

TADEUSZ GREGA
Instytut Zootechniki w Krakowie

PRZECHODZENIE MIKRO- I MAKROELEMENTÓW ZAWARTYCH W KARMIE DO MLEKA

Pierwiastki szkodliwe

Mleko i jego produkty stanowią ważną pozycję w naszej diecie, dlatego też jego skład nie jest obojętny w dzisiejszej dobie skażenia środowiska naturalnego. Stale postępująca intensyfikacja rolnictwa, specyficzny sposób przechowywania i produkcji pasz na skalę przemysłową, emisja szkodliwych pyłów pochodzących z hut i fabryk stanowią główną przyczynę zanieczyszczenia paszy a tym samym i mleka. Jednym z niepożądanych składników mleka obok pestycydów, izotopów promieniotwórczych, zanieczyszczeń przemysłowych, pozostałości po środkach dezynfekcyjnych oraz toksynach naturalnych stanowią również pierwiastki chemiczne. O przechodzeniu do mleka takich pierwiastków jak Pb, Hg, Cd, Ni, As, F, Se wraz z paszą możemy stwierdzić na podstawie licznych doniesień, co wydaje się być szczególnie ważne dla zdrowia ludzi [1, 11, 12, 15, 19, 21, 22]. Zawartość niektórych pierwiastków chemicznych w mleku nie jest obojętna, albowiem po przeniknięciu do organizmu wywierają szkodliwy wpływ — co gorsza, dostrzegalny często dopiero po upływie pewnego czasu. Wiele pierwiastków i ich związków, jak np. arsenu czy niklu — posiada właściwości rakotwórcze zaś rtęć wywołuje zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym. Takie pierwiastki jak fluor czy selen, niezbędne dla ludzkiego organizmu, stosowane w nadmiarze stają się szkodliwe. Fakt przechodzenia do mleka pierwiastków szkodliwych ze środowiska został stwierdzony, mimo że są one odkładane w takich narządach jak: kości, wątroba, nerki, gruczoł mlekowy, dzięki czemu krowę mleczną w większości przypadków uważa się za filtr biologiczny [3, 5, 12]. Na podstawie najnowszych badań dotyczących kontroli homoestazy komponentów mineralnych w organizmie stwierdzono, że poziom takich pierwiastków jak: Se, F, Ni w mleku nie zmienia się w zależności od ich zawartości w paszy. Stwierdzenie tego faktu oraz istnienie mechanizmów obronnych organizmu nie może negować przechodzenia pierwiastków szkodliwych do mleka. Celem niniejszego opracowania jest omówienie potencjalnych źródeł skażenia paszy kadmem, ołowiem, rtęcią, arsenem,

niklem, fluorem, selenem oraz określenie stopnia ich przechodzenia do mleka.

