

Nikolaj Bulko, Aleksandr Kozlov, Marina Shabaleva, Natalia Tolkačeva¹ ✉

Perspektywy wykorzystania zasobów grzybów leśnych na obszarach skażonych radionuklidami

Prospects concerning use of forest mushroom resources in areas contaminated by radionuclide

Abstract. Monitoring of ^{137}Cs content in mushrooms was carried out in the years 2006–2008 in Belarus in the territory of fifteen Forest Districts in the Homel Region on control plots with surface contamination by ^{137}Cs at a level of 10 Ci/km². It was pointed out that even in the area with contamination below 1 Ci/km², the ^{137}Cs content in mushrooms often exceeded the admissible level.

The mushrooms heavily absorbing radionuclides (bay boletus, yellow boletus) should not be collected in contaminated areas, while the collection of mushrooms with moderate or slight contamination must be subject to control.

Key words: contamination, ^{137}Cs , radionuclide accumulation, mushrooms

1. Wstęp

Na Białorusi grzyby leśne i inne produkty runa leśnego stanowią dużą część produkcji spożywczej ogółem z powodu dużej lesistości tego kraju (38,1%). Ponieważ jedna czwarta obszarów leśnych Białorusi jest mniej lub bardziej skażona radioaktywnie w wyniku awarii w Elektrowni Atomowej w Czarnobylu, znaczny jest udział „darów lasu”, w tym i grzybów leśnych, w wewnętrznej dawce napromieniowania ludności. Obecnie w niektórych regionach sięga on nawet do 80% (20 lat pośle cernobyl'skiej katastrofy, 2006). Zakazy ustawowe nie są dostatecznie skutecznym narzędziem zapobiegania spożycia grzybów i jagód skażonych promieniotwórczym cezem przez miejscową ludność. Zdarzają się również przypadki eksportu tych produktów poza granice obszarów skażonych. W związku z tym problem zasobów żywności nieskażonej rysuje się niezwykle ostro na terenach zanieczyszczonych promieniotwórczo.

W pierwszych latach po awarii uważano za dopuszczalne zbieranie grzybów i jagód w tych rejonach, gdzie skażenie gleby ^{137}Cs wynosiło do 5 Ci/km². W kolejnych latach, gdy w miarę wnikania radionuklidów w ściółkę i

w glebę zwiększała się intensywność przenikania cezu do owocników grzybów, coraz częściej spotykano się z przekroczeniem normatywów zawartości ^{137}Cs w produkcji leśnej. Z tego powodu poziom powierzchniowego skażenia terenu radioaktywnym cezem, przy którym dozwolony był zbiór owoców i grzybów, został obniżony w Białorusi do 2 Ci/km² (w tym samym czasie dopuszczalny poziom skażenia został w Ukrainie podwyższony do 3 Ci/km², a w Rosji utrzymany na poziomie 5 Ci/km²).

Liczne badania wskazują, że przy poziomie skażenia promieniotwórczego gleby do 2 Ci/km², uznanym za dopuszczalny przy zbiorze grzybów i jagód, nie ma gwarancji uzyskania leśnych produktów spożywczych nieskażonych, ponieważ na intensywność wnikania radionuklidów do grzybów i jagód wpływa istotnie szereg czynników dodatkowych, takich jak typ gleby, warunki siedliskowe, forma występowania radionuklidów w glebie, skład gatunkowy drzewostanu, warunki klimatyczne, zmiana stopnia wnikania ^{137}Cs w produkty wraz z upływem czasu i inne.

Niezbędne jest zatem uzyskanie obiektywnej informacji o charakterze i warunkach skażenia grzybów i jagód w różnych regionach, przy różnym poziomie po-

¹ GNU Institut lesa NAN Belarusi, Gomel', Belarus'; ✉ tolkacheva-08@tut.by

wierzchniowego skażenia terenu. Konieczny jest również stały monitoring zawartości radionuklidów w grzybach.

2. Zakres badań

W latach 2006–2008 założono powierzchnie kontrolne w 15 nadleśnictwach obwodu Homelskiego, o powierzchniowym skażeniu gleby ^{137}Cs do 10 Ci/km^2 (ryc. 1). Na tych powierzchniach analizowano poziom skażenia grzybów i jagód ^{137}Cs w różnych warunkach wzrostu.

