

HIGIENA ŻYWNOSCI ZWIERZĘCEGO POCHODZENIA

EDWARD GRAWIŃSKI

Wskaźniki spożywczej przydatności ryb morskich wobec wzrastającego zanieczyszczenia wód^{*)}

Zakład Higieny Weterynaryjnej, ul. Kaprów 10, 80-316 Gdańsk 5

Zasoby biologiczne morza stanowią poważne źródło wartościowego białka pochodzenia rybnego niezbędnego w wyżywieniu ludzi.

Tymczasem w ostatnich latach sygnalizuje się coraz częściej pojawianie u ryb morskich zmian patologicznych uniemożliwiających ich racjonalne wykorzystanie do celów spożywczych. Ich różnorodność, stopień nasilenia oraz miejsce występowania zdają się wskazywać na związek przyczynowy zachodzący pomiędzy etiopatogenezą nieznanego dotychczas syndromu chorobowego ryb morskich a nasilającą się degradacją środowiska wodnego spowodowaną przez człowieka.

Coraz dotkliwsze straty ekonomiczne, jakie ponoszą z tego powodu kraje morskie, w tym również Polska, powodują, że podejmowane są prace badawcze zmierzające do poznania przyczyn zachwiania równowagi biocenotycznej wśród organizmów morskich oraz do przeciwdziałania tym niekorzystnym zjawiskom. Na szczególną uwagę zasługuje akwen Bałtyku, ponieważ jest to jedyny obszar wód morskich, który gwarantuje naszemu krajowi stałą eksploatację zasobów rybnych w obrębie przyznanej nam strefy wyłącznego rybołówstwa obejmującej obszar 32 500 km², co stanowi 8% całej powierzchni wód Bałtyku.

Jak wiadomo podstawą rybołówstwa bałtyckiego są trzy gatunki ryb — dorsz, śledź i szprot należące do tradycyjnie poszukiwanych przez naszego konsumenta. Z uzyskanych przez Polskę limitów połowowych w ostatnich latach nasze rybołówstwo uzyskuje rocznie z Bałtyku ponad 75 tys. ton dorszy, około 80 tys. ton śledzi, otrzymało limit 15 tys. ton szprotów, z czego odławia tylko niecałe 10 tys. ton tych ryb. Na pozostałe gatunki, takie jak ryby płastugowate, węgorze, łososie, pstrągi przypada 10 tys. ton. Razem odławiamy około 175 tys. ton ryb, tj. 20% ogółu ryb poławianych przez poszczególne państwa bałtyckie (1).

Z drugiej strony Bałtyk, do którego odprowadzane są nieczystości wodami około 250 rzek, należy do najbardziej zanieczyszczonych mórz na świecie. Pod tym względem przewyż-

sza je tylko Zatoka Kalifornijska i Nowojorska (23). Zły stan wód Bałtyku spowodowany jest nie tylko zanieczyszczeniami pochodzącymi z Wisły i innych rzek, ale także z atmosfery. W tej sytuacji zrozumiałym jest fakt pojawiania się coraz większej liczby schorzeń u ryb bytujących w rejonach przybrzeżnych naszych wód. Wymownym dowodem było wystąpienie na wiosnę 1981 r. w akwenu Zatoki Puckiej i Gdańskiej owrzodzeń u węgorzy. Liczne i rozległe ogniska wrzodowe obserwowano niemal w 100% populacji węgorzy. Zjawisko, któremu towarzyszyło masowe śnięcie węgorzy, miało znaczenie ichtiopatologiczne, jak i sanitarne w przetwórstwie tego gatunku ryb (13).

Badania węgorzy w aspekcie sanitarnym wykonane w kierunku mikrobiologicznym i toksykologicznym wykazały zakażenie mięśni ryb w zależności od rejonu połowu drobnoustrojami heterotrofowymi średnio od $19,0 \times 10^8$ do $58,9 \times 10^4$ bakterii/1 g tkanki, a bakterii z rodzaju *Pseudomonas aeruginosa* i *Pseudomonas sp.* $5,7 \times 10^8$ do $56,8 \times 10^4$ bakterii/1 g tkanki mięśniowej. Liczba bakterii grupy *Coli* wykazana metodą NPL wynosiła od 4 do 1100, a NPL enterokoków od 2 do 75 (13).

