

Echinococcus multilocularis w Polsce – sytuacja epizootyczna u lisów wskaźnikiem ryzyka zarażenia ludzi

Jacek Karamon, Maciej Kochanowski, Joanna Dąbrowska, Mirosław Różycki, Ewa Bil ska-Zaj ąc, Jacek Sroka, Tomasz Cencek

z Zakładu Parazytologii i Chorób Inwazyjnych Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Bąblowica wielojamowa (alweolarna, alweokokoza) jest groźną chorobą odzwierzęcą wywołwaną przez formy larwalne tasiemca z gatunku *Echinococcus multilocularis*. W ostatnich dekadach pasożyt ten wzbudza duże zainteresowanie zarówno wśród parazytologów, jak w środowisku medycznym. Wzrasta także świadomość dotycząca zagrożenia, jakie ze sobą niesie ta inwazja dla zdrowia i życia ludzi.

Echinococcus multilocularis jest tasiemcem należącym do rodziny Taenidae. Oprócz niego w rodzaju *Echinococcus* wyróżnia się jeszcze cztery gatunki: *E. granulosus*, *E. vogel*, *E. oligarthus* i *E. shiquiquis*, z czego trzy ostatnie nie występują w Europie. Cykl rozwojowy *E. multilocularis* jest złożony (ryc. 1). W typowym

cyklu rozwojowym rolę żywiciela ostatecznego, w którego organizmie zachodzi rozmnażanie płciowe tego pasożyta, pełni lis (*Vulpes vulpes*). Stosunkowo często notowany jest także u jenotów (*Nyctereus procyonoides*). W rejonach arktycznych funkcję tę pełni lis polarny [*Vulpes (Alopex) lagopus*]. Tasiemiec ten notowany jest także (choć znacznie rzadziej) u wilków, kojotów oraz, co ważne z punktu widzenia epidemiologicznego, u psów i kotów. W jelitach żywiciela ostatecznego rozwija się postać dojrzała. Tasiemce te charakteryzują się stosunkowo małymi rozmiarami (długość 1,5–4,5 mm), ciało składa się z 4–5 segmentów, skoleks zaopatrzone jest w 4 przyssawki i podwójny wieniec haków. Dojrzałe osobniki pasożytuja w jelicie cienkim, przytwierdzając

się za pomocą narządów czepnych pomiędzy kosmkami jelitowymi. Inwazja może być bardzo intensywna, do kilkuset tysięcy tasiemców u jednego lisa. U dojrzałych osobników ostatni człon zawierający macicę wypełnioną inwazyjnymi jajami odrywa się i zostaje wydalony wraz z kałem. Jaja są bardzo odporne na warunki zewnętrzne, uważa się że w wilgotnym podłożu mogą przetrwać żywe co najmniej przez rok. Jaja pozostające w środowisku zewnętrznym stanowią źródło zarażenia dla żywicieli pośrednich, u których następuje rozwój formy larwalnej tasiemca. Za typowych żywicieli pośrednich uważa się gryzonie, takie jak norniki, karłowatki, nornice, piżmaki (rodzaje: *Microtus*, *Arvicola*, *Ondatra*, *Myodes*). Są to gatunki, u których najczęściej stwierdzano larwy tego tasiemce, jednak dalsze badania są dość fragmentaryczne i lista żywicieli pośrednich na pewno jest zdecydowanie dłuższa. Żywiciele pośredni zarażają się poprzez połknięcie jaja *E. multilocularis*. Uwolniona w przewodzie pokarmowym onkosfera wędruje wraz z krwią do narządów wewnętrznych (najczęściej do wątroby) i tam przekształca się w formę larwalną. Powstaje wielopęcherzowa forma nieograniczona zewnętrzną ścianą (nie powstaje wyraźnie odgraniczona cysta). Poprzez podziały w pęcherzykach powstają protoskoleksy.

Po zjedzeniu zarażonego żywiciela pośredniego przez żywiciela ostatecznego w jelicie tego ostatniego protoskoleksy przekształcają się w postacię dojrzalego tasiemców.

