

*Maria Wojciechowska-Mazurek, Monika Mania, Krystyna Starska,  
Małgorzata Rebeniak, Kazimierz Karłowski*

## PIERWIASTKI SZKODLIWE DLA ZDROWIA W GRZYBACH JADALNYCH W POLSCE

Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku  
Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny  
Kierownik: dr *J. Postupolski*

*Praca przedstawia wyniki badań zanieczyszczenia grzybów uprawnych oraz rosnących w warunkach naturalnych pierwiastkami szkodliwymi dla zdrowia, wykonanych w ramach monitoringu oraz ocenę stwarzanego ryzyka dla zdrowia. Średnie zanieczyszczenie jest z reguły niższe lub porównywalne ze stwierdzanym w innych krajach europejskich.*

Hasła kluczowe: grzyby, ołów, kadm, arsen, rtęć, ocena ryzyka.

Key words: mushrooms, lead, cadmium, arsenic, mercury, risk assessment.

Grzyby wielkoowocnikowe ze względu na szczególne cechy organoleptyczne stanowią cenny składnik wzbogacający walory smakowe potraw. W Polsce duże znaczenie mają grzyby uprawne, przede wszystkim dwa gatunki należące do klasy podstawczaków: pieczarka dwuzarodnikowa (*Agaricus bisporus*) oraz bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*), ale także sezonowo znaczne jest spożycie grzybów dziko rosnących. Według danych GEMS/Food średnie roczne spożycie grzybów w krajach Unii Europejskiej wynosi ok. 1,5 kg/osobę.

Wartość odżywcza grzybów nie jest duża, zawierają niewielkie ilości białka, tłuszczu, węglowodanów, soli mineralnych m.in. selenu i witamin.

Odnaczają się też kumulowaniem metali ciężkich, poprzez wiązanie ich z białkami, zwłaszcza niskocząsteczkowymi. Pobieranie metali przez grzyby zależy od wielu czynników takich, jak odczyn gleby, stopień rozwoju osobniczego, aktywność enzymów i dostępność biologiczna metali (1). Stanowią one jeden z bioindykatorów zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi (2, 3). Stwierdzone zanieczyszczenie tej grupy środków spożywczych szczególnie kadmem i rtęcią może być znaczące.

Obowiązujące aktualnie rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Dz. Urz. UE L 364 z 20.12.2006, z późniejszymi zmianami), podaje limity zawartości pierwiastków szkodliwych dla zdrowia takich, jak ołów i kadm w grzybach uprawnych, odpowiednio na poziomie 0,30 mg/kg oraz 0,20 mg/kg świeżej masy i kadm w grzybach dziko rosnących 1,0 mg/kg.

W ubiegłym roku Połączony Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Substancji Dodatkowych (JECFA) i Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) wprowadziły istotne zmiany w ocenie ryzyka dla zdrowia stwarzanego przez ołów,

kadm, rtęć i arsen, m.in. w wyniku zastosowania podejścia BMD (dawka wyznaczająca) w ocenie danych epidemiologicznych. Prawie 3-krotne obniżenie tolerowanego pobrania tygodniowego kadmu (Tolerable Weekly Intake – TWI 2,5 µg/kg m.c.) (4-6) i wycofanie nie zapewniającej bezpieczeństwa zdrowotnego wartości (Provisional Tolerable Weekly Intake – PTWI) dla ołowiu przy najniższych dawkach wyznaczających BDML<sub>01</sub> dla dzieci (działanie neurotoksyczne) 0,50 µg/kg m.c./dzień, a dla dorosłych BDML<sub>10</sub> 0,63 µg/kg m.c./dzień (działanie nefrotoksyczne) oraz BDML<sub>01</sub> 1,50 µg/kg m.c./dzień (zaburzenia sercowo-naczyniowe) (5, 7) wskazuje na zaostrzenie oceny i konieczność weryfikacji limitów w ustawodawstwie. W miejsce PTWI dla rtęci ogólnej (5 µg/kg m.c.) JECFA wprowadził wartość 4 µg/kg m.c. dla rtęci nieorganicznej, a także odwołał PTWI dla arsenu nieorganicznego wynoszące dotąd 15 µg/kg m.c., wskazując do oceny ryzyka BMDL<sub>0,5</sub> na poziomie 3,0 µg/kg m.c./dzień (8, 9).

