

KRYSTYNA A. SKIBNIEWSKA, STEFAN S. SMOCZYŃSKI

WPLYW OBRÓBKİ KULINARNEJ NA POZIOM RADIOCEZU W GRZYBACH

INFLUENCE OF COOKING ON RADIOCAESIUM CONTAMINATION OF EDIBLE MUSHROOMS

Zakład Higieny Żywności i Żywienia, Akademia Rolniczo-Techniczna
10-957 Olsztyn, Pl. Cieszyński 1
Kierownik: prof. dr hab. S.S. Smoczyński

Wykazano, że obróbka kulinarna grzybów jadalnych związana z procesami obgotowywania i gotowania prowadzi do znacznego obniżenia aktywności radiocezu w produkcie.

WSTĘP

Katastrofa w Czarnobylu w kwietniu 1986 roku wywołała ogromne, wciąż obserwowane, zainteresowanie konsumentów poziomami promieniowania jonizującego w żywności. W początkowej fazie bardzo istotna była zawartość izotopu jodu-131; na skutek jego szybkiego rozkładu ($t_{1/2} = 8$ dni) już po kilku tygodniach poziomy tego izotopu w produktach żywnościowych, np. mleku, drastycznie spadły [17]. W przypadku katastrofy w Czarnobylu nie zaobserwowano skażenia środowiska izotopem Sr 90. W dłuższej perspektywie czasowej w środowisku stwierdzono natomiast skażenie radioaktywnymi izotopami cezu: 134 i 137, zwanych dalej radiocezem [8]. Obszary skażenia i dynamikę zanikania radiocezu w środowisku w Polsce obrazują m. in. badania *Skibniewskiej* i *Smoczyńskiego* przeprowadzone w latach 1987-1988 [14] i następnych [13] w próbkach mleka w proszku pobranego z zakładów mleczarskich z różnych rejonów Polski. Ci sami autorzy wykazali niewielkie skażenie radiocezem całodziennych racji pokarmowych już w 1987 roku, zaś racje pobierane w Olsztynie zawierały go w ilościach na poziomie sprzed katastrofy w Czarnobylu już od 1989 roku [15].

Produktem żywnościowym, w którym skażenie radiocezem utrzymuje się długo i często na bardzo wysokim poziomie [1-6, 11, 12, 16], są grzyby wielkoowocnikowe, zbierane chętnie w Polsce i konsumowane zarówno przez ludzi ubogich, jak i dla walorów smakowych.

Celem pracy było określenie poziomu radiocezu w próbkach grzybów zebranych 5 i 9 lat po katastrofie w elektrowni jądrowej w Czarnobylu. Ponadto, zaplanowano określenie wpływu obróbki kulinarnej na poziom radiacezu w grzybach.

MATERIAŁ I METODY

Jadalne grzyby kilku gatunków: maślak zwyczajny (*Suillus luteus*), pieprznik jadalny (*Cantharellus cibarius*), gąska zielonka (*Tricholoma flavovirens*), borowik ponury (*Boletus luridus*), podgrzybek brunatny (*Xerocomus badius*), podgrzybek zajączek (*Xerocomus subtomentosus*), płachetka kołpakowata (*Rozites caperata*), zebrano dwukrotnie w październiku 1990 w lasach w okolicy Olsztyna. Ponownie, w okresie od października do listopada 1995 roku, zebrano w lasach Polski północno-wschodniej 19 próbek podgrzybka brunatnego. Próbkę oczyszczano z resztek gleby i roślinności, następnie suszono, zwęglano i ostatecznie spopieliano w 450°C w piecu mufowym. Do oznaczenia radiocezu w spopielionych próbkach zastosowano metodę Centralnego Ośrodka Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych. Zastosowana metoda polega na selektywnej sorpcji cezu z rozpuszczonego popiołu na powierzchni złoża fosforomolibdenianu amonu i pomiarze aktywności złoża względem preparatu wzorcowego cezu. Pomiaru dokonano przy pomocy zestawu aparaturowego do kontroli i pomiaru skażeń ZAPKS-1 produkcji Polon, Warszawa, współpracującego z sondą scyntylacyjną promieniowania β.

