

JERZY FALANDYSZ, ANNA MARCINOWICZ, ADRIANNA CHWIR

## RTEĆ W JADALNYCH GRZYBACH Z TERENU LASÓW KOŚCIERSKICH I MIERZEI WIŚLANEJ\*

### MERCURY IN EDIBLE MUSHROOMS FROM THE AREA OF KOŚCIERSKIE FORESTS AND VISTULA PENINSULA

Zakład Chemii Środowiska i Ekotoksykologii  
Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego  
80-952 Gdańsk ul. Sobieskiego 19  
Kierownik: prof. dr hab. J. Falandysz

*Oznaczono stężenie rtęci ogółem w kapeluszu i trzonach (łącznie 437 próbek) takich jadalnych gatunków grzybów jak: maślak pstry, maślak sitarz, podgrzybek brunatny, podgrzybek zajęczek, kozak babka, klejek lepki, opieńka miodowa, monetka szerokoblaszkowa, sadówka podsadka, muchomor mglejkarka, czubajka kania, mleczaj rydz i purchawka chropowata. Grzyby zebrano jesienią 1993 i 1994 r. Rtęć oznaczoną techniką zimnych par bezpłomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (CV-AAS).*

#### WSTĘP

Niektóre gatunki grzybów wyższych cechuje stosunkowo dużo zawartość rtęci. W badaniach Kalača *et al.* [12] gąsówka naga *Lepista nuda* zawierała rtęć ogółem średnio w stężeniu 12000 µg/kg masy suchej, czubajeczka *Lepiota rhacodes* 6500 µg/kg, borowik szlachetny *Boletus edulis* 2300 µg/kg, podczas gdy siedem innych gatunków od 200 do 1600 µg/kg. Z kolei w badaniach Bakkena i Olsena [1] płachetka kołpakowata *Rozites caperata* zawierała 620 µg Hg/kg m.s., zasłoniak *Cortinarius alboviolaceus* 600 µg/kg, a dziesięć innych gatunków od 23 do 330 µg/kg. W badaniach własnych [7], spośród grzybów zebranych w rejonie Gubina (woj. zielonogórskie) borowik szlachetny (kapelusze) zawierał 3000 µg Hg/kg m.s. twardzioszek przydrożny *Marasimus oreades* 4300 µg/kg, czubajka kania *Macrolepiota procera* 53000 µg/kg, a sześć innych gatunków od 200 do 990 µg/kg. Z kolei spośród kilkunastu gatunków grzybów zebranych na terenie Gdańska i w jego najbliższej okolicy wysokie zawartości rtęci, średnio 24000 µg/kg m.s. stwierdzono w kapeluszach pieczarki polnej *Agaricus campestris* [7]. Stijve i Roschnik [13] w pieczarce polnej stwierdzali średnio 14000 µg Hg/kg m.s., a w innych gatunkach pieczarek od 5,8 (*A. silvaticus*) do 17000 µg/kg (*A. vaporarius*). Metylortęć stanowiła od 0,6 do 6% rtęci ogółem w *A. arvensis*, *A. benesii*, *A. silvaticus*, *A. campestris* i *A. vaporarius* [13].

\*Badania finansowe przez KBN w ramach projektu DS.

Grzyby wyższe mimo, że nagromadzają duże stężenia metali toksycznych to nie zawsze są przydatne jako organizmy wskaźnikowe w monitorowaniu stanu zanieczyszczenia środowiska [5]. Z kolei duże stężenia rtęci stwierdzone w niektórych jadalnych gatunkach grzybów wyższych zwracają szczególną uwagę bromatologów.

W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości rtęci ogółem w niektórych jadalnych gatunkach grzybów zebranych na dwóch obszarach leśnych różniących się typem gleby i położeniem – lasy w gminie Kościerzyna w woj. gdańskim i lasy na terenie Mierzei Wiślanej w woj. elbląskim.

## MATERIAŁ I METODYKA

Grzyby do badań zebrano w październiku 1993 i 1994 r. w okolicy miejscowości Łubiana w gminie Kościerzyna (woj. gdańskie) oraz we wrześniu 1994 r. na terenie Mierzei Wiślanej (woj. elbląskie) (tab. I).

