grzybowy ucierano na proszek w moździerz agatowym, pakowano do czystych woreczków strunowych z folii polietylenowej, i tak przechowywano w suchym i czystym miejscu do czasu analizy chemicznej.

Zawartość rtęci ogółem w grzybach i glebie oznaczono na drodze termicznego rozkładu materiału z adsorpcją par rtęci na welnie ze złota, termicznej desorpcji rtęci z amalgamatu w temperaturze ok. 600 °C i pomiarze techniką zimnych par absorpcyjnej spektroskopii atomowej (CV–AAS) (Analizator rtęci typ MA–2000, Nippon Instruments Corporation, Takatsuki, Japonia). Miarodajność zastosowanej metody oznaczania rtęci sprawdzono używając laboratoryjnego materiału kontrolnego CS-M-1 (suszone owocniki maślaka sitarza), wyprodukowanego przez Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (ICHTJ) w Warszawie. Deklarowana dla materiału wartość odniesienia to $0,174 \pm 0,018 \mu\text{g Hg/g ms}$. W badaniach własnych zawartość rtęci w towarzyszącej maślakom serii badań materiału kontrolnego wyniosła $0,171 \pm 0,008 \mu\text{g/g ms}$ ($n = 3$). Co każde 10 analiz próbek materiałów badanych analizowano 1 próbkę odczynnikową (ślepa).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki oznaczeń rtęci osobno w kapeluszach i trzonach maślaków oraz w glebie a także wartości współczynnika bionagromadzenia tego metalu zestawiono w tabeli I. Rozstęp war-

Tabela I. Rtęć w maślakach i glebie ($\mu\text{g/g ms}$) oraz wartości ilorazów Hg_k/Hg_T , BCF_k i BCF_T (średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe, mediana i rozstęp) Mercury in *Suillus* spp. and soil ($\mu\text{g/g dw}$) and values of the quotients Hg_k/Hg_T , BCF_k , BCF_T (arithmetic mean, standard deviation, median and range)

| Miejsce i rok | Zawartość rtęci | | | Hg_k/Hg_T | BCF | |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Kapelusz | Trzon | Gleba | | Kapelusz | Trzon |
| Maślak pstry (<i>Suillus variegatus</i>) | | | | | | |
| Olszewo-Borki, woj. mazowieckie, 2007 (15)* | 0,17±0,07 0,10-0,30 0,16 | 0,047±0,015 0,029-0,076 0,046 | 0,017±0,007 0,011–0,033 0,014 | 3,7±0,6 2,0-4,5 3,7 | 11±5 4,8-21 11 | 3,0±1,2 1,5-5,6 2,7 |
| Lębork, woj. pomorskie, 2007 (15) | 0,22±0,12 0,12-0,48 0,17 | 0,071±0,035 0,043-0,16 0,054 | 0,029±0,020 0,009-0,075 0,022 | 3,2±1,0 2,1-6,1 3,0 | 9,9±6,4 4,6-26 7,0 | 3,0±1,4 1,4-6,3 2,3 |
| Maślak sitarz (<i>Suillus bovinus</i>) | | | | | | |
| Bory Tucholskie, woj. pomorskie, 2007 r., (13) | 0,28±0,11 0,16-0,60 0,26 | 0,17±0,07 0,063-0,29 0,15 | 0,021±0,016 0,0090-0,065 0,015 | 1,8±0,6 1,1-3,5 1,6 | 18±10 4,2-38 19 | 11±7 2,7-23 10 |
| Puszcza Darżłubska, woj. pomorskie, 2003 r., (15) | 0,79±0,40 0,30-1,7 0,66 | 0,51±0,22 0,14-0,88 0,43 | 0,017±0,003 0,011-0,021 0,019 | 1,7±1,1 1,0-5,3 1,4 | 45±20 19-96 40 | 29±11 7,2-49 28 |
| Maślak zwyczajny (<i>Suillus luteus</i>) | | | | | | |
| Olszewo-Borki, woj. mazowieckie, 2007 (15) | 0,095±0,082 0,028-0,37 0,072 | 0,045±0,018 0,025-0,10 0,045 | 0,020±0,015 0,051-0,060 0,015 | 1,9±0,7 1,1-3,7 1,8 | 6,5±7,3 0,67-31 4,9 | 3,1±2,0 0,46-8,7 2,6 |
| Gmina Kiwity, woj. warmińsko-mazurskie, 2002 (15) | 0,17±0,05 0,11-0,23 0,15 | 0,070±0,026 0,033-0,11 0,071 | 0,018±0,008 0,0088-0,045 0,018 | 2,5±0,6 1,9-3,9 2,4 | 10±5 4,9-24 10 | 4,6±2,8 1,5-11 4,4 |