Zebrane w 1990 roku w większej ilości grzyby (gąska zielonka, podgrzybek brunatny, podgrzybek zajączek, borowik ponury) poddano obróbce cieplnej. Oczyszczone i pokrojone na mniejsze kawałki grzyby każdego gatunku oddzielnie starannie wymieszano, a następnie podzielono na porcje, które obgotowano, duszono, pasteryzowano, marynowano. Po obróbce ponownie oznaczono radiocezu w przetworach z grzybów.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W grzybach zebranych w 1990 roku stwierdzano znaczne różnice międzygatunkowe w aktywności zawartych w nich izotopów cezu 134 + 137 (Tab. I). Największe stężenia radiocezu stwierdzono w podgrzybkach i ten właśnie gatunek wybrano do przeprowadzenia badań nad zmianami w poziomie aktywności radiocezu w grzybach poddanych procesom obróbki kulinarnej. Podobne obserwacje dotyczące znacznych różnic międzygatunkowych w zdolności do kumulowania radiocezu i wysokich zdolności akumulacyjnych podgrzybka poczynili również i inni autorzy [1, 2, 5, 6, 11, 12]. *Battiston* i wsp. [2] oznaczyli w grzybach zebranych po katastrofie w Czarnobylu na wspólnym obszarze 24532 Bq/kg s.m. w lejkówce oraz 1493 Bq/kg s.m. w opieńce miodowej. Zebrane w tym samym czasie grzyby z rodziny *Boletaceae* zawierały zaledwie 650 – 120 Bq/kg s.m. Płachetka kołpakowata zebrana w 1986 roku w lasach Słowenii zawierała 22,6 kBq/kg s.m., co odpowiada około 2 Bq/kg świeżej masy. Wysokie poziomy, bliskie 20 kBq/kg s.m. stwierdzono również w podgrzybku brunatnym. *Von Gerzabek* i in. [7] najwyższe poziomy Cs 137 stwierdzili w podgrzybku brunatnym (średnio 49,5 kBq/kg), następnie 17 kBq/kg w płachetce kołpakowatej. Najważniejsze z punktu widzenia konsumenta grzyby: prawdziwek szlachetny i pieprznik jadalny wykazywały niewielkie skażenie radiocezem. W Polsce w 1990 roku *Flakiewicz* i *Bońkowski* [5] stwierdzili najwyższą zawartość radiocezu w podgrzybku brunatnym (7,3 kBq/kg) zaś najniższą w prawdziwkach i pieprzniku jadalnym (odpowiednio 70 i 53 Bq/kg). Wysokie skażenie grzybów jadalnych dziko rosnących na terenie woj. gdańskiego w 4 – 5 lat po katastrofie w Czarnobylu wykazali *Falandysz* i *Caboń* [4]. Stwierdzili oni blisko 0,4 kBq/kg s.m. podgrzybków zebranych w 1990 roku.

W tabeli II zebrano dane dotyczące zmian poziomu radiocezu w grzybach na skutek poddania ich procesom kulinarnym, powszechnie stosowanym w polskich domach. Uzyskano obniżenie poziomu badanego skażenia w produkcie, nawet o około 85% (pasteryzowany podgrzybek zajączek, marynowana gąska zielonka). Znaczne ob-

Tabela I. Aktywność radiocezu w świeżych grzybach z okolic Olsztyna (październik 1990)
Radiocaesium activity in fresh mushrooms from the Olsztyn surroundings
(October 1990)

| Gatunek grzyba | | Bq/kg |
|-----------------------|--------------------------------|--------|
| Maślak zwyczajny | <i>Suillus luteus</i> | 52,0 |
| Pieprznik jadalny | <i>Cantharellus cibarius</i> | 63,0 |
| Gąska zielonka | <i>Tricholoma flavovirens</i> | 127,5 |
| Borowik ponury | <i>Boletus luridus</i> | 457,5 |
| Podgrzybek brunatny | <i>Xerocomus badius</i> | 562,5 |
| Płachetka kołpakowata | <i>Rozites caperata</i> | 768,5 |
| Podgrzybek zajęczek | <i>Xerocomus subtomentosus</i> | 1080,5 |

Tabela II. Zmiany aktywności radiocezu (Bq/kg) w wybranych gatunkach grzybów podczas obróbki kulinarnej
Changes of radiocaesium activity (Bq/kg) during the cooking of mushrooms

| Proces | Gąska zielonka | Borowik ponury | Podgrzybek brunatny | Podgrzybek zajęczek |
|------------------------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|
| Świeże | 127,5 | 457,5 | 562,5 | 1080,5 |
| Obgotowane | 22,0 | 138,3 | 235,4 | – |
| Duszone bez gotowania | – | – | – | 290,8 |
| Duszone po obgotowaniu | – | – | – | 240,7 |
| Pasteryzowane | – | – | – | 161,6 |
| Marynowane | 18,4 | – | – | 451,7 |
| Marynata | 13,1 | – | – | 173,2 |

niżenie poziomu radiocezu w grzybach blanszowanych (64 %) i gotowanych (50 %) uzyskali również *Flakiewicz* i *Bońkowski* [5], zaś gotowanie pokrojonego krowiaka podwiniętego prowadziło do 64 % strat początkowej ilości radiocezu [9].

