

PROBLEMY MEDYCZNE I SPOŁECZNE ŚRODOWISKA ŻYCIA I PRACY

MEDYCYNA OGÓLNA, 2007, 13 (XLII), 4

Praca poglądowa

HENRYK MACIOŁEK, DOROTA ŁUKOMSKA

ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA GAMMA CEZU 134, CEZU 137, STRONTU 90 ORAZ RADU 226 NA PRODUKTY ŻYWNOŚCIOWE W POLSCE PO AWARII CZARNOBYLSKIEJ W LATACH 1985 – 2005

*EFFECT OF GAMMA RADIATION OF CESIUM-134, CESIUM-137,
STRONTIUM-90 AND RADIUM-226 ON FOOD PRODUCTS IN POLAND
AFTER THE CHERNOBYL DISASTER DURING THE PERIOD 1985–2005*

Z Wydziału Nauk Społecznych
Akademii Świętokrzyskiej im *Jana Kochanowskiego* w Kielcach
Filia w Piotrkowie Trybunalskim
Kierownik Wydziału: prof. zw. dr hab. W. S t a r z y Ń s k a

Artykuł przedstawia problemy oddziaływania promieniowania gamma na produkty żywnościowe przeznaczone dla człowieka jak również wykorzystywane jako pasze dla zwierząt.

SŁOWA KLUCZOWE: promieniowanie gamma, skażenia produktów żywnościowych (mleka, mięsa, ryb, jaj, warzyw, owoców), zapobieganie.

KEY WORDS: *gamma radiation contamination of food products (milk, meat, fish, eggs, vegetables, fruit), prevention.*

Obecnie coraz większą rolę przywiązujemy do problematyki bezpieczeństwa zdrowotnego żywności konsumowanej przez człowieka. Wynika to z dążenia do podnoszenia standardów higienicznych żywności zgodnych z wymogami przepisów obowiązujących w Unii Europejskiej, a także oczekiwaniami opinii publicznej obawami społeczeństwa, odnośnie jej zdrowotności. Dotyczy to przede wszystkim żywności znajdującej się w obrocie towarowym, która stanowić może przyczynę między innymi np. chorób pochodzenia pokarmowego.

W warunkach gospodarki rynkowej i nasilającej się konkurencji, polskie artykuły spożywcze powinny spełniać nie tylko oczekiwania konsumenta i być atrakcyjne z handlowego punktu widzenia, ale przede wszystkim zgodne z normami i przepisami prawa żywnościowego oraz całkowicie bezpieczne pod względem zdrowotnym zarówno dla populacji ludzkiej jak i zwierzęcej. W związku z wstąpieniem

Polski do Unii Europejskiej zachodzi konieczność dostosowania naszego prawa żywnościowego do prawa Unii, oraz szybkiego ujednoczenia przepisów dotyczących wymagań jakościowych dla produktów spożywczych.

Zachodzące procesy integracyjne dają także możliwość aktywniejszej promocji polskich produktów spożywczych na rynku unijnym. Wymaga to jednak pilnego i systematycznego wdrażania w polskim przemyśle spożywczym określonych postanowień i regulacji, które wynikają z Dyrektywy nr 93/ 43 EEC z dnia 14 czerwca 1993 r., w sprawie bezwzględnego przestrzegania higieny środków spożywczych przeznaczonych zarówno dla człowieka jak i dla zwierząt w postaci paszy.

Wymieniona Dyrektywa nakłada na wszystkich producentów żywności obowiązki stosowania zasady Oceny Ryzyka Krytycznych Punktów Kontroli HACCP (Hazard, Analysis, Critical, Control, Point). Zasada ta w krajach Unii Europejskiej oraz w USA obowiązuje od 1 stycznia 1996 roku [1, 2, 17, 18].

W Polsce, zgodnie z Ustawą z dnia 11 maja 2001 r. (nowelizowaną 30. XI. 2003 r. Dz. U. Nr 208 poz. 2020) o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia wymagania w zakresie systemu HACCP obowiązują od 1 stycznia 2004 r. W świetle cytowanej Ustawy należy podkreślić, że bezpieczeństwo zdrowotne żywności stanowi ogół warunków i działań, które muszą być spełnione na wszystkich etapach procesu jej produkcji i obrotu celem zapewnienia zdrowia lub życia człowieka poprzez: zapobieganie powstawaniu i pogłębianiu zagrożenia, a także poprzez redukcję i eliminowanie tego zagrożenia. W ustawach określono, że w okresie 3 lat zostanie zorganizowana w Europie Agencja Bezpieczeństwa Żywnościowego. W tej sprawie decyzja została podjęta podczas zakończonego szczytu Unii Europejskiej w Nicei, jako wynik przeprowadzonej analizy, wskazującej na gwałtowny spadek zaufania konsumentów do unijnej żywności. W Ustawie o zmianie ustawy o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z dnia 30 stycznia 2003r. (Dz. U. Nr 208 poz. 2020) określono, że dozwolone substancje dodatkowe zaliczono do składników żywności.

Do przyczyn zaliczono między innymi rakotwórcze dioksyny w mięsie kurcząt brojlerów, chorobę szalonych krów (BSE) – Bovine Spongiphor Encephalopatye, skierowanie do obrotu z USA żywności genetycznie modyfikowanej oraz skażenia radioaktywne środowiska przyrodniczego spowodowane awarią elektrowni atomowej w Czarnobylu w 1985r. Wpłynęło to na znaczne obniżenie popytu społecznego na żywność.

Głównym zadaniem Agencji Bezpieczeństwa Żywności w Unii Europejskiej jest wydawanie zezwoleń lub zakazów wprowadzania na rynek żywności o nieodpowiednich parametrach jakościowych. Na terenie Polski bezpieczeństwo zdrowotne żywności, nadzoruje aktualnie zespół podstawowych instytucji, do których należy zaliczyć: Państwową Inspekcję Sanitarną, Główną Inspekcję Weterynaryjną, Polską Agencję Atomistyki, Państwową Inspekcję Handlową, Państwową Inspekcję Skupu i Przetwórstwa Artykułów Rolnych. Główną odpowiedzialność ponosi jednak zawsze producent żywności.