Objaśnienia: *liczba próbek (w nawiasie)

tości średniej arytmetycznej stężenia rtęci ogółem w maślaku pstry, sitarzu i zwyczajnym łącznie, w zależności od miejsca pochodzenia grzybów wyniósł od $0,095 \pm 0,045$ do $0,79 \pm 0,40$ w kapeluszach i od $0,045 \pm 0,018$ do $0,51 \pm 0,22 \mu\text{g/g}$ ms w trzonach. Pojedyncze owocniki każdego z trzech gatunków maślaków w kapeluszu zawsze zawierały rtęć w większym stężeniu niż w trzonie, a u maślaka pstrego średnio od 3,2 do 3,7-krotnie więcej (Tab. I). Wartości median stężenia rtęci w przypadku kapeluszy maślaków nieco odbiegały od wartości średnich arytmetycznych. Owocniki maślaka pstrego i zwyczajnego cechowało podobne, ale nieco mniejsze zanieczyszczenie rtęcią niż maślaka sitarza ($p < 0,05$; test ANOVA rang Kruskala Wallisa). W przypadku maślaka sitarza owocniki z Puszczy Darżlubskiej były silniej zanieczyszczone niż te z Borów Tucholskich ($p < 0,05$; test ANOVA rang Kruskala Wallisa).

Glebę, na której wyrosły maślaki cechowała mała i podobna zawartość rtęci. Rozstęp wartości średnich wyniósł od $0,017 \pm 0,0034$ do $0,029 \pm 0,0120 \mu\text{g/g}$ ms gleby, a nieduże różnice są statystycznie nieistotne dla wszystkich stanowisk ($p > 0,05$; test ANOVA rang Kruskala Wallisa). Z analizy uzyskanych danych wynika, że stan zanieczyszczenia rtęcią gleby – podobny dla wszystkich miejsc, nie decydował szczególnie o jej zawartości w owocnikach maślaków. Wszystkie trzy gatunki maślaka z badanych miejsc bionagromadzają rtęć ($\text{BCF} > 1$), a nie biowykluczają. Zdecydowanie wydajniej niż maślak pstry i zwyczajny bionagromadza ten metal maślak sitarz. Na przykładzie maślaka sitarza można wykazać, że przy obecności rtęci w podłożu glebowym i podobnym poziomie zanieczyszczenia na zawartość w owocnikach maślaków duży wpływ miała jej biodostępność z podłoża na danym obszarze i w konsekwencji jej wydajniejsze nagromadzenie przez ten gatunek. Okazy maślaka z terenu Puszczy Darżlubskiej charakteryzuje ponad dwukrotnie większa wartość współczynnika BCF rtęci ogółem w porównaniu ze stanowiskami w Borach Tucholskich (Tab. I). Różnice w wartości współczynnika BCF pomiędzy okazami maślaka z Puszczy Darżlubskiej a tymi z terenu Borów Tucholskich są statystycznie istotne ($p < 0,05$; test U *Manna-Whitneya*).