Powyższy eksperyment wykonano w 1990 roku. W 1995 roku w lasach Polski północno-wschodniej ponownie zebrano próbki podgrzybka brunatnego, który w badaniach 1990 roku wykazywał wysoki poziom skażenia radiocezem. Ze względu na wysoką zdolność do kumulacji radiocezu w owocnikach ten gatunek grzyba został wykorzystany do oceny stopnia skażenia środowisk leśnych Polski [11].

Wyniki przedstawiono w tabeli III. Uzyskane wyniki charakteryzują się wysoką zmiennością, notowaną również przez innych autorów [10,16]. Np. *Byrne* [3] stwierdził od 1,2 do 66 kBq/kg s.m. w podgrzybku brunatnym zebrany w 1986 roku w Słowenii. Wysoka zmienność wyników powoduje kłopoty z opracowaniem metody pobierania próbek [16], jak wywołuje nieufność wobec wniosków wyciąganych w oparciu o niezbyt liczne populacje wyników. Aby uzyskać rzetelny wynik *Hoffmann* i in. [10] sugeruje przygotowywanie próbek złożonych z 10 – 30 subpróbek.

Tabela III. Aktywność radiocezu (Bq/kg) w podgrzybku brunatnym z lasów Polski północno-wschodniej (jesień 1995)
 Radiocaesium activity (Bq/kg) of *Xerocomus badius* from Northeast Poland (autumn 1995)

| Lp. | Miejsce zbioru | Bq/kg |
|-----|----------------------|-------|
| 1 | Olsztyn | 391,8 |
| 2 | Pluski | 322,1 |
| 3 | Pasłek | 42,0 |
| 4 | Kalwa Wlk. k/Pasymia | 409,0 |
| 5 | Olsztyn | 299,6 |
| 6 | Barczewo | 346,3 |
| 7 | Białystok | 53,6 |
| 8 | Miodówko k/Olsztyna | 119,7 |
| 9 | Zgniłocha k/Olsztyna | 266,5 |
| 10 | Uniszewo k/Olsztyna | 187,4 |
| 11 | Brzeg jeziora Dadaj | 32,1 |
| 12 | Tylkowo | 112,5 |
| 13 | Olsztyn | 311,5 |
| 14 | Golub-Dobrzyń | 52,4 |
| 15 | Łańsk k/Olsztyna | 95,6 |
| 16 | Butryny k/Olsztyna | 142,3 |
| 17 | Mojdy k/Olsztyna | 86,4 |
| 18 | Rozogi k/Myszyńca | 192,6 |
| 19 | Zgniłocha k/Olsztyna | 250,1 |

średnia: $195,4 \pm 125,5$ Bq/kg świeżej masy

Naniesione na mapę regionu wyniki oznaczeń prezentowanych w niniejszej pracy nie sugerują żadnej prawidłowości, choć inni autorzy stwierdzali zależność między poziomem skażenia owocników grzybów radiocezem, a miejscem zbioru. Von Gerzabek i in. [7] stwierdzili zależność pomiędzy poziomem Cs 137 w pieprzniku jadalnym i prawdziwku szlachetnym, a rejonem zbioru grzybów. Silne zróżnicowanie geograficzne poziomu skażeń radiocezem podgrzybka brunatnego stwierdzono w badaniach zakrojonych na skalę krajową [11]. Należy sądzić, że albo ilość prób grzybów oznaczona w niniejszej pracy nie była wystarczająca do ujawnienia zależności pomiędzy poziomem radiocezu w grzybach, a miejscem pochodzenia zbioru, albo też na terenie Polski północno-wschodniej znajdują się miejsca, na które opadł materiał promieniotwórczy, co spowodowało powstanie miejscowych ognisk o znacznie wyższym skażeniu. Za tą możliwością przemawia fakt zaliczenia rejonu woj. olsztyńskiego do terenów o najwyższym skażeniu powietrza w kwietniu 1986 roku [17].

WNIOSKI

1. Grzyby wielkoowocnikowe, w zależności od gatunku i miejsca zbioru, mogą być w różnym stopniu zanieczyszczone radiocezem pozostałym w środowisku po katastrofie w Czarnobylu. Ze względu na wysoką zmienność poziomów radiocezu należy niezwykle ostrożnie wnioskować o stopniu skażenia grzybów z danego regionu.