Oprócz specyficznych żywicieli pośrednich jajami tego pasożyta mogą zarażać się także inne gatunki ssaków, u których nie występuje najczęściej pełny rozwój larwy (nie powstają protoskoleksy) i stanowią one zazwyczaj „ślepią uliczkę” cyklu rozwojowego. Takie organizmy określane są mianem żywicieli przypadkowych, niespecyficznych lub aberracyjnych. Do tej grupy zalicza się także człowiek. W organizmie człowieka larwa *E. multilocularis* rozwija się najczęściej w wątrobie, gdzie tworzy początkowo małe, kilkumilimetrowe ogniska, które mogą z czasem powiększać swoje rozmiary (do ok. 15–20 cm). Larwa może rozprzestrzeniać się po organizmie poprzez infiltrację narządów sąsiadujących oraz poprzez przerzuty do tkanek bardziej oddalonych za pośrednictwem krwi i limfy. Rozwój choroby (alveokokozy) u człowieka jest długotrwały i związany z powolnym rozwojem larwy – bezobjawowy okres inkubacji choroby może trwać od 5 do 15 lat. Dlatego choroba najczęściej jest późno diagnozowana, a u nieleczonych pacjentów najczęściej śmiertelna. *Echinococcus multilocularis* uznawany jest za najniebezpieczniejszy zoonotyczny pasożytniczy czynnik chorobotwórczy w naszej strefie klimatycznej.

Jak wynika z cyklu rozwojowego, źródłem zarażenia dla ludzi są inwazyjne jaja *E. multilocularis* obecne w środowisku zewnętrznym. Jaja tego pasożyta rozprzestrzeniane są w otoczeniu wraz z odchodami żywicieli ostatecznych. Lisy uznawane są za typowych żywicieli ostatecznych (1). Dlatego też w wielu krajach prowadzone są badania monitoringowe w populacjach tych zwierząt, w celu oceny sytuacji epidemiologicznej. Wiedza o odsetku zarażonych lisów oraz intensywności inwazji w danym regionie pozwala wnioskować o ryzyku zarażenia dla ludzi. W Europie w ostatnich dziesięcioleciach można zaobserwować wzrost ekstensywności tej inwazji u lisów w regionach endemicznych (2, 3). Szczególnie wyraźnie jest to widoczne w długoterminowych badaniach prowadzonych w Niemczech (1990–2009), gdzie inwazja *E. multilocularis* u lisów w centralnej części tego kraju wzrosła z 12 do 42% (4). Podobnie porównanie wyników z lat 80. z wynikami pierwszej dekady XXI wieku wskazuje na istotny wzrost ekstensywności tej inwazji u lisów w większości regionów wschodniej Francji.

Oprócz wzrostu odsetka zarażonych lisów na terenach endemicznych,

w ostatnich dziesięcioleciach można zaobserwować także ekspansję tego pasożyta na tereny, na których dotychczas nie był stwierdzany. Mianowicie, od końca ubiegłego wieku obszar występowania tego tasiemcia u zwierząt w Europie rozszerzył się z terenu obejmującego kilka krajów: Szwajcarię, część Niemiec, południowo-wschodnią Francję, Austrię (tzw. core region) na kilkanaście nowych krajów, w tym także Polskę. Z pewnością jest to związane z realną ekspansją tego pasożyta wywołaną przez różnorodne czynniki, m.in. przez istotny wzrost liczebności populacji lisów. Jednak prawdopodobnie jest to także związane ze zwiększonym zainteresowaniem tym groźnym pasożytem ze strony naukowców, ośrodków odpowiedzialnych za zdrowie publiczne itp. Skutkiem tego było wdrożenie programów monitoringowych w krajach, gdzie wcześniej badania tego typu nie były prowadzone, oraz intensyfikacja badań na terenach, gdzie prowadzone były one na małą skalę. Przykładem może być Szwecja, gdzie natychmiast po wprowadzeniu programu monitoringowego zakładającego przebadanie 10-krotnie większej liczby próbek stwierdzono pierwsze przypadki *E. multilocularis* u lisów (5).