W Polsce podstawę prawną stanowi Ustawa o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z dnia 11 maja 2001 roku (nowelizowana 30 listopada 2003r. Dz. U. Nr 63 z 22. 06. 2001) oraz Ustawa z dnia 19 stycznia 2004r. o wymaganiach wete-

rynaryjnych dla produktów pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. nr 33, poz. 288) i dodatkowo Ustawa o zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt, badaniu zwierząt rzeźnych i mięsa. Należy także wymienić Ustawę o Państwowej Inspekcji Weterynaryjnej z dnia 24 kwietnia 1997 roku nowelizowaną w 2001r., a także Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy przeprowadzaniu badania mięsa na włośnice oraz zamrażaniu mięsa niepodanego temu badaniu (Dz. U. Nr 70, poz. 640 i 641). Z punktu widzenia jakości zdrowotnej, żywności, główną rolę odgrywa Komisja Kodeksu Żywnościowego, która funkcjonuje pod auspicjami Organizacji do spraw Żywności i Rolnictwa (FAO) oraz Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) działającej w ramach ONZ.

Wspomniana Komisja Kodeksu Żywnościowego Codex Alimentarius została powołana w 1962 r. w celu wprowadzenia ujednoczonych standardów żywności. FAO/WHO, której założeniem programowym jest przede wszystkim:

- ochrona zdrowia konsumenta i zapewnienie dobrej praktyki na wszystkich etapach produkcji i dystrybucji żywności;
- koordynacja prac podejmowanych przez międzynarodowe organizacje w dziedzinie standardów żywności;
- określenie priorytetu działania;
- inicjowanie i kierowanie przygotowaniem standardów przez odpowiednie organizacje;
- finalizowanie nowych opracowanych standardów, a po ich akceptacji przez kraje członkowskie publikowanie w kodeksie żywnościowym jako standardy regionalne lub światowe.

Podstawowym instrumentem oddziaływania Komisji Kodeksu Żywnościowego są między innymi założenia nowoczesnego systemu kontroli jakości HACCP – Ocena Ryzyka Krytycznych Punktów Kontroli, który:

1. Funkcjonuje jako system zabezpieczenia bezpieczeństwa jakościowego żywności oraz zobowiązuje producentów do systematycznego prowadzenia analizy zagrożeń poprzez zbieranie i interpretowanie informacji o możliwości wystąpienia ryzyka potencjalnych zagrożeń.

2. Zobowiązuje do wprowadzenia obowiązujących zasad według systemu HACCP, określających pewne procedury technologiczne, których należy przestrzegać w całym procesie produkcyjnym wytwarzania asortymentów żywnościowych, pochodzenia zwierzęcego i roślinnego.

3. Określa zasady przeprowadzenia analizy studyjnej systemu HACCP poprzez interdyscyplinarną grupę specjalistów odpowiedzialnych za opracowanie i wdrożenie parametrów jakości planu dotyczącego realizacji systemu HACCP.

Wynika stąd wielodyscyplinarny charakter Komisji Kodeksu Żywnościowego, a w sferze rozważań wybranych zagrożeń mających wpływ na jakość produktów żywnościowych uzależnionych od substancji szkodliwych wydaje się być bardzo ważnym.

W zasadach wdrażania systemu HACCP przyjęto pewne założenia programowe, w których określono podstawy postępowania w zakresie:

1. ustalenia potencjalnych zagrożeń związanych z produkcją środków spożywczych na poszczególnych etapach produkcji, poczynając od chowu, transportu, przetwarzania, dystrybucji, aż do konsumpcji,
2. wyznaczenia i określenia odpowiednich punktów oraz odcinków kontroli krytycznej – Critical Control Point (CCP),
3. ustalenia wartości oraz granic tolerancji dla poszczególnych punktów kontroli (CCP),
4. ustalenia systemów monitorowania kontynuowanej produkcji,
5. ustalenia zasad działań korygujących produkcję,
6. ustalenia zasad procedur weryfikujących,
7. określenia i przyjęcia zasad prowadzenia podstawowej dokumentacji z uwzględnieniem obowiązujących procedur dotyczących danych z wyników otrzymanych w następstwie wdrażanego systemu kontroli.

Ważnym i aktualnym problemem jest poziom promieniowania gamma cezu 134, 137 oraz strontu 90 i radu 226 na artykuły spożywcze i produkty żywnościowe. Należy podkreślić, że jakość zdrowotna żywności zależy przede wszystkim od zawartości w niej składników odżywczych, ale powinna być też ona przede wszystkim smaczna oraz bezpieczna do spożycia dla społeczeństwa. Z obserwacji wynika, że niemały wpływ mają także substancje obce, zanieczyszczenia chemiczne, przenikające ze środowiska, czynniki biologiczne powodujące zatrucie pokarmowe, oraz czynniki fizyczne, do których zaliczamy skażenia żywności radionuklidami i promieniowaniem jonizującym, występujące w zależności od rodzaju żywności na poziomie znacznie zróżnicowanym.

MLEKO PŁYNNE I MLEKO W PROSZKU.

Z dostępnego piśmiennictwa [1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10] wynika, że poziom izotopów promieniotwórczych występujących w mleku płynnym surowym stanowi wskaźnik oceny narażenia radiacyjnego organizmu żywego drogą pokarmową.

Wykazano, że w mleku płynnym świeżym w latach od 2000 – 2005 r. zawartość izotopów Cs-134, i Cs-137 i strontu Sr-90 oznaczona w stacjach sanitarno-epidemiologicznych oraz w Zakładach Higieny Weterynaryjnej, w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej wynosiła średnio około 0,7 Bq / dm³, czyli była dwukrotnie wyższa, niż w roku 1985.

Dla porównania należy podkreślić, że średnia zawartość naturalnego izotopu promieniotwórczego potasu K-40 w mleku płynnym od krów wypasanych na użytkach zielonych wynosiła około 43 Bq/996dm³, a w 2005 r. kształtowała się na poziomie 0,6 Bq / dm³ (ryc. 1). Stężenie izotopu promieniotwórczego strontu Sr-90 w tym okresie nie przekraczało 0,1 Bq/dm³ co oznacza, że było na poziomie niższym niż w 2001 r.