2. Procesy kulinarne związane z obgotowywaniem grzybów prowadzą do znacznego zmniejszenia ich skażenia radiocezem na skutek łatwego przechodzenia cezu do środowiska wodnego.

K.A. Skibniewska, S.S. Smoczyński

INFLUENCE OF COOKING ON RADIOCAESIUM CONTAMINATION OF EDIBLE MUSHROOMS

Summary

Radiocaesium concentration in some kinds of edible mushrooms collected in October 1990 has been determined to evaluate the radiocaesium activity 5 years after Chernobyl accident. The highest activity was found in *Xerocomus subtomentosus* (1080,5 Bq/kg of fresh weight), then in *Rozites caperata* (768,5 Bq/kg) and *Xerocomus badius* (562,5 Bq/kg); the lowest – in *Suillus luteus* (52,0 Bq/kg) and *Cantharellus cibarius* (63,0 Bq/kg). Studies on the influence of cooking on radiocaesium activity revealed that parboiling and boiling of mushrooms led to high, even 85% losses of radiocaesium in the product. Samples of *Xerocomus badius* collected in various sites of North-East Poland in 1995 averaged to $195,4 \pm 125,5$ Bq/kg of fresh weight.

PIŚMIENICTWO

1. Bakken L.R., Olsen R.A.: Accumulation of radiocaesium in fungi. Can. J. Microbiol., 1990, 36, 704.
2. Battiston G.A., Degetto S., Gerbasi R., Sbrignadello G.: Radioactivity in mushrooms in Northeast Italy following the Chernobyl accident. J. Environ. Radioactivity 1989, 9, 53.
3. Byrne A.R.: Radioactivity in fungi in Slovenia, Yugoslavia, following the Chernobyl accident. J. Environ. Radioactivity. 1988, 6, 177.
4. Falandysz J., Caboń J.: Wyniki oznaczeń radiocezu w grzybach na terenie woj. gdańskiego. Przem. Spoż., 1992, 46, 145.
5. Flakiewicz W., Bońkowski J.: Radionuklidy w grzybach. Aura, 1991, (7), 12.
6. Franic Z., Sencar J., Bauman A.: Caesium radioactivity in mushrooms in Northwest Croatia. Period. Biol. 1992, 94, 115.
7. Gerzabek von M., Haunold E., Horak O.: Radioaktivitaet in Pilzen. Bodenkultur, 1988, 39, 37.
8. Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., Rubel B., Smagała G., Świętochowska J., Wilgos J.: Skażenia promieniotwórcze środowiska i żywności w Polsce w 1996 roku. Bibl. Monit. Środow., Warszawa, 1997.
9. Grueter H.: Verhalten einheimischer Pilzarten gegeneuber dem Spaltprodukt Caesium-137. Z. Lebensmitt.-Untersuch, 1967, 134, 173.
10. Hofmann W., Attarpour N., Lettner H., Tuerk R.: Cs 137 concentrations in lichens before and after the Chernobyl accident. Health Phys. 1993, 64, 70.
11. Metelski, J.W., Jasińska M., Kubica B., Kozak K., Macharski P.: Mapa skażeń promieniotwórczych w grzybach w Polsce w 1991 r. Raport nr 1590/D, Instytut Fizyki Jądrowej, Kraków, 1992.

12. *Mihok S., Schwartz B., Wiewel A.M.*: Bioconcentration of fallout Cs 137 by fungi and red-backed voles (*Clethrionomys gapperi*). *Health Phys.*, 1989, 57, 959.
13. *Skibniewska K.A.*: Dynamika zanikania radionuklidów w żywności (1987–1991) w świetle badań własnych. *Probl. Hig.* 1993, 115.
14. *Skibniewska K.A., Smoczyński S.S., Werner B.*: Zawartość radiocezu w wybranych produktach spożywczych. I. Zawartość radiocezu w mleku w proszku (1987–1988). *Roczn. PZH*, 1993, 44, 165.
15. *Skibniewska K.A., Smoczyński S.S., Wiśniewska I.*: Zawartość radiocezu w wybranych produktach spożywczych. II. Radiocez w całodziennych racjach pokarmowych zestawionych dla wybranych grup ludności. *Roczn. PZH*, 1993, 44, 368.
16. *Smith M.L., Taylor H.W., Sharma H.D.*: Comparison of the post-Chernobyl Cs 137 contamination of mushrooms from Eastern Europe, Sweden and North America. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1993, 59, 134.
17. *Żarnowiecki K.*: Analiza skażeń promieniotwórczych i zagrożenia radiologicznego w Polsce po awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu. Raport CLOR 120/D, Warszawa, 1988.

Otrzymano: 1998.07.30