Z uzyskanych danych na uwagę zasługuje fakt zakażenia mięśni węgorzy bakteriami z rodzaju *Pseudomonas*. Wskaźniki zakażenia pałeczkami *Pseudomonas* dorównują, a niekiedy i przewyższają dane wykazane w zakażeniu niektórych produktów spożywczych pochodzenia rybnego, nie nadających się do spożycia (3). Stwierdzono, że psucie się filetów łupacza powodowane przez *Ps. fluorescens* i *Ps. putrefaciens* następowało po namnożeniu się tych drobnoustrojów do $3,1 \times 10^6$ /1 g tkanki (4). Izolowane najczęściej z mięśni węgorzy pałeczki z rodzaju *Pseudomonas*, *Vibrio* i *Aeromonas* ze względu na możliwość wytwarzania przez nie toksyn stwarzają potencjalne niebezpieczeństwo wywołania zatrucia pokarmowych u ludzi (20). Dotyczy to zwłaszcza bakterii należących do *Ps. aeruginosa*, *Ps. putrefaciens* i *A. hydrophila*, których możliwość gwałtownego namnażania się w tkance chorych węgorzy została stwierdzona w przeprowadzonych badaniach (13).

Wykazane analizy toksykologiczno-chemiczne tkanki mięśniowej węgorzy wykazały m.in.

^{*)} Referat wygłoszony na sesji Sekcji Higieny i Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego PTNW nt.: Ryby morskie jako środek spożywczy z uwzględnieniem aspektu sanitarno-weterynaryjnego, w dniu 14.VI.1985 r. w Lublinie.

następujące stężenie pestycydów i metali w mg/kg masy mokrej: suma DDT u węgorzy z Zatoki Puckiej i Gdańskiej wynosiła od 0,21 do 1,9 mg/kg, natomiast suma PCB zawarta była w zakresie od 0,2 do 0,87 mg/kg. Średnie wartości PCB w tkance mięśniowej węgorzy z innych rejonów Bałtyku wynoszą od 0,062 do 1,63 mg/kg. W przypadku węgorzy z Morza Północnego poziom PCB w tkance mięśniowej przekracza 2,0 mg/kg, a w węgorzach z północno-zachodniego Atlantyku od 0,44 do 3,7 mg/kg. (6).

W Polsce najwyższą wartość PCB w tkance mięśniowej węgorzy, wynoszącą 2,5 mg/kg, stwierdzono u osobników pochodzących z jezior mazurskich. W pozostałych badaniach węgorzy pochodzących zarówno z jezior, jak i Bałtyku poziomy PCB są niskie w porównaniu do norm obowiązujących w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie, które dla części jadalnych ryb wynoszą tam 2,0 mg/kg (11).

Badając zawartość niektórych metali w tkance mięśniowej węgorzy, stwierdzono następujące poziomy: ołowiu 0,105—0,187 mg/kg, arsenu 0,409—0,437 mg/kg, miedzi 0,61—1,01 mg/kg, cynku 23,09—29,61 mg/kg, rtęci 0,280—0,350 mg/kg. Węgorze starsze w porównaniu do osobników młodych wykazywały w każdym przypadku wyższą zawartość metali w tkance mięśniowej (6, 7).

Mała „katastrofa ekologiczna”, za jaką uznano śnięcie węgorzy w obrębie Zatok Puckiej i Gdańskiej, stała się impulsem do podjęcia jeszcze w tym samym roku kompleksowych badań biologiczno-socjologicznych na obszarze całej polskiej strefy rybackiej na Bałtyku. Program badań obejmował również rozpoznanie stanu zdrowotnego ryb morskich. Badania te przeprowadzono ze statków badawczych R/V „Profesor Siedlecki” i „Birkut”.

Spośród zmian patologicznych stwierdzonych u ryb bałtyckich znaczenie sanitarno-higieniczne mają wszystkie owrzodzenia, stany rozległych przekrwień i zmiany o charakterze wytwórczym takie, jak limfocytoza i brodawczyca. Ryby nimi dotknięte mają odrażający wygląd, wątpliwą wartość odżywczą, jak i przydatność technologiczną (15). Brak właściwej selekcji i należytej kontroli sprawia, że ryby takie coraz częściej trafiają do przetwórstwa i obrotu handlowego. Dotyczy to zwłaszcza płastug, dorszy i węgorzy, u których proces mrożenia lub wędzenia skutecznie zacięra zewnętrzne objawy chorobowe.

