

# MEDYCINA WETERYNARYJNA

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA NAUK WETERYNARYJNYCH

CZASOPISMO POSWIĘCONE NAUCE I PRAKTYCE WETERYNARYJNEJ  
 ZALOŻONE W 1945 R. PRZEZ WYDZIAŁ WETERYNARYJNY W LUBLINIE

REDAKCJA: Redaktor naczelny: Prof. Dr T. Żuliński (Lublin — Puławy), z-cy redaktora naczelnego: Prof. Dr H. Szwejkowski (Warszawa), Prof. Dr G. Stańkiewicz (Lublin), Sekretarz naukowy: Doc. Dr E. Prost (Lublin), Członkowie Komitetu Redakcyjnego: Prof. Dr B. Gancarz (Wrocław), Dr K. Morawski (Piaseczno) Z. Wojtatowicz (Warszawa).

WSPÓŁPRACOWNICY ZAGRANICZNI: Prof. Dr St. Angelow (Sofia — Bułgaria), Prof. Dr R. Harnach (Brno — CSRS), Prof. Dr V. Jelínek (Brno — CSRS), Prof. Dr H. Röhrer (Riems — NRD).

WSPÓŁPRACOWNICY KRAJOWI: Prof. Dr W. Bielański (Kraków), Prof. Dr J. Brill (Warszawa), Prof. Dr M. Cena (Wrocław), Prof. Dr A. Chodkowski (Lublin), Prof. Dr E. Domański (Warszawa), Prof. Dr Z. Fink (Lublin), Prof. Dr R. Hoppe (Warszawa), Doc. Dr H. Janowski (Puławy), Doc. Dr T. Jastrzębski (Lublin), Prof. Dr S. Kirkor (Swarzędz), z. Prof. Dr F. Klepaczek (Lublin), Doc. Dr T. Kobusiewicz (Zduńska Wola), Prof. Dr S. Kraus (Puławy), Dr J. Lipnicki (Warszawa), Lek. wet. mgr praw W. Lutyński (Warszawa), Dr S. Majdan (Puławy), v-Dyr. S. Mastalerz (Warszawa) Dr K. Millak (Warszawa), Doc. Dr S. Nyrek (Warszawa), Dyr. Dr H. Oberfeld (Warszawa), Dr T. Pustówka (Mysłowice), Dyr. S. Ryszkowski (Warszawa), Prof. Dr A. Senze (Wrocław), Dr S. Spiewak (Piotrków), Doc. Dr F. Stański (Lublin), Prof. Dr J. Szaflarski (Katowice), Doc. Dr E. Szyfelbejn (Warszawa), Prof. Dr A. Stryszak (Warszawa), Dr S. Wadowski (Olsztyn), Dr M. Wisiocki (Piotrków Kuj.), Doc. Dr J. Wiśniowski (Bydgoszcz), Prof. Dr A. Zakrzewski (Wrocław), Dr Z. Zdrojewski (Zamość), Dyr. J. Zuberbier (Warszawa), Prof. Dr E. Zarnowski (Lublin), Dr A. Zebracki (Wrocław).

MARIAN DECOWSKI

Puławy

## Zastosowanie izotopów w mikrobiologii

Radiobiologia obejmuje szeroki zakres badań nad wpływem napromieniania żywych organizmów elektromagnetycznymi promieniami wszystkich długości fal, począwszy od promieni kosmicznych do fal radiowych Hertza lub promieniowaniem jądrowym.

Promieniowanie jądrowe posiada właściwość jonizowania substancji. Promieniowanie jonizujące działa na żywy organizm powodując powstanie jonów.

Cząstki alfa mające duże rozmiary przenikają wolno przez materię, wywołując po drodze jej jonizację. Ich zasięg jest bardzo mały. Podobny efekt wywołują promienie beta czyli elektrony, które są bardziej przenikliwe. Promienie X i gamma są bardziej przenikliwe od promieniowania alfa i beta, jednak jonizacja właściwa jest znacznie mniejsza. Energia tego promieniowania jest wystarczająca do wyrzucenia jednego elektronu z atomu napromienionego ciała. Ten wtórny elektron przebiega przez materię w zależności od jego początkowej energii proporcjonalnej do zastosowanej energii elektromagnetycznej. Jony wytworzone wzdłuż ścieżki elektronu odpowiedzialne są za biologiczne efekty tego elektromagnetycznego promieniowania. Dlatego też jakiegokolwiek byłoby rodzaju promieniowania (alfa, beta, gamma, X) skutki biologiczne wywołane w pochłaniającej je materii są podobne.

