

# Wąglik jako broń biologiczna – wybrane aspekty etiologiczne, epidemiologiczne i militarne

Jan Lach<sup>1</sup>, Teresa Sulgostowska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wojskowa Akademia Medyczna w Warszawie

<sup>2</sup>SGGW

Wąglik (*anthrax*) jest zakaźną chorobą bakteryjną wywołaną przez laseczkę (*Bacillus anthracis*). Bakteria ta ma zdolność tworzenia przetrwalników, poza organizmem zwierzęcia lub człowieka, w środowisku zewnętrznym. Formy przetrwalnikowe bakterii, zwane także zarodnikami, wykazują wybitną odporność na działanie czynników niesprzyjających (wysychanie, wysoka temperatura itp.) [2]. Na wąglika chorują głównie zwierzęta roślinożerne – krowy, owce, kozy, renifery i wielbłądy, rzadziej konie, muły, świnie. Zaobserwowano także występowanie epizootii lub ognisk wąglika u dziko żyjących zwierząt roślinożernych, takich jak bawoły czy antylopy. Zwierzęta mięsożerne także chorują na wąglika, są jednak znacznie bardziej odporne na tę chorobę; opisano pojedyncze przypadki u psów. Choroba może być przeniesiona na człowieka [1]. Wrotami zakażenia, zarówno u zwierząt jak i u ludzi, jest przewód pokarmowy, drogi oddechowe i skóra.

## ASPEKTY MILITARNE

W minionych kilku dziesiątkach lat zaczęła zmieniać się specyfika działań zbrojnych. Zamiast typowych wojen, toczonej między państwami, nasilają się lokalne konflikty zbrojne często o charakterze wojen domowych, które toczą się przez dłuższy czas na określonym terenie, stwarzając ogromne zagrożenie dla ludności cywilnej. Coraz bardziej realne staje się zagrożenie użycia broni masowego rażenia, zarówno w konfliktach lokalnych jak i w celach terrorystycznych. Dotyczy to także broni biologicznej, a wynika głównie z niewielkich kosztów produkcji takiej broni oraz rewolucji informatycznej, umożliwiającej łatwy dostęp do danych naukowych i technologicznych, co z kolei pozwala na wytwarzanie jej w prymitywnych laboratoriach. Istnieje grupa państw prowadzących politykę konfrontacyjną, państwa te dążą do posiadania broni biologicznej. Ponadto starają się ją posiadać skrajne ugrupowania religijne, a także grupy przestępcze [4].

Obecna strategia obronności Rzeczypospolitej Polskiej, uchwalona przez Sejm w 2000 roku, ma charakter jednoznacznie obronny. Polska nie prowadzi żadnych działań zagrożających jakimkolwiek państwu i nie traktuje swoich sąsiadów jako przeciwników. W przyszłości mogą jednak wystąpić zagrożenia w bliższym lub dalszym otoczeniu strategicznym, gdyż jako państwo graniczne NATO Polska może stać się obiektem różnorodnych działań skierowanych zarówno przeciw naszemu krajowi, jak i przeciw innym państwom

sojuszu [2]. Nakazuje to być przygotowanym na szybkie rozpoznanie i odparcie ataku. Konieczna jest więc odpowiednia wiedza wśród społeczeństwa oraz właściwe wyposażenie i wyszkolenie sił zbrojnych.

Spśród ponad 30 potencjalnych czynników biologicznych, wchodzących w skład wykazu drobnoustrojów mogących mieć zastosowanie w wojnie biologicznej, znawcy przedmiotu wymieniają wąglika. Wąglik obok ospy spełnia kryteria powodujące wysoką śmiertelność u zakażonych osób. Umożliwia względnie łatwe metody produkcji na dużą skalę oraz wykazuje dużą stabilność zjadliwości form przetrwalnikowych. Możliwość stosowania wcześniejszych działań profilaktycznych jest ograniczona. Śmiertelność w nie leczonych przypadkach wąglika wynosi 80%. Należy także brać pod uwagę małe doświadczenie kliniczne w rozpoznawaniu przez lekarzy w Europie tak wąglika, jak i innych schorzeń wywołanych przez potencjalne biologiczne środki masowego rażenia [1].

Amerykanie zadali sobie trud obliczenia kosztów działań profilaktycznych, leczniczych i likwidacji skutków bioterrorystycznego użycia laseczki wąglika w stutysięcznym mieście. Oszacowano, że na wąglika zachoruje około 50 000 ludzi, z czego umrze blisko 33 000. Straty w ludziach i ekonomiczne skutki takiego ataku mogą być przerażające. Użycie na przykład 100 kg form przetrwalnikowych wąglika (w formie aerozolu) w mieście Waszyngton może spowodować śmierć 3 milionów ludzi. Jest to więcej niż po użyciu bomby wodorowej. Koszty likwidacji skutków takiego ataku wyniosłyby ponad 26 miliardów dolarów.

W 1942 roku Anglicy, w ramach badań nad bronią biologiczną, skazili wąglikiem wyspę Sruinard u wybrzeży Szkocji, zrzucając na jej powierzchnię bomby zawierające zarodniki wąglika. Na wyspie umieszczono stada owiec jako zwierzęta doświadczalne. Owce zaczęły padać już w drugim dniu po zakażeniu. W skażonej powierzchni zarodniki wąglika okazały bardzo trwałą zjadliwość. Jeszcze po 40 latach, kiedy zdecydowano się odkazić teren, izolowano z gleby żywe przetrwalniki wykazujące pełną zjadliwość [1].