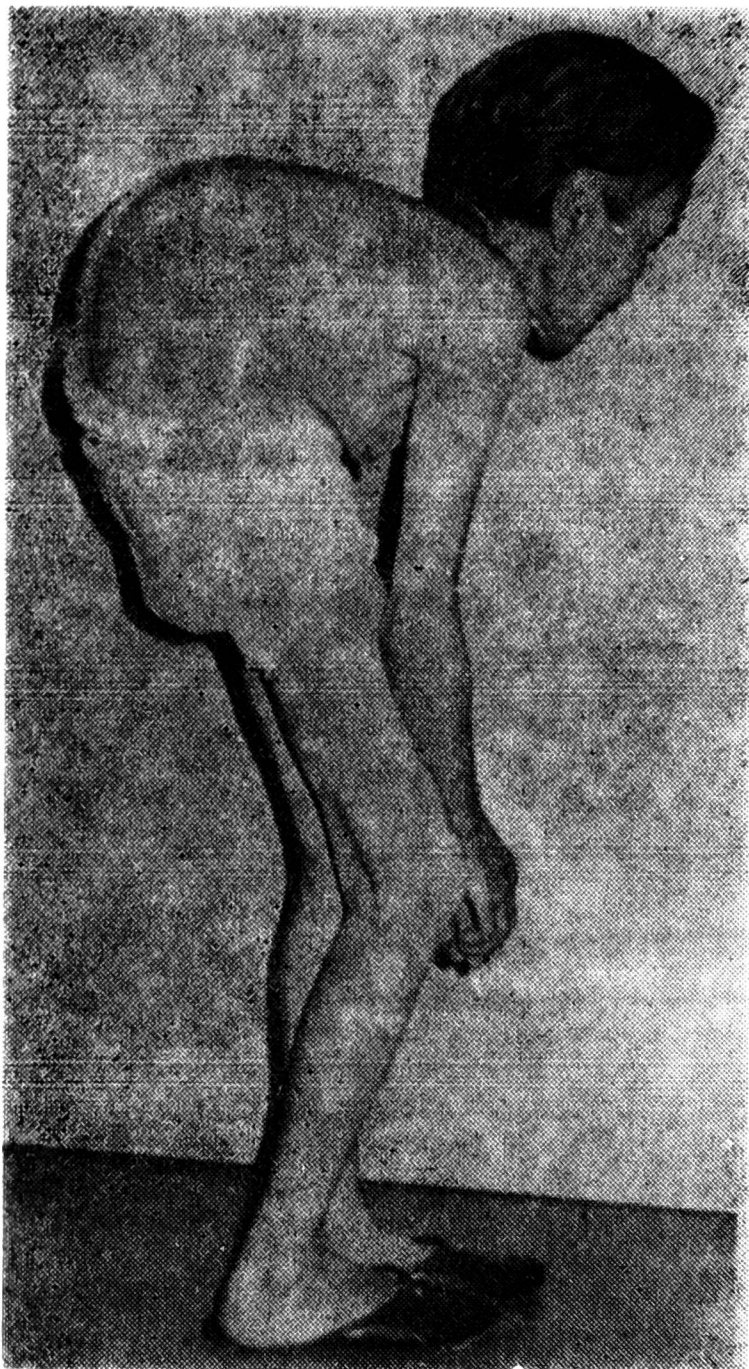
Kadm

Pierwiastek ten jest stosunkowo od niedawna zaliczany do zanieczyszczeń środowiska, które przechodzą do mleka wraz z paszą. Do środowiska dostaje się wraz z wodą i powietrzem. Do skażenia kadmem wody oraz paszy dochodzi najczęściej w pobliżu ośrodków przemysłowych, gdzie jego koncentracja w powietrzu wynosi $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (huty cynku, fabryki farby, zakłady galwanizacyjne [22]). Dalszym źródłem skażenia mogą być produkty pochodzące ze spalania węgla oraz olei (ogrzewczych i napędowych). Jest to szczególnie ważne przy stosowaniu tego rodzaju paliw w suszarniach ziarna lub siana. Potencjalne zagrożenie stanowią także nawozy fosforowe które zawierają stosunkowo dużą ilość tego pierwiastka — 0,01—34 ppm [22]. Nie można także dopuścić do zalania mułem pól uprawnych pochodzących z kanałów który zawiera około 100 mg kadmu/kg sm. [20].

Kadm w organizmie jest słabo absorbowany i głównie wydalany z kałem (90%) oraz moczem i mlekiem [22]. Mimo słabej absorpcji w jelitach kadm może powodować zatrucia które powodują obok zmniejszonego apetytu, podniesienia się ciśnienia krwi, zakłócenia w gospodarce mineralnej (Ca, P, Zn) oraz białkowej przy równoczesnym obniżeniu mleczości [20, 22]. Obniżeniu się mleczości o 50% towarzyszy wzrost zawartości tłuszczu i białka w mleku już w pierwszym tygodniu od momentu zatrucia [15]. Zatrucie kadmem u ludzi prowadzi do osteomalacji kości dając w efekcie jednostkę chorobową o nazwie Itai-Itai (fot. 1). Murthy i Rhea [18] określili jego poziom na 17—30 $\mu\text{g}/\text{litr}$, natomiast Hennig [za 22] wykazał poziom kadmu w mleku u krów rzędu 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sm. Według Nordberga [20] zawartość kadmu w mleku wynosi ($\mu\text{g}/\text{g}$): RFN — 0,009; Japonia — 0,003; Wielka Brytania — powyżej 0,002.

Miller i wsp. [15] podając krowom mlecznym dawkę 3,0 kadmu wykazali, że przechodził on do mleka w ilości 0,1 ppm co stanowi 0,022% spożytej dawki. Kadm został wydalony głównie z kałem w ilości 80% dawki. Podobne doświadczenie wykonali Neathery i wsp. [19], którzy stosując chlorek kadmu *per os* otrzymali go w mleku w ilości 0,00008% dawki. Wykazali oni również istnienie różnic gatunkowych w absorpcji i retencji kadmu w okresie laktacji. Autorzy ci wyrażają pogląd, że możliwym jest wyizolowanie z gruczołu mlekowego białek wiążących kadm co wskazuje na fakt odgrywania przez nie ważnej roli w przechodzeniu tego pierwiastka z krwi do mleka. Tego rodzaju studia pozwalają twierdzić, że kadm

dostaje się do gruczołu mlekowego na zasadzie transportu ułatwionego. Biorąc pod uwagę rezultaty powyższych prac należy stwierdzić, że mleko podobnie jak i mięso chronione są przed wysokim poziomem kadmu w paszy i tym samym możemy traktować krowę mleczną jako filtr dla tego pierwiastka [5, 16, 19].

