

*Justyna Wejer, Magdalena Zagajewska, Małgorzata Drewnowska,  
Leszek Bielawski, Dorota Danisiewicz, Jerzy Falandysz*

WYDAJNOŚĆ NAGROMADZANIA RTĘCI  
PRZEZ MUCHOMORA MGLEJARKĘ (*Amanita vaginata*)  
I RDZAWOBRAZOWEGO (*A. fulva*)\*)

Zakład Chemii Środowiska i Ekotoksykologii Uniwersytetu Gdańskiego  
Kierownik: prof. dr hab. *J. Falandysz*

*Muchomor mglejarka i rdzawobrazowy z dwóch miejsc na terenie Kaszub wykazywały zdolność do bionagromadzania rtęci w kapeluszach i trzonach ( $BCF > 1$ ). Zawartość rtęci ogółem w pojedynczych kapeluszach muchomora mglejarki nie przekraczała 0,5  $\mu\text{g/g ms}$ , a muchomora rdzawobrazowego 1,5  $\mu\text{g/g m.s}$ .*

Hasła kluczowe: żywność, środowisko, las, grzyby, metale.

Key words: food, environment, woodland, mushrooms, fungi, metals.

Muchomor zazwyczaj kojarzy się z grzybem trującym a co najmniej niejadalnym. Z muchomorów jadalne i bardzo cenione to np. muchomor cesarski (*Amanita caesarea*) i muchomor (*A. ponderosa*), oba nie występujące w kraju (1, 2). Pospolity w kraju jest muchomor czerwonawy (*A. rubescens*), który określany jest jako delikatny grzyb jadalny. Grzybem często spotykanym jest muchomor twardawy (*A. excelsa*) – jadalny, ale niezbyt smaczny i łatwy do pomylenia z silnie trującym muchomorem plamistym (*A. pantherina*) (2). Współcześnie rzadko kto zbiera muchomora mglejarkę (*A. vaginata*) czy muchomora rdzawobrazowego (*A. fulva*). Oba one należą do grupy muchomorów z silnie prążkowanym kapeluszem (ponad 10 gatunków), które spożyte na surowo są trujące a po ugotowaniu są jadalne (2). Muchomor mglejarka i rdzawobrazowy wyglądem są dość podobne do siebie.

Muchomor mglejarka, potocznie nazywany panienką, to grzyb powszechnie spotykany we wszystkich typach lasów od lata do jesieni. Owocniki mglejarki mają kruche, cienko mięsisty jasno- lub ciemnoszary, często biały, płaski kapelusz o średnicy od kilku do kilkunastu cm oraz długi biały trzon. Muchomor rdzawobrazowy (*A. fulva*) występuje od nizin do gór w lasach iglastych i liściastych, głównie pod brzozaami lub sosnami. Lubi miejsca wilgotne na kwaśnym podglebiu.

Celem badań było określenie zdolności do bionagromadzania i zawartości rtęci w owocnikach muchomora mglejarki i rdzawobrazowego ze stanowisk na terenie woj. pomorskiego.

---

\*) Podziękowanie. Autorzy dziękują dyplomantkom: *K. Czapiewskiej, A. Mostrąg i A. Zajac* za pomoc w zebraniu i przygotowaniu materiału do analizy. Badania wsparte finansowo w ramach projektu nr DS/8250-4-0092-9.

## MATERIAŁ I METODY

Okazy muchomora mglejaraki *Amanita vaginata* i rdzawobrazowego *A. fulva* oraz próbki gleby (po ok. 100 g każda; warstwa 0 – 10 cm), z miejsc gdzie wyrosły grzyby, pochodziły z terenu Kaszub. Muchomor mglejaraka pochodził z okolic wsi Wysokie (powiat wejherowski, gmina Łęczyce) w zachodniej części Puszczy Wierchucińskiej oraz okolic wsi Dziemiany (powiat kościerski, gmina Dziemiany) na obrzeżach Wdzydzkiego Parku Krajobrazowego. Grzyby oraz glebę pozyskano w 2003 r. (Dziemiany) oraz 2006 r. (Wysokie). W przypadku muchomora rdzawobrazowego (*A. fulva*) owocniki i gleba pochodziły z terenu Puszczy Darżlubskiej (kompleks leśny na obszarze Pobrzeża Kaszubskiego) oraz okolic Sierakowic (powiat kartuski), w województwie pomorskim. Grzyby i glebę zebrano w 2003 r. (Puszcza Darżlubska) i 2007 r. (okolice Sierakowic). Ogółem do badań zebrano po 30 reprezentatywnych próbek obu grzybów (15 z każdego stanowiska) z miejsc przestrzennie od siebie oddalonych oraz korespondujące próbki gleby.