## WYSTĘPOWANIE WĄGLIKA NA ŚWIECIE I W POLSCE

Wąglik jako choroba opisywany był już w starożytności. Nazwę *anthrax* wprowadził Hipokrates (460-377 r. p.n.e.), a Wergiliusz (70-19 r. p.n.e.) wykonał dokładny opis objawów chorobowych u owiec, wspominając także o zachorowaniach wśród ludzi. Zaobserwowano, że ludzie chorują po zetknięciu się z produktami pochodzącymi z padłych zwierząt, np. wełną i skórą. W ciągu wielu stuleci choroba ta powodowała ogromne spustoszenia w stadach zwierząt domowych. Próbowano przeciwdziałać zachorowaniom z niewielkim skutkiem.

W końcu XVI w. Republika Wenecka wprowadziła zakaz handlu mięsem zwierząt padłych z powodu wąglika. Dopiero w XIX w. udało się uzyskać efekty w walce z tą chorobą. W 1823 r. udowodniono możliwość przeszczepienia choroby z krowy na kozę i na konia. W potowie XIX wieku Kazimierz Józef Davaina opisał bakterie, które nazwał *Bacillus anthracis* (laseczka wąglika). Ludwik Pasteur potwierdził bakteryjną przyczynę choroby, wyprodukował szczepionkę i zastosował ją z dobrym skutkiem w 1881 r. W pięć lat później w Niemczech Robert Koch wykrył zarodniki wąglika i opisał ich dużą odporność na czynniki fizyczne [1]. Przez następne lata w większości krajów starano się za pomocą działań epidemiologicznych ograniczyć liczbę zachorowań i to z dobrymi efektami.

Tam gdzie jeszcze 100 lat temu choroba czyniła spustoszenie wśród zwierząt domowych i była poważnym zagrożeniem dla ludzi, obecnie nie stwierdza się zachorowań lub występują one sporadycznie. Największe sukcesy uzyskano w ciągu minionych 30 lat [6].

Obecnie w Europie takie kraje, jak: Szwecja, Finlandia, Austria, Czechy, Litwa, Łotwa, Dania, Irlandia, Luksemburg oraz Polska są wolne od tej choroby lub występuje ona sporadycznie. W Polsce w 1996 r. stwierdzono kilka zachorowań w okolicy Łomży, a we wrześniu 1996 r. jeden przypadek w województwie lubelskim. W europejskiej części Rosji stwierdza się sporadyczne zachorowania u zwierząt i ludzi ograniczone do pewnych rejonów. W krajach leżących w południowej części Europy, takich jak: Jugosławia, Rumunia, Węgry stwierdzono od kilku do kilkunastu zachorowań zwierząt domowych i kilka przypadków u ludzi. Liczba zachorowań jest stosunkowo duża w Hiszpanii, a w Grecji i Albanii notuje się rocznie od kilkunastu do kilkudziesięciu ognisk u zwierząt i tyleż zachorowań wśród ludzi. W Turcji zachorowania wśród zwierząt stanowią już problem epidemiologiczny, bowiem notuje się tu rocznie kilkaset przypadków wągliku [1, 6].

Na kontynencie amerykańskim w części północnej (Kanada i USA) choroba występuje sporadycznie. Stwierdzono zachorowania wśród bizonów w Kanadzie. W USA wśród zwierząt hodowlanych zdarzają się przypadki zachorowań w niektórych stanach, takich jak: Arkansas, Missisipi, Kansas, Nowy Meksyk, Oklahoma, Kalifornia, Nebraska, Dakota, Teksas. W Ameryce Środkowej i Południowej wąglik występuje enzootycznie. Najczęściej spotykany jest w Peru, Boliwii, Chile i Meksyku [1, 6]. Na kontynencie afrykańskim mało zachorowań na wąglik odnotowuje się w krajach basenu Morza Śródziemnego i Republice Południowej Afryki. Natomiast w Afryce Środkowej występuje duża zachorowalność na wąglik zarówno wśród zwierząt domowych oraz dzikich, jak i u ludzi. Częste wojny domowe i bieda powodują, że zdarzają się tu także przypadki jelitowej postaci choroby u ludzi [1]. W Chinach zdarza się rocznie około tysiąca przypadków u ludzi, przy małej liczbie zgłaszanych przypadków u zwierząt, co sugeruje niedokładności w nadzorze weterynaryjnym. Wietnam i Kambodża należą do państw poważnie dotkniętych wąglikiem. Tajlandia osiągnęła w ostatnich latach znaczne zmniejszenie zachorowań w wyniku akcji profilaktycznej. W Korei Południowej wystąpiła w latach 1994-1995 enzoozja wśród bydła, ale następne lata przyniosły zanik zachorowań. Malezja i Tajwan są wolne od wągliku, a występowanie choroby na Filipinach i Indonezji jest ograniczone do pojedynczych rejonów. W Australii choroba występuje sporadycznie. Jednak niespodziewanie w 1997 r., w rejonie Wiktorii, pojawiła się enzoozja wśród zwierząt hodowlanych w kilkudziesięciu farmach [1, 6].

Najbardziej narażeni na wąglik są ludzie związani z rolnictwem lub przemysłem, w którym wykorzystuje się surowce zwierzęce. Na podstawie historycznych analiz epidemiologicznych uważa się, że na 10 zakażonych i padłych dzikich zwierząt występuje 1 przypadek wągliku u ludzi (najczęściej postać skórna), a na 30 do 60 wprowadzonych do obrotu handlowego chorych zwierząt przypada jedno zachorowanie człowieka (przeważnie postać jelitowa). W 4 fabrykach USA u ludzi, którzy w związku z wykonywaną pracą mieli kontakt z wąglikiem, przypadki zachorowań dotyczyły od 0,6 do 1,4% zatrudnionych. W 1979 r. notowano epidemie wśród ludzi

w Zimbabwie. W tym samym roku w Świerdłowsku, gdzie robiono doświadczenia nad bronią biologiczną, w wyniku awaryjnego uwolnienia suchych przetrwalników wągliku zmarło 66 osób oraz padło wiele zwierząt [1, 6].