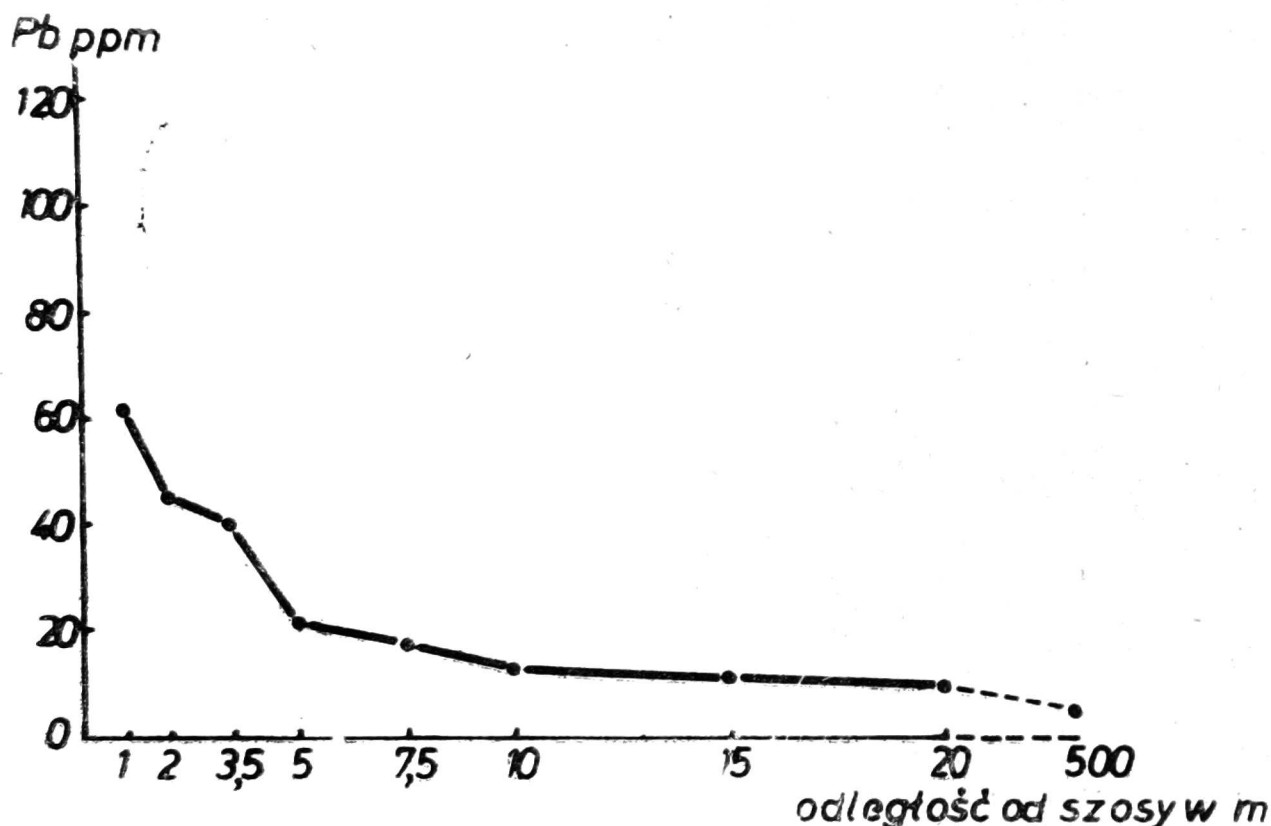


Fot. 1. Osobnik dotknięty chorobą Itai-Itai (wg. Nordberga, 1974)

Ołów

Potencjalnym źródłem skażenia tym pierwiastkiem organizmu są: przedmioty pokryte farbą zawierającą ołów, pył (uliczny przemysłowy), gleba, woda oraz naczynia sporządzone z dodatkiem ołowiu. Ołów do mleka dostaje się głównie z paszą. U krów mlecznych dawka nieco wyższa niż 5 mg ołowiu na kilogram ciężaru ciała powoduje wydalanie się tego

pierwiastka z mlekiem w ilościach dostatecznie dużych aby nie nada-
wało się ono do spożycia (2,26 ppm). Po upływie 4 miesięcy od mo-
mentu zatrucia mleko zawiera normalny poziom tego pierwiastka
0,03 ppm [14] Kerin i Kerin [za 4] podawali krowom mlecznym siano
z obszaru na którym znajdowały się huty ołowiu. Poziom tego pierwiastka
w mleku krów doświadczalnych wynosił 160—210 ppb w porównaniu
z 20 ppb w mleku krów pochodzących z obszarów nieuprzemysłowio-
nych. Podobne badania przeprowadzone zostały w Szwajcarii gdzie Blanc
i wsp. [za 4] skarmiając zielonkę zebrano nieopodal autostrady Zurich-
-Berno wykazali wzrost poziomu ołowiu z 25 na 65 ppb. Zawartość ołowiu
w zielonce w zależności od odległości od autostrady została zilustro-