Sposób przygotowania grzybów i gleby do badań oraz tok postępowania analitycznego opisano dokładnie w innych opracowaniach (3, 4). Zawartość rtęci ogółem w grzybach oraz glebie oznaczono techniką zimnych par absorpcyjnej spektroskopii atomowej (CV-AAS) – po termicznym rozkładzie próbki w rurze ceramicznej z amalgamacją wytworzonych par rtęci metalicznej na kolektorze ze złota i następnie jej termicznej desorpcji w analizatorze rtęci typu MA-2 (Nippon Instruments Corporation, Takatsuki, Japonia).

Miarodajność metody sprawdzono oznaczając zawartość rtęci w materiale referencyjnym CS-M-1 (As, Cd, Cu, Hg, Pb, Se i Zn w grzybach suszonych- maślak sitarz) wyprodukowanym przez Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie. Zawartość certyfikowaną rtęci podano na  $0,174 \pm 0,018$   $\mu\text{g/g}$  masy suchej, a w badaniach własnych wyniosła ona  $0,190 \pm 0,002$   $\mu\text{g/g}$  ms ( $n = 3$ ) w jednej serii oraz  $0,185 \pm 0,010$   $\mu\text{g/g}$  ms ( $n = 3$ ) w drugiej.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki oznaczeń zawartości rtęci w grzybach i podłożu glebowym oraz wartości współczynnika jej nagromadzenia w kapeluszach i trzonach obu gatunków grzybów zestawiono w tab. I, a dane z dostępnego piśmiennictwa naukowego w tab. II. Tak muchomora mglejarkę, jak i rdzawobrazowego cechuje zdolność do bionagromadzenia rtęci (wartości BCF dla kapeluszy i trzonów średnio są zdecydowanie większe od 1). Kapelusze obu gatunków przeciętnie zawierały rtęć w niemal dwukrotnie większym stężeniu niż trzony. Zawartość rtęci w kapeluszach nie przekraczała  $0,5$   $\mu\text{g/g}$  ms dla muchomora mglejaraki i  $1,5$   $\mu\text{g/g}$  m.s. dla muchomora rdzawobrazowego. Podobnie jak w tych badaniach zawartość rtęci ogółem w kapeluszach muchomora mglejaraki z terenu gminy Manowo k. Koszalina także nie przekroczyła  $1,5$   $\mu\text{g/g}$  m.s., tj. maksymalnie wyniosła  $1,3$   $\mu\text{g/g}$  m.s. (3).

Dla muchomora mglejaraki wartości stężenia rtęci ogółem w kapeluszach, trzonach lub całych owocnikach okazów pochodzących z różnych miejsc w Europie są nieco zróżnicowane, ale przeciętnie są one znacznie poniżej  $1$   $\mu\text{g/g}$  m.s. (tab. I i II).

W dwu innych opracowaniach dotyczących m.in. muchomora mglejarki wskazano na małą zdolność tego gatunku do bionagromadzania rtęci (tab. II).

Tab e l a I. R t ę c w owocnikach muchomora mglejarki, rdzawobrzozowego i glebie ( $\mu\text{g/g}$  ms) oraz wartości ilorazów  $\text{Hg}_k/\text{Hg}_r$ ,  $\text{BCF}_k$  i  $\text{BCF}_r$  (średnia arytmetyczna, błąd standardowy średniej, rozstęp i mediana)

Tab l e I. Mercury in fruiting bodies of *Grisette*, *Tawny Grisette* and soil ( $\mu\text{g/g}$  dw), and values of quotients  $\text{Hg}_k/\text{Hg}_r$ ,  $\text{BCF}_k$  and  $\text{BCF}_r$  (arithmetic mean, range and median, respectively)