W maślakach pozyskanych w kilku innych miejscach w kraju latach 1993-1996 zanotowana zawartość rtęci również była mała [3-7, 12-14, 17]. U maślaka pstrego wykrywano rtęć w kapeluszach w stężeniu od $0,065 \pm 0,033$ do $0,26 \pm 0,08 \mu\text{g/g}$ ms, a w trzonach od $0,029 \pm 0,014$ do $0,084 \pm 0,029 \mu\text{g/g}$ ms [5, 14]. U maślaka sitarza w kapeluszach było od $0,065 \pm 0,026$ do $0,65 \pm 0,50 \mu\text{g/g}$ ms, a w trzonach od $0,045 \pm 0,023$ do $0,35 \pm 0,18 \mu\text{g/g}$ ms [7, 13, 14]. W jednym przypadku w małej liczbie całych owocników maślaka sitarza było $0,34 \pm 0,05$ ($0,29-0,38$) $\mu\text{g Hg/g}$ ms [18]. Podobnie mało rtęci zawierały maślaki sitarze na północy Szwecji, tj. w kapeluszach $0,066 \pm 0,053$ ($0,011-0,13$), a w trzonach $0,033 \pm 0,029$ ($0,0045-0,070$) $\mu\text{g/g}$ ms [12]. Z kolei u maślaka zwyczajnego w kraju rtęć wykrywano w kapeluszach w stężeniu od $0,12 \pm 0,04$ do $0,15 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$ ms, a w trzonach od $0,043 \pm 0,015$ do $0,088 \pm 0,042 \mu\text{g/g}$ ms [3-6, 13, 14, 17].

Maślaki pstre, sitarze i zwyczajne jakkolwiek względnie wydajnie nagromadzają rtęć, to te z „niezanieczyszczonych” tym metalem miejsc w kraju zawierają w owocnikach mało tego pierwiastka.

Podziękowanie. Autorzy dziękują dyplomantkom *Edycie Kudło* i *Aleksandrze Mostrąg* za pomoc w zebraniu i przygotowaniu materiału do analizy. Badania wsparte finansowo w ramach projektu nr. DS/8250-4-0092-8.

D. Mielewska, A. Stefańska, J. Wenta, M. Mazur, L. Bielawski,
D. Danisiewicz, A. Dryżałowska, J. Falandysz

RTEĆ W TRZECH GATUNKACH GRZYBA MAŚLAK Z NIEKTÓRYCH MIEJSC W POLSCE

Streszczenie

Oznaczono zawartość rtęci ogółem w owocnikach maślaka pstrego (*Suillus variegatus*), sitarza (*S. bovinus*) i zwyczajnego (*S. luteus*) oraz w wierzchniej warstwie podłoża glebowego z kilku przestrzennie odległych od siebie miejsc w Polsce. Wszystkie trzy gatunki maślaków cechowała mała zawartość rtęci w owocnikach. Wartości średniej arytmetycznej stężenia rtęci w kapeluszach i trzonach maślaków w zależności od miejsca ich pochodzenia mieściła się w granicach, odpowiednio, od $0,17\pm 0,07$ do $0,22\pm 0,12$ i od $0,047\pm 0,015$ do $0,071\pm 0,035$ $\mu\text{g/g}$ masy suchej dla maślaka pstrego; od $0,28\pm 0,11$ do $0,79\pm 0,40$ i od $0,17\pm 0,07$ do $0,51\pm 0,22$ $\mu\text{g/g}$ ms dla maślaka sitarza oraz od $0,095\pm 0,082$ do $0,17\pm 0,05$ i od $0,045\pm 0,026$ do $0,070\pm 0,026$ $\mu\text{g/g}$ ms dla maślaka zwyczajnego. Wszystkie trzy gatunki maślaka bionagromadzały rtęć ($\text{BCF} > 1$). Maślak sitarz względnie wydajniej nagromadzał rtęć niż pozostałe dwa gatunki, a wartość współczynnika BCF rtęci ogółem wyniosła od 18 ± 10 do 45 ± 20 w kapeluszach i od $9,4\pm 7,5$ do 29 ± 11 w trzonach tego grzyba. Poziom zanieczyszczenia rtęcią wierzchniej warstwy gleby był niewielki, średnio od $0,017\pm 0,003$ do $0,029\pm 0,020$ $\mu\text{g/g}$ ms.