* Bekerel – Bq jest jednostką aktywności ciała promieniotwórczego w układzie międzynarodowym SI który służy między innymi do określenia skażenia promieniotwórczego żywności.

W proszku mlecznym uzyskanym z mleka odtłuszczonego zawartość izotopów cezu oznaczonych w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) w 2000 r. mieściła się w zakresie od 5 do 78 Bq /kg proszku mleka, co w przeliczeniu na mleko płynne odpowiada zakresowi 0,4 – 6,5 Bq / dm³ (przy założeniu, że 1 kg proszku = 12 dm³ płynu) i jest zgodne z wynikami analiz mleka płynnego. W okresie od 2001 – 2005 r. średnio roczne aktywności cezu: Cs-134 i Cs-137 w mleku w Polsce utrzymywały się na poziomie od 0,8 Bq/ dm³ w 2001 roku do 0,6 Bq/ dm³ w 2005 roku. Stwierdzone rozrzuty radioaktywności poszczególnych próbek dla mleka płynnego i sproszkowanego wynikają z różnych poziomów skażeń promieniotwórczych w poszczególnych rejonach Polski występujących po roku 1985 od awarii elektrowni atomowej w Czarnobylu.

Zawartość izotopu strontu Sr-90 w mleku płynnym świeżym – surowym oraz w mleku z proszku mlecznego w latach 2000–2005 nie przekroczyła 0,2 – 0,1 Bq/dm³ tzn. utrzymywała się na poziomie sprzed 1985 r. tj. przed awarią reaktorów w Czarnobylu. Otrzymane wyniki, które dotyczą artykułów żywnościowych należy porównać z wartościami określonymi w Rozporządzeniu Rady Europejskiej nr 737 /90, bowiem dokument ten stanowi m.in., że zawartość izotopów cezu-134 i cezu-137 (łącznie), nie mogą przekraczać 370 Bq/kg w mleku i jego przetworach oraz 600 Bq/kg we wszystkich innych produktach żywnościowych.

MIĘSO, DRÓB I RYBY

W mięsie pochodzącym z różnych gatunków zwierząt jak: wołowina, cielęcina, wieprzowina i baranina wykazano w 1999 r. ogółem dwukrotnie wyższy poziom cezu od wartości wykazanej w 1985 r., przy czym, mniejsze stężenie cezu stwierdzono w badanych próbach wieprzowiny. Stężenie cezu w próbach wieprzowiny utrzymywało się na poziomie do 5 Bq/kg, zaś nieliczne próbki mięsa wołowego wykazały stężenie przekraczające wartość 5 Bq/kg. W 2000 r. zawartość izotopu strontu (Sr-90) w poszczególnych rodzajach mięsa nie przekraczała wartości 0,1 Bq/kg. W 2005 r. wyniki pomiarów wskazują, że ogólne zawartości izotopów cezu 134 i 137 w mięsie, drobiu, w jajach były niższe niż w roku 2004, ale wyższe dla drobiu i jaj dwukrotnie, dla ryb czterokrotnie. W porównaniu z rokiem 1986 (awaria w Czarnobylu) zawartości te w 2005r. były niższe kilkakrotnie, systematycznie obniżając się w danym środowisku.

W 1999 r. w mięsie pochodzącym z odstrzałów selekcyjnych zwierząt wolno żyjących, średnia zawartość izotopu cezu (Cs) była około dziesięciokrotnie wyższa niż stwierdzona w mięsie zwierząt rzeźnych i wynosiła średnio 12 Bq/kg w mięsie z sarny, 13 Bq/kg w mięsie z jelenia i w mięsie z dzika.

W 2000r. zawartość strontu (Sr-90) z poszczególnych gatunków zwierząt w różnych mięsach utrzymywała się na poziomie 0,1 Bq/kg, a średnia zawartość cezu (Cs) 134, 137 wynosiła około 2,2 Bq/kg, zaś w mięsie pochodzącym ze zwierząt wolno żyjących (sarna, jeleń, dzik) stężenie radioaktywne kształtowało się na poziomie około 19 Bq/kg.

Należy sądzić, że poziom stężenia izotopów w mięsie pochodzącym ze zwierząt wolno żyjących jest związany z procesem ich odżywiania. Zwierzęta wolno żyjące jak: sarny, jelenie, mają swobodę doboru pokarmu roślinnego, a wraz z nim pobierają substancje promieniotwórcze.

Bezpośrednie spożycie powierzchniowo skażonej rośliny zwłaszcza trawy, liści z drzew, a także warstwy akumulacyjnej gleby prowadzi do przenikania izotopów do przewodu pokarmowego. Dzikie zakażają się najczęściej szukając pożywienia poprzez rycie próchnicznej gleby leśnej szukając dżdżownic, chrząszczy oraz innych robaków, które bytują przy gnijących pniach pod drzewostanem.

W okresie od 1985 – 2000 r. obserwujemy bardzo duże zróżnicowanie poziomu izotopów w masie mięsnej zwierząt. Najwyższe utrzymywało się w latach 1986–1989 w dziczyźnie, od 140 Bq/kg do 64 Bq/kg, w następnych latach zachowało się na poziomie 21 Bq/kg – 18 Bq/kg. W mięsie zwierząt rzeźnych od 1996 do 1991 roku poziom stężenia izotopów wynosił od 16 Bq/kg do 4 Bq/kg, w pozostałych latach wracały do poziomu 2,1 Bq/kg, w porównaniu do 1985 roku wykazują tendencję wzrostową o 1,8 Bq/kg. Natomiast stężenie izotopów w tuszkach zwierząt rzeźnych w okresie od 2001 – 2005 obniżyło się od 2,0 – 1,0 Bq/kg (ryc. 2, 3).