W Polsce pierwszy przypadek *E. multilocularis* u lisa pozyskanego na terenie obecnego województwa pomorskiego został opisany w 1995 r. przez Malczewskiego i wsp. (6). Od tamtego czasu przeprowadzono wiele badań w różnych regionach Polski, potwierdzając szerokie rozprzestrzenienie tego pasożyta w naszym kraju (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). W ostatnich latach (2009–2013) Zakład Parazytologii i Chorób Inwazyjnych Państwowego Instytutu Weterynaryjnego w Puławach przeprowadził badania u lisów na obszarze całej Polski (14). Według tych badań średnia ekstensywność tej

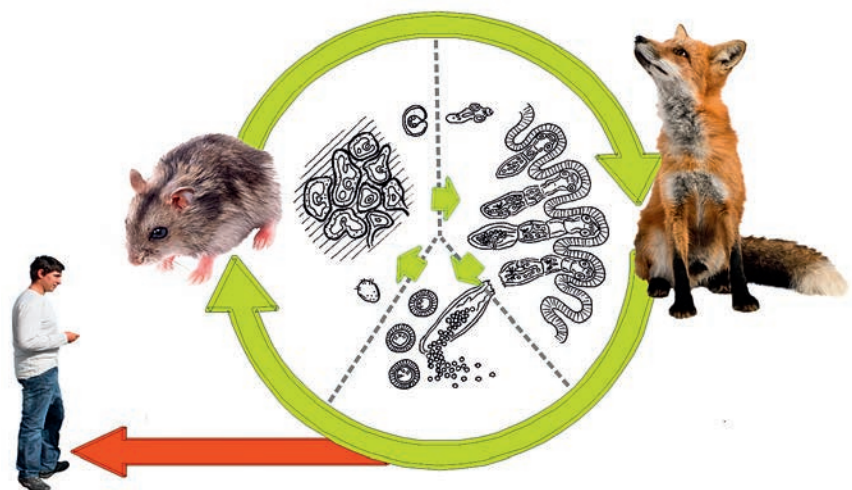
Echinococcus multilocularis in Poland – epizootic situation in red foxes as the indicator of infection risk for humans

Karamon J., Kochanowski M., Dąbrowska J., Różycki M., Biłska-Zajac E., Sroka J., Cencek T., Department of Parasitology and Parasitic Diseases, National Veterinary Research Institute, Pulawy

This article aims at the presentation of epizootic situation of echinococcosis in red foxes in Poland. Tapeworm *Echinococcus multilocularis* is a species whose adult stage usually parasitizes the fox, dog and cat. The larvae occur principally in rodents but can also infect humans. Alveolar echinococcosis is a dangerous zoonosis. Red fox, the typical primary natural host is responsible for spreading the infective eggs in the environment. Therefore, surveys concerning prevalence of this parasite in red fox population are conducted in many countries to conclude about risk for public health. Study, which was carried out in Poland recently, has covered the whole territory of the country. The results confirmed non-homogeneous distribution of tapeworm carriers. There are provinces in which *E. multilocularis* infected foxes reached 50%, whilst in other regions there are just few percent of carrier animals. It has been also found that during last decade the prevalence of *E. multilocularis* in red fox population significantly increased. This dynamic situation points out the requirement of constant monitoring the natural host population.

Keywords: *Echinococcus multilocularis*, red fox, monitoring system, public health.

inwazji u lisów wynosi obecnie ok. 16%. Jednak wyniki wskazują na bardzo nieproporcjonalne rozmieszczenie tej inwazji na terenie kraju (ryc. 2). Widać też pewną zależność, mianowicie, tereny o wysokiej ekstensywności *E. multilocularis* u lisów znajdują się we wschodniej połowie kraju, natomiast o niskim odsetku zarażonych