Praca przedstawia analizę wyników badań zanieczyszczenia grzybów uprawnych oraz rosnących w warunkach naturalnych a także ich przetworów, uzyskanych w latach 2005–2008 w ramach badań monitoringowych koordynowanych przez Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku NIZP-PZH, realizowanych przez akredytowane laboratoria Zakładu i Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych.

## MATERIAŁ I METODY

Próbki grzybów pobierane były na terenie całego kraju przez Stacje Sanitarno-Epidemiologiczne, głównie z obrotu handlowego, wg planu opracowanego przez Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku NIZP-PZH. Próbki pobierano zgodnie z zasadami podanymi w Wydawnictwach Metodycznych PZH (10) oraz rozporządzeniu Komisji (WE) nr 333/2007 ustanawiającym metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo[a]pirenu w środkach spożywczych (Dz. Urz. UE L 88 z 29.3.2007). Zawartość pierwiastków oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, ołów i kadm techniką płomieniową (FAAS) po ekstrakcji kompleksów metali z pirolidynoditiokarbaminianem amonu bądź bezpłomieniową (GFAAS), arsen techniką płomieniową z zastosowaniem generacji wodorków (HGAAS), rtęć techniką „zimnych par” (CVAAS). Metody analityczne zostały zwalidowane, spełniały też kryteria podane w rozporządzeniach (WE) nr 882/2004 i 333/2007. Laboratoria uczestniczące w badaniach posiadają w tym zakresie akredytację, stosują certyfikowane materiały referencyjne oraz systematycznie sprawdzają swoją biegłość w badaniach międzylaboratoryjnych.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zbadano 390 próbek grzybów i ich przetworów, w tym 193 próbki grzybów świeżych (122 dziko rosnących i 71 uprawnych), 40 próbek grzybów suszonych oraz 157 próbek przetworów (głównie grzybów marynowanych). Wśród grzybów uprawnych znaczną większość stanowiły pieczarki, wśród grzybów leśnych borowik szlachetny

(*Boletus edulis*), podgrzybek brunatny (*Xerocomus radius*), pieprznik jadalny-kurka (*Cantharellus cibarius*), a także maślak zwyczajny (*Suillus luteus*). Wśród grzybów suszonych zbadano też 5 próbek chińskich grzybów uprawnych Mun (*Auricularia Polytricha*).

Zgodnie z wytycznymi dla programu WHO GEMS/Food, w przypadku wyników niższych od granicy wykrywalności (ich ilość nie przekraczała 60%) w obliczeniach uwzględniano połowę tej granicy (11).

Wyniki badań przedstawiono w tab. I i II. Średnia zawartość ołowiu w grzybach uprawnych wynosi 0,024 mg/kg, w grzybach dziko rosnących 0,072 mg/kg i jest stosunkowo niska, niższa od średniego zanieczyszczenia tym pierwiastkiem grzybów badanych w różnych krajach Unii Europejskiej, wynoszącego 0,28 mg/kg (4). W przypadku charakteryzujących się wyższym zanieczyszczeniem grzybów dziko rosnących 90% wyników nie przekracza 0,149 mg/kg i mieści się w aktualnie dopuszczalnym zakresie dla grzybów uprawnych (0,30 mg/kg). Najwyższy poziom zanieczyszczenia ołowiem (do 0,686 mg/kg) stwierdzono w podgrzybku brunatnym.

Tabela I. Zawartość ołowiu i kadmu w grzybach jadalnych i ich przetworach (mg/kg) – badania monitoringowe (2005–2008)

Table I. Content of lead and cadmium in edible mushrooms and their products (mg/kg) – monitoring studies (2005–2008)

Rodzaj próbek	Liczba próbek	Ołów			Kadm		
		średnia	mediana	90 percentyl	średnia	mediana	90 percentyl
Grzyby uprawne							
– świeże	71	0,024	0,015	0,044	0,010	0,008	0,020
– przetwory	80	0,029	0,013	0,036	0,006	0,005	0,010
Grzyby dziko rosnące							
– świeże	122	0,072	0,050	0,149	0,119	0,044	0,316
– przetwory	77	0,032	0,020	0,072	0,028	0,013	0,050
– suszone	40	0,700	0,470	1,737	0,795	0,504	1,809