Zbadane grzyby w układzie systematycznym [2,11] należą do następujących rzędów i rodzin: borowikowców (*Boletales*), borowikowatych (*Boletaceae*) – maślak ziarnisty, maślak sitarz, podgrzybek brunatny, podgrzybek zajączek i kozłarz babka; klejówkowatych (*Gomphidiaceae*) – klejek lepki; bedłkowców (*Agaricales*), wieruszkowatych (*Entolomataceae*) – sadówka podsadka; gąskowatych (*Tricholomataceae*) – opieńka miodowa, monetka szerokoblaszkowa; muchomorowate (*Amanitaceae*) – muchomor mglejkarka; gołąbkowców (*Russulales*), gołąbkowatych (*Russulaceae*) – mleczaj rydz; tęgoskórowców (*Sclerodermatales*), pieczarkowatych (*Agaricaceae*) – czubajka kania; purchawkowców (*Lycoperdales*), purchawkowatych (*Lycoperdaceae*) – purchawka chropowata.

Owocniki, po ich starannym oczyszczeniu nożem plastikowym z piasku, liści i innych zanieczyszczeń, suszono w temperaturze pokojowej, a następnie do stałej masy w suszarce elektrycznej w temperaturze 40°C. Do analizy pobierano (~0,2 g) rozkruszone fragmenty kapelusza, trzona lub całego owocnika. Próbkę grzybów roztwarzano na mokro ze stężonym kwasem azotowym (24 godz. na zimno; 1,5 godz. na gorąco) w zestawie składającym się z kolby okrągłodennej, deflegmatora i chłodnicy zwrotnej. Zawartość rtęci ogółem w zmineralizowanych próbkach oznaczano techniką zimnych par bezplomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (CV-AAS). Pomiar wykonywano w zautomatyzowanym analizatorze rtęci (Mercury monitor 3200, Thermo Separation Products, USA).

Wiarygodność zastosowanej metodyki oznaczania rtęci, z bardzo dobrymi wynikami, sprawdzano uczestnicząc w międzynarodowych i krajowych badaniach interkalibracyjnych oraz poprzez analizę biologicznych materiałów odniesienia o certyfikowanej zawartości rtęci [3,4,10].

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Średnią arytmetyczną, wartość odchylenia standardowego pojedynczego wyniku, medianę i zakres stężeń rtęci ogółem w zbadanych grzybach, z podaniem miejsca i czasu zebrania poszczególnych gatunków, zestawiono w tabeli I. Wartości średnich arytmetycznych i mediany stężenia rtęci w kapeluszach, trzonach lub owocnikach zbadanych grzybów były zbliżone.

Czubajkę kanię i purchawkę chropowatą cechowała największa zawartość rtęci ogółem – odpowiednio: 1100 µg/kg m.s. w kapeluszach i 580 µg/kg w trzonach (kania) i 1100 µg/kg w całym owocniku (purchawka). Spośród pozostałych zbadanych gatunków grzybów przeciętnie więcej rtęci zawierała sadówka podsadka – 660 µ m.s. w kapeluszach i 450 µg/kg w trzonach, a pozostałe gatunki od 29 (klejek lepki) do

Tabela I. Zawartość rtęci ogółem w grzybach ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  masy suchej)  
Total mercury content of mushrooms ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  dry weight)

Gatunek	Miejsce i data zebrania	n	Kapelusz	Trzon
Maślak pstry <i>Suillus granulatus</i> (Fr.) Kuntze	Łubiana	15	180 $\pm$ 80	70 $\pm$ 29
	93/94.10.15		(55–330)	(37–140)
			180*	60
Maślak sitarz <i>Suillus bovinus</i> (Fr.) Kuntze	Łubiana	15	65 $\pm$ 26	45 $\pm$ 23
	94.10.15		(17–130)	(16–100)
			62	39
Podgrzybek brunatny <i>Xercomus badius</i> (Fr.)	Łubiana	15	220 $\pm$ 60	130 $\pm$ 40
	94.10.15		(100–360)	(73–190)
			210	130
	Stegna	15	73 $\pm$ 20	49 $\pm$ 13
	94.09.11		(39–100)	(25–67)
		76	53	
Podbrzybek zajączek <i>Xerocomus subtomentosus</i> (Fr.) Quéf	Łubiana	15	150 $\pm$ 60	70 $\pm$ 23
	94.10.15		(60–250)	(40–120)
			140	71
Kozłarz babka <i>Leccinum scabrum</i> (Bull.: Fr.)	Łubiana	15	370 $\pm$ 330	220 $\pm$ 160
	94.10.15		(93–1200)	(50–650)
			270	170
	Stegna	14	290 $\pm$ 100	180 $\pm$ 60
	94.09.16		(140–460)	(61–290)
		280	180	
Klejek lepki <i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff.) O.K. Miller	Łubiana	15	29 $\pm$ 8	23 $\pm$ 11
	94.10.16		(18–51)	(11–42)
			26	23
Opieńka miodowa <i>Armillariella mellea</i> (Vahl.: Fr.) P. Karst.	Kąty Rybackie	14	63 $\pm$ 11	49 $\pm$ 12
	94.09.12		(50–90)	(30–66)
			61	53
Monetka szerokoblaszkowa ‡ <i>Oudemansiella platyphylla</i> (Pers.: Fr.) Mos.	Krynica Morska	15	180 $\pm$ 140	81 $\pm$ 23
	94.09.03		(69–630)	(52–130)
			130	76
Sadówka podsadka <i>Clitopilus prunulus</i> (Fr.) Kummer	Łubiana	15	660 $\pm$ 170	450 $\pm$ 90
	93.10.15		(380–1200)	(290–580)
			640	460