W mięsie drobiu najwyższy poziom izotopów odnotowano w 1986 r., którego wskaźnik oceniano na 3 Bq/kg i w porównaniu do 1985 roku był on wyższy. Stan ten uległ stopniowemu obniżeniu i w 1987 roku wynosił 1,6 Bq/kg, w 1990 1,5 Bq/kg, 1991– 1,2 Bq/kg. W 1995 r. wykazano bardzo duży spadek bo dochodzący do poziomu 0,8 Bq/kg radionuklidów, który nastąpił w mięsie drobiowym, zaś w roku następnym wzrósł do wysokości 0,9 Bq/kg a w 2002 r. do 1,1 Bq/kg. W 2005 roku stężenie cezu 134 i 137 obniżyło się do wysokości 0,6 Bq/kg

Podobnie proces stężenia izotopów kształtował się w masie jaj kurzych; w 1986 roku wynosił 2,4 Bq/kg, a w 1987 roku obniżył się do poziomu 0,7 Bq/kg i na takim utrzymał się do 2000 roku. W 2001 r. stężenie izotopów wynosiło 0,9 Bq/kg, a od 2005 r. w masie jajowej jest na poziomie 0,4 Bq/kg i w dalszym ciągu obserwuje się tendencję malejącą, która dotyczy jaj od kur ze stad towarowych (ryc. 4).

Średnioroczne aktywności cezu Cs-134 i cezu Cs-137 w mięsie z ryb słodkowodnych w latach 1985 – 2000 są znacznie zróżnicowane. Z dostępnych analiz CLOR wynika że od 1987 roku w mięsie ryb słodkowodnych obserwowano stopniowy spadek stężenia radionuklidów Cs-134 i Cs-137, który osiągnął w 1991 roku 3,9 Bq/kg. W latach następnych podobnie wykazywał tendencje malejące, osiągając w 1992 r. 2,9 Bq/kg, a w 1993 roku 1,5 Bq/kg.

Reasumując należy podkreślić, że w latach 2001–2005 stężenie izotopów radioaktywnych w tuszkach ryb słodkowodnych wahało się od 1,5 Bq/kg w 2001 roku do 1,0 Bq/kg masy mięsnej w 2005 roku (ryc. 6).

WARZYWA, OWOCE, ZBOŻA, GRZYBY

Średnie stężenia izotopów Cs-134 i Cs-137 w ziemniakach i warzywach oraz owocach i zbożach w latach 1987–1990 utrzymywało się na poziomie 0,1–

0,7 Bq/kg, i było zbliżone do stężenia, które stwierdzono w okresie od 1992 – 2000 roku.

Na przestrzeni od 1986 – 2000 roku obserwowano pewne zróżnicowanie w poziomie izotopów cezu w mięszu ziemniaków. Wyższe stężenie izotopów stwierdzono w jagodach leśnych.

Najwyższy ich poziom występował w 1986 r. i wynosił on 1,1 Bq/kg, a następnie odnotowano do 1991 r. spadek stężenia do 0,8 Bq/kg, spadek systematycznie pogłębiał się przez następne lata od 1992 – 2000, a po tym okresie utrzymywał się na stałym poziomie 0,6 Bq/kg. Najwyższe wartości izotopów rejestrowano w warzywach i owocach, a najniższe w zbożu. W 2005 r. w warzywach poziom stężenia izotopów wynosił od 0,7 do 0,6 Bq/kg.

W 1986r. stwierdzono radionuklidy w warzywach na poziomie 5,0 Bq/kg zaś w owocach 8,0 Bq/kg, w zbożach około 7,1 Bq/kg. Stężenie w owocach utrzymywało się na poziomie 3,5 Bq/kg do 1987 r., a w następnych latach obserwowano spadek w 1988 do 0,9 Bq/kg, a w latach następnych począwszy od 1989 – 2000 uległ stopniowemu obniżeniu do 0,6, 0,5, 0,2, 0,1, 0,0.

Stosunkowo wysoki poziom zawartości izotopów cezu, wynikający z możliwości gleby i poszycia leśnego z zachowania się cezu – Cs-134, Cs-137 w środowisku leśnym w stosunkowo dużej koncentracji, utrzymuje się w grzybach leśnych. Przy czym średnie roczne aktywności cezu Cs-134 i cezu Cs-137 są znacznie zróżnicowane w środowisku przyrodniczym.

W okresie od 1985 – 2000 wykazano różne poziomy zawartości izotopów cezu Cs-134 i Cs-137 w trzech podstawowych gatunkach grzybów, które można określić jako wyższe od zawartości tego izotopu w innych produktach spożywczych.

W 1985r. stężenie izotopów w masie podgrzybków wynosiło około 180 Bq/kg i było najwyższe spośród grzybów, w drugiej kolejności stwierdzono około 80 Bq/kg u kurki, a na trzecim miejscu był borowik, u którego wykazano około 50 Bq/kg.

W okresie od 1986 – 2000 roku stwierdzono w zależności od roku różne zawartości izotopów w masie grzybów leśnych. W 2005 r. wykazano stosunkowo wysoki poziom izotopów cezu, który utrzymywał się w grzybach. Wyniki przeprowadzonych pomiarów wskazują, że średni poziom cezu 137 wynosił 115 Bq/kg grzybów.

W 1986 r. w podgrzybkach wykazano średnie roczne stężenie wynoszące około 510 Bq/kg cezu-134 i cezu-137, które w okresie do 1989 r. wzrosło do poziomu 750 Bq/kg. Od 1990 – 2000 r. odnotowano stopniowy spadek od 600 Bq/kg w 1990 do 150 Bq/kg w 2000 roku.

Warty podkreślenia jest fakt, że borowiki w tym samym okresie wykazywały poziom stężenia izotopów cezu 134, który wahał się od 50 Bq/kg do 100 Bq/kg, w 1992, 1993 i 1996 roku zaś w 2000 wynosił 48 Bq/kg.

Kurka posiadała nieznacznie wyższe od borowików stężenia izotopów w swoim mięszu. Analizując dane od 1985 r. wykazano, że stężenie izotopów w mięszu kurek wynosiło około 70 Bq/kg, a w 1986 r. i w 1987 i około 90 Bq/kg.

Ponownie W 1989 r. obserwowano spadek skażenia w masie grzybowej do poziomu 50 Bq/kg. Z danych informacyjnych wynika, że najwyższy wzrost skażenia wystąpił w 1991r., który wynosił około 120 Bq/kg. W latach 1992 – 2000 roku

poziom skażenia radionuklidami został wyrównany i wykazującą tendencją spadkową.