D. Mielewska, A. Stefańska, J. Wenta, M. Mazur, L. Bielawski,
D. Danisiewicz, A. Dryżałowska, J. Falandysz

MERCURY IN THREE SPECIES OF *SUILLUS* MUSHROOM FROM SOME SITES IN POLAND

Summary

Total mercury content have been determined in fruiting bodies of Variegated Bolete (*Suillus variegatus*), European Cow Bolete (*S. bovinus*) and Slippery Jack (*S. luteus*) and in underlying to mushroom's surface layer of soil substrate collected from several spatially distant one from another sites in Poland. All three *Suillus* mushroom species independent of the site characterized were by small mercury content. The arithmetic mean values of mercury concentration in caps and stipes, respectively, were: 0.17 ± 0.07 - 0.22 ± 0.12 and 0.047 ± 0.015 - 0.071 ± 0.035 $\mu\text{g/g}$ dry weight for Variegated Bolete; 0.28 ± 0.11 - 0.79 ± 0.40 and 0.17 ± 0.07 - 0.51 ± 0.22 $\mu\text{g/g}$ dw for European Cow Bolete, and 0.095 ± 0.082 - $0.17\pm 0,05$ and 0.045 ± 0.026 - 0.070 ± 0.026 $\mu\text{g/g}$ dw for Slippery Jack. All three species of *Suillus* mushrooms bioconcentrated mercury ($\text{BCF} > 1$). European Cow Bolete bioconcentrated mercury relatively more efficiently when compared to two other species, and means of BCF value of this element in its caps ranged from 18 ± 10 to 45 ± 20 , and in stipes from 9.4 ± 7.5 to 29 ± 11 . A level of surface soil pollution with mercury was low and averaged from 0.017 ± 0.003 do 0.029 ± 0.020 $\mu\text{g/g}$ dw.

PIŚMIENNICTWO

1. Byrne A.R., Ravnik V., Kosta L.: trace element concentrations in higher fungi. Sci. Total Environ. 1976, 6, 65-78.
2. Chudzyński K., Bielawski L., Falandysz J.: Składniki mineralne i wartości współczynnika ich nagromadzenia w owocnikach maślaka żółtego (*Suillus grevillei*) z Beskidu Zachodniego. Bromat. Chem. Toksykol. 2007, 40, 159-166.