### Rezerwuwar zarazka

Naturalny rezerwuwar zarazki stanowią zwierzęta, które wydają zarazki z moczem, kałem i śliną. W glebie zarazki tworzą przetrwalniki, które zachowują żywotność i zjadliwość przez dziesiątki lat, ale także mnożą się wegetatywnie. Rozmnażanie zachodzi poza żywicielem w sprzyjających warunkach, tj. przy temperaturze między 8° a 45°C, pH między 5 a 9, względnej wilgotności większej niż 95% oraz w obecności odpowiednich substancji odżywczych. Oprócz gleby źródłem zakażenia są produkty zwierzęce pochodzące od chorych lub padłych zwierząt, a więc przygotowane z krwi, skóry i wełny [2].

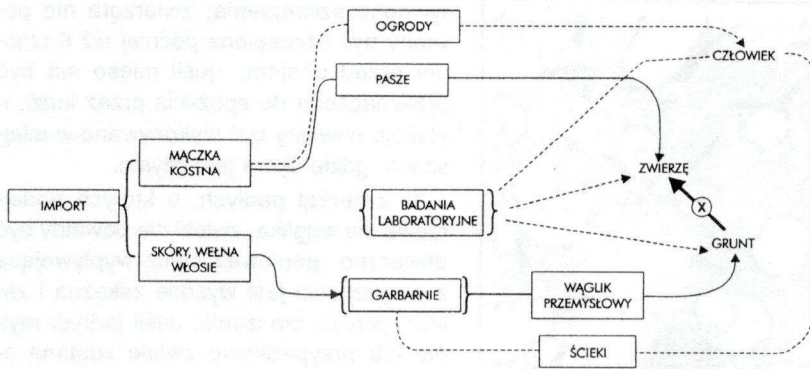
### Drogi zakażenia

Zwierzęta w większości przypadków zakażają się drogą pokarmową na skażonych pastwiskach, jedząc trawę zanieczyszczoną zarodnikami pochodzącymi z gleby. Zakażenie następuje najczęściej przy uszkodzeniu błony śluzowej. Ostra trawa i piasek powodują często zranienie błony śluzowej jamy gębowej, żołądka i jelit, a spożyta wraz z karmą gleba, zawierająca przetrwalniki wągliku, zwiększa możliwość zakażenia [1, 2].

Zalewanie pastwisk wodą ściekową przez garbarnie stanowiło w przeszłości duże niebezpieczeństwo dla pasących się tam zwierząt. W krajach, gdzie prowadzona jest hodowla na skalę przemysłową zanieczyszczona pasza może stanowić znaczące źródło zakażenia, szczególnie dla krów mlecznych. Niewłaściwie obrabiane mięso oraz mączka kostna, produkowane z lokalnie pozyskiwanych zwierząt skierowanych na ubój sanitarny lub pochodzące z importu, stwarzają duże zagrożenie. W czasie transportu statkiem nawet pasza roślinna może ulec zanieczyszczeniu, jeśli kadłuby, luki ładunkowe i inne pojemniki statków nie są czyszczone między powtarzającymi się ładunkami, lub gdy suche skóry zwierzęce przewożone są na wierzchu ułożonych tusz mięsnych. Zakażenie paszy może nastąpić przez powtórne użycie worków do pakowania pasz [2]. W czasie powodzi zarodniki wągliku są wypłukiwane z gleby i przenoszone przez wodę nawet na wielokilometrowe odległości. Po powodziach obserwowano się występowanie zarodników wągliku w wysychających kadłubach. Woda może więc być także drogą zakażenia dla zwierząt [1]. Jeszcze jedną drogą zakażenia wąglikiem, szczególnie w Afryce, może być bierne przenoszenie zarodników przez owady żywiące się krwią [1, 6].

Drogi zakażenia u ludzi są stosunkowo liczniejsze niż u zwierząt. Zakażenie może nastąpić [1, 6]:

- ♦ na skutek wdychania pyłu unoszącego się z zakażonych skór lub sierści podczas ich załadunku, rozładunku, zdejmowania, suszenia, zszywania lub innych wykonywanych czynności;
- ♦ po spożyciu żywności pochodzącej od zwierząt chorych na wąglik;
- ♦ podczas kontaktu z chorymi lub padłymi zwierzętami oraz surowcami i wyrobami pochodzenia zwierzęcego;
- ♦ podczas kontaktu z zakażoną glebą;
- ♦ bardzo trudne, a w większości niemożliwe, jest zakażenie człowieka od człowieka.



Rys. 1. Zawleczenie choroby z krajów endemicznego występowania do innego kraju oraz drogi szerzenia się w kraju importującym

W badaniach na zwierzętach naczelnych określono, że a-erozolowa dawka infekcyjna dla ludzi wynosi od 8 do 50 tys. przetrwalników [2, 4].

#### Charakterystyka morfotyczna i czynniki zjadliwości bakterii

*Bacillus anthracis* jest bakterią o kształcie laseczki o wymiarach  $4 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ , gram dodatnią, mającą właściwość wytwarzania przetrwalników wewnątrz komórki – endospor, zwanych także zarodnikami. Wygląd laseczki wąglika zależy w dużej mierze od środowiska, w którym się znajduje. We krwi i innych tkankach ma postać grubej walcowatej i prostej pałeczki. W preparatach oglądanych pod mikroskopem widać, że komórki te połączone są w postaci łańcuchów, krótkich w materiale pochodzącym z krwi lub z tkanek oraz długich – w materiale pochodzącym z hodowli na agarze stałym.