Rys. 1. Zawartość ołowiu w zielonce w zależności od odległości od szosy
(wg. Bovaya, 1973)

wana na rys. 1. Zestawienie spożytego ołowiu z jego poziomem w mleku
pozwala sądzić, że krowa mleczna jest biologicznym filtrem dla tego
pierwiastka (Bruant i wsp. 1974). Ołów po spożyciu jest zdeponowany
w kościach, zanim przejdzie do nerek i wątroby, a następnie do mleka
[3, 4, 7, 27].

Zostało to udowodnione przez zestawienie poziomu ołowiu w takich
narządach jak nerki, wątroba, kości, gruczoł mlekowy po jego spożyciu
tab. 1. Meyer Jones [14] określa ilość zdeponowanego w kościach ołowiu
na 60%, zaś ilość zgromadzoną w wątrobie na 25%. Pozostała część dawki
jest zdeponowana w pozostałych narządach organizmu. Zawartość ołowiu
w mleku waha się dość znacznie i wynosi od 0,02 do 0,07 ppm [18]. Stelte

Tabela 1

Zawartość ołowiu w różnych narządach organizmu krowy mlecznej w 36 dni po spożyciu przez nią 99 ppm tego pierwiastka (wg. Bovay, 1973)

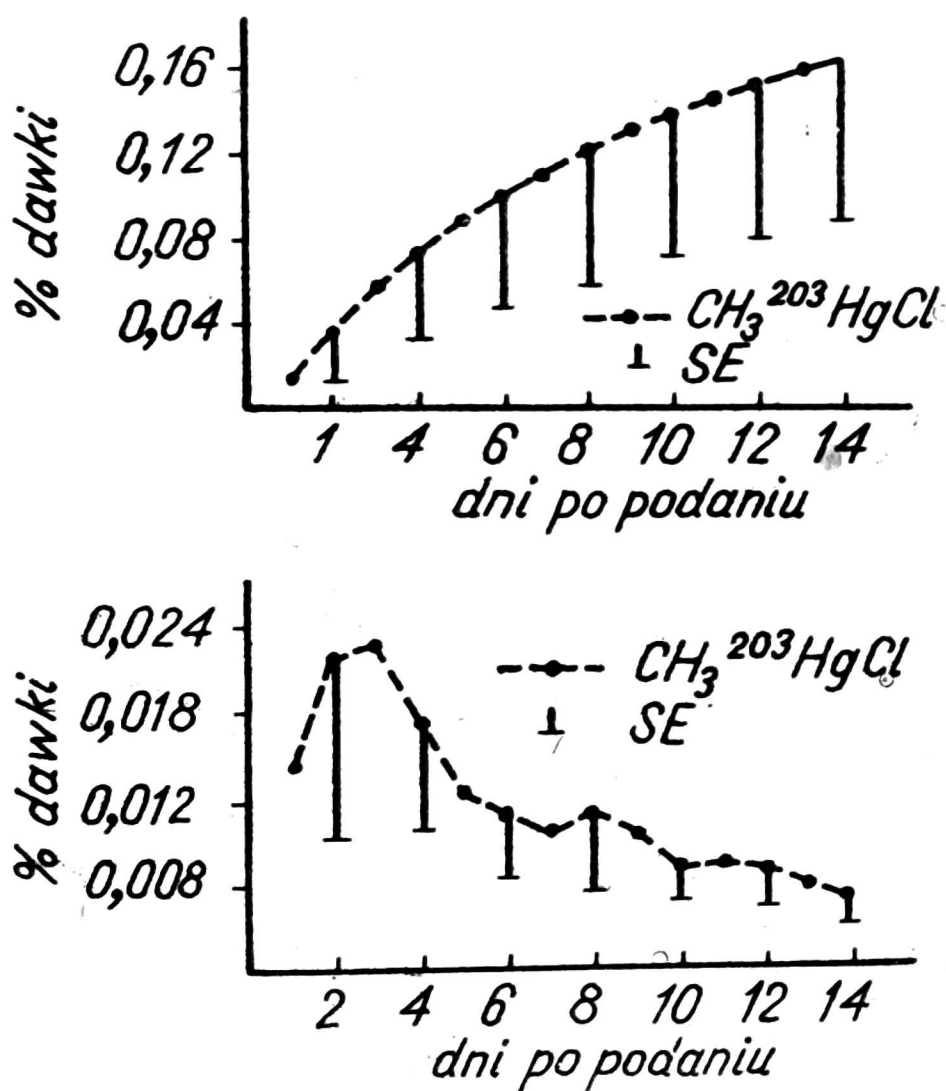
Narządy organizmu	Zawartość ołowiu w mg/kg świeżej tkanki
Mięśnie	0,240
Nerki	1,576
Wątroba	1,655
Kości	24,99
Gruczoł mlekowy	0,555

