

Występowanie zakażeń *Mycobacterium tuberculosis complex* u zwierząt. Część III. Rozpoznawanie gruźlicy u gatunków innych niż bydło

Monika Krajewska-Wędzina¹, Krzysztof Anusz², Anna Didkowska², Blanka Orłowska², Nina Kozieł¹, Marcin Weiner³

z Zakładu Mikrobiologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach¹, Katedry Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Publicznego Instytutu Medycyny Weterynaryjnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie² oraz Wydziału Nauk o Zdrowiu Akademii Białskiej im. Jana Pawła II w Białej Podlaskiej³

Gruźlica (*tuberculosis*) jest zakaźną chorobą ludzi i wielu gatunków zwierząt (1, 2). Czynnikiem etiologicznym gruźlicy są bakterie (prątki) należące do *Mycobacterium tuberculosis complex* (MTBC), różniące się między sobą powinowactwem do rodzaju gospodarza, sekwencjami w genach oraz cechami lekooporności. Stanowią niejednorodną grupę pod względem morfologicznym i biochemicznym. Do kompleksu MTBC zaliczane jest 11 gatunków prątków: *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. caprae*, *M. bovis BCG*, *M. africanum*, *M. microti*, *M. pinnipedii*, *M. canneti*, *M. orygis*, *M. mungi* oraz *M. suricatte* (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Prątki należące do MTBC są bezwzględnie patogenami ludzi i zwierząt. Wyjątek stanowi szczepionkowy szczep *M. bovis BCG*, który jest szczepem bydłowym, atenuowanym i jedynie w wyjątkowych okolicznościach wywołuje objawy chorobowe (14, 15).

Prątki przenoszone są głównie drogą aerogenną na małych, wyschniętych cząstkach śluzu zwanych jądrami kropelek (ang. *droplet nuclei*), które są wydzielane przez górne drogi oddechowe zakażonych ludzi i zwierząt (16). Zakażenie następuje, gdy wrażliwy na zakażenie osobnik inhaluje prątki do płuc, gdzie mogą się rozmnażać dając początek zakażeniu. Bakterie te mogą również wnikać do organizmu gospodarza drogą pokarmową.

Czynnik etiologiczny gruźlicy u gatunków zwierząt innych niż bydło

Czynnikiem etiologicznym gruźlicy u gatunków innych niż bydło są prątki bydłowe: *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) i *Mycobacterium caprae* (*M. caprae*). Przy czym *M. bovis* identyfikowany jest na całym świecie, natomiast geograficzny zasięg *M. caprae* ograniczony jest niemal tylko do kontynentu europejskiego (17). Wyjątkiem był jeden opisany przypadek u bydła w Algierii (18). Natomiast gruźlica u ludzi wywołana przez *M. caprae* notowana jest poza Europą (19, 20). Zważywszy na zoonotyczny charakter prątka bydłowego aż trudno uwierzyć, że gruźlica *M. caprae* nie jest notowana u zwierząt w tych krajach.

Na gruźlicę chorują zwierzęta gospodarskie oraz towarzyszące takie jak psy i koty (21, 22, 23). Gruźlica notowana była u żubrów (*Bison bonasus*; *Bison bonasus caucasicus*) i bizonów (*Bison bison athabasca*),

Prevalence of *Mycobacterium tuberculosis complex* infections in animals. Part III. Tuberculosis diagnostics in species other than cattle

Krajewska-Wędzina M.¹, Anusz K.², Didkowska A.², Orłowska B.², Kozieł N.¹, Weiner M.³, Department of Microbiology, National Veterinary Research Institute in Puławy¹, Department of Food Hygiene and Public Health Protection, Institute of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences-SGGW², Faculty of Health Sciences, Bialska Academy of Pope John Paul II in Biała Podlaska³

Tuberculosis (TB), is a contagious disease of humans and many animal species. The etiological agent of tuberculosis are bacteria (mycobacteria), belonging to the *Mycobacterium tuberculosis complex* (MTBC). Surveillance of TB in animal species other than cattle is very important, since free-living animals can become a reservoir of MTBC in the environment. The problem is multifactorial. It mainly concerns the lack of reliable tools for the intravital identification of infected and sick animals. Ante mortem diagnosis of TB in animal species other than cattle is challenging due to severe limitations of existing diagnostic methods, lack of species-specific reagents, and insufficient number of animals available for test development. Promising tools are serological methods, including: MAPIA - multi-antigen print immunoassay and dual path platform - DPP assay.