Objęte procesem chorobowym tkanki ryb, a zwłaszcza mięśnie stają się dobrym podłożem dla różnorodnej flory bakteryjnej, często patogennej zarówno dla ludzi, jak i zwierząt. Izolowane z poszczególnych gatunków ryb szczepy bakteryjne należały przede wszystkim do rodzaju *Pseudomonas* i *Vibrio*. Różnicowanie biochemiczne szczepów *Pseudomonas* do gatunku wykazało ich przynależność do *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens*, *Ps. cepacia*, *Ps. alcali-*

genes, *Ps. pseudoalcaligenes* i *Ps. putrefaciens*. (14). Niektóre ze zdiagnozowanych gatunków *Pseudomonas* mogą stanowić u ludzi przyczynę ciężkich zakażeń układu oddechowego, dróg moczowych, zapaleń kości i stawów, powodują ropnie i ropnice, zapalenia osierdza, a także, jak *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens* i *Ps. putrefaciens* zatrucia pokarmowe zwłaszcza u dzieci i osób w podeszłym wieku (12).

U dorszy, płastug i węgorzy znaczny odsetek szczepów należał do rodzaju *Vibrio*, z czego około 20% wykazywało cechy biochemiczne odpowiadające *V. vulnificus*, *V. fluvialis* i *V. furnissii*. Drobnoustroje te są dosyć często izolowane z wody morskiej i osadów dennych, a także z krwi, wymiocin i kału osób, które uległy ostremu zatruciu żołądkowo-jelitowemu po spożyciu nieświeżych produktów (2).

Podobnie jak w badaniach węgorzy prowadzone są od 1981 r. szczegółowe analizy pozostałości pestycydów polichlorowanych i polichlorowanych dwufenyli w mięśniach i wątrobach dorszy, śledzi i szprotów oraz metali i rtęci oznaczanych wyłącznie w mięśniach. Wyniki te mają znaczenie praktyczne w ocenie sanitarnej ryb jako produktu spożywczego.

Z wykonanych dotychczas badań wynika, że stan zanieczyszczenia części jadalnych ryb takimi związkami polichlorowanymi, jak: (HCB) sześciochlorobenzen, suma izomeru sześciochlorocykloheksanu (BHC), suma PCB na przestrzeni lat 1981—1983 nie uległ istotnej zmianie (9).

Zanotowano jedynie trzykrotny wzrost wartości sumy DDT i PCB w mięśniach ryb złowionych w 1983 r. w porównaniu ze stanem wykazany w 1981 r. oraz poziom sumy DDT w wątrobie dorszy bałtyckich ponad tolerancje pozostałości tych związków w częściach jadalnych ryb obowiązujące w niektórych krajach (11).

Poziom w mięśniach dorszy, śledzi i szprotów takich metali ciężkich, jak kadm, ołów i rtęć jest względnie niski i nie budzi zastrzeżeń sanitarno-higienicznych. Natomiast zawartość miedzi, cynku, żelaza, manganu i niklu w mięśniach dorszy, śledzi i szprotów z południowego Bałtyku odpowiada naturalnym stężeniom tych pierwiastków notowanym u wymienionych gatunków ryb z różnych akwenów morskich (8).

Oprócz wskaźników mikrobiologicznych i toksykologiczno-chemicznych w ocenie sanitarnej ryb coraz większe znaczenie mają wyniki badań parazytologicznych.

Tam, gdzie w środowisku morskim występują zanieczyszczenia, dochodzi do nadmiernego rozwoju wielu mikroorganizmów pasożytniczych. Populacje mikroorganizmów m.in. pierwotniaki — sporowce znajdują w takim środowisku optymalne warunki rozwoju. Wzrost populacji pasożytniczych mikroorganizmów stanowi z kolei potencjalne zagrożenie dla zdrowotności ryb morskich, które zarażają

się drogą pokarmową. Silna inwazja pasożytów w tkankach ryb morskich ogranicza, a niekiedy nawet uniemożliwia wykorzystanie mięsa ryb do celów spożywczych (8, 24). Powszecnie znane przypadki zarażenia ryb morskich nicieniami z rodzaju *Anisakis* sp. lub cystami *Kudoa* są wzbogacane o nowe ich gatunki występujące u ryb przywożonych do kraju z łowisk dalekomorskich, a nawet poławianych w Bałtyku (22). Należą do nich mikrosporidia. W zależności od stopnia inwazji pasożytów w tkance ryb zachodzą niekorzystne zmiany charakteryzujące się nienormalną, miękką konsystencją tkanki mięśniowej i szklistym wyglądem.