Ryc. 1. Cykl rozwojowy *Echinococcus multilocularis*

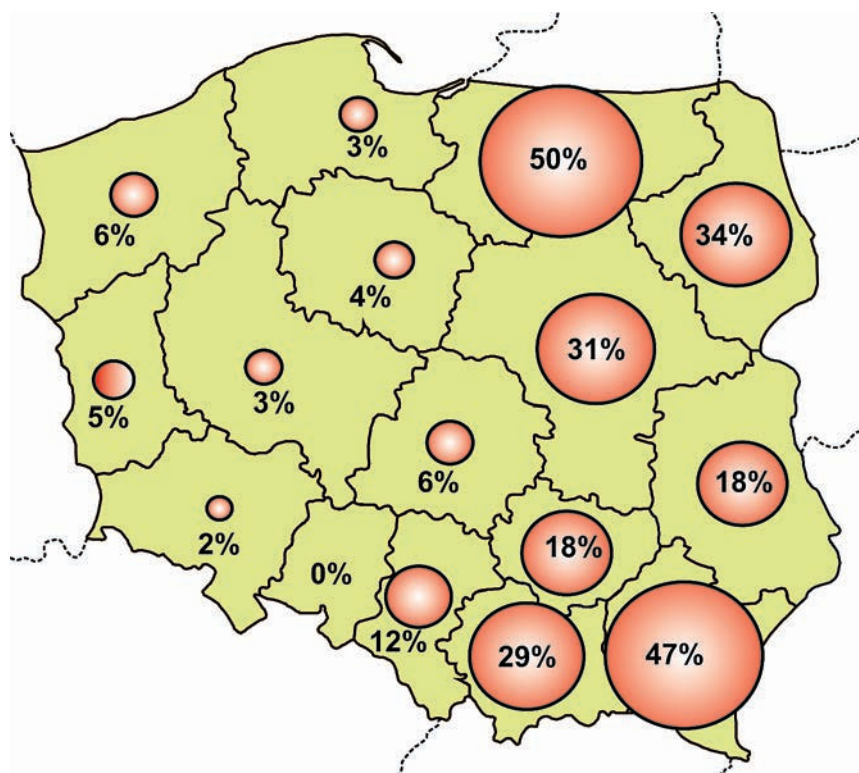
lisów – w zachodniej. Najwyższą ekstensywność notuje się w województwach warmińsko-mazurskim i podkarpackim, gdzie praktycznie co drugi przebadany lis był zarażony tym tasiemcem. Wysoki odsetek zarażonych lisów (ok. 30%) notowany był także w województwach mazowieckim, podlaskim, małopolskim i stosunkowo wysoki w woj. świętokrzyskim i lubelskim (kilkanaście procent). Sytuacja w zachodniej połowie Polski przedstawia się zgoła inaczej – ekstensywność na tych terenach jest zdecydowanie niższa i nie przekracza kilku procent.

Porównanie aktualnych rezultatów z wynikami uzyskanymi w ciągu ostatnich 20 lat przez innych autorów wskazuje na dynamiczny wzrost odsetka zarażonych lisów. Jednak, co widać wyraźnie na mapie (ryc. 2) i wykresie (ryc. 3), wzrost ten nastąpił tylko w części terytorium Polski (wschodnia połowa). Ponadto daje się zauważyć, że wyraźny wzrost ekstensywności rozpoczął się w pierwszych latach XXI w., z wyjątkiem woj. świętokrzyskiego, gdzie istotną różnicę w odsetku zarażonych lisów stwierdzono dopiero pomiędzy latami

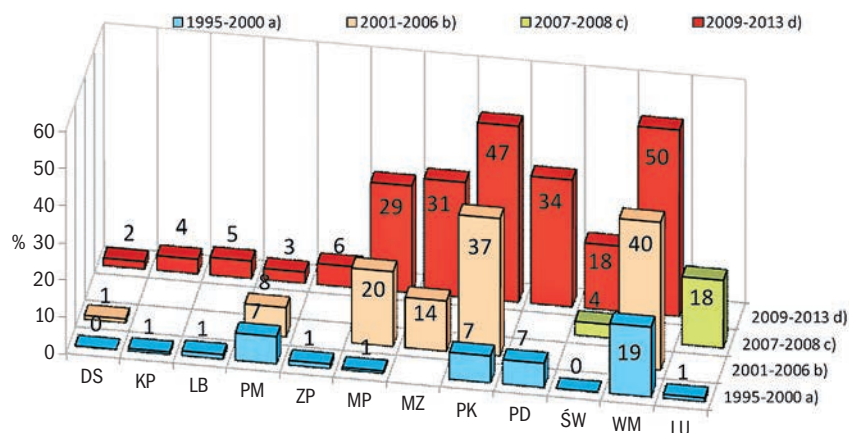
2008 i 2012 (15). W przeciwieństwie do wschodniej części kraju, w zachodniej połowie wzrost ekstensywności nie nastąpił – stosunkowo niski poziom zarażenia utrzymuje się w tych województwach przez okres ostatnich 15–20 lat (ryc. 3).