W tab. I i II przedstawiono średnie stężenie Ra^{226} występujące w poszczególnych artykułach żywnościowych pochodzenia zwierzęcego i roślinnego oraz występujące w wodzie pitnej, na przykładzie trzech badanych rejonów Polski (Wałbrzych Góry Świętokrzyskie oraz Polska Centralna). Należy podkreślić, iż stężenie radu Ra^{226} oznaczono w kilku podstawowych produktach żywnościowych, takich jak: mleko, jaja, mięso wołowe i wieprzowe, mąka pszenna, ziemniaki, jabłka, marchew, pomidory i ogórki oraz woda pitna. Wykazano, że stężenia Ra^{226} w produktach żywnościowych są bardzo zróżnicowane. Wśród produktów pochodzenia zwierzęcego najwyższe stężenie radu Ra^{226} stwierdzono w jajach od kur z chowu przyzagrodowego, gdzie poziom wynosił 188 m Bq/kg.

W mleku najwyższe stężenie Ra^{226} stwierdzono w Polsce Centralnej, zaś w mięsie w rejonie Gór Świętokrzyskich. Z artykułów pochodzenia roślinnego najwyższe stężenie Ra^{226} stwierdzono w fasoli szparagowej, natce pietruszki, marchwi oraz otrębach pszennych i żytnich a także ziarnie pszenżyta [1, 11, 18].

Należy także podkreślić, że w 1985r. w okresie przed awarią czarnobylską zawartość izotopów cezu 137 w masie grzybowej była również wyższa niż w innych produktach spożywczych (ryc. 5, 7, 8).

Na podstawie danych zebranych z dostępnego piśmiennictwa PAA, wynika, że łączne narażenie radiacyjne statystycznego mieszkańca naszego kraju w latach 2000 – 2005 spowodowane promieniowaniem pochodzącym ze sztucznych źródeł promieniowania jonizującego przy dominującym udziale narażenia pochodzącego od izotopu cezu Cs-137, obecnego w środowisku w wyniku wybuchów jądrowych i awarii czarnobylskiej wynosiło około 0,036 m Sr, co stanowi około 3,6 % dawki granicznej dla ludności, wynoszącej 1 m Sr rocznie, a wartość 0,036 m Sr stanowi około 1,5 % dawki otrzymanej przez statystycznego mieszkańca Polski ze źródeł naturalnych.

Określone dane pozwalają stwierdzić, że narażenie radiacyjne populacji Polski w okresie 2000 – 2005, jako następstwo stosowania sztucznych źródeł promieniowania jonizującego, jest bardzo niskie w świetle ogólnie przyjętych na świecie i stosowanych w kraju standardów narażenia radiacyjnego.

Dużym sukcesem ochronnym Polski jest uchwalenie 29.02.2000 roku przez nasz Parlament Ustawy „Prawo atomowe”, która weszła w życie 1 stycznia 2002 r. (później nowelizowana).

W „Prawie atomowym” uwzględniono nie tylko nowe zalecenia dla wyspecjalizowanych organizacji i zespołów międzynarodowych, ale także aktualne polskie, wewnętrzne uwarunkowania prawne, oraz przyjęte w ostatnich latach przez Polskę konwencje międzynarodowe i dyrektywy Unii Europejskiej.

Warto także nadmienić, że w 2000r. Polska ratyfikowała również Konwencję o bezpiecznej gospodarce odpadami promieniotwórczymi, co bezwzględnie przyczynić się może do obniżenia emisji promieniowania.

Stosowane przez Polskę rozwiązania prawne i organizacyjne w zakresie bezpieczeństwa jądrowego pozwalają na podtrzymywanie międzynarodowej opinii o Polsce, jako kraju wypełniającym podjęte zobowiązania w tym zakresie, dążą-

cym do systematycznego eliminowania niebezpiecznych źródeł skażenia radiacyjnego środowiska przyrodniczego.

PODSUMOWANIE

1. Biorąc pod uwagę występowanie substancji radioaktywnych w środowisku przyrodniczym, a także w surowcach spożywczych oraz w roślinności należałoby przyspieszyć wdrażanie nowych metod ekologicznej produkcji bezpiecznej żywności przeznaczonej zarówno dla zwierząt jak i dla człowieka nadzorowanej poprzez system HACCP.

2. Należy rozwijać i tworzyć racjonalne struktury organizacyjne dotyczące właściwego sterowania produkcją ekologiczną i bezpieczną żywności.

3. Konieczne jest przestrzeganie obowiązujących przepisów nadzoru sanitarnego nad jakością odżywczą żywności bezpiecznej z uwzględnieniem obrotu międzynarodowego nad artykułami wytworzonymi przez przemysł rolno- spożywczy zarządzany i kontrolowany przez system HACCP.

4. Wprowadzać do ośrodków kształcenia, zajmujących się edukacją ekologiczną, nowe programy nauczania uwzględniające zasady produkcji bezpiecznej żywności, jak nowoczesne systemy zarządzania produkcją – HACCP w przemyśle spożywczym (mięsnym, mleczarskim) oraz EUROGAP w przetwórstwie owocowo – warzywnym.

Tabela I. Średnie stężenia Ra^{226} w artykułach żywnościowych ($mBq\ kg^{-1}_{sw.m}$) i w wodzie pitnej ($mBq\ l^{-1}$) w trzech rejonach Polski wg CLOR. 2003 L. Rosiak

Table I. Mean $Ra\ 226$ concentrations in food products ($mBq\ kg^{-1}$ fresh mass) and in drinking water ($mBq\ l^{-1}$) in three regions of Poland, according to the Central Laboratory for Radiological Protection (CLOR), 2003 L. Rosiak

Artykuł	Rejon Wałbrzycha	Rejon Gór Świętokrzyskich	Rejon Polski centralnej
Artykuły pochodzenia zwierzęcego			
Mleko	9,95±0,90 ^{a)}	10,4±0,11 ^{a)}	12,6±0,37 ^{a)}
Jajka	188±6,1	160±3,23	99,6±5,13
Mięso wołowe	11,8±1,39	15,9±1,16	19,6±1,90
Mięso wieprzowe	11,6±1,36	13,3±0,11	9,83±0,30
Kury (kurczaki)	8,52±1,46	-	7,07±0,30
Śledzie	-	-	22,4±1,10
Dorsz	-	-	24,3±2,50

Źródło: www.paa.gov.pl 2007.