Prace prowadzone w Stanach Zjednoczonych nad wykorzystaniem do celów konsumpcyjnych mięsa z morskczuka pacyficznego dowiodły, że wewnątrz cyst znajduje się silnie działający enzym proteolityczny, który doprowadza do rozkładu tkanki mięśniowej. Stwierdzono, że enzym ten ma słabe oddziaływanie na włókna mięśniowe tylko wówczas, jeżeli ryby niemal natychmiast po złowieniu są mrożone, a w czasie obróbki technologicznej lub kulinarnej utrzymane w stanie zamrożenia (21).

Podobne zmiany jak opisane u morskczuka można niekiedy stwierdzić w mięśniach ryb bałtyckich, a mianowicie w czasie obróbki technologicznej dorszy. Badania makroskopowe i histopatologiczne mięśni dorszy wykazały obecność form inwazyjnych sporowców z rodzaju *Plistophora*. Również u węgorzy pochodzących z Zatoki Puckiej i Zatoki Gdańskiej zidentyfikowano sporowce *Myxidium giardii*, których wysoki stopień inwazji prawdopodobnie powodował utratę jędrności tkanki mięśniowej, a w procesie wędzenia zmianę konsystencji do tego stopnia, że dochodziło do rozpadania się na części ryb znajdujących się jeszcze w piecu wędzarniczym (16).

Kolejnym ważnym problemem dotyczącym oceny sanitarnej produktów rybnych jest zagadnienie wykrywania zawartości histaminy w rybach i przetworach rybnych. W latach siedemdziesiątych zainteresowanie histaminą przez niektóre ośrodki badawcze związane było z wykorzystaniem oznaczania histaminy w rybach jako wskaźnika jakościowych zmian surowca rybego.

Odradzający się problem ma ścisły związek z wystąpieniem w naszym kraju w 1982 r. zbiorowych zatruc u ludzi po spożyciu importowanych konserw. Koncentracja histaminy w konserwach, które spowodowały zatrucie wynosiła ponad 100 mg/100 g produktu (10). Występowanie histaminy u niektórych gatunkach ryb związane jest z obecnością wolnej histydyny we krwi i w mięśniach, co wiąże się również z warunkami przechowywania ryb od momentu złowienia do przetworzenia. Histamina w niewielkich ilościach może stanowić naturalny składnik tkanek. W próbkach pobiera-

nych z mięśni ryb natychmiast po złowieniu stwierdzono w zależności od gatunku bardzo małe ilości histaminy: 0,1—5,0 mg/100 g w makreli (5), 1,0 — 5,0 mg/100 g w tuńczyku (25). Ilość histaminy powstająca podczas przechowywania mięsa ryb w wyniku dekarboksylacji enzymów zależy głównie od zawartości wolnej histydyny. U ryb posiadających dobrze rozwinięte mięśnie motoryczne (szare), takich jak makrelowate i tuńczykowate, jest jej najwięcej, natomiast ryby o mięsie białym zawierają jej niewielkie ilości.

Zdolność dekarboksylacji histydyny do histaminy następuje dzięki drobnoustrojom znajdującym się na powierzchni ryb. W procesach tych uczestniczą drobnoustroje z rodziny *Bacillaceae* i *Enterobacteriaceae*. Do najważniejszych należą szczepy *Proteus morgani*, *E. coli*, *Salmonella* i *Shigella* (18). W świetle wzrastającego zanieczyszczenia wód morskich ważne dla higienisty żywności staje się zagadnienie stanu sanitarnego akwenu, w którym ryby zostały złowione, ich stan zdrowotny i sposób zabezpieczenia po wydobyciu na pokład. Aktywność drobnoustrojów uczestniczących w procesach dekarboksylacji histydyny w tkance wzmaga się przy przechowywaniu ryb w temperaturze 20°C i pH tkanki mięśniowej 4,0—5,2. Poziom histaminy u ryb do granicy 5 mg/100 g tkanki można utrzymać tylko wówczas, kiedy natychmiast po połowie ryb zostanie schłodzona do temperatury 2—6°C, a następnie zamrożona. Nie ma bowiem innych możliwości zahamowania aktywności histydyny i przemiany jej w histaminę (17, 18, 19).