Trudno jest na tym poziomie badań wnioskować ostatecznie, co jest główną przyczyną tak nierównomiernego rozmieszczenia tej inwazji w Polsce. Wzrost ekstensywności inwazji *E. multilocularis* w lisów, który miał miejsce w ostatnich dziesięcioleciach nie tylko w Polsce, ale także w wielu krajach europejskich, najczęściej jest tłumaczony przez gwałtowny wzrost liczebności populacji tych zwierząt, co z kolei silnie koreluje z wprowadzonymi w tym czasie szerego zakrojonymi programami szczepień przeciw wściekliźnie. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że pomimo że w Polsce w ciągu ostatnich kilkunastu lat populacja lisów wzrosła około czterokrotnie na obszarze całego kraju, to wzrost odsetka zarażonych tym tasiemcem lisów obserwuje się tylko we wschodniej połowie Polski – na zachodzie utrzymuje się stosunkowo niski poziom inwazji. To pokazuje, że zwiększenie liczebności populacji lisów jest z pewnością bardzo istotnym czynnikiem, jednak nie determinuje bezwzględnie wystąpienia wysokiej ekstensywności *E. multilocularis* u tych zwierząt.

W niektórych badaniach wykazano powiązanie pomiędzy odsetkiem zarażonych lisów a średnimi rocznymi temperaturami, opadami i innymi geomorfologicznymi czynnikami. Jest to głównie związane z warunkami sprzyjającymi przetrwaniu inwazyjnych jaj w środowisku. Takie zależności stwierdzono np. na Słowacji, gdzie niska średnia roczna temperatura i wysokie roczne opady okazały się czynnikiem istotnie wpływającym na rozprzestrzenienie *E. multilocularis* (16). Takiej ścisłej zależności nie obserwujemy w Polsce – np.: część województw z niską ekstensywnością tego pasożyta u lisów (dolnośląskie, pomorskie, zachodniopomorskie) charakteryzuje się stosunkowo wysokimi średnimi rocznymi opadami, wyższymi niż w niektórych województwach o wysokiej ekstensywności (lubelskie, mazowieckie, podlaskie). Warunki klimatyczne pełnią kluczową rolę w ograniczeniu rozpowszechnienia *E. multilocularis* w skali świata (północna półkula) lub kontynentu – w Europie południowa granica przebiega mniej więcej przez północne Włochy, Węgry i Rumunię (17, 18, 19). Jednak w skali jednego regionu lub kraju (np. Polski) zlokalizowanego w całości w rejonie endemicznym, warunki klimatyczne wydają się jednym z wielu ważnych elementów wpływających na ekstensywność



Ryc. 2. Ekstensywność inwazji *E. multilocularis* u lisów w poszczególnych województwach (2009–2013) – wg Karamon i wsp. 2014 (14)



Ryc. 3. Odsetek lisów zarażonych *E. multilocularis* w wybranych województwach – porównanie wyników aktualnych z uzyskanymi w przeszłości. a) Machnicka-Rowińska i wsp. (2002; 11), Małczewski i wsp. (2008; 8), Ramisz i wsp. (1997; 9), Rocki i wsp. (1999; 13), b) Borecka i wsp. (2007, 2008; 7, 12), Pacoń i wsp. (2006; 10); c) Karamon i wsp. (2011; 15); d) Karamon i wsp. (2014; 14)