Keywords: animal tuberculosis, MTBC, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium caprae*, MAPIA, DPP.

zarówno wolno żyjących, jak i w zagrodach pokazowych (24, 25, 26). Zagraża również zwierzętom utrzymywanym w niewoli, w ogrodach zoologicznych, prywatnych kolekcjach zwierząt (27, 28). Wśród zwierząt hodowlanych wrażliwe na zakażenie są również bizona amerykańskie (*Bison bison*) oraz alpaki (*Vicugna pacos*; 29, 30, 31).

Zwierzęta jako wektor przenoszenia patogenu

U ludzi do zakażenia *M. bovis* najczęściej dochodzi na skutek bliskiego kontaktu z chorymi zwierzętami. Do zakażenia może dojść także po spożyciu niepasteryzowanego mleka oraz produkowanego z niego nabiału (32). Przypadki takie najczęściej notowane są w krajach, w których pasteryzacja mleka nie została wdrożona na poziomie gospodarczym. W Nigerii tusze bydła chorego na gruźlicę są dopuszczone do spożycia przez ludzi, jak również zaniedbane

z wieloma antygenami (ang. multi-antigen print immunoassay MAPIA) oraz dwuścieżkowe testy platformowe (ang. dual path platform DPP assays; 48, 49, 50). Test DPP wykrywa kompleksy przeciwciał IgG oraz IgM związanych z antygenami. Gotowe do użycia urządzenie jednorazowe to kasetka zawierająca pasek membrany nitrocelulozowej z antygenem testowym. Przeciwciała IgG wykrywa się, stosując białko znakowane koloidalnym złotem. IgG obecne w badanej próbce surowicy przyłączają ten znacznik. MAPIA pozwala na określenie swoistego gatunkowo profilu immunologicznego w odpowiedzi na zakażenie *Mycobacterium bovis*. W testcie używa się nitrocelulozowej membrany, na której umieszczone są mieszaniny antygenów. Membranę inkubuje się z próbkami surowicy, a następnie dokonuje się immunodetekcji z użyciem standardowych metod chromatograficznych. Oznaczane są antygeny, które najsilniej stymulują odpowiedź immunologiczną typu humoralnego. Wynikiem testu jest uzyskanie wzorców reaktywności przeciwciał u danej grupy gatunku (25, 43).

Metody te należy w dalszym ciągu udoskonalać, w przyszłości mogą być ze sobą łączone i mogą się uzupełniać dając w miarę wiarygodny wynik.

Podsumowanie

Nadzór nad występowaniem gruźlicy bydłej w innych gatunków zwierząt niż bydło jest bardzo ważny. Zwierzęta wolnożyjące przy braku monitorowania mogą się stać rezerwuarem *Mycobacterium* w środowisku. Gatunki wrażliwe, takie jak np. żubry, będą chorować, gruźlica będzie wyniszczała ich organizm, a jej wielonarządowy charakter doprowadzi do śmierci. Gatunki niewrażliwe, jak np. dziki wilk, staną się rezerwuarem prątków tak jak obecnie ma to miejsce w Bieszczadach. Problem jest więc wielopłaszczyznowy. Dotyczy przede wszystkim braku w pełni wiarygodnych narzędzi do przyżyciowej identyfikacji zakażonych zwierząt. W przypadku zwierząt hodowlanych brak wsparcia finansowego ze strony państwa powoduje, że właściciele często usuwają chore zwierzęta na własny koszt, bez wiedzy powiatowego lekarza weterynarii, nie poddając padłych zwierząt dokładnym badaniom mikrobiologicznym. Jest to istotne ograniczenie i zawężenie możliwości skutecznego zwalczania choroby.

