

# Występowanie zakażeń *Mycobacterium tuberculosis* complex u zwierząt. Część I. Małe przeżuwacze

Monika Krajewska-Wędzina<sup>1</sup>, Anna Didkowska<sup>2</sup>, Łukasz Radulski<sup>1</sup>

z Zakładu Mikrobiologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach<sup>1</sup> oraz Katedry Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Publicznego Instytutu Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie<sup>2</sup>

## Prevalence of *Mycobacterium tuberculosis* complex infections in animals.

### Part I. Small ruminants

Krajewska-Wędzina M.<sup>1</sup>, Didkowska A.<sup>2</sup>, Radulski Ł.<sup>1</sup>, Department of Microbiology, National Veterinary Research Institute in Puławy<sup>1</sup>, Department of Food Hygiene and Public Health Protection, Institute of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences-SGGW<sup>2</sup>

Animal tuberculosis is a highly infectious disease caused by acid fast organisms of the *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC). Tuberculosis in cattle and other animal species is mainly caused by *Mycobacterium bovis* and, to a lesser extent, *Mycobacterium caprae*. Tuberculosis is a chronic, debilitating disease characterized by the formation of tubercles, most commonly observed in the lymph nodes, lungs, pleura, peritoneum, and less often in the intestines, liver and spleen. Despite decades of eradication efforts and an overall downward trend, the incidence of cases in cattle is not uniform and clusters of infection are still common. Other species are presumed to play a key role in maintaining the disease in the environment. Therefore, tuberculosis control measures should not be cattle limited but include small ruminants, as evidenced by the increased incidence of tuberculosis in sheep and goats, especially in endemic multi-host systems.

**Keywords:** *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium caprae*, *Mycobacterium tuberculosis* complex, tuberculosis, small ruminants, sheep, goats.

Gruźlica jest wysoce zakaźną chorobą wywoływaną przez drobnoustroje należące do kompleksu prątków gruźlicy *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC) – *M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis*, *M. caprae*, *M. canettii*, *M. microti* i *M. pinnipedii*; przy czym *M. tuberculosis* i *M. bovis* stanowią najważniejsze gatunki (1, 2, 3). Gruźlicę u bydła i innych gatunków zwierząt powodują najczęściej dwa prątki: *M. bovis* i, w mniejszym stopniu, *M. caprae* (4, 5, 6). Zakażenia *M. tuberculosis* są przyczyną gruźlicy u ludzi i naczelnych, jednak dochodzi do nich także u psów, świń, kanarków i papugowych (psittacine birds). U kotów zakażenia są wywoływane przez *M. tuberculosis* i *M. bovis*. Gruźlicę u bydła i małych przeżuwaczy powodują najczęściej prątki *M. bovis* i *M. caprae* (ryc. 1). Do zakażenia dochodzi na skutek długotrwałego kontaktu wrażliwych zwierząt z osobnikiem wydalającym prątki.

Gruźlica jest przewlekłą, wyniszczającą chorobą, klasycznie charakteryzującą się tworzeniem guzowatych ziarniniaków (gruzełków gruźliczych), najczęściej obserwowanych w węzłach chłonnych głowy, szyi i klatki piersiowej, w płucach, opłucnej, otrzewnej, rzadziej w jelitach, wątrobie czy śledzionie (7). Podobny jest obraz gruźlicy bydła.