Tabela II. Średnie stężenie Ra²²⁶ w warzywach, owocach, produktach zbożowych oraz w wodzie pitnej (mBq l⁻¹) w trzech rejonach Polski wg CLOR (rejon Wałbrzyski, Góry Świętokrzyskie, Polska Centralna) L. Rosiak 2003

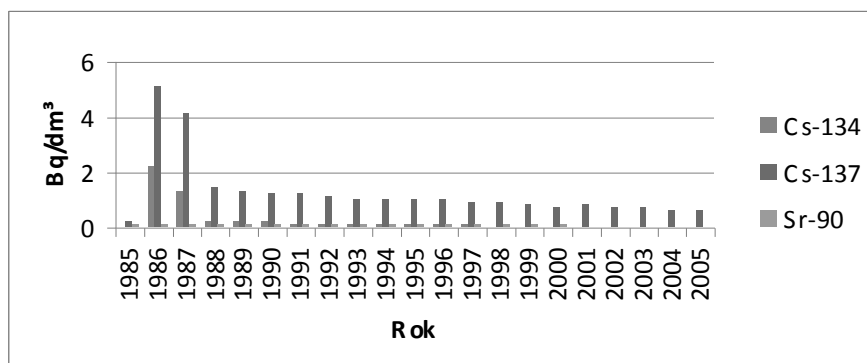
Table II. Mean Ra-226 concentration in vegetables, fruit, cereal products and drinking water (mBq⁻¹) in three regions of Poland, according to the Central Laboratory for Radiological Protection (CLOR) (Wałbrzych, Świętokrzyskie Mountains, Central Poland), 2003 L. Rosiak

Artykuły pochodzenia roślinnego			
Buraki	59,0±3,8	77,9±2,29	41,9±2,21
Cebula	-	12,8±0,67	9,82±0,47
Fasola szparagowa	179±14,0	-	34,2±2,06
Kalafior	-	7,48±1,02	10,9±0,82
Kapusta	-	10,0±0,34	14,7±0,40
Marchew	154±10	122±7,78	59,4±0,36
Ogórki	11,5±1,10	11,8±0,79	8,66±0,29
Pomidory	3,99±0,54	6,61±0,30	8,76±0,49
Por	-	15,4±1,73	29,2±0,38
Pietruszka	215±13	232±4,24	137±1,85
Pietruszka natka	101±122	-	140±2,40
Sałata	59,7±6,1	45,2±0,77	34,2±2,06
Seler	-	31,3±0,83	10,4±3,46
Szpinak	-	-	26,4±0,64
Ziemniaki	13,7±1,5	21,2±1,51	19,2±0,09
Gruszki	-	14,8±1,15	-
Jablka	14,7±1,0	5,53±0,29	11,6±0,13
Porzeczka czarna	19,6±1,07	-	34,1±2,82
Porzeczka czerwona	-	-	21,7±1,80
Truskawki	-	30,52±0,30	46,8±0,98
Wiśnie	18,0±2,4	-	15,2±0,23
Śliwki	-	-	13,9±1,49
Mąka pszenna	43,5±2,9	45,3±2,98	48,4±3,67
Mąka żytnia	-	-	61,7±1,07
Pszenica	87,1±14,5	98,3±1,3	143±4,38
Otręby pszenne	-	244±8,83	223±14,1
Żyto	-	-	151±11,7
Otręby żytnie	-	-	278±16,5
Pszennyto	34,2±2,8	-	-

Woda	1,70±0,15	1,69±0,02	0,97±0,20
------	-----------	-----------	-----------

Źródło: www.paa.gov.pl 2007

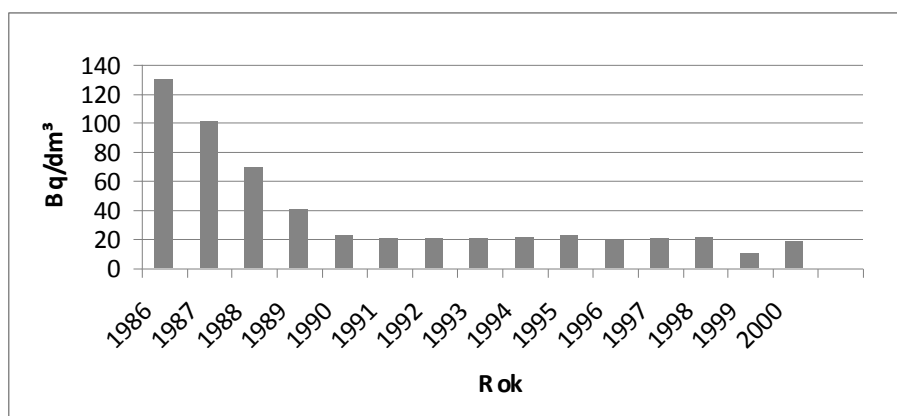
a) Średnie odchylenie standardowe



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 1. Średnie roczne aktywności Cs-134+Cs-137 i Sr-90 w mleku w Polsce (1985-2005).

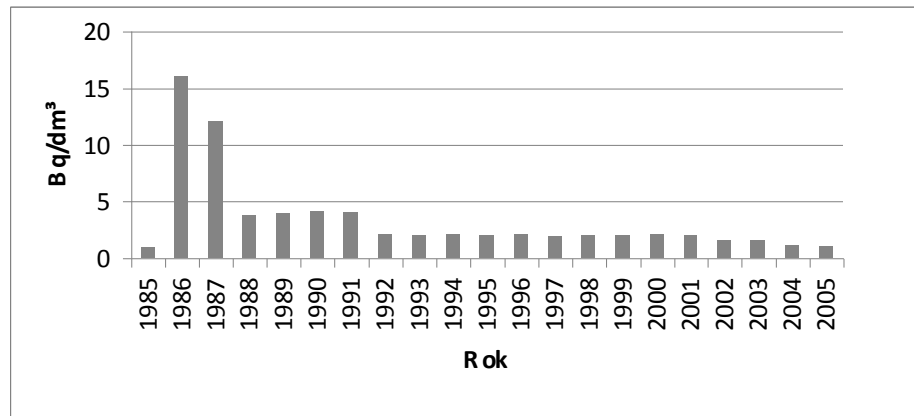
Fig. 1. Mean annual Cs-134+Cs-137 and Sr-90 activity in milk in Poland (1985-2005).