W niektórych krajach wydane zostały przepisy regulujące dopuszczalne ilości histaminy w rybach i przetworach rybnych. W Szwecji dopuszcza się do 20 mg/100 g tkanki wszystkich ryb i ich przetworów, w Kanadzie do 10 mg/100 g, w RFN do 20 mg/100 g, w CSRS dla produktów rybnych z tuńczyka i makreli do 20 mg/100 g, dla konserw rybnych do 30 mg/100 g, a dla sardynek do 50 mg/100 g tkanki.

W naszym kraju wytyczne Ministra Zdrowia wydane w 1984 r. ustalają dopuszczalny poziom histaminy w rybach i produktach rybnych do 20 mg/100 g tkanki (10).

Wzrastające zanieczyszczenie akwenów morskich w różnych częściach świata sprawia, że ryby coraz częściej tracą swoje walory technologiczne i sanitarne, stając się artykułami zagrażającymi zdrowiu ludzi. Rosną więc wymagania w stosunku do higienisty żywności, który zgodnie ze swoją szeroką wiedzą często zmuszony jest podejmować odpowiedzialne decyzje.

Piśmiennictwo

1. Anon.: Urząd Gospodarki Morskiej w Warszawie, TNOiK Szczecin. Kompleksowe zarządzanie Polską Strefą ekonomiczną i przyległym pasem wybrzeża. 1. 50, 1983.
2. Brenner D. J., Hickman-Brenner F. W., Lee J. V., Steigerwald A. G., Fanning G. R., Holtis D. G., Farmer J. J., Weaver R. E., Joseph S. W., Seidler R. J.: J. clin. Microbiol. 18, 815, 1983.

3. *Burzyńska H., Maciejska K., Borowiak M.* i wsp.: Roczniki PZH 6, 641, 1974.
4. *Chai T., Chen C., Rosen A., Levin R. E.*: *Appl. Microbiol.* 16, 1738, 1968.
5. *Edmunds W. J., Eitenmiller R. R.*: *J. Fd. Sci.* 40, 516, 1975.
6. *Falandysz J., Pokojcka A., Lorenc-Biała H., Jankowska J., Grawiński E.*: *Biul. Mor. Inst. Ryb.* 1-2, 48, 1983.
7. *Falandysz J.*: *Biul. Mor. Inst. Ryb.* 1-2, 45, 1984.
8. *Falandysz J.*: *Badania nad patologią ryb morskich Bałtyku*. cz. V, VI, VII, Zakład Higieny Weterynaryjnej w Gdańsku. Praca zlecona przez MiR w Gdyni w ramach programu rządowego PR-4. Gdańsk 1984, dane niepublikowane.
9. *Falandysz J.*: *Biul. Mor. Inst. Ryb.* 1-2, 38, 1985.
10. *Ganowiak Z.*: *Biul. Mor. Inst. Ryb.* 1-2, 66, 1985.
11. *Geyer H., Freitag D., Korte F.*: *Ecotoxic. Envir. Saf.* 3, 129, 1984.
12. *Gillard G. L.*: *Ann. Intern. Med.* 77, 211, 1972.
13. *Grawiński E.*: *Biul. Inst. Ryb.* 1-6, 14, 1982.
14. *Grawiński E.*: *Materiały VII Kongresu PTNW AR Lublin*, 2, 704, 1983.
15. *Grawiński E.*: *Materiały VII Kongres PTNW AR Lublin*, 2, 706, 1983.
16. *Grawiński E.*: Dane nie publikowane, 1982.
17. *Hardy R., Smith J. G. M.*: *J. Sci. Fd. Agric.* 27, 595, 1976.
18. *Lakritz L., Spinnell A. M., Wasserman A. E.*: *J. agric. Fd. Chem.* 23, 344, 1975.
19. *Leinstes C.*: *Nahrung*, 15, 109, 1971.
20. *Macejska-Roczan K.*: *Roczniki PZH* 3, 217, 1974.
21. *Pataschnik M., Groninger H. S., Barnett H., Kudo G., Koury B.*: *Mar. Fish. Rev.* 44, 1, 1982.
22. *Sankurathri C. S., Kabata Z., Whitaker D. J.*: *Syesis*, 16, 5, 1983.
23. *Sherwood M. J., Mearns A. J.*: *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 298, 177, 1977.
24. *Sindermann C. J.*: *Helgoländer Meeresunters*, 37, 633, 1984.
25. *Wurzinger J., Dickhaut G.*: *Fleischwirtschaft* 58, 989, 1978.