	Łubiana	3	590±210	280±50
	93.10.15		(360–860)	(210–320)
Muchomor mglejarka <i>Amanita vaginata</i> (Bull.: Fr.) Vitt.	Kąty Rybackie	15	560	320
	94.09.15		220±110	130±49
			(95–560)	(73–260)
			200	110
Mleczaj rydz <i>Lactarius deliciosus</i> Fr.	Łubiana	15	240±90	180±80
	93/94.10.15		(82–470)	(77–360)
			230	160
Czubajka kania <i>Macrolepiota procera</i> (Scop.: Fr.) Sing.	Stegna	15	1100±240	580±120
	94.09.11		(770–1700)	(410–830)
			1100	590
Purchawka chropowata <i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	Łubiana	15	1100±400†	–
	93.10.15		(480–1900)	
			1100	

Objaśnienia:

\*Mediana (median value)

‡ *Dermek* [1] podaje, że kapelusz monetki szerokoblaszkowej jest jadalny, a *Gumińska* i *Woje-woda* [6], że jest trujący

† Cały owocnik

590  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (muchomor mglejarka) w kapeluszach i od 23 (klejek lepki) do 280  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (muchomor mglejarka) w trzonach.

Owocniki podgrzybka brunatnego, koźlarza babki i muchomora mglejarki zebrano na obu odległych od siebie stanowiskach. W przypadku podgrzybka brunatnego i muchomora mglejarki okazy zebrane na terenie lasów kościerskich pozostawały 2–3 krotnie silniej zanieczyszczone rtęcią niż te pochodzące z Mierzei Wiślanej, a dla koźlarza babki różnica była mniejsza (tabela I).

Badając zawartości rtęci ogółem w opieńce miodowej wykazano większe stężenia tego metalu w kapeluszach młodych owocników a mniejsze w starych [8,9]. podobną zależność obserwowano także w przypadku niektórych innych metali [8]. Owocniki podgrzybka brunatnego, muchomora mglejarki i koźlarza babki z obu badanych rejonów w podobnym stadium rozwoju (wielkość kapelusz – wiek). Zaobserwowane przestrzenne różnice w stopniu zanieczyszczenia rtęcią owocników podgrzybka mogą wynikać z różnic w stopniu zanieczyszczenia tym metalem podłoża na którym wyrosły grzyby, lub mogą być związane z różnymi jej formami w podłożu oraz rodzajem gleby i jej specyficznymi właściwościami.

W przypadku muchomora mglejarki z terenu lasów kościerskich zbadano tylko trzy owocniki, zatem jest trudno dokładniej ocenić różnicę w stopniu zanieczyszczenia rtęcią owocników tego gatunku pomiędzy tym stanowiskiem a Mierzeją Wiślaną.

Owocniki koźlarza babki zebrane w okolicy Stegny (tab. I) przeciętnie zawierały w kapeluszach  $290\pm 100$  a w trzonach  $180\pm 60$   $\mu\text{g Hg}/\text{kg}$  m.s. – t.j. stężenia porównywalne z wielkościami zanotowanymi w kapeluszach i trzonach tego gatunku zebranego

w okolicy miejscowości Gubin (woj. zielonogórskie) na jesieni 1994 r. – odpowiednio,  $290 \pm 300$  i  $180 \pm 160$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.s. [7]. Z kolei owocniki koźlarza babki zebrane w okolicy miejscowości Łubiana zawierały rtęć w stężeniu  $370 \pm 330$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.s. w kapeluszach i  $220 \pm 160$  w trzonach (tab. I). W przypadku podgrzybka brunatnego (tab. I) okazy zebrane w rejonie Gubina (woj. zielonogórskie) zawierały  $220 \pm 160$   $\mu\text{g}$  Hg/kg w kapeluszach i  $160 \pm 120$  w trzonach [7], tj. w stężeniu podobnym jak u okazów z okolicy Łubiany (woj. gdańskie) ( $220 \pm 60$  i  $130 \pm 40$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.s.), a znacznie mniej wykazano w owocnikach z rejonu Stegny (woj. elbląskie) –  $73 \pm 20$  i  $49 \pm 13$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.s.