[za 4] określił poziom ołowiu w mleku na 70 ppb, ale była to wartość skrajna mierzona na obszarze uprzemysłowionym. Stanek [za 4] wykazał powiązanie między ilością opadów ołowiu na glebę i rośliny a jego poziomem w mleku. Według niego wartość ta wynosi od 55—79 ppb dla obszaru o opadzie od 150—1000 ton/km²/rok i 27 ppb dla obszaru o opadzie mniejszym niż 75 ton/km²/rok. Generalnie możemy powiedzieć, że mimo iż ołów przechodzi z paszy do mleka to większe zagrożenie dla zdrowia ludzi stanowi jego bezpośrednia emisja na środki spożywcze i wodę niż spożywanie mleka i jego produktów [21].

Rtęć

Kolejnym niepożądanym składnikiem mineralnym mleka jest rtęć. Mimo licznych doniesień o skażeniu nią środowiska (mleko kobiet, ryby morskie) nie wydaje się ona być poważnym skażeniem mleka [6, 12, 24, 25]. Istnieje jednak potencjalne niebezpieczeństwo narażenia zwierząt na zbyt wysoki poziom rtęci wskutek skarmiania pasz pochodzenia morskiego lub stosowania środków chemicznych zawierających ten pierwiastek przy kultywacji roślin. Badając mleko i jego przetwory Wiehen i Heine [28] wykazali, że mleko w proszku na terenie RFN zawiera 3—29 µg rtęci w przeliczeniu na kilogram. Autorzy ci wykazali również sezonowe różnice w zawartości tego pierwiastka w mleku (zima — 9—12 ppb; lato — 7—10 ppb). Poziom rtęci w mleku świeżym autorzy ci określili na 0,4—4 ppb. Wartości te są podobne do otrzymanych w Holandii 0,1—1 ppb, Dani — maksymalnie 5 ppb, USA — 8 ppb [4]. Porównując te dane z rezultatami uzyskanymi przez Stocka [za 24], należy stwierdzić, że mimo upływu 40 lat od momentu zastosowania rtęci w rolnictwie i przemyśle poziom jej w mleku i jego przetworach nie uległ zmianie. co świadczy o tym, że krowa mleczna stanowi prawdopodobnie filtr dla tego pierwiastka [5]. Badania Neatherego i wsp. [19] wykazały możliwość wchła-

niania tego pierwiastka w jelicie pod postacią metylochloranu rtęci. Po wchłonięciu rtęć była zdeponowana w nerkach (1,75%) i wątrobie (0,87%) dawki. Po upływie 2 tygodni od momentu podawania w mleku znajdowało się 0,17% dawki przy czym maksymalna jej zawartość została stwierdzona na 3 dzień po spożyciu (rys. 2). Ilość ta jest bardzo mała w porównaniu z zawartością np. cynku, który po absorpcji przenika do mleka co dowodzi, że pierwiastek ten jest prawie w 100% zdeponowany w tkankach organizmu dzięki czemu nie następuje zbytne zanieczyszczenie nim mleka.



Rys. 2. Zawartość rtęci w mleku po upływie 2 tygodni od momentu jej podania (wg. Neatherego i wsp. 1974)

W badaniach radzieckich [9] zadawano krowom mlecznym 0,5—0,53 mg etylochloranu rtęci w przeliczeniu na kilogram ciężaru ciała i wykazano, że związek ten był obecny w mleku przez okres 2 miesięcy od momentu zakończenia jego podawania w następujących ilościach (mg/l): 1 dzień — 0,05—0,07; 5—10 dzień — do 0,05; 15—20 dnia — 0,03; 25—55 dzień — do 0,01. Stwierdzono również, że rtęć nieorganiczna na skutek słabej absorpcji w jelitach przechodzi do mleka jeszcze w mniejszym stopniu [19].

Arsen

W mleku stwierdzono także obecność arsenu [12]. Pierwiastek ten dostaje się do mleka wraz z paszą względnie na skutek stosowania jego związków w leczeniu pasożytów skóry. Toksyczne dla ludzi ilości arsenu w mleku krów stwierdzono po spożyciu przez nie roślin spryskanych uprzednio środkami służącymi do niszczenia chwastów i zawierających ten pierwiastek w swoim składzie [14].