*Bacillus anthracis* jest bakterią bardzo jednolitą morfotycznie; szczepy izolowane z różnych źródeł i terenów są niemal identyczne, zarówno fenotypowo jak i genotypowo [1, 6].

Formy wegetatywne mnożą się wewnątrz zakażonego organizmu, ale po wydostaniu się na zewnątrz giną szybko, nawet w tak zwyczajnych warunkach środowiska jak woda lub mleko. Wytwarzanie zarodników wewnątrz bakterii, w formie owalnych ziarenek, zapobiega ich ginięciu. Zarodniki w bakterii powstają w środowisku zewnętrznym w temperaturze  $37^\circ\text{C}$  i przy dostępie tlenu. Zarodniki są bardzo odporne na niekorzystne warunki środowiska: wysokie i niskie temperatury, wysychanie, działanie promieni jonizujących, a nawet gotowanie (giną dopiero po kilku minutach gotowania). Zarodniki po przedostaniu się do nowego organizmu przekształcają się w formy wegetatywne, a mnożąc się często powodują po pewnym czasie jego śmierć [1, 6].

*Bacillus anthracis* jest bakterią bardzo zjadliwą dla zwierząt i ludzi. Zjadliwość powodują dwa czynniki: zdolność wytwarzania otoczki polipeptydowej (kwas poli-g-D-glutaminowy) oraz egzotoksyny węglowej. Otoczka zapobiega niszczeniu mikroorganizmu przez mechanizmy odpornościowe zaatakowanego organizmu, a egzotoksyna wywołuje wstrząs toksyczny [6]. Obecnie znany jest już mechanizm tworzenia

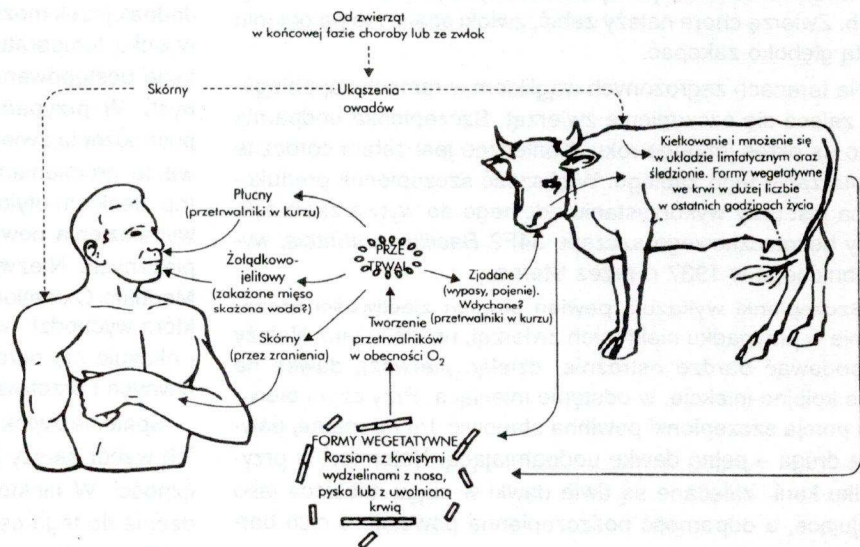
się tej toksyny. Kompleks toksyczny składa się z trzech białek, które razem powodują zaburzenia ruchu wody i jonów w organizmie, wywołując charakterystyczne obrzęki węglkowe. Między innymi następuje obniżenie aktywności granulocytów obojętnochłonnych, toksyna działa szczególnie szkodliwie na makrofagi i uszkadza je. Uszkodzone makrofagi syntetyzują dużą ilość cytokin typu interleukiny-1 i w wyniku uwalniania się tych cytokin powstaje wspomniany wstrząs toksyczny, którego rezultatem jest padnięcie zwierzęcia lub zejście śmiertelne człowieka. Toksyna uszkadza także śródbłonek naczyń włosowatych, powodując obumieranie komórek. Wywołuje to krwawienia wewnątrz organizmu,

widoczne klinicznie w postaci wycieków krwi z nosa, ust i odbytu charakterystycznych dla umierających ofiar tej choroby. Wyciekająca krew zawiera duże ilości laseczek wąglika [1, 6].

#### Symptomy choroby u zwierząt

Dostanie się przetrwalników do ustroju zwierzęcia jest warunkiem rozwoju choroby. Zakażenie drogą pokarmową możliwe jest wówczas, kiedy wcześniej nastąpiło uszkodzenie tkanek, nie dotyczy to zakażenia inhalacyjnego. Po wejściu do organizmu przetrwalniki zaczynają zmieniać się w formy wegetatywne i wraz z krwią transportowane są do różnych części układu naczyniowego organizmu, gdzie mnożą się w bardzo szybki sposób. Początkowo układ odpornościowy zwierzęcia usiłuje walczyć z infekcją. Bakterie są filtrowane przez śledzionę i inne części układu siateczkowo-śródbłonkowego. W końcu jednak dochodzi do całkowitego załamania się układu odpornościowego, zwiększa się tempo mnożenia bakterii i w ciągu kilku godzin dochodzi do poziomu powyżej 108 bakterii w mililitrze krwi. Okres rozmnażania u zwierząt roślinożernych wynosi od około 36 do 72 godzin.