Losową kontrolę napromieniowania przeprowadzono zgodnie z metodą radiacyjnej kontroli leśnej produkcji spożywczej przyjętą przez ministerstwo gospodarki leśnej Białorusi (Metodyka radiacyjnego kontroli piścovej produkcji lesa, 2005). Szczegółowej obserwacji podlegały fragmenty lasu o najbardziej intensywnym użytkowaniu, przyległe do miejscowości, dróg szybkiego ruchu i dróg lokalnych oraz w strefach rekreacyjnych, a zwłaszcza te obszary, w których wcześniej stwierdzono przypadki przekroczenia dopuszczalnego poziomu skażenia ^{137}Cs podstawowych gatunków grzybów i jagód.

3. Wyniki

Badania przeprowadzone na terenach wybranych nadleśnictw wykazały dość wysoki poziom nagromadzenia ^{137}Cs w grzybach, często przekraczający poziom dopuszczalny normą RDY-99 Białorusi 370 Bq/kg . Dla większości gatunków grzybów, z wyjątkiem nielicznych gatunków słabo absorbujących cez, charakterystyczne było przekroczenie obowiązujących norm dopuszczających zawartość ^{137}Cs w ponad połowie przypadków, nawet na obszarach, gdzie powierzchniowe skażenie gleby radionuklidami nie przekraczało 1 Ci/km^2 (tab. 1). Jednocześnie w odniesieniu do niektórych powierzchni, po uwzględnieniu dodatkowych czynników, które wyjaśniają mechanizmy gromadzenia się radionuklidów w grzybach, uznano, że możliwy tam będzie zbiór płodów leśnych nieskażonych.

Stwierdzono, że istnieje zależność między zawartością ^{137}Cs w grzybach a typem siedliskowym lasu. U większości gatunków grzybów (gołąbek, podgrzybek, mleczaj, koźlarz-babka) mniejsza była zawartość ^{137}Cs w warunkach siedliskowych B₂ (bór mieszany świeży) i B₃ (bór mieszany wilgotny) niż na siedliskach A₂ (bór świeży) (ryc. 2 i 3). Jedynie w przypadku borowika, koźlarza i podgrzybka zajączka relacje te były odwrotne.

Tabela 1. Częstotliwość przypadków przekroczenia dopuszczalnych normatywów zawartości ^{137}Cs w owocnikach grzybów na terenie Obwodu Homelskiego w okresie lat 2006–2008

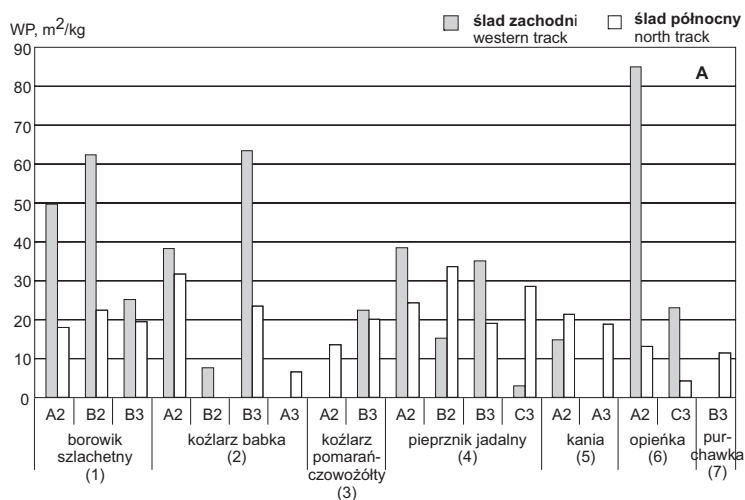
Table 1. Frequency of exceeding admissible levels of ^{137}Cs in mushroom fruiting bodies in the territory of the Homel Region in 2006–2008