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 2. Średnie roczne aktywności Cs-134+Cs-137 w dziczyźnie w Polsce (1986-2000).

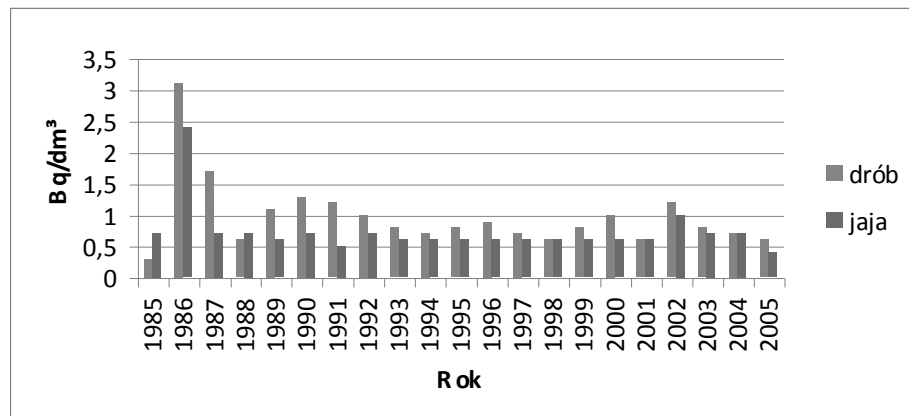
Fig. 2. Mean annual Cs-134+Cs-137 activity in meat of wild animals in Poland (1986-2000).



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 3. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w mięsie hodowlanym w Polsce w latach 1985-2005

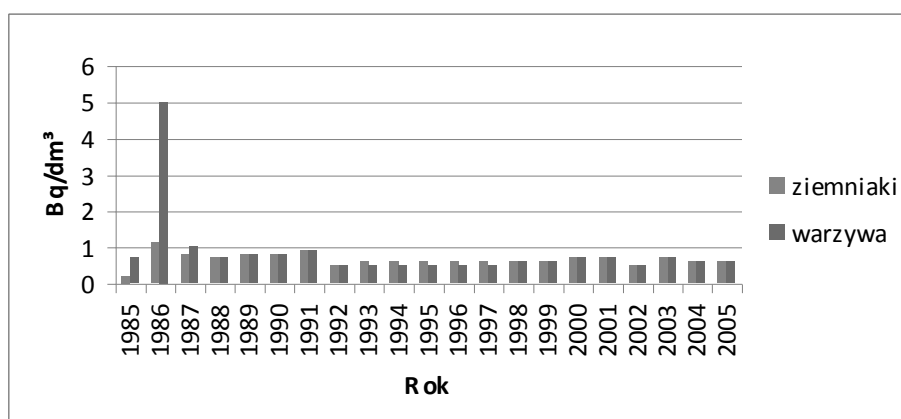
Fig. 3. Mean annual Cs-134+Cs-137 activity in meat of breeding animals in Poland during the period 1985-2005



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 4. Średnie aktywności Cs-134 + Cs-137 w drobiu i w jajach w Polsce w latach 1985 – 2005.

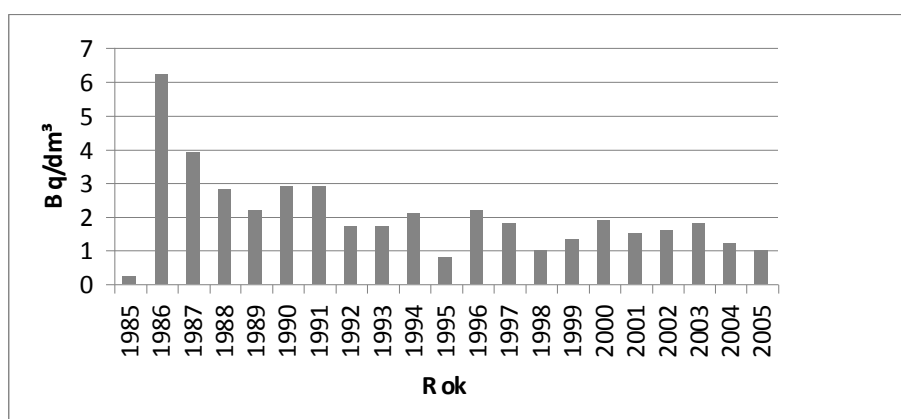
Fig. 4. Mean Cs-134+Cs-137 activity in poultry and eggs in Poland during the period 1985-2005.



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 5. Średnia aktywność Cs-134 + Cs-137 w ziemniakach i warzywach w Polsce w latach 1985-2000, (warzywa do 2005).

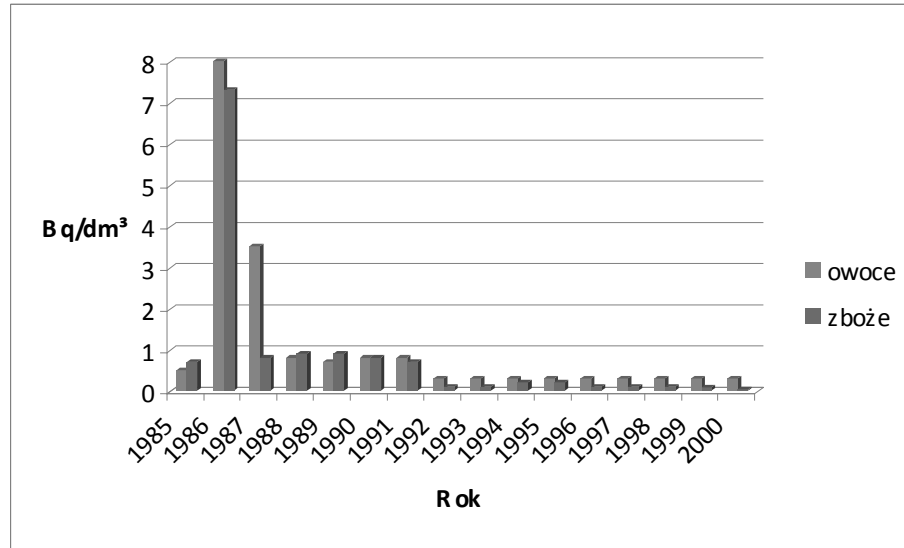
Fig. 5. Mean Cs-134+Cs-137 activity in potatoes and vegetables in Poland during the period 1985–2000 (vegetables since 2005).