W tym czasie u zwierząt występuje: brak apetytu, zmniejszona produkcja mleka, trudności w oddychaniu, a w końcu



Rys. 2. Cykl infekcyjny przy wągliku; zwraca uwagę podstawowe znaczenie przetrwalników. Do zakażenia może dochodzić także przez wnikiwanie form wegetatywnych, kiedy ludzie lub zwierzęta mięsożerne jedzą mięso pochodzące od zwierząt padłych na wąglika lub kiedy do zakażenia dochodzi poprzez ukąszenia owadów [6].

przestają jeść i pić [2]; w niektórych przypadkach pojawia się obrzmienie w okolicy podżuchwowej. Trzeba zaznaczyć, że temperatura tylko niekiedy jest podwyższona, ale przeważnie pozostaje w normie. W końcowym stadium choroby dochodzi do śpiączki, a potem śmierci. Hodowcy najczęściej przekonują się o obecności wąglika w stadzie dopiero wtedy, gdy występuje jeden lub więcej nagłych upadków zwierząt [6].

Hodowcę powinny zaalarmować następujące zjawiska:

- ♦ u przeżuwaczy – przypadki nagłego padania zwierząt, krwiste wycieki z otworów ciała, podskórne wylewy krwawe;

- ♦ u koniowatych – gorączka, niepokój, duszność, pobudzenie;

- ♦ u świń i zwierząt mięsożernych – powiększenie węzłów chłonnych, szczególnie okolicy szyi, opuchnięcie pyska.

### Rozpoznanie

Rozpoznanie ustala się za pomocą badań laboratoryjnych. Materiał do badań pobierany jest z ucha, które nacina się pobierając krew lub wycinek tkanki. Można także pobrać krew strzykawką z dostępnej żyły. Rozmaz po wysuszeniu i utwaleniu barwi się błękitem metylenowym (barwnik M'Fadyeana). Wydzielina z nosa, jamy gębowej lub z odbytu może także zawierać dużą liczbę laseczek wąglika i może stanowić materiał do badań laboratoryjnych [6, 7].

Chorych zwierząt praktycznie się nie leczy z uwagi na wysokie koszty leków i nieoptymalność takiego postępowania. Obecnie istnieje zakaz leczenia, wynikający z ustawy o zwalczaniu chorób zakaźnych.

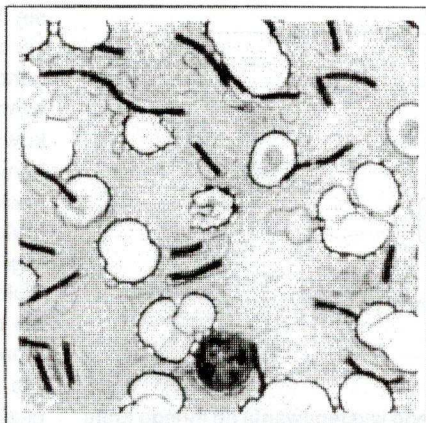
### Zapobieganie

W zapobieganiu ważna jest regularna kontrola weterynaryjna, zarówno zwierząt jak i przewożonych produktów zwierzęcych. Zwierzę chore należy zabić, zwłoki spalić lub po oblanie naftą głęboko zakopać.

Na terenach zagrożonych wąglikiem w ramach zapobiegania zaleca się szczepienie zwierząt. Szczepionka uodparnia tylko na okres jednego roku. Konieczne jest zatem coroczne powtarzanie tego zabiegu. Większość szczepionek produkowana jest przy wykorzystaniu zdolnego do wytwarzania toksyny bezotoczkowego szczepu 34F2 *Bacillus anthracis*, wyisobnionego w 1937 r. przez Sterne.

Szczepionki wykazują pewien stopień zjadliwości szczególnie w przypadku niektórych zwierząt, np. kóz i lam. Należy je podawać bardzo ostrożnie, dzieląc pierwszą dawkę na dwie kolejne iniekcje, w odstępie miesiąca. Przy czym pierwsza porcja szczepionki powinna stanowić 1/4 normalnej dawki, a druga – pełną dawkę uodparniającą. Natomiast w przypadku koni zalecane są dwie dawki w ciągu miesiąca jako inicjujące, a odporność poszczepienna powstaje u nich bardzo wolno.

Zalecane środki ostrożności przy stosowaniu tych szczepionek to: przechowywanie ich w lodówce bez zamrażania; zwierzęta szczepione nie powinny otrzymywać antybiotyków na kilka dni przed oraz po szczepieniu, gdyż obniża to efek-



Fot. Laseczki wąglika widoczne we krwi zwierzęcia, przypominające wagoniki kolejowe [6]

tywność szczepienia; zwierzęta nie powinny być szczepione później niż 6 tygodni przed ubojem, jeśli mięso ma być przeznaczone do spożycia przez ludzi; iniekcje powinny być wykonywane w miejscach, gdzie skóra jest czysta.

U zwierząt padłych, u których podejrzewa się wąglika, zwłoki nie powinny być otwierane, ponieważ ciecz wypływająca z wnętrzości jest wysoce zakaźna i zanieczyszcza otoczenie. Jeśli jednak mylnie lub przypadkowo zwłoki zostaną otwarte, to u owiec i bydła widać ciemną niekrzepnącą krew, wyraźnie powiększoną śledzionę. Jelita i krezka są pogrubione oraz obrzękłe, a ilość płynu otrzewnowego jest duża; w większości narządów wewnętrznych widoczne są krwawe wybroczyny. U koni narządy wewnętrzne czę-

sto są mniej zmienione. U innych zwierząt podejrzenie o obecność wąglika może stanowić, oprócz wysięków krwotocznych, zapalenie i obrzęk warg, języka, dziąseł, policzków i gardła [2]. Po usunięciu zwłok zwierząt podejrzanych o wąglika należy bardzo starannie odkazić miejsca, gdzie były sekcjonowane, oraz narzędzia i materiały, które zostały użyte [6].