Pasza pochodzenia morskiego może go zawierać w ilościach 500—1000 razy większych. Po II wojnie światowej, gdy stosowano duże ilości środków zawierających arsen ilość jego w mleku była nieporównywalnie większa i wynosiła 0,2 mg/kg. Obniżenie znaczenia arsenu w rolnictwie spowodowało spadek jego zużycia co doprowadziło do obniżenia się poziomu tego pierwiastka w mleku. Arsen w swym działaniu jest podobny do ołowiu albowiem może się akumulować w organizmie [12].

Nikiel

W dostępnej literaturze nie natrafiono na szczegółowe dane dotyczące losów tego pierwiastka w ustroju. Prawdopodobną drogą kontroli jego homoestazy w organizmie są mocz i tkanki. W mleku występuje w ilości 0,1 ppm. Przy zastosowaniu jego dodatku do paszy w ilości 1,835 mg stwierdzono przejście do mleka 0,12% tej dawki. Nie stwierdzono przy tym ujemnego wpływu tego pierwiastka na produkcję i zdrowotność zwierząt [21].

Fluor

Fluor zawarty jest we wszystkich paszach spożywanych przez zwierzęta. Minimalne jego ilości są spożywane bez szkód dla organizmu, natomiast większe jego dawki są szkodliwe w zależności od zawartości fluoru i okresu jego spożywania. Przyjmowanie przez bydło nadmiernej ilości fluoru w wodzie lub paszy powoduje zespół zjawisk patologicznych określanych mianem fluorozy. Głównym źródłem naturalnego fluoru jest działalność wulkaniczna, jednakże rozwój techniki i uprzemysłowienie spowodowały powstanie nowych źródeł skażenia [11]. Fluor jest emitowany głównie przez huty aluminium, fabryki nawozów fosforowych, stalownie, huty szkła i inne zakłady przemysłowe. W wyniku ich działalności następuje zatrucie wody, powietrza, a także i roślinności głównie w otoczeniu źródła skażenia.

Wskutek tego najbardziej narażone na działanie związków fluoru są zwierzęta roślinożerne głównie bydło mleczne, albowiem u nich występu-

je zwiększone spożycie paszy i wody. Zwiększenie podaży fluoru u bydła powoduje wzrost jego poziomu w mleku [26].

Obserwacje nad zwiększaniem się poziomu fluoru w mleku krów z okolic narażonych na przemysłową jego emisję przeprowadzili [11]. Autorzy ci określili poziom tego pierwiastka na 0,88 ppm w mleku pochodzącym od krów hodowanych w okolicy hut aluminium, w stosunku do 0,35 ppm w mleku krów z terenów nieuprzemysłowionych. Wykazano również zależność poziomu fluoru w mleku od pory roku (najwyższe w zimie, najniższa w lecie). Autorzy tłumaczą tę zależność większą częstością i ilością opadów atmosferycznych w lecie które wypłukują związki fluoru z roślin. Według autorów cytowanych przez Kahla i Klewską [11] naturalna zawartość fluoru w mleku wynosi 0,05—0,25 ppm. Brak danych eksperymentalnych na temat mechanizmu przenikania fluoru do mleka, sądzić można jednak, że przechodzi on przez błonę komórkową pęcherzyka mlekowego na zasadzie prostej dyfuzji [13, 23].

Selen

Selen jako pierwiastek toksyczny znany jest od dawna, Rosenfeld i Beath [za 1] podają, że już w 1295 roku Marco Polo w swej podróży do Chin sugerował problem toksykologii selenu. W literaturze natrafiono na szereg prac na temat zatruc selenem zwierząt gospodarskich głównie na terenie USA, Kanady, Irlandii [14, Rosenfeld i Beath, Olson, Cooper za 1 i 16]. Na podstawie klinicznych objawów zatrucia rozróżnia się 3 jego formy: ostrą i dwie postacie zatrucia przewlekłego tzw. chorobę ługową i ślepą kołowaciznę [14]. Selen z organizmu jest wydalany głównie z moczem [14, 16]. Mniejsze jego ilości są wydalane z kałem, potem, wydychane z powietrzem i wydzielane z mlekiem w czasie laktacji. Stężenie selenu w mleku krów zatrutych dochodzi do 3 ppm. Z mlekiem mogą się wydzielać ilości selenu dostatecznie duże do spowodowania zatruc osesków cieląt [14]. Selen zostaje spożyty przez zwierzęta głównie z paszą. Jego zawartość w roślinach zależy głównie od gatunku, chemicznej formy, ilości w glebie, opadów i innych czynników związanych z warunkami klimatycznymi i glebowymi [1]. Selen nie możemy uważać za pierwiastek jedynie szkodliwy dla zdrowia albowiem w 1957 roku Schwarz i Foltz zaprezentowali go jako składnik paszy zapobiegający degeneracji wątroby u szczurów [1, 17].