Gatunek, miejsce, rok i liczebność próbek	Zawartość rtęci			$\text{Hg}_k/\text{Hg}_r$	BCF*	
	kapelusze	trzon	gleba		kapelusze	trzon
Muchomor mglejarka						
Wysokie, 2006 (15)	0,17±0,01 0,12–0,22 0,17	0,11±0,01 0,075–0,14 0,10	0,051±0,005 0,017–0,086 0,056	1,6±0,1 0,82–2,4 1,7	4,2±0,7 1,6–11 3,0	2,4±0,3 1,3–6,2 2,2
Dziemiany, 2003 (15)	0,34±0,02 0,21–0,58 0,33	0,22±0,02 0,098–0,47 0,21	0,035±0,004 0,018–0,08 0,029	1,6±0,1 1,1–2,5 1,6	11±1 2,9–21 11	7,4±1,0 1,2–16 7,0
Muchomor rdzawobrzozowy						
Okolice Sierakowic, 2007 (15)	0,52±0,09 0,14–1,4 0,45	0,30±0,05 0,085–0,65 0,21	0,15±0,03 0,049–0,26 0,18	1,7±0,1 1,3–2,3 1,6	5,0±0,7 0,68–16 3,0	2,7±0,4 0,40–11 1,6
Puszcza Darżlubska, 2003 (15)	0,45±0,02 0,32–0,63 0,43	0,22±0,09 0,16–0,29 0,20	0,018±0,001 0,015–0,21 0,018	2,1±0,9 1,4–2,9 2,1	25±1 17–33 25	12±1 8,3–15 12

Objaśnienia: \* BCF – współczynnik bionagromadzania.

W przypadku okazów muchomora rdzawobrzozowego z okolicy Sierakowic niemal dziesięciokrotnie większe zanieczyszczenie rtęcią podłoża glebowego, w porównaniu z terenem puszczy Darżlubskiej, nie spowodowało istotnie większego zanieczyszczenia grzybów. Na terenie gminy Manowo k. Koszalina przy zawartości rtęci w podłożu glebowym wynoszącej  $0,061 \pm 0,037 \mu\text{g/g}$  m.s. współczynnik biokoncentracji tego metalu dla kapeluszy wyniósł  $23 \pm 25$  (tab. II). U obu gatunków grzybów wydajność nagromadzania rtęci ogółem malała wraz z niedużym powiększaniem się zawartości tego metalu w podłożu glebowym. Na podstawie uzyskanych wyników badań można przypuszczać, że przy zawartości rtęci ogółem w glebie rzędu ok.  $0,1 \mu\text{g/g}$  m.s. malejąca zdolność do nagromadzania tego metalu w owocnikach muchomora rdzawobrzozowego może być pochodną ograniczonej ilości i stopnia wysycenia miejsc jej wiązania. Niemniej brak jest danych na temat jak silnie nagromadzana jest rtęć w zależności od tego w jakiej postaci chemicznej występuje w podłożu, jakie są oddziaływania współzależne pomiędzy różnymi współobecnyymi w podłożu związkami rtęci, a także z innymi istotnymi dla jej nagromadzania i tego grzyba, pierwiastkami metalicznymi i metaloidami.

Tabela II. Zawartość rtęci ( $\mu\text{g/g}$  ms) i jej BCF w muchomorze mglejarkie i rdzawobrzozowym w Europie (adaptowano)Table II. Mercury contents ( $\mu\text{g/g}$  dw) and its BCF in Grisette and Tawny Grisette in Europe (adapted)

Miejsce i rok	n	Hg		BCF <sub>Hg</sub>		Pozycja piśm.
		Owocnik		kapelusz	trzon	
		kapelusz	trzon			
Muchomor mglejarka						
Polska, Łubiana, 1993	3	0,59±0,21	0,28±0,05			(6)
Polska, Kąty Rybackie, 1994	15	0,22±0,11	0,13±0,05	1,5±1,2	0,90±0,74	(6, 7)
Niemcy, część południowa, 1976	4	0,25				(10)
Szwajcaria, Vevey, 1974	1	0,05				(8)
Włochy, Toskania, p. 1984	1	0,41				(5)
Francja, Moiry, Bois Collard, 1976	1	0,15				(9)
Francja, Aclens, Le Bochet, 1976	1	0,29				(9)
Francja, Dommartin, Bois de Chavanne, 1976	1	1,2				(9)
Francja, okolice Paryża, 1989–1990	1	54 (wynik wątpliwy)				(13)
Hiszpania, Sierra Cordova, 1984	5	0,46±0,44	0,29±0,20			(12)
Szwecja, okolice Umeå, 1995	15	0,75±0,64	0,40±0,33	3,3±2,5	1,8±1,2	(11)
Turcja, wsch. rejon n. Morzem Czarnym, 1997		0,63±0,10				(14)
Turcja, wsch. rejon n. Morzem Czarnym, 2000		0,58±0,16				(15)
Turcja, wsch. rejon n. Morzem Czarnym, 2001		0,32±0,18				(16)
Muchomor rdzawobrzozowy						
Polska, gmina Manowo, 1997–1998	15	0,78±0,27	0,39±0,15	23±25	11±11	(3)