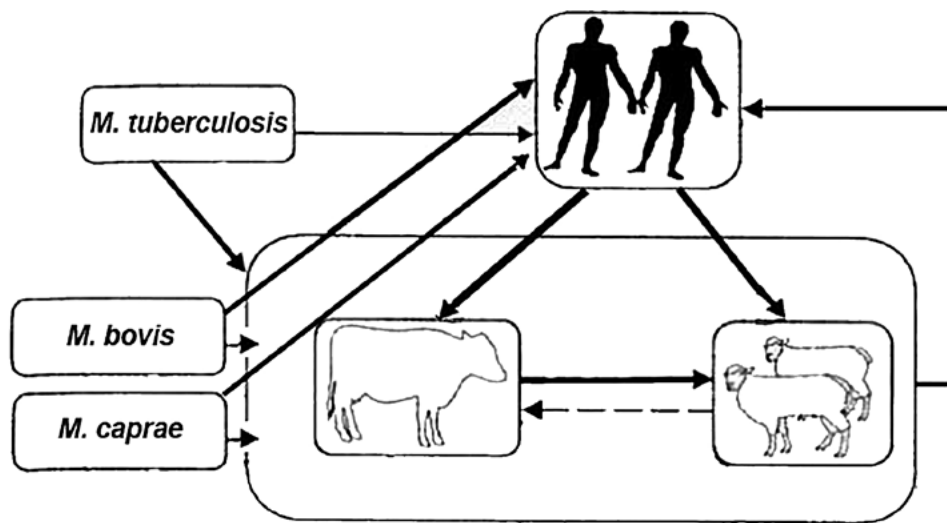
Pomimo trwających dziesiątki lat wysiłków, mających na celu eradykację tej choroby, i pomimo tendencji

spadkowej jej przypadków w krajach stosujących programy zwalczania, nadal spotyka się ogniska gruźlicy bydła. Przypuszcza się, że inne gatunki zwierząt odgrywają kluczową rolę w utrzymywaniu się choroby w środowisku, wobec tego środki zwalczania gruźlicy nie mogą ograniczać się do bydła, ale powinny obejmować również małe przeżuwacze, o czym świadczy wzrost liczby udokumentowanych przypadków u owiec i kóz w krajach europejskich, które nie są wolne od gruźlicy, takich jak Portugalia, Wielka Brytania, Hiszpania, Irlandia i Włochy (9, 10, 11, 12), zwłaszcza w endemicznych systemach z wieloma gospodarzami.

Jednakże, zgodnie z obowiązującym wcześniej prawem (13), zwalczanie gruźlicy u innych gatunków było przewidziane tylko wtedy, gdy choroba została potwierdzona u bydła w tym samym gospodarstwie, bądź gdy eksportowane zwierzęta potrzebowały certyfikatów zdrowia ze wskazaniem określonych jednostek chorobowych. Mimo że prawodawstwo weterynaryjne się zmieniło i od kwietnia 2022 r. powinno zostać wprowadzone, zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/429 z dnia 9 marca 2016 r. (14), przewiduje się, że jeszcze długo będzie brakować oficjalnych danych epidemiologicznych na temat występowania gruźlicy u małych przeżuwaczy. Brak tych danych ogranicza wiedzę na temat roli owiec i kóz w obiegu szczepów, identyfikacji ognisk choroby oraz dynamiki jej przenoszenia wewnątrz- i międzygatunkowego, które są niezbędne do przygotowania i wprowadzenia w życie skutecznego planu zwalczania, szczególnie w regionach, gdzie gruźlica ma charakter endemiczny.

## Gruźlica u owiec

Liczba stwierdzonych u owiec przypadków gruźlicy wzrosła znacząco w ostatnich dziesięcioleciach. Dane te dotyczą krajów, które nie zostały uznane za wolne od gruźlicy bydła (ang. official TB free – OTF), co sugeruje, że częstość występowania gruźlicy u owiec może być poważnie niedoszacowana. Sądząc z dostępnej literatury, zachorowalność owiec na gruźlicę jest niska, a przypadki choroby są zwykle wykrywane dopiero podczas rutynowych badań po-ubojowych (15, 16). Tusze małych przeżuwaczy zazwyczaj przechodzą mniej szczegółowe badania po-ubojowe w porównaniu z bydłem, co również może wyjaśniać mniejszą liczbę notowanych przypadków (17). Ponadto należy wziąć pod uwagę praktyki hodowlane w stadzie owiec. Ekstensywne zarządzanie stadem, wypasanie w godzinach dziennych, ostrożna