Piśmiennictwo

- LoBue P.A., Enarson D.A., Thoen C.O.: Tuberculosis in humans and animals: an overview. *Int. J. Tuberc. Lung. Dis.* 2010, **14**, 1075–1078.
- 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–S85.
- Koch A., Mizrahi V.: Mycobacterium tuberculosis. *Trends Microbiol.* 2018, **26**, 555–556. DOI: 10.1016/j.tim.2018.02.012.
- Ramos D.F., Tavares L., da Silva P.E., Dellagostin O.A.: Molecular typing of Mycobacterium bovis isolates: a review. *Braz. J. Microbiol.* 2014, **45**, 365–372. DOI: 10.1590/s1517-83822014005000045.
- Shea J., Smith C., Halse T.A., Kohlerschmidt D., Rourke A.K., Musser K.A., Escuyer V., Lapiere P.: Novel Mycobacterium tuberculosis Complex Genotype Related to M. caprae. *Emerg. Infect. Dis.* 2022, **28**, 1431–1436. DOI: 10.3201/eid2807.212353.
- Schwarz M.G.A., Corrêa P.R., Malaga W., Guilhot C., Mendonça-Lima L.: Mycobacterium bovis BCG moreau is naturally deficient in homologous recombination. *Tuberculosis (Edinb.)* 2020, **123**, 101956. DOI: 10.1016/j.tube.2020.101956.
- Silva M.L., Cá B., Osório N.S., Rodrigues P.N.S., Maceiras A.R., Saraiva M.: Tuberculosis caused by Mycobacterium africanum: Knowns and unknowns. *PLoS Pathog.* 2022, **18**, e1010490. DOI: 10.1371/journal.ppat.1010490.
- Ghielmetti G., Kupca A.M., Hanczaruk M., Friedel U., Weinberger H., Revilla-Fernández S., Hofer E., Riehm J.M., Stephan R., Glawisch W.: Mycobacterium microti Infections in Free-Ranging Red Deer (Cervus elaphus). *Emerg. Infect. Dis.* 2021, **27**, 2025–2032. DOI: 10.3201/eid2708.210634.
- Macedo R., Isidro J., Gomes M.C., Botelho A., Albuquerque T., Sogorb A., Bernardino R., Fernandes T.L., Mourato T., Durval M., Gomes J.P.: Animal-to-human transmission of Mycobacterium pinnipedii. *Eur. Respir. J.* 2020, **56**, 2000371. DOI: 10.1183/13993003.00371-2020.
- Parsons S.D.C.: Mycobacterium orygis: a zoonosis, zoonanthroposis, or both? *Lancet Microbe.* 2020, **1**, e240. DOI: 10.1016/S2666-5247(20)30142-7.
- Supply P., Brosch R.: The Biology and Epidemiology of Mycobacterium canettii. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2017, **1019**, 27–41. DOI: 10.1007/978-3-319-64371-7_2.
- Alexander K.A., Laver P.N., Williams M.C., Sanderson C.E., Kanipe C., Palmer M.V.: Pathology of the Emerging Mycobacterium tuberculosis Complex Pathogen, Mycobacterium mungi, in the Banded Mongoose (Mungos mungo). *Vet. Pathol.* 2018, **55**, 303–309. DOI: 10.1177/0300985817741730.
- Parsons S.D., Drewe J.A., Gey van Pittius N.C., Warren R.M., van Helden P.D.: Novel cause of tuberculosis in meerkats, South Africa. *Emerg. Infect. Dis.* 2013, **19**, 2004–2007. DOI: 10.3201/eid1912.130268.
- Zwolska Z., Augustynowicz-Kopec E., Zabost A., Ziółkowski J., Buchwald J., Płonczak M., Walas W., Ziębiński M.: Zastosowanie nowoczesnych metod mikrobiologicznych do diagnozowania powikłań po szczepieniu BCG. Opis przypadków. *Pneumonol. Alergol. Pol.* 2004, **72**, 505–511.