Objaśnienia: p, rok publikacji

J. Wejer, M. Zagajewska, M. Drewnowska, L. Bielawski,  
D. Danisiewicz, J. Falandysz

MERCURY ACCUMULATION POTENTIAL OF GRISETTE (*Amanita vaginata*)  
AND TAWNY GRISLETTE (*A. fulva*)

Summary

Total mercury content has been determined in caps and stipes of Grisette and Tawny Grisette and soil substrate from two sites in the Pomorskie Voievodeship. Mercury content was analysed by cold-vapour atomic absorption spectrometry (CV-AAS) with amalgamation on gold wool. The Grisette and Tawny Grisette efficiently accumulate mercury; mean BCF values were between  $4.2 \pm 0.7$ - $11 \pm 1$  (Grisette) and  $5.0 \pm 0.7$ - $25 \pm 1$  (Tawny Grisette) for caps and  $2.4 \pm 0.3$  and  $7.4 \pm 1.0$  (Grisette) and  $2.7 \pm 0.4$ - $32 \pm 1$  (Tawny Grisette) for stipes. Mean values of total mercury concentration varied between  $0.17 \pm 0.01$  and  $0.34 \pm 0.02$  (total variation 0.12-0.58)  $\mu\text{g/g dw}$  for caps of Grisette, and between  $0.45 \pm 0.02$  and  $0.52 \pm 0.09$  (0.14-1.4)  $\mu\text{g/g dw}$  for caps of Tawny Grisette.

PIŚMIENICTWO

1. Moreno-Rojas R., Diaz-Valverde M.A., Moreno-Arroyo B., Gonzalez T.J., Barbra Capote C.J.B.: Mineral content of gurumelo (*Amanita ponderosa*). – 2. Škuba P.: Kieszonkowy atlas grzybów. Wydawnictwo Slovart, Warszawa, 2005, ISBN 978-83-87112-44-8. – 3. Falandysz J., Jędrusiak A., Lipka K., Kannan K., Kawano M., Gućia M., Brzostowski A., Dadej M.: Mercury in wild mushrooms and underlying soil substrate from Koszalin, North-central Poland. Chemosphere, 2004; 54: 461-466. – 4. Orzłowska D., Bielawski L., Falandysz J.: Rteć w płachetce kołpakowatej (*Rozites caperata*). Bromat. Chem. Toksykol., 2008; 41(3): 464-467. – 5. Bargagli R., Baloli F.: Mercury and methyl mercury in higher fungi and their relation with the substrate in a cinnabar mining area. Chemosphere, 1984; 13: 1059-1071. – 6. Falandysz J., Marcinowicz A., Chwir A.: Rteć w jadalnych grzybach z terenu lasów kościerskich i Mierzei Wiślanej. Roczn. PZH., 1996; 47: 205-210. – 7. Falandysz J., Chwir A.: The concentrations and bioconcentration factors of mercury in mushrooms from the Mierzeja Wiśłana sand-bar. Northern Poland. Sci. Total Environ., 1997; 203: 221-228. – 8. Stijve T., Roschnik R.: Mercury and Methyl Mercury Content of Different Species of Fungi. Trav. Chim. Aliment. Hyg., 1974; 65: 209-220. – 9. Quinche J.: La pollution mercurielle de diverses especes de champignons. Revue Suisse Agric., 1976; 8: 143-148. – 10. Seeger R.: Quecksilbergehalt der Pilze. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 1976; 160: 303-312.
11. Falandysz J., Gućia M., Frankowska A., Kawano M., Skwarzec B.: Total mercury in wild mushrooms and underlying soil substrate from the city of Umel and its surroundings. Sweden. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 2001; 67: 763-770. – 12. Zurera G., Rincon F., Arcos F., Pozo-Lora R.: Mercury content in mushrooms species in the Cordova area. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 1986; 36: 662-667. – 13. Michelot D., Siobud E., Dore J.C., Viel C., Poirier F.: Update on metal content profiles in mushrooms--toxicological implications and tentative approach to the mechanisms of bioaccumulation. Toxicon, 1998; 36: 1997-2012. – 14. Sesli E., Tuzen M.: Levels of trace elements in the fruiting bodies of macrofungi growing in the East Black Sea region of Turkey. Food Chem., 1999; 65: 453-460. – 15. Demirbař A.: Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black Sea region. Food Chem., 2001; 75: 453-457. – 16. Demirbař A.: Heavy metal bioaccumulation by mushrooms from artificially fortified soils. Food Chem., 2001; 74: 293-301.

Adres: 80-952 Gdańsk, ul. Sobieskiego 19.