Ważnym elementem zwalczania wąglika jest skuteczna likwidacja wykrytego rezerwuaru zarazków. Stosuje się procedury niszczenia fizycznego (spalanie) w połączeniu z używaniem preparatów dezynfekcyjnych. Wymagane jest przestrzeganie środków ostrożności. Szczególnie ważne jest używanie rękawic, fartuchów ochronnych, okularów lub masek zabezpieczających użytkownika przed zanieczyszczeniem skóry lub oczu. Jedyne kilka silnie działających związków chemicznych oraz drastycznych metod postępowania jest w stanie, w sposób nie budzący wątpliwości, zniszczyć przetrwalniki wąglika. Podstawowymi środkami dezynfekcyjnymi są: formaldehyd, aldehyd glutarowy, nadtlenek wodoru i kwas nadoctowy. Nadtlenek wodoru oraz kwas nadoctowy nie są skuteczne, gdy w środowisku dezynfekowanym jest krew. Jednak jeżeli możliwe jest zniszczenie materiału odkażanego wysoką temperaturą lub jego spalaniem, należy preferować takie postępowanie zamiast stosowania związków chemicznych. W przypadku pewnych materiałów lub półproduktów pochodzenia zwierzęcego można stosować np. napromienianie promieniami gamma, a także oddziaływanie gazami (np. tlenkiem etylenu). Prowadzi się badania naukowe w celu wynalezienia nowych technologii utylizacji odpadów niebezpiecznych. Niezwykle obiecująca jest metoda Supercritical Modulus Oxidation (nadkrytyczne utlenianie cząsteczkowe), która wychodzi właśnie z fazy doświadczeń laboratoryjnych i okazuje się bardzo skuteczna w zwalczaniu form roślinnych i przetrwalników wąglika [5, 6].

Spalenie zwłok można przeprowadzić kilkoma sposobami. Ich wybór zależy jednak od dostępnych środków oraz okoliczności. W niektórych krajach dostępne są specjalne urządzenia do tego celu. Spalanie, niezależnie od jego sposobu, zajmuje wiele godzin, jeśli niszczeniu podlegają duże zwierzęta domowe, np. bydło. Rozróżnia się następujące metody: spalanie w specjalnie przygotowanych zagłębieniach ziemi; spalanie na stosie; spalanie przy wykorzystaniu specjalnych ruchomych spalarni. Posługując się dwiema pierwszymi wy-

mienionymi metodami należy wziąć pod uwagę fakt, że zgodnie z zasadami fizyki, to co znajduje się w trakcie spalania poniżej poziomu płomieni (grunt, gleba, resztki zwłok itp.) pozostaje w niższej temperaturze. Należy zatem pilnować, aby spalanie było kompletne [6].

Międzynarodowe przepisy zoosanitarne, plan zapobiegania i zwalczania wąglika u zwierząt inwentarskich oraz postępowanie w czasie transportu materiału zakaźnego omówiono szczegółowo w opracowaniu „Wąglik u ludzi i zwierząt, zapobieganie oraz zwalczanie” [6].

#### WĄGLIK U LUDZI

W zależności od sposobu zakażenia wąglikiem chorobę dzielimy na postaci: skórą, płucną, żołądkowo-jelitową oraz posocznicę o ciężkim przebiegu [1]. Jedynie postać płucna może powodować masowe straty i jest przedmiotem zainteresowania terrorystów [5]. Ta postać występuje wtedy, gdy zakażenie zarodnikami następuje drogą wziewną. Jednak, aby doszło do zakażenia i rozwinięcia się choroby, cząstki będące w powietrzu i zawierające zarodniki muszą być odpowiednio małe, by dostać się do pęcherzyków płucnych. Ich wielkość na ogół nie przekracza 1-5  $\mu\text{m}$ , większe są zatrzymywane w nosie i górnych drogach oddechowych, i mogą nie wywoływać objawów klinicznych [1]. Okres inkubacji trwa od 24 godzin do 6 dni, a potem objawy kliniczne postaci płucnej przebiegają dwufazowo. Początkowo stwierdzane są nieswoiste objawy rzekomo grypowe, suchy kaszel, niewysoka gorączka, bóle mięśniowe, ogólne osłabienie. Po 2-4 dniach stan chorego przejściowo poprawia się, ale na krótko. W drugiej fazie choroby pojawiają się nagle ciężkie zaburzenia w oddychaniu, z występującą sinicą. Tętno przyspiesza się, wzrasta częstość oddechów. W niektórych przypadkach obserwuje się obrzęk okolicy twarzy, szyi, klatki piersiowej. Badanie radiologiczne płuc wykazuje poszerzenie śródpiersia oraz obecność płynu w jamie opłucnowej. Ciśnienie krwi obniża się. U około połowy chorych występuje zapalenie opon mózgowych, często z wybroczynami podpajęczynówkowymi. Po upływie 24-36 godzin chory często umiera z powodu bakteriemii oraz szoku septycznego.

W postaci skórnej wąglika do zakażenia dochodzi nawet przy drobnym uszkodzeniu powłok skórnych. Zarodniki wąglika, przedostające się przez uszkodzenie, są pożerane przez makrofagi. Wewnątrz makrofagów zarodniki przeobrażają się w postacię wegetatywną. Następnie laseczki mnożą się i zaczynają wydzielać toksynę, doprowadzając do rozpadu makrofaga. Okres wylęgania trwa od kilkunastu godzin do 2 tygodni. W miejscu wniknięcia zarodników powstaje mała zaczerwieniona grudka lub krostka, która z czasem przekształca się w pęcherzyk, a ten z kolei przechodzi w owrzodzenie, zawierające na swoim dnie czarne suche masy martwicze (chorzy nazywają to czarną krostą).