Każda żywa materia poddana jonizującemu napromienianiu podlega postępowym uszkodzeniom, które pogłębiają się proporcjonalnie do wzrostu energii promieniowania. Zasada ta odnosi się do wszystkich żywych istot, zarówno do napromienianych wyższych ustrojów, jak i drobnoustrojów i komórek każdej tkanki.

Jednak takie same patologiczne zmiany, które powodują śmierć, wywoływane są przez bardzo różne dawki napromieniania, w zależności od gatunku zwierzęcia lub rodzaju komórki, co decyduje o gatunkowej i komórkowej radio-wrażliwości. I w tym należy szukać wpływu-maczenia, dlaczego napromienianie spowodowa-dza śmierć niektórych drobnoustrojów, bez widocznych uszkodzeń innych komórek bak-teryjnych. Wrażliwość drobnoustrojów zależna jest również od stanu w jakim się znajdują, są więcej wrażliwe w stadium logaryt-micznego wzrostu niż w stanie spoczynku lub lg-fazie.

Natężenie promieniowania wyrażone jest ilością wytworzonych w początkowej fazie jonów. Pierwotnie wytworzone jony posiadają krótki żywot, zmieniają się one na czynne substancje, zdolne do wywoływania chemicznych zmian w sąsiednich drobinach. Niewątpliwie popromienna jonizacja posiada duży destrukcyjny wpływ na strukturę i bio-logię komórki, jednak nie wydaje się, by stano-wiła ona pierwotną przyczynę uszkodzenia komórki, gdyż jak to wykazał *Alexander* w swym referacie wygłoszonym na sympozjum w Wenecji w 1959 r., występuje ona dopiero po zniszczeniu wewnątrzkomórkowych zapór. Krytyczną reakcją jest zatem zniszczenie we-wnątrzkomórkowej struktury, a nie unieczyn-nienie biologicznie czynnych drobin w drodze jonizacji. W oparciu o ten fakt *Back* i *Alexan-der* wysuwają teorię uwolnienia enzymów, wg której typowe popromienne uszkodzenia, takie jak zahamowanie mitozy, śmierć komórki i pod-ział chromozomów są spowodowane czynnoś-cią wewnątrzkomórkowych enzymów, dotych-

czas uwięzionych w strukturze komórki. Według *Petersa* w komórce znajduje się poplątana sieć różnych błon i barier, w których zawieszane są różne enzymy. Komórka funkcjonuje prawidłowo jedynie w przypadku, gdy enzymy znajdują się ściśle w swych właściwych miejscach. Obok enzymów istotnych dla prawidłowego funkcjonowania komórki znajdują się również enzymy szkodliwe, jak np. DNA-aza trzymane niejako na uwiezi. Z chwilą ich uwolnienia przez zniszczenie zapór zaczynają działać i wywierają destrukcyjny wpływ na życie komórki. Przy zastosowaniu mikroskopu elektronowego stwierdzono istnienie w cytoplazmie komórkowej barier o grubości 30—80 Å, jednak dotychczas tą metodą nie udało się stwierdzić, czy rzeczywiście napromienienie powoduje rozerwanie wspomnianych barier. Nie udało się również stwierdzić istnienia podobnych zapór w substancji jądrowej. Jednak fakt, że w wielu eksperymentach zdołano udowodnić większą wrażliwość substancji jądrowej niż cytoplazmy nasuwa przypuszczenie, że uszkodzenie jądra komórkowego spowodowane jest wspólną akcją uwolnionych szkodliwych enzymów w jądrze oraz przenikających podobnych enzymów z sąsiednich partii cytoplazmy poprzez łatwo przepuszczalną błonę jądrową.