Ryc. 1. Potencjalne drogi transmisji prątków, które są najczęstszą przyczyną gruźlicy u bydła, małych przeżuwaczy i człowieka

postawa i zachowanie allelomimetyczne, to czynniki, które przyczyniają się do integracji stada i zmniejszenia interakcji między owcami a innymi gatunkami zwierząt, w tym również dzikimi (18). Gruźlicę u owiec notowano w Hiszpanii (19), Włoszech (15), Wielkiej Brytanii (17, 20, 21), Nowej Zelandii (22, 23) i w Etiopii (24). W tych przypadkach, zmiany gruźlicze ograniczały się głównie do układu oddechowego, co potwierdza, że szerzenie się choroby u owiec odbywa się drogą kropelkową. Rozległość i nasilenie zmian w płucach wskazuje, że owce mogły wydalac duże ilości prątków z wydzieliną z nosa, a zatem były zdolne do przenoszenia choroby. Odnotowano również przypadki uogólnionej gruźlicy (15). Uzyskane wyniki badań sugerują, że owce mogą stanowić rezerwuuar prątków gruźlicy.

W Polsce do tej pory nie potwierdzono występowania gruźlicy u owiec. W 2017 r. przeprowadzono pilotażowe badania w kierunku gruźlicy u owiec, w powiecie nowotarskim, w województwie małopolskim (dane niepublikowane). Badania wykonano w trzech stadach owiec mięsno-mlecznych, a zwierzęta do badań wybrano losowo. Od każdego zwierzęcia pobrano krew i wykonano pojedynczy śródskórny test tuberkulinowy (TST). Owiec nie uśmiercano na potrzeby tego badania, a materiał do analizy mikrobiologicznej pobrano podczas uboju.

### Gruźlica u kóz

Rola kóz w rozprzestrzenianiu gruźlicy jest od dawna niedoceniana, ponieważ uważa się, że kozy są mniej podatne na zakażenie prątkami (9, 25). Niemniej jednak liczba doniesień o gruźlicy wywołanej przez *M. bovis* u kóz znacznie wzrosła w ciągu ostatniej dekady. Wyniki, opublikowane przez naukowców z całego świata, potwierdziły rolę tego gatunku w epidemiologii gruźlicy (9, 10, 11, 18, 21, 26, 27). Zwracano uwagę na częste w gospodarstwach przypadki hodowli kóz wraz z bydłem i owcami, a więc wspólne miejsca pojenia i wypasu zwierząt, co znacząco ułatwia przenoszenie prątków między gatunkami (19, 28, 29, 30, 31). Gruźlica jest u kóz wywołana głównie przez *M. bovis* i *M. caprae* (32, 33, 34).

Dość częste zakażenia kóz prątkami niegruźliczymi (Nontuberculous mycobacteria – NTM) obniżają wiarygodność testów diagnostycznych w kierunku gruźlicy, co wykazano w przypadku zakażeń *M. avium* subsp. *paratuberculosis* (24, 35, 36). Izolacja prątka *M. tuberculosis* od kóz wskazuje na potrzebę dalszych, szczegółowych badań w celu zrozumienia transmisji międzygatunkowej i podkreśla rolę kóz w epidemiologii gruźlicy u ludzi, przede wszystkim w środowisku pasterskim, gdzie istnieją epidemiologiczne czynniki ryzyka (24). W rzeczywistości bliski kontakt fizyczny pasterzy z kozami, powszechny w społecznościach pasterskich krajów rozwijających się, może stanowić potencjalny czynnik ryzyka przeniesienia patogennych prątków MTBC ze zwierząt na ludzi i odwrotnie (16, 24, 37).