Tabela II. Zawartość arsenu i rtęci w grzybach jadalnych i ich przetworach (mg/kg) – badania monitoringowe (2005–2008)

Table II. Content of arsenic and mercury in edible mushrooms and their products (mg/kg) – monitoring studies (2005–2008)

Rodzaj próbek	Liczba próbek	Arsen			Rtęć		
		średnia	mediana	90 percentyl	średnia	mediana	90 percentyl
Grzyby uprawne							
– świeże	70	0,015	0,010	0,030	0,008	0,006	0,014
– przetwory	78/80	0,011	0,007	0,032	0,010	0,008	0,021
Grzyby dziko rosnące							
– świeże	122	0,039	0,018	0,100	0,028	0,010	0,066
– przetwory	77	0,016	0,010	0,027	0,046	0,008	0,114
– suszone	39/40	0,263	0,198	0,508	0,507	0,172	1,782

Zanieczyszczenie grzybów kadmem również nie przekracza limitów, zostały one jednak ustalone na poziomie bardzo wysokim, problematycznym z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego przy wysokim spożyciu grzybów dziko rosnących. Jeden wynik: 1,034 mg/kg (koźlarz czerwony z województwa dolnośląskiego) przekroczył poziom 1,0 mg/kg ustalony jako limit zawartości kadmu w grzybach dziko rosnących; 9 wyników, w tym 6 dla próbek podgrzybka, 2 borowika i 1 opieńki znalazło się w przedziale 0,4–1,0 mg/kg. Średnia zawartość kadmu w zbadanych grzybach uprawnych 0,010 mg/kg i leśnych 0,119 mg/kg jest niższa od najwyższego dopuszczalnego poziomu ustalonego w rozporządzeniu (WE) nr 1881/2006 dla grzybów uprawnych, jednakże zawartość 90-ego percentyla dla grzybów dziko rosnących wynosząca 0,316 mg/kg limit ten przekracza. Zawartość średnia w grzybach z innych krajów UE (0,2087 mg/kg) jest jednak prawie 2-krotnie, a zawartość 90-ego percentyla prawie 4-krotnie wyższa (4).

Niska zawartość arsenu: średnia w grzybach leśnych 0,039 mg/kg, w uprawnych 3-krotnie niższa, 90% wyników nie przekraczających 0,100 mg/kg, nie wskazuje na konieczność ustalania limitu, pomimo ok. 2-krotnie wyższego zanieczyszczenia tym pierwiastkiem w krajach UE (8).

Natomiast uzyskane wyniki zanieczyszczenia rtęcią grzybów, szczególnie dziko rosnących, wyraźnie potwierdzają fakt kumulowania tego pierwiastka przez grzyby. Niezbędne staje się podjęcie starań o wprowadzenie do ustawodawstwa Unii Europejskiej maksymalnego dopuszczalnego poziomu rtęci w grzybach. Zawartość rtęci 0,705 mg/kg w krajowym prawdziwku marynowanym zbadanym w województwie mazowieckim; 0,218 mg/kg – 0,580 mg/kg w 4 kolejnych próbkach z województwa łódzkiego i kujawsko-pomorskiego; 0,211 mg/kg, 0,225 mg/kg i 0,290 mg/kg w borowiku świeżym z województwa dolnośląskiego i warmińskomazurskiego; 0,339 mg/kg w kurkach z województwa podlaskiego; 0,142 mg/kg i 0,144 mg/kg w podgrzybkach w województwie zachodniopomorskim budzi bardzo istotne zastrzeżenia zdrowotne, uwzględniając ostatnie zmiany pobrania tolerowanego przez organizm (9). Limity obowiązujące do 2004 r. w ustawodawstwie polskim, wynoszące dla grzybów świeżych 0,05 mg/kg, a dla suszonych 0,50 mg/kg, wydają się trudne do dotrzymania. Fakt, że wartość 90-ego percentyla dla grzybów świeżych wynosiła 0,066 mg/kg wskazuje, że możliwe byłoby ustalenie limitu na poziomie 0,10 mg/kg.