Mierzeja Wiślana i lasy kościerskie w okolicy miejscowości Łubiana to tereny potencjalnie niezanieczyszczone rtęcią, niemniej niektóre gatunki grzybów jadalnych pozyskiwane na tych terenach mogą zawierać stosunkowo duże poziomy tego metalu.

J. Falandysz, A. Marcinowicz, A. Chwir

### MERCURY IN EDIBLE MUSHROOMS FROM THE AREA OF KOŚCIERZYNA FORESTS AND THE VISTULA PENINSULA

#### Summary

The total mercury concentrations were determined in caps and stalks or a whole fruiting bodies of 13 species of edible mushrooms collected at the area of Kościerzyna forests (District of Gdańsk) and the Vistula Penninsula (District of Elbląg) in 1993/94. The method of measurement was cold-vapour atomic absorption spectrometry (CV-AAS) after wet digestion of the samples with concentrated nitric acid. *Macrolepiota procera* showed highest mercury concentration among species investigated and contained, respectively, 1100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  dry wt in caps and 580  $\mu\text{g}/\text{kg}$  in stalks, while *Lycoperdon perlatum* showed 1100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  in a whole fruiting body. *Suillus granulatus*, *Xerocomus subtomentosus*, *Leccinum scabrum*, *Oudemansiella platyphylla* and *Lactarius deliciosus* contained mercury in concentration from 150 to 370  $\mu\text{g}/\text{kg}$  dry wt in caps and from 70 to 180  $\mu\text{g}/\text{kg}$  in stalks. *Suillus bovinus*, *Chroogomphus rutilus* and *Armillariella mellea* showed smallest concentrations of mercury between species examined, i.e. in caps from 29 to 65  $\mu\text{g}/\text{kg}$  and in stalks from 23 to 49  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , on a average. *Leccinum scabrum* and *Xerocomus badius* were collected from the both distant in space sampling sites. In the case of *L. scabrum* the concentrations of mercury were very similar for the both sites investigated, i.e. between  $290 \pm 100$  and  $370 \pm 330$  in caps, and  $180 \pm 60$  and  $220 \pm 160$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  dry wt in stalks, while for *X. badius* differed and were between  $73 \pm 20$  and  $220 \pm 60$  in caps, and  $49 \pm 13$  and  $130 \pm 40$  in stalks ( $p < 0.001$ ).

#### PIŚMIENNICTWO

1. Bakken L.R., Olsen R.A.: Accumulation of radiocaesium in fungi. Can. J. Microbiol. 1990, 36, 704. -2. Dermek A.: Grzyby znane i mniej znane. PWTiL, Warszawa, 1980. -3. Falandysz J.: Mercury content of squid *Loligo opalescens*. Food Chem. 1990, 38, 171. -4. Falandysz J.: Some toxic and trace metals in big game hunted in the northern part of Poland in 1987–1991. Sci. Total Environ. 1994, 59. -5. Falandysz J., Danisiewicz D.: Bioconcentration factors (BCF) of silver in wild *Agaricus campestris*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1995, 55, 122. -6. Falandysz J., Danisiewicz D., Galecka K.: Rtęć w grzybach i glebie spod grzybów z terenu Gdańska i okolic. Bromat. Chem. Toksykol. 1995, 28, 155. -7. Falandysz J., Kryszewski K.: Rtęć w jadalnych gatunkach grzybów w rejonie Gubina. Bromat. Chem. Toksykol. 1996, w druku. -8. Falandysz J., Sicińska B., Bona H., Kohnke D.: Metale w opieńce miodowej *Armillariella mellea*. Bromat. Chem. Toksykol. 1992, 25, 171. -9. Falandysz J., Sicińska B., Kohnke D., Bona H.: Zawartość rtęci w opieńce miodowej (*Armillariella mellea*). Sympozjum nt.: „Żywność – jej

wartość zdrowotna, odżywcza oraz interakcje z substancjami obcymi". Kraków, 7-8 czerwca 1990, 58. -10. GEMS/Food-EURO Secretariat. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Science Laboratory, Colney, Norfolk, United Kingdom, 1994.

11. *Gumińska B., Wojewoda W.*: Grzyby i ich oznaczanie. PWRiL, Warszawa, 1995. -12. *Kalač P., Burda J., Staškova I.*: Concentrations of lead, cadmium, mercury and copper in mushrooms in the vicinity of a lead smelter. *Sci. Total Environ.* 1991, 105, 109. -13. *Stijve T., Roschnik R.*: Mercury and methyl mercury of different species of fungi. *Trav. chim. aliment. hyg.* 1974, 65, 209.

Otrzymano: 1995.09.25