Badania epidemiologiczne wskazują, że gruźlica u kóz ma zasięg globalny, a jej przypadki odnotowano w Sudanie, Hiszpanii, Włoszech, Portugalii, Nigerii, Wielkiej Brytanii, Algierii i Etiopii (9, 10, 11, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43). W początkowej fazie choroby kozy dotknięte gruźlicą mają suchy, męczący kaszel, obniżone łaknienie, sporadycznie pojawia się biegunka, w dalszym ciągu choroby postępuje wyniszczenie prowadzące do śmierci (44). Badania pośmiertne zwierząt zakażonych *M. bovis* często ujawniają ograniczone, bladożółte, białe, serowate lub wapniowo-pierścieniowe zmiany o różnej wielkości, często otorbione, w płucach i węzłach chłonnych śródpiersiowych lub w węzłach chłonnych krezkowych. Podobne duże zmiany opisano także u kóz zakażonych *M. caprae* (32, 45). Obecność zmian chorobowych w układzie oddechowym i wspólne wzory hybrydyzacyjne, spoligotypy, prątków izolowanych od bydła sugerują, że kozy mogą pełnić rolę domowego rezerwuaru gruźlicy w terenie (10, 27, 44). Kozy, utrzymywane w gospodarstwach wraz z bydłem, bezwzględnie muszą być badane w kierunku gruźlicy (Rozporządzenie WE 853/2004).

W niektórych krajach europejskich, w tym w Grecji, Włoszech, Hiszpanii i Portugalii, które mają liczne pogłowie małych przeżuwaczy, a nie są oficjalnie uznane za wolne od gruźlicy bydła (OTF), jest więc poważne ryzyko rozprzestrzeniania się choroby

między bydłem a małymi przeżuwaczami, zwłaszcza gdy zwierzęta dzielą wspólne pastwiska (46). Opracowanie i wdrażanie zasad nadzoru epidemiologicznego nad gruźlicą u kóz w krajach nienależących do OTF jest zatem kluczowe.

Jeżeli takiego programu nie wdrożono, przypadki gruźlicy zwykle rozpoznawane dopiero podczas badania poubojowego, a trzeba przypomnieć, że gruźlica u małych przeżuwaczy jest rzadziej wykrywana w uboju ze względu na niższą jakość badania mięsa niż to, które jest zwykle przeprowadzane u bydła. W Hiszpanii niektóre regiony prowadzą programy kontroli gruźlicy u kóz, w których stosuje się te same testy diagnostyczne, jak w przypadku bydła (44).

Niewiele opublikowano doniesień na temat występowania gruźlicy u dziedziczących kóz. Przykładowo, na endemicznych obszarach Nowej Zelandii zakażenia prątkami stwierdzono u około 31% wolno żyjących kóz (47). W Hiszpanii rozpoznano tylko jeden przypadek gruźlicy wśród 450 przebadanych koziorożców iberyjskich (*Capra pyrenaica*; 48). W innej pracy, obejmującej lata 2004–2009, u żadnego z 205 upolowanych koziorożców iberyjskich nie wykryto zmian anatomopatologicznych wskazujących na gruźlicę ani nie wyizolowano od tych zwierząt prątków pomimo tego, że siedliska tych zwierząt sąsiadowały z siedliskiem dzika, u którego stwierdzono gruźlicę (49).

### Testy diagnostyczne

Artykuł autorstwa Bezosa i wsp. (44), w którym dokonano przeglądu aktualnych metod przyżyciowej diagnostyki gruźlicy kóz, zawiera też ocenę czułości i swoistości omówionych testów. W artykule podkreślono potrzebę weryfikacji przydatności testów diagnostycznych stosowanych u bydła dla innych docelowych gatunków zwierząt. Inni autorzy, podobnie jak Bezos i wsp., są zdania, że testy oceniające odporność komórkową, takie jak próba tuberkulinowa i próby na wykrywanie gamma-interferonu (IFN- $\gamma$ ), mają znacząco wyższą czułość i swoistość niż testy diagnostyczne oparte na ocenie odpowiedzi humoralnej w przebiegu gruźlicy (10, 44, 50). Standardowe lub anamnesticzne (15 dni po śródskórnym podaniu tuberkuliny) testy ELISA pozwalają na wykrywanie zwierząt anergicznym w zaawansowanym stadium zakażenia (10, 50).