Ciekawe dane opublikowali *Stent* i *Fuerst* (*Advances in Biological and Medical Physics* 1960 t. VII) w odniesieniu do fagów *E. coli* piętnowanych P-32. Pierwiastek ten rozmieszczony jest przeważnie w DNA, tym podstawowym dla fagów kwasie nukleinowym przenikającym w czasie zakażenia do wnętrza bakterii. Budowa DNA jest charakterystyczna. Układa się w dwa spiralnie skręcone łańcuchy połączone ze sobą drobinami wodoru, przy czym fosforany (zawierające w tym przypadku piętnowany fosfor) stanowią więź pomiędzy poszczególnymi nukleotydami. Radioaktywny fosfor zwoina wygasa wysyłając promienie beta i w końcu przechodzi w siarkę. Wówczas struktura chemiczna łańcucha DNA ulega w tym miejscu rozerwaniu, a prócz tego wysyłane podczas wygasania fosforu wewnątrz DNA promienie beta działają równocześnie destrukcyjnie poprzez wywołaną jonizację. W konsekwencji następuje rozerwanie łańcuchów w wielu miejscach. Jeśli pęknięcia powstają w różnych sektorach łańcuchów DNA wówczas są one dla życia faga nieszkodliwe, jego śmierć następuje w rzadkich przypadkach rozerwania łańcuchów w punktach przeciwnych. W tym oświetleniu wydaje się zrozumiałe, że tylko 0,1% rozpadów aplikowanego P-32 powoduje śmierć faga. Powyższa hipoteza jest poparta faktem, że niektóre fagi *E. coli* (S13 i Fi X 117) o strukturze DNA, składającej się tylko z jednego łańcucha, wykazują wyższą wrażliwość niż fagi będące przedmio-

tem cytowanych doświadczeń. Na podstawie tych doświadczeń przypuszcza się również, że zabójcze działanie przypisać należy raczej energii promienistej, wyzwolanej przy wewnętrznym rozpadzie P-32, a nie promieniom beta z sąsiednich komórek.

Badania nad destrukcyjnym wpływem P-32 wprowadzonego do wnętrza komórki bakteryjnej wykazują podobny mechanizm jak przy fagach. Działa jedynie piętnowany fosfor rozmieszczony w DNA, a nie w pozostałych strukturach komórki. Podobnie jak przy fagach jonizacja odgrywa pośrednią rolę.

Do wywoływania popromiennych efektów z zewnętrznych źródeł promieniowania potrzebne są znacznie większe ilości energii, np. do wywołania mutacji przez promienie gamma potrzeba dawki większej niż  $10^3$  r, do zahamowania wzrostu  $10^5$  r, a do śmierci komórki do 2 milionów r, a nawet do 20 milionów dla zabicia niektórych przetrwalników. Śmiertelna zaś dawka promieniowania wewnętrznego wynosi często zaledwie kilka lub kilkanaście mC\*.

Absorbowane jonizujące promienie, atakując najczulsze punkty w komórce bakteryjnej nadwężają jej dużą w normalnym stanie stabilność, wypaczają bieg procesów biologicznych i sprowadzają mutację w zakresie zależnym od natężenia energii promienistej. Przy absorpcji dużych dawek zachodzące zmiany są tak duże, że komórka ginie, dawki duże lecz nie śmiertelne działają na chromosomy, dawki mniejsze mogą być przyczyną nieznacznych przejściowych modyfikacji w mniej ważnych cechach morfologicznych lub fizjologicznych.

Napromienienie stosowaną dawką chromosomów prowadzi do ich rozpadu z tendencją do rekonstruowania, które przeważnie przebiega nieprawidłowo. W tym sensie odróżnić można 4 stany: a) translokacja — gdy jedna część pękniętego chromosomu łączy się z inną obcą; b) inwersja — gdy dwie części tego samego chromosomu łączą się z powrotem, lecz przeciwnymi końcami; c) deficyjencja — gdy część chromosomu zostaje stracona i d) duplikacja — gdy łączy się razem więcej części niż należało się tego spodziewać. Takie w nie normalny sposób połączone chromosomy mogą dać początek zmienionej przeważnie deficytowej populacji.

W powyższym rozdziale przedstawiono wpływ izotopów promieniotwórczych na komórkę jako zagadnienie wchodzące w zakres radiobiologii. Kierunek ten umożliwia badania z zakresu genetyki, zmienności drobnoustrojów, ich wewnętrznej struktury, rozmieszczenia pierwiastków w substancji jądrowej i cytoplazmie, wzajemnego stosunku bakterii i fagów itp.

\*) 1 mC =  $3.7 \times 10^7$  rozpadów na sek.