Wokół zmiany otaczająca skóra jest obrzęknięta na powierzchni od kilku do kilkunastu milimetrów. Po 7-14 dniach owrzodzenie ulega wygojeniu pozostawiając trwałą bliznę. Do samowyleczenia dochodzi w 80-95% zachorowań. Jednak w niektórych przypadkach zmiany mogą przejść w posocznicę i doprowadzić do śmierci pacjenta [3].

Żołądkowo-jelitowa postać wąglika występuje wtedy, gdy do zakażenia dochodzi poprzez przewód pokarmowy. Najczęstszym powodem zakażenia jest spożycie surowego mięsa albo mleka zwierząt chorych na wąglik. Okres wylęgania wynosi od 1 do 7 dni. Rozróżnia się dwie odmiany tej postaci

choroby – ustno-gardłową i jelitową. Pierwsza objawia się zapaleniem węzłów chłonnych okolicy szyi oraz mięśni i tkanki podskórnej. W niektórych przypadkach można stwierdzić owrzodzenie na błonie śluzowej jamy ustnej, gardła lub migdałkach podniebiennych. Towarzyszy temu silny ból gardła, podwyższenie temperatury ciała, dreszcze, przyspieszenie tętna i spadek ciśnienia tętniczego krwi; umiera 50% chorych. U chorych na jelitową postać wąglika dominuje silny rozlany ból w całej jamie brzusznej, z bolesnością uciskową i obroną mięśniową nasuwającą podejrzenie tzw. ostrego brzucha. U większości chorych występuje biegunka. Stolce są przeważnie czarne, smoliste, mogą też zawierać świeżą krew; zdarzają się przypadki zaparcia. U większości chorych występują wymioty krwistą lub fusowatą treścią. Stwierdza się obecność płynu w jamie otrzewnej. Może nastąpić perforacja ściany jelita. Węzły krezkowe są powiększone, a następnie ulegają martwicy. Śmiertelność wynosi od 25 do 80%. Zdarzają się także przypadki o łagodnym przebiegu z objawami lekkiego zatrucia pokarmowego [1, 3].

#### Rozpoznanie

Ostateczne rozpoznanie wąglika ustala się metodami laboratoryjnymi. W postaci skórnej stwierdza się laseczki wąglika w wymazach z „czarnej krosty”. Można zrobić także posiew z pobranego materiału. Wynik uzyskuje się już po około 24 godzinach. W postaci jelitowej bada się kał, wymiociny a także krew osoby chorej.

#### Leczenie

W leczeniu stosuje się antybiotyki w postaci penicyliny krystalicznej lub półsyntetycznej, a także tetracykliny oraz leki z grupy fluorochinolonów. Wszystko zależy od wczesnego rozpoczęcia leczenia. Bezpośrednim powodem objawów choroby jest działanie na ustrój toksyny wąglikowej. Jeśli antybiotyk zostanie podany za późno, to mimo zabicia bakterii działanie toksyny trwa nadal, uszkadzając narządy i często doprowadzając do śmierci. Tak więc w momencie pojawienia się toksyny wąglikowej w płynach ustrojowych prawdopodobieństwo wyleczenia jest niewielkie. Próby zastosowania surowicy przeciwwąglikowej nie dały pożądanych rezultatów i w latach sześćdziesiątych XX w. zaprzestano stosowania jej w krajach Europy Zachodniej; stosuje się ją jedynie w państwach byłego Związku Radzieckiego. Obecnie prowadzone są próby nad zastosowaniem nowych metod leczenia wąglika. Między innymi bada się efekty użycia przeciwciał monoklonalnych przeciwko antygenom toksyny wąglikowej oraz blokowanie receptora toksyny wąglikowej. Badania te mają charakter wstępny i na ich wyniki trzeba będzie poczekać.

#### Zapobieganie

U ludzi narażonych na zakażenie, z racji wykonywanej pracy zawodowej, wymagane jest stosowanie ubrań ochronnych i gumowych rękawic. Stosowanie szczepionki przeciw wąglikowi u ludzi jest ograniczone, gdyż wywołuje ona wiele groźnych odczynów i powikłań poszczepiennych. Ponadto efekt zapobiegawczy szczepionki jest niepełny, gdyż często wytworzona odporność jest niewystarczająca do pełnej ochrony przed zachorowaniem. Wymaga to kilkakrotnego powtarzania szczepienia.

Obecna sytuacja polityczno-militarna, jaka wytworzyła się na świecie, przyspieszyła prace badawcze nad wyprodukowaniem szczepionki bezpiecznej, dającej pełną i trwałą odporność oraz kwalifikującej się do stosowania na dużą skalę u ludzi w każdym wieku [1, 5].

**Literatura:** 1. Dziubek Z., Basiak W.: Wąglik prawda i mity. PZWL, Warszawa 2002. 2. Epidemiologia działań wojennych i katastrof. Praca zbiorowa pod red. K. Chomiczевского, W. Galla, J. Grzybowski-go. WIHiE, α-medica, Warszawa 2001. 3. Kowalczyk-Kot A.: Wąglik (Anthrax) w: Zakażenia. Obraz kliniczny, rozpoznanie i leczenie". Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2002. 4. Mierzejewski J., Franz D.R., Zajchuck R.: Skalpel 4, 41-85, 2001. 5. Ponikło W:

Służba Zdrowia 5-8, 18, 2002. 6. Turnbull P.C.B, Böhm R., Cosivi O., Doganay M., Hugh-Jones M.E., Joshi D.D., Lalitha M.K., de Vos V.: Wąglik u ludzi i zwierząt, zapobieganie oraz zwalczanie. Wyd. III., tłumaczenie z ang. Arciuch H., przy konsultacji naukowej J. Mierzejewskiego J. World Health Organization. Puławy, 2000. 7. Croddy E.: Chemical and Biological Warfare. Springer – Verlag, New York 2002.