Testy oparte na ocenie odpowiedzi komórkowej i odpowiedzi humoralnej zostały szeroko wprowadzone do diagnostyki gruźlicy u bydła. Nieliczne badania przeprowadzone na kozach dostarczyły zbioru danych odnośnie do ich czułości i swoistości, przy czym izolacja prątków i ich identyfikacja nadal traktowana jest jako złoty standard do potwierdzenia zakażenia. Jest pilna potrzeba oceny swoistości testów diagnostycznych w stadach kóz, w których nie było przypadków gruźlicy ani dodatnich wyników badań.

U kóz, podobnie jak u owiec, przy wykonaniu próby tuberkulinowej nie dokonuje się pomiaru grubości fałdu skóry ani przed, ani po iniekcji tuberkuliny. Tuberkulinę bydłą, w objętości 0,1 ml, podaje się siedzącemu zwierzęciu śródskórnym w nieowłosione

miejsce, jak przyśrodkowa strona uda lub okolica pachowa. Odczyt wyniku badania następuje po 72 godzinach. Wystąpienie reakcji miejscowej w postaci zaczerwienienia i obrzęku powyżej 10 mm uznaje się za wynik dodatni. Brakuje jednak standaryzacji tych testów u owiec i kóz, a niektóre aspekty, takie jak miejsce podania tuberkuliny lub interpretacja wyników, różnią się między badaniami (10, 11, 32) i są zwykle stosowane zgodnie ze standardami opracowanymi dla bydła.

### Podsumowanie

Literatura przedmiotu wskazuje na potrzebę opracowania programu diagnostyki gruźlicy u kóz i potrzebę wprowadzenia w życie strategii zwalczania gruźlicy u kóz i owiec w krajach, w których gruźlica występuje endemicznie u bydła. Aby ograniczyć rozprzestrzenianie się gruźlicy w tym samym gospodarstwie, należy rozważyć:

- 1) oddzielenie bydła od innych gatunków zwierząt tam, gdzie to możliwe;
- 2) aktywny program diagnostyczny i przedubojowy nadzór w stadach kóz;
- 3) aktywny i dokładny nadzór poubojowy.