W grzybach suszonych zawartość ołowiu, kadmu i rtęci była średnio 10-, 7- i 17-krotnie wyższa niż w grzybach świeżych. Stwierdzone najwyższe zawartości kadmu i rtęci w krajowych grzybach suszonych, obie w borowiku: 3,602 mg/kg i 2,434 mg/kg (województwo mazowieckie i świętokrzyskie), mogą stwarzać zagrożenie dla zdrowia. Grzyby często spożywane w Polsce, w tym borowik szlachetny, charakteryzują się wyższym od średniego zanieczyszczeniem wszystkimi badanymi pierwiastkami, a szczególnie kadmem i rtęcią. W podgrzybku brunatnym zwraca uwagę wysoka zawartość kadmu, natomiast znacznie niższe zawartości metali stwierdza się w pieprzniku jadalnym-kurce.

W piśmiennictwie spotykane są z reguły dane świadczące o wyższym zanieczyszczeniu metalami szkodliwymi dla zdrowia grzybów zbieranych zarówno w kraju, jak i za granicą, jakkolwiek *Kowalewska* i współpr. (12) wskazują na niższe, a *Spodniewska* i współpr. (3) na podobne zanieczyszczenie grzybów z terenu północ-

nej Polski. *Zhang* i współpr. (13) stwierdzili zbliżone do badań aktualnie opisywanych średnie zanieczyszczenie borowika szlachetnego z województwa pomorskiego kadmem (0,33 mg/kg i 0,14 mg/kg), natomiast znacznie wyższe rtęcią (0,28 mg/kg; 0,52 mg/kg), podobnie jak *Falandysz* i współpr. (0,26 mg/kg) (14), wskazujący równocześnie na niższą zawartość arsenu (0,0025 mg/kg – 0,013 mg/kg). Zawartości kadmu wyższe, rzędu 90-ego percentyla z badań krajowych przedstawionych w tej pracy, stwierdziła *Novackova* i współpr. na terenach przemysłowych Czech, natomiast znacznie wyższe było tam zanieczyszczenie ołowiem i rtęcią – w borowiku odpowiednio 0,13 mg/kg i 0,4 mg/kg (15).

Wyższe zanieczyszczenie grzybów kadmem opisały *Karmańska* i *Wędzisz* (1), a rtęcią i kadmem *Falandysz* i *Frankowska* (16) oraz *Malinowska* i współpr. (17). Badania autorów zagranicznych wykazują wyraźnie wyższą zawartość kadmu (np. w borowiku 0,4–0,88 mg/kg), porównywalną bądź nieznacznie wyższą rtęci (0,1 – 0,2 mg/kg) i porównywalną ołowiu (0,05 – 0,08 mg/kg) (18) na terenach niezanieczyszczonych; wyższe zanieczyszczenie, również arsenem, opisali *Włosi* (19). Na terenach aktualnie uprzemysłowionych (13, 15, 17) czy np. na historycznych terenach hutniczych (20) zawartości metali są w nich wyższe wielokrotnie.

Spożycie grzybów nie jest wysokie, dlatego też pomimo stwierdzonego wysokiego zanieczyszczenia grzybów dziko rosnących szczególnie kadmem i rtęcią, nie stanowią istotnego zagrożenia dla zdrowia dla populacji średniej, mogą natomiast stanowić liczące się źródło pobrania tych metali wśród konsumentów często spożywających grzyby. Przyjmując zgodnie z danymi GEMS/Food średnie spożycie grzybów w Polsce na poziomie 4 g dziennie/osobę, pobranie kadmu przy średnim zanieczyszczeniu byłoby rzędu 2,2% TWI, natomiast przy zanieczyszczeniu 90-ego percentyla rzędu 6%. Opierając się na danych piśmiennictwa, że grzyby mogą zawierać do ok. 15% związków metylortęciowych (14, 21), pobranie rtęci przy średnim zanieczyszczeniu stanowiłoby ok. 0,40% tolerowanego pobrania tygodniowego (przy zanieczyszczeniu 90-ego percentyla ok. 1%). Natomiast kierując się badaniami wskazującymi na możliwość metylowania przez grzyby nieorganicznych związków rtęci (14, 21) oraz brakiem danych specyficznych z ostatnich lat, można ocenić maksymalne zagrożenie ze strony metylowych pochodnych tego pierwiastka, które wyniosłoby 0,8% PTWI przy średnim zanieczyszczeniu, a przy zanieczyszczeniu rzędu 90-ego percentyla – 2%.