Nazwa grzyba Mushroom name	Częstotliwość przekroczenia normatywów zawartości ^{137}Cs – 370 Bq/kg , (%) Frequency of exceeding admissible levels of ^{137}Cs – 370 Bq/kg , (%)							
	Obszary z gęstością skażenia Areas with contamination density < 1 Ci/km^2				Obszary z gęstością skażenia Areas with contamination density > 1 Ci/km^2			
	2006	2007	2008	razem total	2006	2007	2008	razem total
Podgrzybek brunatny <i>Xerocomus badius</i>	76,9	100,0	100,0	94,4	100,0	100,0	92,9	97,4
Maślak zwyczajny <i>Suillus luteus</i>	100,0*	100,0	50,0	66,7	100,0	100,0*	100,0	100,0
Gołąbek <i>Russula</i> spp.	65,2	74,1	86,4	80,4	96,3*	100,0	81,0	89,3
Podgrzybek zajączek <i>Xerocomus subtomentosus</i>	77,8	75,0*	100,0*	90,0	100,0*	100,0*	0*	71,4
Mleczaj <i>Lactarius</i> spp.	30,8	100,0*	58,3	66,7	90,9	100,0*	80,0	76,4
Borowik szlachetny <i>Boletus edulis</i>	0*	83,3	71,1	65,1	94,1	100,0	75,0	86,1
Koźlarz pomarańczowy <i>Leccinum versipelle</i>	30,0	0*	0*	0	100,0*	100,0*	-	100,0
Pieprznik jadalny <i>Cantharellus cibarius</i>	0*	18,2	66,7	50,9	74,2	93,3	76,9	79,2
Kępkowiec <i>Lyophyllum</i> spp.	50,0	-	66,7*	25,0	85,7	-	-	85,7
Koźlarz babka <i>Leccinum scabrum</i>	0*	87,5*	40,0	54,8	100,0*	100,0	57,1	83,3
Kania <i>Macrolepiota</i> spp.	66,7*	-	25,0	11,1	0	-	0	0,0
Mleczaj chrząstka <i>Lactarius vellereus</i>	-	-	66,7	66,7	-	-	100,0	100,0
Opieńka <i>Armillaria</i> spp.	66,7*	33,3*	16,7	33,3	0*	1*	25,0	12,5
Purchawka <i>Lycoperdon</i> spp.	-	-	0	0	-	-	0	0
Razem / Total	54,5	69,9	72,7	68,0	88,7	95,2	71,5	82,4

* liczba zebranych próbek grzybów niewystarczająca dla dokładnej uogólnionej oceny ich skażenia
number of collected mushroom samples insufficient for the precise generalised assessment of their contamination

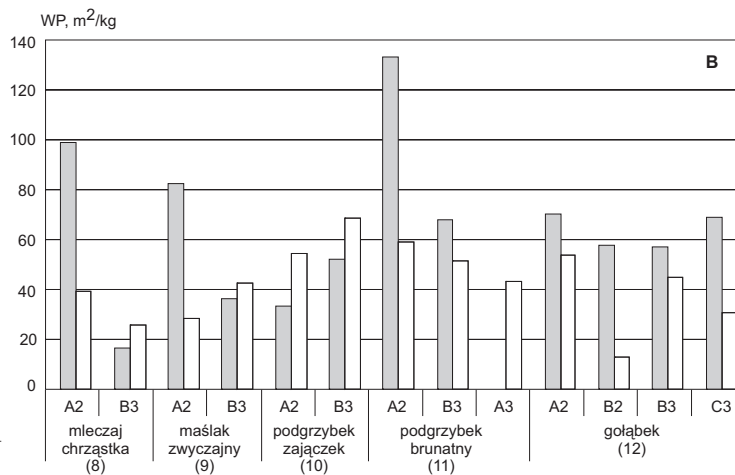


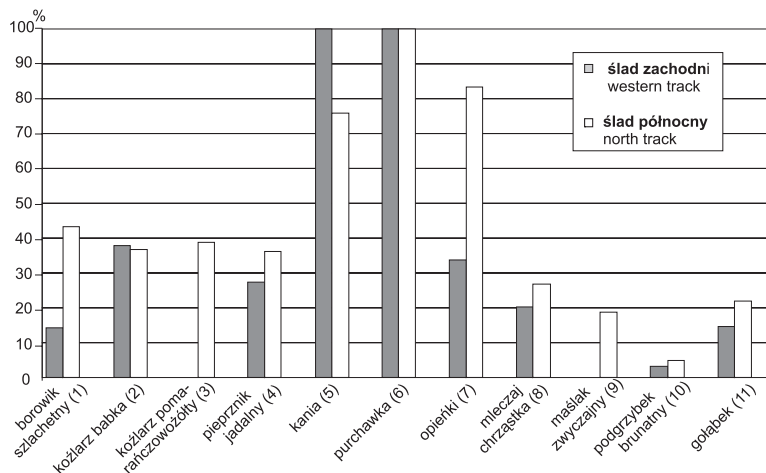
Rycina 1. Rozmieszczenie powierzchni kontrolnych w 15 nadleśnictwach obwodu Homelskiego
Figure 1. Distribution of control plots in the territory of fifteen forest districts in the Homel Region



Rycina 2. Współczynnik wnikania ^{137}Cs (W) w grzyby jadalne kumulujące radionuklidy słabo i średnio (A) oraz silnie (B) w typach siedliskowych lasu A₂ (Bśw), B₂ (BMśw), B₃ (BMw), C₃ (LMw)

Figure 2. Coefficient of ^{137}Cs (W) penetration into edible mushrooms with slight and moderate (A) and heavy (B) radionuclide accumulation in forest site types A₂ (fresh coniferous), B₂ (fresh mixed coniferous), B₃ (moist mixed coniferous), C₃ (moist mixed deciduous): 1 – *Boletus edulis*, 2 – *Leccinum scabrum*, 3 – *Leccinum versipelle*, 4 – *Cantharellus cibarius*, 5 – *Macrolepiota* sp., 6 – *Armillaria* spp., 7 – *Lycoperdon* spp., 8 – *Lactarius vellereus*, 9 – *Suillus luteus*, 10 – *Xerocomus subtomentosus*, 11 – *Xerocomus badius*, 12 – *Russula* spp.