W tabeli 2 zostało podane zapotrzebowanie na selen u różnych gatunków zwierząt domowych z uwzględnieniem jego toksyczności. Średni poziom selenu w mleku i jego produktach był określony na 69 ppb [17]. Mleko pełne zawiera 12 ppb selenu, ser 10 razy więcej, a śmietana połowę

Tabela 2

Zapotrzebowanie na selen i jego dawka toksyczna dla różnych gatunków zwierząt domowych [1]

Gatunek zwierzęcia	Selen w ppm	
	Zapotrzebowanie	Toksyczna dawka
Bydło mleczne	0,1	5
Bydło mięsne	0,05-0,1	—
Owce	0,1	3-20
Trzoda chlewna	0,1	5-10
Kurczęta (0-8 tyg.)	0,1	10
Indyki (0-8 tyg.)	0,2	—

tej wartości. W USA poziom selenu w mleku wynosi 5—67 ppb, w Nowej Zelandii 5—13 ppb, w Kanadzie 3—21 ppb [1]. Bombace i wsp. [2] określili poziom selenu w mleku i jego produktach na terenie Włoch na 8—10 ppb. Poziom selenu w organizmie nie zależy tylko od poziomu w paszy, ale także od zawartości innych jej składników. Stwierdzono powiązanie selenu ze związkami organicznymi (witamina E, B₁₂, aminokwasy, tłuszcze nienasycone) oraz szeregiem mineralnych (Mo, Cu, Co, Cd, Fe, Hg, Ag, S). Selen w organizmie występuje w formie organicznej jako efekt wbudowania do analogów aminokwasów siarkowych głównie metioniny. Istnieje sugestia, że w zwaczu selen jest wbudowany w białko mikroorganizmów, a następnie w wyniku ich hydrolizy jest on zaabsorbowany podobnie jak siarka jako aminokwas zawierający selen [1]. Poziom selenu w mleku zależy także od formy chemicznej występuje on w paszy. Przechodzenie selenu do mleka w formie organicznej (selenometionina) i nieorganicznej (selenin sodu) oraz jego rozkład w poszczególnych komponentach mleka był przedmiotem badań Jenkinsai Hidiroglou [10]. Wyniki doświadczenia wykazały, że większa część selenu przechodzi do mleka przy zastosowaniu seleninu sodu niż selenometioniny. Jednakże przy skarmianiu selenometioniny ta forma selenu jest bardziej dostępna dla jagniąt o niedorozwiniętym jeszcze zwaczu. Podobne spostrzeżenia poczynił także Hoque [8]. Wykazano również, że wysoki poziom selenu w paszy powoduje trzechkrotny wzrost wiązania i przenoszenia tego pierwiastka przez białka osocza. Bez względu na formę chemiczną selen był gromadzony w białkach mleka w ilości 95% dawki. We frakcji tłuszczowej i wodnej występuje tylko mała jego ilość. W pierwszych dniach po po-

rodzie skarmianie paszy seleninem sodu spowodowało, że selen łączył się z kazeiną (alfa, beta, gamma) w ilości 46—55% dawki, w odróżnieniu od białek serwatkowych (alfa-laktoglobuliny, albuminy surowiczej i immunoglobuliny) które związały tylko 38—46% selenu. Również przy podaniu selenometioniny selen wykazał większe powinowactwo do kazeiny (63—68% dawki niż białka serwatkowe (27—31%). Różnice w powinowactwie selenu do różnych frakcji białek mleka autorzy tłumaczą różną zawartość siarki w tych właśnie frakcjach. Ponieważ selen przechodzi do krwi jako komponent aminokwasów to prawdopodobnie dostaje się on do pęcherzyka gruczołu mlekowego na zasadzie transportu aktywnego któremu podlegają aminokwasy. Krowa mleczna jest traktowana jako filtr selenu [12].