## Mleczarstwo w Polsce na tle rynku mleka w Unii Europejskiej w latach 1990-2000

Beata Szymańska

ATR w Bydgoszczy

Mleczarstwo polskie i unijne znacznie różni się od siebie. Przyczyn tych rozbieżności należy upatrywać przede wszystkim w zahamowaniu rozwoju mleczarstwa w okresie gospodarki centralnie planowanej. Podkreślić należy, że mleczarstwo unijne rozwijało się stopniowo i dość swobodnie od ponad 40 lat. Wspólna organizacja rynku mleka i jego przetworów utworzona została w 1964 roku. System jednolitych cen na te produkty wprowadzono w 1968 roku, a kwoty mleczne w celu ograniczenia nadprodukcji – w 1984 roku. Ostatnie dziesięć lat gospodarki rynkowej w naszym kraju zapoczątkowało dynamiczny proces przemian. Chów bydła mlecznego w Polsce to ciągle jedna z podstawowych gałęzi produkcji rolniczej, wraz z żywcem wołowym i cielęcym stanowi 26% produkcji końcowej rolnictwa polskiego. Chowem krów mlecznych w omawianym okresie zajmowało się około 1,3 mln gospodarstw [2, 3, 8, 13].

Przemiany w produkcji mleka w latach dziewięćdziesiątych zaznaczyły się drastycznym spadkiem pogłowia krów o około 35% (z 4,9 mln szt. w 1990 r. do 3,3 mln szt. w 2001 r.). Liczba krów w krajach UE również zmalała – z 22,5 mln szt. w 1995 r. do 21,9 mln szt. w 1997 r. [3]. W tabeli 1 porównano procentowy udział i miejsce Polski w świecie i Europie pod względem pogłowia bydła i produkcji mleka w 1990 i 2000 roku. Jeszcze w 1990 roku Polska zajmowała wysokie 6 miejsce na świecie pod względem produkcji mleka, a w 2000 r. spadła na 10, miało to oczywisty związek z zachodzącymi przemianami w kraju. W 1997 roku (po raz pierwszy od 1989 r.) zahamowana została tendencja spadkowa pogłowia krów, a nawet zaznaczył się ich niewielki, ale systematyczny wzrost. Zanotowano również, co warto podkreślić, podwyższenie wydajności jednostkowej od krowy (około 3600 l w 2000 r.), a także wyraźną koncentracją produkcji i zmniejszenie liczby dostawców mleka (z 800 tys. w 1994 r. do 500 tys.

w 1999 r.), przy jednoczesnym wzroście skupu mleka w tym okresie z około 6,5 mln ton do 7,1 mln ton [3].

Warto również zwrócić uwagę na różnice w spożyciu mleka i masła na przełomie ostatnich dziesięciu lat (rys. 1 i 2). W tym okresie odnotowano gwałtowny spadek spożycia mleka (z 260 l na osobę w 1989 r. do 191 l w 2000 r.) i masła (z 8,8 kg na osobę w 1989 r. do 4,2 kg w 2000 r.). Na spadek spożycia masła wpłynęło wiele czynników, m.in. znaczny wzrost cen masła, pojawienie się na rynku różnego rodzaju mieszanek tłuszczowo-olejowych „udających” prawdziwe masło, brak skutecznej reklamy polskiego masła, ubożenie społeczeństwa. W analizowanym okresie nastąpił równocześnie spadek produkcji mleka (z 15 926 mln l w 1989 r. do 11 494 mln l w 2000 r.) oraz masła (z 289 tys. ton do 139 tys. ton).

Porównując rynki mleczarskie Polski i krajów UE najsilniejsze rozbieżności uwidaczniają się w następujących sferach:

– funkcjonowaniu struktur rynkowych, tj. liczby podmiotów zajmujących się skupem mleka, sposobami rozprowadzania mleka do konsumentów;

– standardów jakości mleka i jego produktów;

– dysproporcji w poziomie rozwoju technologicznego;

– wydajności oraz w kosztach procesu produkcji i przetwórstwa;

– administracji i organizacji zarządzania rynkiem mleka oraz poziomem wsparcia ze strony państwa [3, 10, 11].

Jednym z głównych problemów strukturalnych mleczarstwa w Polsce była duża ilość podmiotów zajmujących się przetwórstwem mleka. W 1999 r. działało 288 spółdzielni mleczarskich i około 90 prywatnych podmiotów gospodarczych, w tym około 20 z udziałem kapitału zagranicznego. Znaczna część tych mleczarni była zbyt słaba, aby mogła konkurować z dużymi przedsiębiorstwami w Unii Europejskiej. Zaledwie 10% zakładów to większe mleczarnie, zdolne do rozwoju postępu technologicznego i do konkurowania z bardzo aktywnymi marketingowo przetwórcami z udziałem kapitału zagranicznego [3]. Konkurencyjność na rynku jest priorytetem, z którego każdy, kto chce na nim zaistnieć, musi sobie zdawać sprawę. Twarde prawa rynkowe niszczą drobnych producentów. Konsument kuszony kolorowym opakowaniem i reklamą telewizyjną wybiera produkty znanych światowych firm. W perspektywie przystąpienia Polski do UE koncentracja mleczarni wydaje się koniecznością. Tylko zjednoczony wspólny front przeciwko bogatym producentom unijnym może uratować krajowy produkt.

Wracając do różnic między rynkami należy podkreślić, że mleczarnie spółdzielcze w kraju odbierały około 80% skupowanego na rynku mleka oraz miały około 70% udziału w rynkowej sprzedaży produktów mleczarskich. Bardzo niekorzy-