3. *Falandysz J.*: Mercury in mushrooms and soil of the Tarnobrzaska Plain, south-eastern Poland. *J. Environ. Sci. Health*, 2002, 37A, 343–352.
4. *Falandysz J., Bielawski L.*: Mercury content of wild edible mushrooms collected near the town of Augustów. *Polish J. Environ. Stud.* 2001, 10, 67-71.
5. *Falandysz J., Bielawski L., Kannan K., Gucia M., Lipka K., Brzostowski A.*: Mercury in wild mushrooms and underlying soil substrate from the great lakes land in Poland. *J. Environ. Monit.* 2002, 4, 473-476.
6. *Falandysz J., Bielawski L., Kawano M.*: Mercury in mushrooms and soil from the Wieluńska Upland in south-central Poland. *J. Environ. Sci. Health*, 2002, 37A, 1409-1420.
7. *Falandysz J., Brzostowski A., Kawano M., Kannan K., Puzyn T., Lipka K.*: Concentrations of mercury in wild growing higher fungi and underlying substrate near lake Wdzydze, Poland. *Water Air Soil Pollution*, 2003, 148, 127-137.
8. *Falandysz J., Chwir A.*: The concentrations and bioconcentration factors of mercury in mushrooms from the Mierzeja Wiślana sand-bar. Northern Poland. *Sci. Total Environ.* 1997, 203, 221-228.
9. *Falandysz J., Frankowska A.*: Niektóre pierwiastki metaliczne i ich współczynniki biokoncentracji w borowiku szlachetnym (*Boletus edulis*) z Puszczy Świętokrzyskiej. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2007, 40, 257-260.
10. *Falandysz J., Gucia M., Mazur A.*: Niektóre składniki mineralne i ich współczynniki biokoncentracji w czubajce kani (*Macrolepiota procera*) z okolic Poniatowej w woj. lubelskim. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2007, 40, 249-255.
11. *Falandysz J., Gucia M., Mazur A.*: Content and bioconcentration factors of mercury by Parasol Mushroom *Macrolepiota procera*. *J. Environ. Sci. Health*. 2007, 42B, 735-740.
12. *Falandysz J., Gucia M., Frankowska A., Kawano M., Skwarzec B.*: Total mercury in wild underlying soil substrate from the city of Umeå and its surroundings, Sweden. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2001, 67, 763-770.
13. *Falandysz J., Jędrusiak A., Lipka K., Kannan K., Kawano M., Gucia M., Brzostowski A., Dadej M.*: Mercury in wild mushrooms and underlying soil substrate from Koszalin, North-central Poland. *Chemosphere*, 2004, 54, 461-466.
14. *Falandysz J., Kawano M., Świeczkowski A., Brzostowski A., Dadej M.*: Total mercury in wild-grown higher mushrooms and underlying soil from Wdzydze Landscape Park, Northern Poland. *Food Chem.* 2003, 81, 21-26.
15. *Falandysz J., Kunito T., Kubota R., Gucia M., Mazur A., Falandysz J.J., Tanabe S.*: Selected elements of Parasol Mushroom *Macrolepiota procera*. *J. Environ. Sci. Health*. 2008; 43B: 187-192.
16. *Falandysz J., Lipka K.*: Selen w grzybach. *Roczn. PZH.* 2006, 57, 217-233.
17. *Falandysz J., Lipka K., Gucia M., Kawano M., Strunniak K., Kannan K.*: Accumulation factors of mercury in mushrooms from Zaborski Landscape Park, Poland. *Environ. Intern.* 2002, 28, 421-427.
18. *Falandysz J., Marcinowicz A., Danisiewicz D., Galecka K.*: Rtęć w grzybach i substracie spod grzybów w rejonie Lubiany, gmina Kościerzyna. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1997, 30, 63-68.
19. *Falandysz J., Szymczyk K., Ichihashi H., Bielawski L., Gucia M., Frankowska A., Yamasaki S-I.*: ICP/MS and ICP/AES elemental analysis (38 elements) of edible wild mushrooms growing in Poland. *Food Addit. Contam.* 2000, 18, 503-513.
20. *Grunert H.R.*: Grzyby, Świat Książki, Warszawa 1995
21. *Grzywacz A.*: Grzyby leśne, Warszawa 1998.
22. *Kalač P., Burda J., Stašková I.*: Concentrations of lead, cadmium, mercury and copper in mushrooms in the vicinity of a lead smelter. *Sci Total Environ.* 1991, 105, 109-119.
23. *Kalač P., Niznanska M., Bevilacqua D., Stašková I.*: Concentrations of mercury, copper, cadmium and lead in fruiting bodies of edible mushrooms in the vicinity of a mercury smelter and a copper smelter. *Sci Total Environ.* 1996, 177, 251-258.

24. Kowalewska I., Bielawski L., Falandysz J.: Niektóre metale i fosfor oraz ich współczynniki nagromadzenia w koźlarzu czerwonym *Leccinum rufum* z terenu Wyżyny Lubelskiej. Bromat. Chem. Toksykol. 2007, 40, 153-158.
25. Kowalewska I., Bielawski L., Falandysz J.: Niektóre pierwiastki i ich współczynniki biokoncentracji w koźlarzu czerwonym *Leccinum rufum* z terenu Polski północnej. Bromat. Chem. Toksykol. 2007, 40, 329-335.
26. Stijve T.: Zwarte metalen in eethare Bovisten. AMK Mededelingen 2007, 3, 64-69.

Otrzymano: 6.02.2008 r.