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 6. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w rybach słodkowodnych w Polsce w latach 1985–2005.

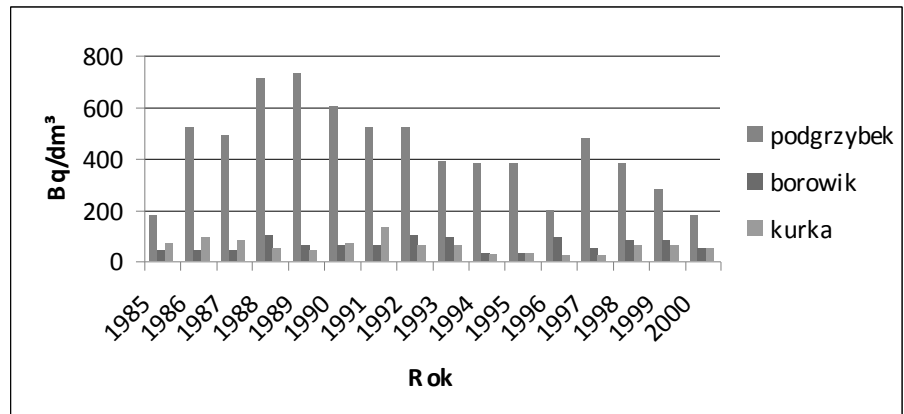
Fig. 6. Mean annual Cs-134+Cs-137 activity in fresh water fish in Poland during the period 1985-2005.



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 7. Średnia aktywność Cs-134 + Cs-137 w owocach i zbożach w Polsce w latach 1985–2005.

Fig. 7. Mean annual Cs-134+Cs-137 activity in fruit and cereals in Poland during the period 1985-2005.



Źródło: www.paa.gov.pl 2007

Ryc. 8. Średnie roczne aktywności Cs-134 + Cs-137 w grzybach leśnych w Polsce w latach 1985–2000.

Fig. 8. Mean annual Cs-134+Cs-137 activity in forest mushrooms in Poland during the period 1985-2000.

H. Maciołek, D. Łukomska

EFFECT OF GAMMA RADIATION OF CESIUM-134, CESIUM-137,
STRONTIUM-90 AND RADIUM-226 ON FOOD PRODUCTS IN POLAND AFTER THE
CHERNOBYL DISASTER DURING THE PERIOD 1985–2005

Summary

The authors analysed the contamination of food products by Cs-134, Cs-137, Sr-90, and Ra-226 caused by the Chernobyl disaster during the period 1985-2005. The radiation process concerned primarily: raw milk, meat of slaughter animals, fish, eggs, plants and mushrooms, cultivated vegetables and fruit produced in Poland.

The results of the analysis showed that the concentration of radionuclides, which caused the contamination of the natural environment in 1986, is subject to changes consisting in the decrease on scale. During the period 1985-2005, the radiation in the natural environment was approximately 1.5% of the dose per individual, which is not harmful for the human body. The hazardous effect of radionuclides depends on duration of exposure, distance, and the portal of entry into the living body. In recent years, the highest concentration of radionuclides has been observed in the meat of sea fish, egg mass of breeding hens, and the parenchyma of forest mushrooms.

PIŚMIENNICTWO

1. Dziennik Urzędowy Nr 104, 1993 r., Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 08.10.1993r. Dziennik Urzędowy Nr 104 w sprawie najwyższych dopuszczalnych pozostałości w produktach spożywczych środków chemicznych stosowanych przy: uprawie, ochronie, przechowywaniu i transporcie roślin.
2. Kossakowski S.: Promieniotwórcze skażenie środowiska, Wyd. Naukowe Państwowego Instytutu Wet., Puławy 1995, 175 – 194.
3. Maciołek H.: Bezpieczna żywność, Mat. Sympozjum, Włoszczowa 2001, 193–210.
4. Molska I.: Wybrane zagadnienia dotyczące dozwolonych substancji dodawanych do żywności, Mat. Sympozjum, Włoszczowa 2006, 325–330.
5. Nikonorow M., Urbanek-Karłowska B.: Toksykologia żywności PZWL, Warszawa 1987.
6. Polska Agencja Atomistyki: Atomistyka oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce 1997.
7. Polska Agencja Atomistyki: Atomistyka oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce 1998.
8. Polska Agencja Atomistyki: Atomistyka oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce 1999.
9. Polska Agencja Atomistyki: Atomistyka oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce 2000 – 2005.
10. Polska Agencja Atomistyki oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce w 2005 r. Strona Internetowa. Raport o skażeniach radioaktywnych żywności, www.paa.gov.pl 2007.
11. Rosiek L.: Badania przechodzenia „Ra²²⁰” z gleby do roślin oraz ocena wchłanianości tego radionuklidu z pożywieniem., Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa 2003.
12. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy przeprowadzaniu badania mięsa na włośnice oraz zamrażaniu mięsa niepodanemu temu badaniu (Dz. U. Nr 70, poz. 640 i 641), Warszawa 2004.

13. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 20 kwietnia 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu (Dz. U. z dn. 2005 r. Nr 79 poz. 693), Warszawa 2005.
14. S i e m i ń s k i M.: Środowiskowe zagrożenia zdrowia, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001, 160 – 171
15. T r a c z y k J., O k a ł s k a G.: Co to jest jakość zdrowotna żywności; Żywność, Żywnienie, a Zdrowie, Instytut Żywnienia i Żywności, Warszawa 1996.
16. Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia (Dz. U. nr 63 z dnia 22.06.2001), Warszawa 2001.
17. Ustawa z dnia 24 kwietnia 1997 r., o Państwowej Inspekcji Weterynaryjnej znowelizowana w 2001 r., Warszawa 2001.
18. Ustawa z dnia 19 stycznia 2004 r. o wymaganiach weterynaryjnych dla produktów pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. nr 33, poz. 288), Warszawa 2004.

Data otrzymania: 20.09.2007.

Adres Autorów: 97-300 Piotrków Trybunalski, ul. Murarska 19