E. multilocularis u lisów. Kolejnym czynnikiem, który może mieć zdecydowany wpływ na nierównomierną dystrybucję inwazji, jest obecność odpowiednich dla danego regionu gatunków specyficznych żywicieli pośrednich, które są niezbędnym elementem cyklu rozwojowego tego pasożyta. Na przykład w północnych Włoszech wykazano dodatnią korelację pomiędzy występowaniem norników a stwierdzeniem inwazji *E. multilocularis* u lisów (20). Należy przypuszczać, że nie ma uniwersalnej odpowiedzi na pytanie, jaki czynnik bezpośrednio decyduje o kształtowaniu się poziomu ekstensywności tej inwazji. Jest to najprawdopodobniej zespół wielu elementów (biologicznych, geoklimatycznych) występujących i oddziaływających równocześnie w złożonych układach wzajemnych powiązań, specyficznie dla konkretnego regionu.

Mimo że lis jest głównym żywicielem ostatecznym odpowiedzialnym za rozprzestrzenianie jaj stwarzających zagrożenie dla człowieka, to należy także wspomnieć o zwierzętach domowych, takich jak koty i psy. Doświadczalnie udowodniono, że w jelitach tych zwierząt zachodzi pełny rozwój tego tasiecmca – powstają dojrzałe formy i wytwarzane są jaja, chociaż w przypadku kotów liczba wydalanych z kałem jaj i czas ich wydalania jest krótszy niż u psów (1). W niektórych krajach (np. Niemcy, Litwa, Słowacja) stwierdzano niewielki odsetek zarażonych psów lub kotów (0,3–3%) w zależności od regionu badań i grupy zwierząt poddanych badaniu (21, 22, 23). Jednak ze względu na bliski i częsty bezpośredni kontakt psów i kotów z człowiekiem mogą one stanowić istotne z punktu epidemiologicznego źródło zarażenia, którego nie należy bagatelizować. W Polsce jak dotąd nie potwierdzono obecności tej inwazji u psów i kotów – badania prowadzone w tym kierunku w Zakładzie Parazytologii i Chorób Inwazyjnych PIWet-PIB są w toku. Obecność *E. multilocularis* u zwierząt towarzyszących człowiekowi (w dobie globalizacji i łatwości przemieszczania się na duże odległości) stwarza nowe możliwości rozprzestrzeniania się tej pasożytozy na rejony, do których przeniesienie inwazji za pośrednictwem żywicieli wolno żyjących jest praktycznie niemożliwe (np. na kraje wyspiarskie). Wychodząc naprzeciw temu zagrożeniu, komisja WE wydała rozporządzenie (nr 1152/2011), które reguluje zasady wwożenia psów do krajów uznanych za wolne od tej inwazji (np. uszczegóławia termin obowiązkowego odrobaczenia i rodzaj środków przeciworobaczyczych). Rozporządzenie określa również warunki uznania kraju za wolny od tej inwazji. Obecnie warunki te spełniają cztery państwa

członkowskie: Finlandia, Irlandia, Malta i Wielka Brytania.

Sytuacja epizootyczna dotycząca występowania *E. multilocularis* u lisów w Polsce wskazuje na istotne ryzyko dla ludzi, szczególnie w regionach o bardzo wysokiej ekstensywności inwazji. Należy zaznaczyć, że większość potwierdzonych przypadków alweokokozy u ludzi w Polsce zanotowano w województwie warmińsko-mazurskim (24), czyli w rejonie bardzo wysokiej ekstensywności *E. multilocularis* u lisów. Ponadto o istotnym zanieczyszczeniu środowiska jajami tego tasiecmca świadczy wykrycie materiału genetycznego *E. multilocularis* w znacznym odsetku próbek gleby pobranych na terenach endemicznych (25). Co więcej, w ostatnich latach stwierdza się także w Polsce larwalne formy tego pasożyta u świń, które w tym przypadku (podobnie jak ludzie) pełnią rolę żywiciela niespecyficznego (26). Obecność form larwalnych u świń świadczy o występowaniu i dostępności inwazyjnych jaj tego pasożyta w pobliżu ludzkich siedzib.