Rycina 3. Częstotliwość występowania grzybów skażonych ^{137}Cs na obszarach zachodniego i północnego śladów opadu radioaktywnego

Figure 3. Frequency of the occurrence of mushrooms contaminated with ^{137}Cs in western and northern areas with traces of radioactivity : 1 – *Boletus edulis*, 2 – *Leccinum scabrum*, 3 – *Leccinum versipelle*, 4 – *Cantharellus cibarius*, 5 – *Macrolepiota* sp., 6 – *Armillaria* spp., 7 – *Lyciperdon* spp., 8 – *Lactarius vellereus*, 9 – *Suillus luteus*, 10 – *Xerocomus subtomentosus*, 11 – *Xerocomus badius*, 12 – *Russula* spp.

Poziom skażenia grzybów zależał również od lokalnych uwarunkowań ich miejsca wzrostu. Przeprowadzone analizy wykazały między innymi, że różnica w nagromadzeniu ^{137}Cs w grzybach na terenie zachodniego i północnego śladu opadu radioaktywnego* jest istotna ($t = 6,26$; $p = 99,9\%$). W zdecydowanej większości przypadków zawartość radionuklidów w grzybach śladu zachodniego była znacznie większa niż w grzybach śladu północnego (ryc. 2 i 3). Ponadto na obszarach północnego śladu opadu radioaktywnego znacznie wyższa była częstotliwość występowania grzybów, o poziomie skażenia ^{137}Cs przekraczającym poziom dopuszczalny.

Analiza otrzymanych wyników wykazała, że nawet na obszarach o stosunkowo niewielkim powierzchniowym skażeniu gleby ^{137}Cs niezbędna jest ścisła kontrola skażenia promieniotwórczego leśnej produkcji spożywczej. Zgodnie z tymi wynikami, nie poleca się zbioru grzybów silnie wchłaniających radionuklidy: podgrzybek brunatny i maślak, a również podgrzybek zajęczka i mleczaj chrząstki, które charakteryzują się dużą kumulacją radionuklidów w każdych warunkach rozwoju. W przypadku pozostałych gatunków kontrola skażenia promieniotwórczego jest konieczna na obszarach zachodniego śladu opadu radioaktywnego. Na obszarach śladu północnego taka kontrola jest niezbędna w odniesieniu do grzybów silnie i średnio kumulujących radionuklidy, a mianowicie w odniesieniu do gołąbka, borowika, mleczaja, koźlarza babki i pieprznika jadalnego. W stosunku do grzybów niektórych gatunków wchłaniających radionuklidy średnio (kępkowiec *Lyophyllum* sp.) lub słabo (opieńki, kania)

niezbędna jest kontrola w przypadku zbioru grzybów na siedlisku A₂ (Bśw).

4. Podsumowanie

Podsumowując, należy stwierdzić, że na terenie północnego śladu opadu radioaktywnego na siedliskach B₂ (BMśw), B₃ (BMw), C₃ (LMw) i D₂ (Lśw) grzyby słabo i średnio kumulujące radionuklidy mogą zawierać spore ilości ^{137}Cs .

Literatura

- Metodyka radjacyjnego kontrolja piščevoj produkciji leśa. 2005. (Vved. 05.08.05). Naučno-techničeskaja informacija v leśnom chozajajstve. Ėinsk, MLH RB, RUP, Belgiproles, 10: 13–29.
- 20 let posle Černobylskoy katastrofy: posledstviya v Respublike Belarus i ih preodolenie. 2006. Nacionalnyj doklad (red. V. E. Ševčuk, V. E. Guračevskij), 112 s.

* Zgodnie z normą IAEA (Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej) wszystkie opady radioaktywne można podzielić na kilka śladów. W przypadku opadu radioaktywnego po katastrofie w Czarnobylu północny ślad obejmuje obszary, na które spadły wielkie cząsteczki, a także drobne, w odległości 30 km od Czarnobyla (na północ od Homla i na południe od Moħylewa). Zachodni ślad został utworzony przez opad drobnych cząsteczek w pierwszych dniach po awarii w Czarnobylu i obejmuje tereny wokół Czarnobylskiej Stacji Atomowej.