### Piśmiennictwo

1. Rodriguez-Campos S, N. H. Smith, M.B. Boniotti and A. Aranaz.: Overview and phylogeny of Mycobacterium tuberculosis complex organisms: implication for diagnostics and legislation of bovine tuberculosis. *Res. Vet. Sci.* 2014, **97**, S5–S19.
2. Pesciaroli M., Alvarez J., Boniotti M.B., Cagiola M., Di Marco V., Marianelli C., Pacciarini M., Pasquali P.: Tuberculosis in domestic animal species. *Res. Vet. Sci.* 2014, **97**, S78–85.
3. Didkowska A., Orłowska B., Krajewska-Wędzina M., Bielecki W., Brzezińska S., Augustynowicz-Kopec E., Olech W., Anusz K.: Pregnancy in European bison (*Bison bonasus*) with generalized tuberculosis – no evidence of vertical transmission. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2021. Doi: <https://doi.org/10.26444/aaem/141612>.
4. Verdugo Escárcega D.A., Perea Razo C.A., González Ruíz S., Sosa Gallegos S.L., Suazo F.M., Cantó Alarcón G.J.: Analysis of bovine tuberculosis transmission in Jalisco, Mexico through whole-genome sequencing. *J. Vet. Res.* 2020, **64**, 51–61.
5. Magnani R., Cavalca M., Pierantoni M., Luppi A., Cantoni A.M., Prosperti A., Pacciarini M., Zanoni M., Tamba M., Santi A., Bonardi S.: Infection by Mycobacterium caprae in three cattle herds in Emilia-Romagna Region, Northern Italy. *Ital. J. Food Saf.* 2020, **9**, 8467.
6. Valcheva V., Savova-Lalkovska T., Vyazovaya A., Dimitrova A., Bohnova M., Najdenski H.: First insight into phylogeography of Mycobacterium bovis and M. caprae from cattle in Bulgaria. *Infect. Genet. Evol.* 2020, **81**, 104240.
7. Palmer M.V., Waters W.R., 2006. Advances in bovine tuberculosis diagnosis and pathogenesis: what policymakers need to know. *Vet. Microbiol.* 2006, **112**, 181–190.
8. Krajewska M., Zabost A., Welz M., Lipiec M., Orłowska B., Anusz K., Brewczyński P., Augustynowicz-Kopec E., Szulowski K., Bielecki W., Weiner M.: Transmission of Mycobacterium caprae in a herd of European bison in the Bieszczady Mountains, Southern Poland. *Eur. J. Wildl. Res.* 2015, **61**, 429–433.
9. Daniel R., Evans H., Rolfe S., de la Rúa-Domenech R., Crawshaw T., Higgins R. J., Schock A., Clifton-Hadley, R. (2009). 455 Outbreak of tuberculosis caused by Mycobacterium bovis in golden Guernsey goats in Great Britain. *Vet. Rec.* 2009, **165**, 335–342.
10. Zanardi G., Boniotti M. B., Gaffuri A., Casto B., Zanoni M., & Pacciarini, M.: Tuberculosis transmission by Mycobacterium bovis in a mixed cattle and goat herd. *Res. Vet. Sci.* 2013, **95**, 430–433.
11. Shanahan A., Good M., Duignan A., Curtin T., More S. J.: Tuberculosis in goats on a farm in Ireland: epidemiological investigation and control. *Vet Rec.* 2011, **168**, 485.
12. Cunha M., Monteiro M., Carvalho P., Mendonça P., Albuquerque T., Botelho A.: Multihost Tuberculosis: Insights from the Portuguese Control Program. *Vet. Med. Int.* 2011, 795165. Doi: 10.4061/2011/795165.
13. Dyrektywa Rady 64/432/EWG z dnia 26 czerwca 1964 w sprawie problemów zdrowotnych zwierząt wpływających na handel