Aktualne wyniki wskazują, że na dużej części terytorium Polski ekstensywność inwazji *E. multilocularis* u lisów należy do najwyższych w Europie. Niesie to za sobą realne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Ponadto obserwowane w ciągu ostatnich dziesięcioleci dynamiczne zmiany w odsetku zarażonych lisów wskazują na konieczność monitorowania sytuacji epizootycznej. Dlatego też Zakład Parazytologii i Chorób Inwazyjnych PIWet-PIB kontynuuje badania monitoringowe w rejonach o wysokiej i niskiej ekstensywności.

Piśmiennictwo

1. Kapel C.M.O., Torgerson P.R., Thompson R.C.A., Deplazes P.: Reproductive potential of *Echinococcus multilocularis* in experimentally infected foxes, dogs, raccoon dogs and cats. *Int. J. Parasitol.* 2006, **36**, 79–86.
2. Combes B., Comte S., Raton V., Raoul F., Boue F., Umhang G., Favier S., Dunoyer C., Woronoff N., Giraudoux P.: Westward spread of *Echinococcus multilocularis* in foxes, France, 2005–2010. *Emerg. Infect. Dis.* 2012, **18**, 2059–2062.
3. Denzin N., Schliephake A., Froehlich A., Ziller M., Conraths F.J.: On the Move? *Echinococcus multilocularis* in red foxes of Saxony-Anhalt (Germany). *Transbound. Emerg. Dis.* 2014, **61**, 239–246.
4. Staubach C., Hoffmann L., Schmid V.J., Ziller M., Tackmann K., Conraths F.J.: Bayesian space-time analysis of *Echinococcus multilocularis* infections in foxes. *Vet. Parasitol.* 2011, **179**, 77–83.
5. Osterman Lind E., Juremalm M., Christensson D., Widgren S., Hallgren G., Agren E.O., Uhlhorn H., Lindberg A., Cedersmyg M., Wahlstrom H.: First detection of *Echinococcus multilocularis* in Sweden, February to March 2011. *Eurosurveillance* 2011, **16**, 19836, 4–6.
6. Malczewski A., Rocki B., Ramisz A., Eckert J.: *Echinococcus multilocularis* (Cestoda), the causative agent of alveolar echinococcosis in humans – first record in Poland. *J. Parasitol.* 1995, **81**, 318–321.
7. Borecka A., Gawor J., Malczewska M., Malczewski A.: Occurrence of *Echinococcus multilocularis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) in southern Poland. *Helminthologia* 2008, **45**, 24–27.