- Bernatowska E., Wolska-Kuśnier B., Pac M., Kurenko-Deptuch M., Pietrucha B., Zwolska Z., Piątoś B., Roszkowski K., Mikołuc B., Klauedel-Dreszler M.: (2007). Clinical guidelines Risk of BCG infection in primary immunodeficiency children. Proposal of diagnostic, prophylactic and therapeutic guidelines for disseminated BCG based on experience in the Department of Immunology, Children's Memorial Health Institute in Warsaw between 1980–2006. *Centr. Eur. J. Immunol.* 2007, **32**, 221–225.
- Andersen B.M.: Airborne/Droplet Infection Isolation. *Prevention and Control of Infections in Hospitals.* 2018, 187–196. DOI: 10.1007/978-3-319-99921-0_18.
- Krajewska M., Augustynowicz-kopec E., Orłowska B., Welz M., Anusz K., Szulowski K.: Mycobacterium caprae – prątek bydłocy. Część I. Ogólna charakterystyka gatunku, genetyka populacyjna oraz geograficzny zasięg występowania. *Życie Wet.* 2016, **91**, 243–245.
- Sahraoui N., Müller B., Guetarni D., Boulahbal F., Yala D., Ouzrot R., Berg S., Smith N.H. Zinsstag J.: Molecular characterization of Mycobacterium bovis strains isolated from cattle slaughtered at two abattoirs in Algeria. *BMC Vet. Res.* 2009, **5**, 4. DOI: 10.1186/1746-6148-5-4.
- Shrestha A., Picoy J., Torres A., Moore D.A., Gilman R.H., Coronel J., Grandjean L.: A case report of transmission and disease caused by Mycobacterium caprae and Mycobacterium bovis in Lima, Peru. *BMC Infect. Dis.* 2021, **21**, 1265. DOI: 10.1186/s12879-021-06944-5.
- Cöllü A.Y., Ucarman N., Bayhan G.I.: Complicated clinical course of zoonotic tuberculosis due to Mycobacterium Caprae: A case report and literature review. *Int. J. Mycobacteriol.* 2022, **11**, 466–468. DOI: 10.4103/ijmy.ijmy_148_22.
- Lipiec M., Radulski Ł., Szulowski K.: A case of bovine tuberculosis in pigs in Poland—A country free from the disease. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2019, **26**, 29–32.
- Radulski Ł., Krajewska-Wędzina M., Lipiec M.: Występowanie zakażeń Mycobacterium tuberculosis complex u zwierząt. Część II. Zwierzęta towarzyszące. *Życie Wet.* 2022, **97**, 604–607.
- Monies R.J., Cranwell M.P., Palmer N., Inwald J., Hewinson R.G., Rule B.: Bovine tuberculosis in domestic cats. *Vet. Rec.* 2000, **146**, 407–408.
- Anusz K., Orłowska B., Krajewska-Wędzina M., Augustynowicz-Kopec E., Krzysiak M., Bielecki W., Witkowski L., Welz M., Kita J.: Ante-mortem and post-mortem tuberculosis diagnostics in three European Bison (Bison bonasus cau-casicus) from the enclosure in Bukowiec in the Bieszczady National Park in Poland. *Med. Veter.* 2017, **73**, 642–646.
- Didkowska A., Krajewska-Wędzina M., Bielecki W., Brzezińska S., Augustynowicz-Kopec E., Olech W., Anusz K., Sridhara A. A., Johnathan-Lee A., Elahi R., Miller M.A., Waters W.R., Lyashchenko K.P.: Antibody responses in European bison (Bison bonasus) naturally infected with Mycobacterium caprae. *Vet. Microbiol.* 2021, **253**, 108952. DOI: 10.1016/j.vetmic.2020.108952.