- wewnątrzspółnotowy byłdem i trzodą chlewną (Dz. Urz. UE L 121 z 29.7.1964, s.1977).
14. Regulation (EU) 2016/429 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on transmissible animal diseases and amending and repealing certain acts in animal health ('Animal Health Law').
  15. Marianelli C., Cifani N., Capucchio M.T., Fiasconaro M., Russo M., La Mancusa F., Pasquali P., Di Marco V.: A case of generalized bovine tuberculosis in a sheep. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2010, **22**, 445–448.
  16. Boukary A.R., Thys E., Rigouts L., Matthys F., Berkvens D., Mahamadou I., Yenikoye A., Saegerman C.: Risk factors associated with bovine tuberculosis and molecular characterization of *Mycobacterium bovis* strains in urban settings in Niger. *Transbound. Emerg. Dis.* 2012, **59**, 490–502.
  17. van der Burgt G.M., Drummond F., Crawshaw T., Morris S.: An outbreak of tuberculosis in Lleyn sheep in the UK associated with clinical signs. *Vet. Rec.* 2013, **19**, 172, 69. doi: 10.1136/vr.101048.
  18. Allen G.M.: Tuberculosis in sheep – a very rare disease. *Surveillance* 1988, **15**, 8–9.
  19. Muñoz Mendoza M., De Juan L., Menéndez S., Ocampo S.A., Jorge Morello J., Sáez J.L., Sáez J.L., Domínguez L., Gortázar Ch., García Marín J.F., Balseiro A.: Tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium caprae* in sheep. *Vet. J.* 2012, **191**, 267–269.
  20. Malone F.E., Wilson E.C., Pollock J.M., Skuce R.A.: Investigations into an outbreak of tuberculosis in a flock of sheep in contact with tuberculous cattle. *J. Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health* 2003, **50**, 500–504.
  21. Houlihan M. G., Williams S. J., Poff J. D.: *Mycobacterium bovis* isolated from a sheep during routine surveillance. *Vet. Rec.* 2008, **163**, 94–95.
  22. Cordes D.O., Bullians J.A., Lake D.E., Carter M.E.: Observations on tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis* in sheep. *N. Z. Vet. J.* 1981, **29**, 60–62.
  23. Davidson R. M., Alley M. R., Beatson N. S.: Tuberculosis in a flock of sheep. *N. Z. Vet. J.* 1981, **29**, 1–2.
  24. Kassa G.M., Abebe F., Worku Y., Legesse M., Medhin G., Bju-ne G., Ameni G.: Tuberculosis in goats and sheep in Afar pastoral region of Ethiopia and isolation of *Mycobacterium tuberculosis* from goat. *Vet. Med. Int.* 2012:869146.
  25. Liébana, E., Aranaz, A., Urquia, J.J., Mateos, A., Dominguez, L.: Evaluation of the  $\gamma$ -interferon assay for eradication of tuberculosis in a goat herd. *Aust. Vet. J.* 1998, **76**, 50–53.
  26. Javed M. T., Munir A., Shahid M., Severi G., Irfan M., Aranaz A., Cagiola, M.: Percentage of reactor animals to 458 single comparative cervical intradermal tu-berculin (SCIT) in small ruminants in Punjab Pakistan. *Acta Trop.* 2010, **113**, 88–91.
  27. Napp S., Allepuz A., Mercader I., Nofrarías M., López-Soria S., Domingo M., Ro-mero B., Bezos J., Pérez de Val B.: Evidence of goats acting as domestic reservoirs of bovine tuberculosis. *Vet. Rec.* 2013, **172**, 663.
  28. Mamo G., Bayleyegn G., Tessema T.S., Legesse M., Medhin G., Bju-ne G., Abebe F., Ameni G.: Pathology of camel tuberculosis and molecular characterization of its causative agents in pastoral regions of Ethiopia. *PLoS One* 2011, **6**, e15862.
  29. Tschopp R., Aseffa A., Schelling E., Berg F., Hailu E., Gadisa E., Habtamu M., Argaw K., Zinsstag J.: Bovine tuberculosis at the wildlife-livestock-human interface in HamerWoreda, South Omo, Southern Ethiopia. *PLoS One* 2010, **5**, e12205.
  30. Biffa D., Skjerve E., Oloya J., Bogale A., Abebe F., Dahle U., Bohlin J., Djønne B.: Molecular characterization of *Mycobacterium bovis* isolates from Ethiopian cattle. *BMC Vet Res.* 2010, **6**, 28.
  31. Gumi B., Schelling E., Firdessa R., Aseffa A., Tschopp R., Yamuah L., Young D., Zinsstag J.: Prevalence of bovine tuberculosis in pastoral cattle herds in the Oromia Region, Southern Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 2011, **43**, 1081–1087.