ANALIZATORY HEMATOLOGICZNE MINDRAY

BC-2800vet – 3 diff

BC-5000vet – 5 diff

BEZPOŚREDNIO

tel. 601 84 50 55

Weterynaryjny analizator do moczu i BHB w mleku

UriDoctor™ VET

kompleksowe badanie
10 parametrów
fizyko-chemicznych

badanie mikroalbuminy
oraz kreatyniny

badanie
β-hydroksymaślanu
(BHB) w mleku –
diagnostyka ketozy

Dominika 726 300 777

8. Malczewski A., Gawor J., Malczewska M.: Infection of red foxes (*Vulpes vulpes*) with *Echinococcus multilocularis* during the years 2001–2004 in Poland. *Parasitol. Res.* 2008, **103**, 501–505.
9. Ramisz A., Eckert J., Balicka-Ramisz A., Grupinski T., Pilarczyk B., Krol, Pospieszny A., Slowikowski P.: Prevalence of *Echinococcus multilocularis* in foxes in the Western Poland. *Med. Weter.* 1997, **53**, 340–342.
10. Pacon J., Soltysiak Z., Nicpon J., Janczak M.: Prevalence of internal helminths in red foxes (*Vulpes vulpes*) in selected regions of Lower Silesia. *Med. Weter.* 2006, **62**, 67–69.
11. Machnicka-Rowinska B., Rocki B., Dziemian E., Kolo-dziej-Sobocinska M.: Raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) – the new host of *Echinococcus multilocularis* in Poland. *Wiad. Parazytol.* 2002, **48**, 65–68.
12. Borecka A., Gawor J., Malczewska M., Malczewski A.: Prevalence of *Echinococcus multilocularis* tapeworm in red foxes in central Poland. *Med. Weter.* 2007, **63**, 1333–1335.
13. Rocki B., Malczewski A., Eckert J.: Studies on the incidence of *Echinococcus multilocularis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) in north-east, central and south of Poland. *Wiad. Parazytol.* 1999, **45**, 391–393.
14. Karamon J., Kochanowski M., Sroka J., Cencek T., Roz-ycki M., Chmurzynska E., Biliska-Zajac E.: The prevalence of *Echinococcus multilocularis* in red foxes in Poland-current results (2009–2013). *Parasitol. Res.* 2014, **113**, 317–322.
15. Karamon J., Sroka J., Cencek T., Michalski M.M., Zie-ba P., Karwacki J.: Prevalence of *Echinococcus multilocularis* in red foxes in two eastern provinces of Poland. *Bull. Vet. Inst. Pulawy.* 2011, **55**, 429–433.
16. Miterpakova M., Dubinsky P., Reiterova K., Stanko M.: Climate and environmental factors influencing *Echinococcus multilocularis* occurrence in the Slovak Republic. *Ann. Agr. Env. Med.* 2006, **13**, 235–242.
17. Casulli A., Manfredi M.T., La Rosa G., Di Cerbo A.R., Dinkel A., Romig T., Deplazes P., Genchi C., Pozio E.: *Echinococcus multilocularis* in red foxes (*Vulpes vulpes*) of the Italian Alpine region: is there a focus of autochthonous transmission? *Int. J. Parasitol.* 2005, **35**, 1079–1083.
18. Siko S.B., Deplazes P., Ceica C., Tivadar C.S., Bogolin I., Popescu S., Cozma V.: *Echinococcus multilocularis* in south-eastern Europe (Romania). *Parasitol. Res.* 2011, **108**, 1093–1097.
19. Casulli A., Szell Z., Pozio E., Sreter T.: Spatial distribution and genetic diversity of *Echinococcus multilocularis* in Hungary. *Vet. Parasitol.* 2010, **174**, 241–246.
20. Guerra D., Hegglin D., Bacciarini L., Schnyder M., Deplazes P.: Stability of the southern European border of *Echinococcus multilocularis* in the Alps: evidence that *Microtus arvalis* is a limiting factor. *Parasitology* 2014, **141**, 1593–1602.
21. Dyachenko V., Pantchev N., Gawłowska S., Vrhovec M.G., Bauer C.: *Echinococcus multilocularis* infections in domestic dogs and cats from Germany and other European countries. *Vet. Parasitol.* 2008, **157**, 244–253.
22. Antolova D., Reiterova K., Miterpakova M., Dinkel A., Dubinsky P.: The First Finding of *Echinococcus multilocularis* in Dogs in Slovakia: An Emerging Risk for Spreading of Infection. *Zoonoses. Public. Hlth.* 2009, **56**, 53–58.
23. Bruzinskaite R., Sarkunas M., Torgerson P.R., Mathis A., Deplazes P.: Echinococcosis in pigs and intestinal infection with *Echinococcus* spp. in dogs in southwestern Lithuania. *Vet. Parasitol.* 2009, **160**, 237–241.
24. Nahorski W.L., Knap J.P., Pawłowski Z.S., Krawczyk M., Polanski J., Stefaniak J., Patkowski W., Szostakowska B., Pietkiewicz H., Grzeszczuk A., Felczak-Korzybska I., Golab E., Wnukowska N., Paul M., Kacprzak E., Sokolewicz-Bobrowska E., Niscigorska-Olsen J., Czyrznikowska A., Chomicz L., Cielecka D., Myjak P.: Human Alveolar Echinococcosis in Poland: 1990–2011. *Plos Neglect. Trop. D.* 2013, **7**, e1986.
25. Szostakowska B., Lass A., Kostyra K., Pietkiewicz H., Myjak P.: First finding of *Echinococcus multilocularis* DNA in soil: Preliminary survey in Varmia-Masuria Province, northeast Poland. *Vet. Parasitol.* 2014, **203**, 73–79.
26. Karamon J., Sroka J., Cencek T.: The first detection of *Echinococcus multilocularis* in slaughtered pigs in Poland. *Vet. Parasitol.* 2012, **185**, 327–329.