LITERATURA

1. Ammerman C.B., Miller S.M.: Symposium: new concept and development in trace element nutrition. Selenium in ruminant nutrition: a review. *J. Dairy Sci.* vol. 58, no. 10, s. 1561—1577, 1975.
2. Bombace M.A., Rossi L.C., Clemente C.F.: Selen content of some foodstuffs and environmental samples in area of Italy rich in minerals. Comparative studies of food and environmental contamination. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1974 s. 341—349.
3. Bovay E.: Influences des composés fluores et des combinaisons de plomb sur les plantes et les animaux. *La Clinica Tossicologica Fasc.* 5—6, s. 377—391, 1973.
4. Brandl E.: Fremdstoffrückstände in Milch. *Osterreichische Milchwirtschaft.* Jg. 29, nr 17, s. 305—309, 1974.
5. Bruant C., Bruant J.P., Neuburger M., Fourcy A.: Use of neutron activations and atomic absorption to study certain heavy metals in the fodder — dairy products chain. Comparative studies of food and environmental contamination. International Atomic Energy Agency, Vienna, s. 293—307, 1974.
6. Diehl J.F., Schelenz G.: Quecksilber in Lebensmitteln. *Medizin und Ernährung* Jg. 12, H. 11, s. 241—249, 1971.
7. Furr K.A., Mertens D.R., Gutemmann W.H., Bache C.A., Lisk D.J.: Fate of polychlorinated biophenyls, metals and other elements in papers fed to lactating cows. *J. Agr. Food Chem.* vol. 22, nr 6, 1974.
8. Hoque D.E.: Selenium. *J. Dairy Sci.* vol. 53, nr 10, s. 1135—1137, 1970.
9. Iwaniewskij W.S., Ardatow A.N.: Wydzielanie etylochloranu rtęci z mlekiem krów. *Kołos*, nr 9, s. 88—89, 1972.
10. Jenkins K.J., Hidiroglou M.: Transmissions of selenium as selenite and as selenometionine from ewe to lamb via milk using selenium-75. *J. Can. Animal Sci.* vol. 51, nr 3, s. 389—403, 1971.

11. Kahl S., Klewska A.: Zawartość fluoru w mleku krów z okolic huty aluminium. Roczniki PZH, t. XXV, nr 1, s. 97—103, 1974.
12. Kroger M.: Chemical contamination in the milk. *Milchwissenschaft*, Jg. 28, (12), s. 753—757, 1973.
13. Linzell J.L., Peaker M.: Mechanism of milk secretion. *Physiological Review*. vol. 51, nr 8, s. 568—577, 1971.
14. Meyer Jones L.: Farmakologia i farmakoterapia weterynaryjna. s. 916—956, PWRiL W-wa, 1964.
15. Miller W.J., Lampp B., Powell G.W., Salotti C.A., Blackmon D.M.: Influence of high level of dietary cadmium on cadmium content in milk, excretion, and cow performance. *J. Dairy Sci.* vol. 50, nr 11, s. 1404—1408, 1967.
16. Miller W.J.: Symposium: new concepts and developments in trace element nutrition. New concepts and developments in metabolism and homeostasis of inorganic elements in dairy cattle. A review. *J. Dairy Sci.* vol. 58, nr 10, s. 1549—1560, 1975.
17. Morris V.C., Levander O.A.: Selenium content of foods. *J. Nutrition* vol. 100, nr 11, s. 1383—1386, 1970.
18. Murthy G.K., Rhea U.: Cadmium and silver content of market milk. *J. Dairy Sci.* vol. 51, nr 5, s. 610—612, 1968.
19. Neathery M.W., Miller W.J., Gentry R.P., Stake P.E., Blackmon D.M.: Cadmium-109 and methyl mercury-203 metabolism, tissue distribution, and secretion into milk of cows. *J. Dairy Sci.* vol. 57, nr 10, s. 1177—1183, 1974.
20. Nordberg G.F.: Health hazard of environmental cadmium pollution. *Ambio*, vol. 3, nr 3, s. 55—66, 1974.
21. O'Dell G.D., Miller W.J., King W.A., Ellers J.C., Jourcel H.: Effect of nickel supplementation and composition of milk. *J. Dairy Sci.* vol. 53, nr 12, s. 1545—1547, 1970.
22. Oelschläger W.: Über die Kontamination von Futtermitteln und Nahrungsmitteln mit Cadmium. *Landwirtsch. Forsch.* 27, s. 247—263, 1974.
23. Perkinson J., Whitney J., Monroe R.L., Lotz W., Comarc.: Metabolism of F^{18} in domestic animals. *Am. J. Physiol.* vol. 182, s. 383—386, 1955.
24. Schelenz R., Diehl J.F.: Application of neutron activation analysis to the estimation of dietary mercury intake by man. I. *Congresso International del Mercurio*, Barcelona, Mai, Band II, s. 53—58, 1974.
25. Simpson R.E., Horowitz W., Ray C.: Survey of mercury level in fish and other foods. *Pestic Monitor J.*, 7, s. 127—138, 1974.
26. Suttie J.W., Miller R.F., Phillips P.H.: Effect of dietary NaF on dairy cows. II. Effects of milk production. *J. Dairy Sci.* vol. 40, nr 12, s. 1485—1490, 1957.

27. Tolle A., Heeschen W., Bluthgen A.: Biozide und toxische Spurenstoffe in der Nahrungskette Boden-Pflanze-Milch-Mensch. Fortschritte der Veterinärmedizin, H. 20, s. 197—206, 1974.
28. Wiehen A., Heine K.: Der Quecksilbergehalt von Milchpulver in der Bundesrepublik Deutschland im Winter und Sommer 1972. Milchwissenschaft, vol. 28, s. 343—344, 1973.