Pobranie ołowiu przy zanieczyszczeniu średnim i 90-ego percentyla byłoby odpowiednio rzędu 0,3% i 0,6% BMDL<sub>01</sub> dla chorób sercowo-naczyniowych, a arsenu 0,09% i 0,2% BMDL<sub>0,5</sub> dla raka płuc.

Spożycie 5,3 g grzybów dziennie zgodnie z danymi GEMS/Food Consumption Cluster Diets (2007) w przypadku kadmu zwiększy pobranie do 2,9% (przy zanieczyszczeniu 90-ego percentyla do 8%) TWI, rtęci – do 1,07% (2,6%) PTWI.

Zgodnie z danymi EFSA (4, 7) maksymalne spożycie grzybów z dietą przez dłuższy okres czasu może dojść do 100 g tygodniowo (14,3 g dziennie); wyższe spożycie może mieć miejsce jedynie sporadycznie. Przy takim spożyciu grzyby mogą wnieść przy średnim zanieczyszczeniu prawie 8% tolerowanego pobrania kadmu (przy zanieczyszczeniu 90-ego percentyla 22%) i 3% (7%) rtęci, a ołowiu i arsenu odpowiednio 1% (2,2%) i 0,3% (0,7%) wspomnianych powyżej najniższych dawek wyznaczających.

Uwzględniając znacznie niższe zanieczyszczenie grzybów uprawnych w stosunku do branych pod uwagę powyżej grzybów rosnących w warunkach naturalnych: aż 12-krotnie w przypadku kadmu, a ok. 3-krotnie w przypadku pozostałych badanych pierwiastków, pobranie tych zanieczyszczeń dla konsumentów np. głównie pieczarek będzie mniejsze. Przy maksymalnym dziennym spożyciu w Polsce, zgodnie z danymi krajowymi (22), 100,2 g pieczarek, największe zagrożenie stanowiłaby rtęć (przy założeniu obecności związków metylortęciowych): 5,8% (10,2%) PTWI; grzyby te wniosą również 4,8% (9,3%) TWI kadmu, natomiast dla ołowiu i arsenu odpowiednio 2,7% (4,9%) i 0,8% (1,7%) BMDL. Dodając jeszcze spożycie grzybów dziko rosnących, pobranie metali, szczególnie kadmu i rtęci, a również ołowiu, nie jest obojętne dla zdrowia. Szczególnie może się to odnosić do grupy populacji o okresowym wysokim spożyciu np. 100 g grzybów dziennie co może przy średnim zanieczyszczeniu wnieść ponad 50% tolerowanego pobrania kadmu i 20% rtęci, a ołowiu i arsenu odpowiednio 8% i 2% wspomnianych powyżej najniższych dawek wyznaczających.

## WNIOSKI

1. Średnie zanieczyszczenie metalami ciężkimi grzybów dostępnych w obrocie handlowym w kraju nie stwarza istotnego zagrożenia dla zdrowia, nie przekracza maksymalnych dopuszczalnych poziomów określonych dla ołowiu i kadmu w ustawodawstwie i jest z reguły niższe lub porównywalne ze stwierdzanym w innych krajach europejskich.

2. Szczególna zdolność grzybów do kumulowania kadmu i rtęci może powodować zagrożenie dla zdrowia, szczególnie przy wysokim spożyciu grzybów dziko rosnących.

3. Celem jest wprowadzenie do ustawodawstwa limitów zanieczyszczenia grzybów rtęcią.

4. Wyniki uzyskane w ramach tej pracy zostały przekazane w celach legislacyjnych Komisji Europejskiej w ramach działalności Komitetu Ekspertów ds. Środowiskowych i Przemysłowych Zanieczyszczeń Żywności.