Drugi sposób zastosowania izotopów promieniotwórczych to bardzo czuła pomocnicza metoda laboratoryjna, przy której promieniotwórcze pierwiastki, stosowane w nieszkodliwych lub mało szkodliwych dla komórki dawkach, służą jako wskaźniki do śledzenia różnych biologicznych procesów w ogólnym tego słowa znaczeniu. Mało jest biochemicznych problemów, przy których tego rodzaju technika nie mogłaby być stosowana. W połączeniu z innymi metodami, szczególnie z nowoczesnymi, takimi jak elektroforeza lub chromatografia, pomoże ona bez wątpienia do rozwiązania wielu atrakcyjnych problemów naukowych z dziedziny biologii. Stanowi ona najbardziej wydatną z dotychczas stosowanych metod fizycznych.

Głównymi walorami tej metody są:

1. Prawie całkowita identyczność związków piętnowanych, tzn. posiadających w swym składzie sztucznie wprowadzony promieniotwórczy izotop ze związkami niepiętnowanymi. Związki piętnowane posiadają zatem takie same właściwości biologiczne jak związki niepiętnowane, a minimalne zachodzące między nimi różnice nie mają żadnego praktycznego znaczenia. Wyjątek stanowi jedynie izotop wodoru (tryt), który przez swój większy ciężar atomowy może dawać pewne odchylenia.

2. Przy zastosowaniu czułej aparatury lub autoradiografii można z łatwością wykryć ślady promieniotwórczego pierwiastka w ilościach, jakich nie można oznaczyć żadną chemiczną metodą, np. węgla w ilości  $10^{-9}$ , a fosfor nawet  $10^{-13}$  g. Można zatem stosować izotopy w minimalnych dawkach.

3. Przeważnie zbędna jest konieczność wyosobniania badanych końcowych związków, co przeważnie jest skomplikowanym procesem lub, jeśli zachodzi taka potrzeba, proces ten jest znacznie uproszczony.

Mikrobiologia stanowi wdzięczne pole dla stosowania techniki izotopowej ze względu na łatwość wprowadzania promieniotwórczych pierwiastków do wnętrza komórki. Odbywać się to może w dwojaki sposób: a) przez dodatek promieniotwórczego izotopu do podłoża w dawce nie zagrażającej rozwojowi drobnoustrojów. Pierwiastek w czasie rozmnażania się bakterii zostaje wchłonięty i rozmieszczony w cytoplazmie lub substancji jądrowej, b) pierwiastek promieniotwórczy może być adsorbowany na powierzchni bakterii. Drugi sposób stosuje się w przypadkach potrzeby piętnowania wysoką aktywnością w dawce działającej destrukcyjnie na podział komórek. Najczęściej stosowane są fosfor (P-32), węgiel (C-14), siarka (S-35), jod (I-131) i żelazo (Fe-59).

Istnieje szereg kierunków stosowania promieniotwórczych izotopów w mikrobiologii:

1. Bardzo użyteczne są przy badaniu metabolizmu drobnoustrojów, ich właściwości bio-

syntezy oraz enzymatycznego rozkładu i przemiany węglowodanów, białek, tłuszczów i aminokwasów. Ułatwiają badania metabolizmu endogennego i egzogennego, wskazując że trudno odróżnić te dwa procesy, gdyż stale się wymieniają znajdując się w stanie dynamicznej równowagi. Umożliwiają badania przemian chemicznych w komórkach bakteryjnych, np. gdy podano piętnowany związek A i wykryto ten izotop w związku B, tzn. że związek B jest pochodną związku A. Przez wprowadzenie do komórek radioaktywnego fosforu lub węgla można otrzymać i wykryć piętnowane węglowodany lub cukry. Na przykład stwierdzono, że sacharoza (C-14) przechodzi na drodze enzymatycznej w piętnowaną dekstrozę. Możliwe się stało przebadanie metabolizmu siarki przez normalne i zmutowane *E. coli* oraz wyznaczenie rozmieszczenia fosforu w nukleoproteidach i fosfolipidach *E. coli*. Frakcje piętnowanych P-32 paciorkowców wykazały po zastosowaniu ultradźwięków rozdział fosforu, zarówno w substancji M jak i w precypitacie płynu wierzchnego. Odnosnie bruceli stwierdzono przy zastosowaniu C-14, że pierwiastek ten jest umieszczony w glicynie oraz kwasie nukleinowym (pirimidina), i że rozmieszczenie jego jest jednakowe, niezależnie od cech szczepu. Stwierdzono również, że zdolność pochłaniania CO<sub>2</sub> nie ma żadnego wpływu na zjadliwość bakterii. Badanie metabolizmu octanu sodu (C-14) przez mykobakterie wykazało, że jest on asymilowany proporcjonalnie do ilości żywych komórek. Fakt ten może stanowić skuteczną metodę do oznaczania żywotności szczepionki BCG. Tych kilka losowo wybranych przykładów nie zamyka obszernej listy wykonywanych prac i doświadczeń nad fizjologią komórki bakteryjnej.