26. Shury T.K., Nishi J.S., Elkin B.T., Wobeser G.A.: Tuberculosis and brucellosis in wood bison (*Bison Bison Athabascae*) in northern Canada: a renewed need to develop options for future management. *J. Wildl. Dis.* 2015, **51**, 543–54. DOI: 10.7589/2014-06-167.
27. Zlot A., Vines J., Nystrom L., Lane L., Behm H., Denny J., Finnegan M., Hostetler T., Matthews G., Storms T., DeBess E.: Diagnosis of Tuberculosis in Three Zoo Elephants and a Human Contact - Oregon, 2013. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2016, **64**, 1398–1402. DOI: 10.15585/mmwr.mm6452a2.
28. Bruczyńska M., Didkowska A., Michalski M., Brzezińska S., Augustynowicz-Kopec E., Anusz K.: Bovine tuberculosis in a Reeves's muntjac (*Muntiacus reevesi*) in a private animal collection in Poland – management and legal implications. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2022, **29**, 365–369. DOI: 10.26444/aaem/150007
29. Krajewska-Wędzina M., Olech W., Kozłowska M., Augustynowicz-Kopec E., Weiner M., Szulowski K.: Bovine tuberculosis outbreak in farmed American bison (*Bison bison*) in Poland. *Pol. J. Vet. Sci.* 2017, **20**, 819–821.
30. Krajewska-Wędzina M., Miller M.A., Didkowska A., Kycko A., Radulski Ł., Lipiec M., Weiner M.: The Potential Risk of International Spread of *Mycobacterium Bovis* Associated with Movement of Alpacas. *J. Vet. Res.* 2022, **66**, 53–59. DOI: 10.2478/jvetres-2022-0012.
31. Infantes-Lorenzo J.A., Whitehead C.E., Moreno I., Bezos J., Roy A., Domínguez L., Domínguez M., Salguero F.J.: Development and Evaluation of a Serological Assay for the Diagnosis of Tuberculosis in Alpacas and Llamas. *Front. Vet. Sci.* 2018, **5**, 189.
32. Cadmus S., Oluwatoyin Akinseye, V., van Soelingen D.: *Mycobacterium bovis* in humans and M. tuberculosis in animals in Nigeria: An overview from 1975 to 2014. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* 2019, **23**, 1162–1170.
33. Lipiec M.: *Gruźlica bydłęca, rozpoznawanie, zwalczanie, stan obecny, komentarze*. PIWet - PIB w Puławach. 2016, **1**, 7–121.
34. Mentula S., Karkamo V., Skrzypczak T., Seppänen J., Hyryläinen H. L., Haanperä M., Soini, H.: Emerging source of infection - *Mycobacterium tuberculosis* in rescue dogs: a case report. *Access Microbiol.* 2020, **2**, 1–5.
35. Vangone L., Cardillo L., Riccardi M.G., Borriello G., Cerrone A., Coppa P., Scialla R., Sannino E., Miletto G., Galiero G., Fusco G.: *Mycobacterium tuberculosis* SIT42 Infection in an Abused Dog in Southern Italy. *Front. Vet. Sci.* 2021, **8**, 1–6.
36. Erwin P.C., Bemis D.A., McCombs S.B., Sheeler L.L., Himelright I.M., Halford S.K., Diem L., Metchock B., Jones T.F., Schilling M. G., Thomson B.V. *Mycobacterium tuberculosis* transmission from human to canine. *Emerg. Infect. Dis.* 2004, **10**, 2258–2260.
37. Rajbhandari R.M., Napit R., Manandhar P., Raut R., Gurung A., Poudel A., Shrestha N., Sadaula A., Karmacharya D., Gortázar C., Alves P.C., de la Fuente J., Queirós J.: Phylogenomic analysis supports *Mycobacterium tuberculosis* transmission between humans and elephants. *Front. Vet. Sci.* 2023, **10**, 1133823. DOI: 10.3389/fvets.2023.1133823.
38. 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.
39. Orłowska B., Augustynowicz-Kopec E., Krajewska M., Zabost A., Welz M., Kaczor S., Anusz K.: *Mycobacterium caprae* transmission to free-living grey wolves *Canis lupus* in the Bieszczady Mountains in Southern Poland. *Eur. J. Wildl. Res.* 2017, **63**, 1–5. DOI: 10.1007/s10344-017-1079-4.