Adres autora: dr Edward Grawiński, ul. II Morskiego Pułku Strzelców 12/11, 81-661 Gdynia

PATOLOGIA I TERAPIA

JERZY MONKIEWICZ, STEFAN JACZEWSKI, EDWARD PAWLINA, GRAŻYNA RADZANOWSKA

Wpływ emisji huty miedzi na zawartość Pb, Cu i Zn w paszach, krwi i narządach krów^{*)}

Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt Wydziału Zootechnicznego AR, ul. Kozuchowska 7, 51-631 Wrocław

Wpływ rozwoju cywilizacji na stan zdrowia i produktywność zwierząt budzi coraz większy niepokój wśród społeczeństw we wszystkich gospodarczo rozwiniętych krajach. Najpoważniejszym źródłem zagrożeń jest zanieczyszczenie środowiska związkami chemicznymi. Jakkolwiek postęp w profilaktycznych dziedzinach nauk jest bardzo duży, to ogólnie pozostaje on daleko w tyle za rozwojem gospodarczym.

Badaniami objęto krowy utrzymywane w gospodarstwach sąsiadujących w bliskiej odległości od huty miedzi. Huta w ciągu roku emituje do atmosfery dymy i pyły w ilości do 561 ton/km², czyli 5,6 tony na hektar/rok. Po zbadaniu pyłu okazało się, że 18,9% to ołów, 11,4% miedź i 4,2% cynk. Stężenie ołowiu w powietrzu w promieniu do 500 m od huty wynosi 4,0 µg/m³, miedzi 2,17 µg/m³ i cynku 2,74 µg/m³ (29). Oprócz tych pierwiastków występuje szereg innych, takich jak: arsen, kadm, rtęć, glin i bizmut. W tak zdegradowanym środowisku musi dochodzić także do skażenia gleby i wody, a w dalszej konsekwencji płodów rolnych, zwierząt i ludzi. Badania Bohosiewicza (6, 9) już w latach 1973-75 (huta rozpoczęła działalność w latach 1971-72) wykazały podwyższoną ilość Pb, Cu, Zn w paszach pochodzących z tego terenu. Badania Roszyka (cyt. 6) wykazały, że w ciągu 2 lat ilość Pb w roślinach znacznie wzrosła. Ma to uzasadnienie między innymi w fakcie, że zarówno Pb, Cu jak i Zn posiadają wysoki współczynnik kumulacji, który wynosi odpowiednio 0,92, 0,97 i 0,66. Wyliczono również,

że do wody dostaje się średnio 15% Pb, 9% Cu i 22% Zn z ogólnej ilości tych związków wyemitowanych z huty (29).

Toksyczne działanie ołowiu polega przede wszystkim na wiązaniu wolnych grup sulfhydrylowych aminokwasów wchodzących w skład białek, co powoduje zaburzenia procesów biochemicznych w ustroju (10, 27, 38). Ołów powoduje zaburzenia w prawidłowej przemianie ciał porfirynowych, uniemożliwiając wbudowanie żelaza w pierścień hemowy (1, 11, 16). Z ogólnej ilości związków ołowiu, które dostają się drogą pokarmową do organizmów zwierząt, wchłania się od 5 do 10% (20, 32, 37). Główną zaś drogą wydalania ołowiu z ustroju są nerki (76%) i przewód pokarmowy (16%). Pozostałe 8% wydala się przez pot, utratę włosów, złuszczone nabłonki (33).

Ołów wchłonięty do ustroju ulega rozdzieleniu na przedział wolnowymienny i szybko wymienny. Przedział wolnowymienny to tkanka kostna, w której Pb gromadzi się przez całe życie. Przedział szybko wymienny składa się z tkanek i narządów miękkich oraz krwi. Poziom ołowiu w tkankach miękkich i we krwi wzrasta do wczesnego okresu dojrzałości organizmu, a następnie ulega zmianom jedynie w niewielkim stopniu. W większości tkanek miękkich i krwi nie obserwuje się znacznego wzrostu ilości Pb po przekroczeniu 20 roku życia u ludzi (2, 13). Podobne zjawisko u zwierząt stwierdził Hammond (19). Ostre zatrucia ołowiem u zwierząt są rzadkie i wydają się być mniej niebezpieczne od przewlekłych (34, 35).

^{*)} Pracę wykonano w ramach problemu międzyresortowego MR-II-10.