2. Metoda ta ułatwia badania mechanizmu działania antybiotyków, środków chemoterapeutycznych i dezynfekcyjnych na drobnoustroje. W tej dziedzinie ogłoszono bardzo dużo prac. Otrzymywanie radioaktywnych antybiotyków i preparatów chemoterapeutycznych otwiera szerokie możliwości badań nad mechanizmem działania tych substancji na komórkę bakteryjną. Piętnowaną penicylinę otrzymuje się przez dodanie S-35 do podłoża, na którym pleśń ma być hodowana. Stosując taką penicylinę stwierdza się znaczne różnice w absorpcji antybiotyków przez wrażliwe i odporne na nią szczepy, zwłaszcza że przez błonę komórkową przechodzą tak znikome ilości penicyliny, że nie sposób ją wykryć innymi sposobami.

3. Metoda izotopowa stwarza duże możliwości w badaniu fizjologii wirusów. Przy równoczesnym zastosowaniu mikroskopu elektronowego można poznać strukturę fagów i mechanizm ich przenikania do wnętrza komórki. Fag *E. coli* jest czynny tylko wówczas,

gdy ma uszkodzony ogonek. Dodatek T.P.A. do hodowli wirusa grypy silnie potęguje rozmnażanie się wirusa, co wskazywałoby na współdziałanie tego czynnika w syntezie nukleoprotein wirusa.

4. Znaczną rolę odgrywają również izotopy w badaniach epidemiologicznych i epizootycznych. Przeprowadzono dotychczas wiele badań przy użyciu piętnowanych *M. tuberculosis* BCG, *P. pestis*, bruceli, shigeli, gronkowców i *S. typhi*. Badania te rzuciły światło na rozprowadzenie drobnoustrojów w organizmie wyższym, ich zachowanie się, wpływ na ogólny metabolizm gospodarza, natężenie rozmnażania się i ich wydzielanie. W eksperymentalnych badaniach przekonano się, że komórki BCG wstrzyknięte świnie morskiej zostają w 50% zlokalizowane w miejscach zastrzyku. Reszta jest rozmieszczona u nieuodpornionych zwierząt w wątrobie i śledzionie, w gruczołach zaś limfatycznych u uodpornionych. Zupełnie podobne zjawisko stwierdzono przy zakażeniu myszek *Br. abortus*. Za pośrednictwem wskaźników izotopowych udało się wykryć 50% z ilości aplikowanych zwierzęciu komórek bakteryjnych w porównaniu z 1% przy metodzie mikrobiologicznej. Dalej stwierdzono współzależność między lokalizacją tbc w skórze a stopniem odporności. Badano rozprzestrzenianie się tuberkuliny w ustroju uodpornionym i nieuodpornionym oraz losy aplikowanych toksyn.

5. Liczne prace wykonano w dziedzinie immunologii przy użyciu piętnowanych komórek bakteryjnych lub ich frakcji jako antygenów oraz piętnowanych przeciwciał. Stwierdzono, że przeciwciała są syntetyzowane *de novo* z luźnych aminokwasów. Wbudowywanie znaczących aminokwasów rozpoczyna się bezpośrednio po wprowadzeniu antygenów i wyprzedza na szereg dni pojawienie się strącalnego przeciwciała. Promieniotwórcze pierwiastki wskazują lokalizację antygenów w komórkach ustroju, nagromadzenie się w narządach, ich usuwanie, miejsca wytwarzania się przeciwciał, losy surowic odpornościowych stosowanych w biernym uodpornieniu oraz umożliwiając badania nad mechanizmem limfocytozy itp.