  32. Alvarez J., de Juan J., Bezos J., Romero B., Sáez J.L., Reviriego Gordejo F.J., Briones V., Moreno M.A., Mateos A., Domínguez L., Aranaz A.: Interference of paratuberculosis with the diagnosis of tuberculosis in a goat flock with a natural mixed infection. *Vet. Microbiol.* 2008, **128**, 72–80.
  33. Crawshaw T., Daniel R., Clifton-Hadley R., Clark J., Evans H., Rolfe S., de la Rua-Domenech R.: TB in goats caused by *Mycobacterium bovis*. *Vet. Rec.* 2008, **163**, 127.
  34. Sharpe A.E., Brady C.P., Johnson A.J., Byrne W., Kenny K., Costello E.: Concurrent outbreak of tuberculosis and caseous lymphadenitis in a goat herd. *Vet. Rec.* 2010, **166**, 591–592.
  35. Cadmus S.I., Adesokan H.K., Jenkins A.O., van Soelingen D.: *Mycobacterium bovis* and *M. tuberculosis* in goats, Nigeria. *Emerg. Inf. Dis.* 2009, **15**, 2066–2067.
  36. Tschopp R., Bobosha K., Aseffa A., Schelling E., Habtamu M., Iwnetu R., Hailu E., Firdessa R., Hussein J., Young D., Zinsstag J.: Bovine tuberculosis at a cattle-small ruminant-human interface in Merskan, Gurage Region, Central Ethiopia. *BMC Infect. Dis.* 2011, **11**, 318.
  37. Ereqat S., Nasereddin A., Levine H., Azmi K., Al-Jawabreh A., Grenblatt C.L., Abdeen Z., Bar-Gal G.K.: First-time detection of *Mycobacterium bovis* in livestock tissues and milk in the West Bank, Palestinian Territories. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2013, **7**, e2417.
  38. Aranaz A., Gómez-Mampaso E., Galán J.C., Cousins D., Ortega A., Blázquez V., Baquero F., Mateos A., Suárez G., Domínguez L.: *Mycobacterium tuberculosis* Subsp. *Caprae* Subsp. Nov.: a taxonomic study of a new member of the *Mycobacterium tuberculosis* complex isolated from goats in Spain. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1999, **49**, 1263–1273.
  39. Hiko A., Agga G.E.: First-time detection of *Mycobacterium* species from goats in Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 2011, **43**, 133–139.
  40. Naima S., Borna M., Bakir M., Djamel Y., Fadila B., Zinsstag J., Djamel, G.: Tuberculosis in cattle and goats in the North of Algeria. *Vet. Res.* 2011, **4**, 100–103.
  41. Quintas H., Reis J., Pires I., Alegria N.: Tuberculosis in goats. *Vet. Rec.* 2010, **166**, 437–438.
  42. Tafess K., Dawo F., Sori T., Ameni G.: Prevalence of caprine tuberculosis in Mid-Rift Valley area of Oromia, Ethiopia. *Afr. J. Microbiol. Res.* 2011, **5**, 1473–1478.
  43. Tag el Din, M.H., el Nour Gamaan, I.: Tuberculosis in sheep in the Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.* 1982, **14**, 26.
  44. Bezos J., Alvarez J., Romero B., Aranaz A., De Juan L.: Tuberculosis in goats: assessment of current in vivo cell-mediated and antibody-based diagnostic assays. *Vet. J.* 2012, **191**, 161–165.
  45. Bezos J., De Juan L., Romero B., Alvarez J., Mazzucchelli F., Mateos A., Domínguez L., Aranaz A.: Experimental infection with *Mycobacterium caprae* in goats and evaluation of immunological status in tuberculosis and paratuberculosis co-infected animals. *Vet Immunol Immunopathol.* 2010, **133**, 269–275.
  46. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC). The European Union One Health 2018 zoonoses report. *EFSA J.* 2019, **17**, 5926.
  47. Sanson R.L.: Tuberculosis in goats. *Surveillance* 1988, **15**, 7–8
  48. Cubero J.M., González M., León L.: Enfermedades infecciosas de las poblaciones de cabra montés. Distribución, genética y estatus sanitario de las poblaciones andaluzas de cabra montés. W: Pérez, J.M. (Eds.): *Gestión cinagética en los ecosistemas mediterráneos*. Universidad de Jaén. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, 2002, 199–253.
  49. Mentaberre G., Serrano E., Velarde R., Marco I., Lavin S., Mateos A., de Juan L., Dominguez L., Olive X., Romeva J.: Absence of TB in Iberian ibex (*Capra pyrenaica*) in a high-risk area. *Vet. Rec.* 2010, **166**, 700.
  50. Gutiérrez M., Tellechea J., García Marín J.F.: Evaluation of cellular and serological diagnostic tests for the detection of *Mycobacterium bovis*-infected goats. *Vet. Microbiol.* 1998, **62**, 281–290.

Dr Monika Krajewska-Wędzina,  
e-mail: monika.krajewska@piwet.pulawy.pl