40. Welz M., Krajewska-Wędzina M., Orłowska B., Didkowska A., Radulski Ł., Łoś P., Weiner M., Anusz K.: The Eradication of *M. Caprae* Tuberculosis in Wild Boar (*Sus Scrofa*) in the Bieszczady Mountains, Southern Poland - An Administrative Perspective. *J. Vet. Res.* 2023, **67**, 61–66. DOI: 10.2478/jvetres-2023-0006.
41. Phipps E., McPhedran K., Edwards D., Russell K., O'Connor C.M., Gunn-Moore D.A., O'Halloran C., Roberts T., Morris J.: Bovine tuberculosis in working foxhounds: lessons learned from a complex public health investigation. *Epidemiol. Infect.* 2018, **147**, e24. DOI: 10.1017/S0950268818002753.
42. The European Parliament and the Council of the European Union. 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 the Area of Animal Health ('Animal Health Law'). EU OJ L 084 of 31 March 2016. p. 1. Available online: <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/429/oj> (accessed on 25 August 2023).
43. Krajewska-Wędzina M., Didkowska A., Sridhara A.A., Elahi R., Johnathan-Lee A., Radulski Ł., Lipiec M., Anusz K., Lyashchenko K.P., Miller M.A., Waters W.R.: Transboundary tuberculosis: Importation of alpacas infected with *Mycobacterium bovis* from the United Kingdom to Poland and potential for serodiagnostic assays in detecting tuberculin skin test false-negative animals. *Transbound. Emerg. Dis.* 2020 **67**, 1306–1314. DOI: 10.1111/tbed.13471.
44. Didkowska A., Orłowska B., Krajewska-Wędzina M., Krzysiak M., Bruczyńska M., Wiśniewski J., Klich D., Olech W., Anusz K.: Intra-Palpebral Tuberculin Skin Test and Interferon Gamma Release Assay in Diagnosing Tuberculosis Due to *Mycobacterium caprae* in European Bison (*Bison bonasus*). *Pathogens* 2022, **11**, 260. DOI: 10.3390/pathogens11020260
45. Krzysiak M.K., Jabłoński A., Iwaniak W., Krajewska M., Kęsik-Maliszewska J., Larska M.: Seroprevalence and risk factors for selected respiratory and reproductive tract pathogen exposure in European bison (*Bison bonasus*) in Poland. *Vet. Microbiol.* 2018, **215**, 57–65.
46. Krzysiak M., Larska M.: Immobilizacja farmakologiczna żubrów. *Med. Weter.* 2014, **70**, 172–175.
47. Krajewska-Wędzina M., Augustynowicz-Kopec E., Weiner M., Szulowski K. Treatment for active tuberculosis in giraffe (*Giraffa camelopardalis*) in a Zoo and potential consequences for public health - Case report. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2018, **25**, 593–595. DOI: 10.26444/aaem/75685.
48. Lyashchenko K.P., Greenwald R., Esfandiari J., Chambers M.A., Vicente J., Gortazar C., Santos N., Correia-Neves M., Buddle B.M., Jackson R., O'Brien D.J., Schmitt S., Palmer M.V., Delahay R.J., Waters W.R.: Animal-side serologic assay for rapid detection of *Mycobacterium bovis* infection in multiple species of free-ranging wildlife. *Vet. Microbiol.* 2008, **132**, 283–92. DOI: 10.1016/j.vetmic.2008.05.029.
49. Lyashchenko K.P., Wiker H.G., Harboe M., McNair J., Komissarenko S.V., Pollock J.M.: Novel monoclonal antibodies against major antigens of *Mycobacterium bovis*. *Scand. J. Immunol.* 2001, **53**, 498–502. DOI: 10.1046/j.1365-3083.2001.00914.x.
50. Lyashchenko K.P., Greenwald R., Esfandiari J., Rhodes S., Dean G., de la Rúa-Domenech R., Meylan M., Vordermeier H.M., Zanolari P.: Diagnostic value of animal-side antibody assays for rapid detection of *Mycobacterium bovis* or *Mycobacterium microti* infection in South American camelids. *Clin. Vaccine Immunol.* 2011, **18**, 2143–2147. DOI: 10.1128/CI.05386-11.

Dr Monika Krajewska-Wędzina,
e-mail: kapp2@wp.pl