6. Wreszcie izotopy mogą być stosowane jako pomocnicze przy badaniach laboratoryjnych. Przy pomocy natężenia aktywności można wyznaczyć wagę prątków gruźlicy w zawieszynie — zgodnie z pomiarami nefelometrycznymi. Stwierdzono również, że zjawiska precypitacji zachodzą tylko w przypadku stosunku przeciwciała do antygeny jak 2:1 lub więcej.

Przy zastosowaniu piętnowanych barwników badano mechanizm barwienia mikroorganizmów. Otrzymane wyniki wskazują, że przepuszczalność błony komórkowej jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o różnicowaniu drobnoustrojów barwionych wg Grama.

Ostatnio stosuje się również izotopowe wskaźniki dla śledzenia penetracji piętnowanych antygenów lub surowic odpornościowych w agarze podczas precypitacji żelowej.

W niniejszym referacie usiłowano scharakteryzować ogólne kierunki badań mikrobiologicznych przy użyciu izotopów promieniotwórczych. Całość wskazuje, że ta nowa metoda jest bardzo pożyteczna, a w niektórych przypadkach wręcz niezbędna dla rozwiązywania ogólnych i specjalnych problemów i przy obecnym gwałtownym jej rozwoju otwiera duże możliwości na przyszłość.

Adres autora: doc. dr Marian Decowski, Puławy, Instytut Weterynarii.

#### KOROWIN N. K.: W sprawie leczenia nekrobacilozy kończyn bydła. (K leczeniu nekrobacilloza konieczności krupnego rogatego skota). Wietierinaria 5/61.

Nekrobaciloza kończyn bydła występuje najczęściej w deszczowych, wiosennych miesiącach. W porze zimowej spotyka się tylko sporadyczne przypadki tej choroby. Wywołują ten stan mechaniczne urazy kończyn, zdarzające się na pastwisku (ściernisko, kłujące krzewy) i następne zakażenie zranień skóry i tkanki łącznej podskórnej szczeliny międzyracicowej, grzbietowej i ołoniowej powierzchni pęciny. Dołączają się następnie porażenia obejmujące część poduszki racic, więzadła, a nawet i kości.

W początkowym przebiegu choroby obserwuje się kulawiznę, podwyższenie ogólnej ciepłoty ciała, przyspieszenie tętna i oddechu, oraz zmniejszenie mleczności. Przy oględzinach szczeliny międzyracicowej, korony i powierzchni zginaczowej pęciny dostrzega się zaczerwienienie i bolesne w dotyku nacieczenie. W dalszym przebiegu choroby pojawia się charakterystyczny wrzód o powierzchni pokrytej ciągliwym lepkiem, cuchnącym wysiękiem szarozółtawej barwy. Rozpoznanie ustala rozeznanie bakteriologiczne. Choroba trwa ok. 1,5 miesiąca, a przebieg jej jest cięższy u młodych zwierząt (jałówki, pierwiastki).

W przypadkach niezadawnionych autor uzyskiwał dobre wyniki po zastosowaniu własnej metody leczenia. Sposób ten polegał na mechanicznym usuwaniu obumarłych tkanek, a następnie stosowaniu 20—30 minutowych kąpiei kończyn w podgrzanej do 34—43° roztworze, składającym się z 5 l 20% Sol. Natrii chlorati i 10 g Kalii hypermanganici. Po kąpiei nakładano opatrunek umaczany w tym samym roztworze. Zabiegi te powtarzano co drugi dzień. Po 3—5 kąpielach owrzodziały odcinki oczyszczały się. Przystępowano wtedy do leczenia sprzyjającego szybkiemu odtwarzaniu tkanek. W tym celu nakładano opatrunek z zawiesziną, składającą się z 50 ml dziegciu, 50 ml oleju rycynowego, 50 ml tranu i 3 g jedoformu. Po 1—2 opatrunkach powierzchnie owrzodzeń pokrywały się normalną tkanką ziarninową, bóle kończyn ustępowały, mleczność wznawiała się. Przeciętny czas leczenia trwał 2—5 tygodni. W zaniedbanych przypadkach połączonych z szybkim przebiegiem choroby, obejmującym więzadła i kości, oraz wycięciem racic zwierzęta wybrakowywano.

Oprócz leczenia wskazane są środki zaradcze o charakterze zapobiegawczym, polegające na 1—2 krotnym w ciągu tygodnia przepędzaniu zwierząt przez płytkie zbiorniki zawierające 10% emulsję kreolinową.

F. Klepaczko