M. Wojciechowska-Mazurek, M. Mania, K. Starska, M. Rebeniak,  
K. Karłowski

## NOXIOUS ELEMENTS IN EDIBLE MUSHROOMS IN POLAND

### Summary

Average content of lead, cadmium, arsenic and mercury in edible mushrooms available in the Polish market is lower or similar to that reported in other European countries, remaining for lead and cadmium generally below the levels set forth in food legislation and does not pose a health hazard. However, cadmium (mean 8% TWI) and mercury (mean 3% PTWI for methylmercury) intake, especially in contaminated areas, is not negligible. It points to the need for launching activities to include appropriate mercury maximum levels into the relevant legislation.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Karmańska A., Wędzisz A.*: Zawartość wybranych makro- i mikroelementów w różnych gatunkach grzybów wieloowocnikowych z okolic województwa łódzkiego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2010; 43: 124-129. – 2. *Kwapuliński J., Fischer A., Nogaj E., Łazarczyk-Henke J., Morawiec M., Wójtanowska M.*: Badanie nad przydatnością wybranych gatunków grzybów do równoczesnej bioindykacji ołowiu i kadmu. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42: 81-88. – 3. *Spodniewska A., Barski D., Zasadowski A.*: Zawartość kadmu i ołowiu w wybranych gatunkach grzybów pochodzących z województwa warmińsko-mazurskiego. *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.*, 2009; 41: 135-141. – 4. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on request from the European Commission on cadmium in food. *The EFSA Journal*, 2009; 980: 1-139. – 5. Evaluation of certain Food Additives and Contaminants, 2011, WHO Technical Report Series, 960, Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. – 6. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal* 2011; 9(2): 1975. – 7. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal* 2010; 8(4): 1570. – 8. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal* 2009; 7(10): 1351. – 9. Evaluation of certain Food Additives and Contaminants, 2011, WHO Technical Report Series, 959, Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. – 10. Zasady pobierania próbek środków spożywczych w celu kontroli zawartości ołowiu, kadmu, rtęci, arsenu i 3-MCPD. Przygotowanie próbek i kryteria wyboru metod analitycznych stosowanych do oznaczania zawartości metali szkodliwych dla zdrowia i 3-MCPD w środkach spożywczych. Wydawnictwa Metodyczne PZH, Warszawa, 2003.

11. Global Environment Monitoring System, Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food) Instructions for Electronic Submission of Data on Chemical Contaminants in Food and Diet. Food Safety Department, WHO, Geneva, 2003. – 12. *Kowalewska I., Bielawski L., Falandysz J.*: Niektóre pierwiastki i ich współczynniki bioakumulacji w koźlarzu czerwonym *Leccinum rufum* z terenu Polski północnej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2007; 40: 329-335. – 13. *Zhang D., Frankowska A., Jarzyńska G., Kojta K.A., Drewnowska M., Wydmińska D., Bielawski L., Wang J., Falandysz J.*: Metals of King Bolete (*Boletus edulis*) Bull.: Fr. collected at the same site over two years. *Afr. J. Agric. Res.*, 2010; 5 (22): 3050-3055. – 14. *Falandysz J., Lipka K., Gucia M., Kawano M., Strumnik K., Kannan K.*: Accumulation factors of Mercury In mushrooms from Zaborski Landscape Park, Poland. *Environ. Int.*, 2002; 28: 421-427. – 15. *Nováčková J., Fiala P., Chrástný V., Svoboda L., Kalač P.*: Contents of mercury, cadmium and lead in edible mushrooms and in underlying substrates from a rural area with an occurrence of serpentines and amphiboles. *Ekol. Bratislava*, 2007; 26: 322-329. – 16. *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. – 17. *Malinowska E., Szefer P., Falandysz J.*: Metals bioaccumulation by bay bolete, *Xerocomus badius*, from selected sites in Poland. *Food Chem.*, 2004; 84: 405-416. – 18. *Kalač P.*: Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000-2009. *Food Chem.*, 2010; 122: 2-15. – 19. *Cocchi L., Vescovi L., Petrini L.E., Petrini O.*: Heavy metals in edible mushrooms in Italy. *Food Chem.*, 2006; 98: 277-284. – 20. *Svoboda L., Havlíčková B., Kalač P.*: Contents of cadmium, mercury and lead in edible mushrooms growing in a historical silver-mining area. *Food Chem.*, 2006; 96: 580-585. – 21. *Kalač P., Svoboda L., Havlíčková B.*: Contents of cadmium and mercury in edible mushrooms. *J. Appl. Biomed.*, 2004; 2: 15-20. – 22. *Szponar L., Sekula W., Rychlik E., Oltarzewski M., Figurska K.*: Badania indywidualnego spożycia i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych. *Prace IŻŻ*, 2003; 101.

Adres: 00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24.