

**Dorota Kiera
Elżbieta Lonc**

Zakład Ekologii Drobnoustrojów i Ochrony Środowiska,
Instytut Genetyki i Mikrobiologii, Uniwersytet Wrocławski
dorota.kiewra@microb.uni.wroc.pl
elzbieta.lonc@microb.uni.wroc.pl

GEOGRAFICZNE SYSTEMY INFORMACJI O KLESZCZACH I BORELIOZIE NA DOLNYM ŚLĄSKU

Geographical information systems on ticks and Lyme disease in Lower Silesia

Abstract: The visualisation of biological data based on the environmental monitoring of the incidence of ticks *Ixodes ricinus* (the main vectors of *Borrelia burgdorferi*) and the epidemiological data (based on the surveys of patients with the diagnosed Lyme disease) on digital maps allowed for the identification of areas with the most severe danger of the Lyme disease in Lower Silesia. The increased-risk areas include areas protected by law (Karkonosze National Park, Ślęza Landscape Park, Sowie Mountains Landscape Park), forest areas and city parks (Wrocław).

Słowa kluczowe: *Ixodes ricinus*, borelioza z Lyme, Dolny Śląsk

Key words: *Ixodes ricinus*, Lyme disease, Lower Silesia

Systemy Informacji Geograficznej (GIS), pierwotnie rozwijane przede wszystkim w geografii dla potrzeb dokumentacji zasobów naturalnych, znalazły praktyczne zastosowanie także w innych dyscyplinach przyrodniczych. Nowe możliwości badawcze GIS-u oraz teledetekcja okazały się przydatne w biologii, m. in. w rozpoznawaniu zależności ekoepidemiologicznych (Vine i in. 1997, Rinaldi i in. 2004). Wykorzystano je w komputerowym modelowaniu czynników zagrażających zdrowiu, ponieważ narzędzia GIS-u pozwalają na lepsze poznanie, w zróżnicowanej skali przestrzennej, biologii i ekologii patogenów, w tym chorób odkleszczowych. Są one częścią zintegrowanego projektu EDEN (Emerging Diseases in a Changing European Environment), opracowanego w 2004 r. z zamiarem identyfikacji i skatalogowania europejskich ekosystemów

oraz środowiskowych uwarunkowań wpływających na przestrzenną i czasową dystrybucję czynników etiologicznych. Borelioza i inne choroby odkleszczowe stanowią bowiem, szczególnie w ostatnich latach, coraz większe zagrożenia dla zdrowia publicznego w licznych krajach (Bowman i Nuttall 2009). Modelowanie dynamiki ich występowania wymaga analizy i syntezy wielu czynników środowiskowych wpływających na występowanie i rozprzestrzenienie kleszczy. W Polsce dotyczy to kleszczy pospolitych (*Ixodes ricinus*), najczęściej notowanych przenosicieli biologicznych, czyli wektorów, bakteryjnych krętków *Borrelia burgdorferi* wywołujących boreliozę z Lyme, a także wielu innych patogenów, np. wirusów kleszczowego zapalenia mózgu, riketsji anaplazmozy granulocytarnej i ehrlichiozy monocytarnej, pierwotniaków babeszjozy (Siuda 2006).

Celem badań jest wizualizacja danych biologicznych i epidemiologicznych na mapach cyfrowych oraz ukazanie potencjalnego ryzyka zachorowania na boreliozę wskutek ukłucia zakażonych kleszczy monitorowanych na wybranych terenach Dolnego Śląska.

MATERIAŁ I METODY

Badania terenowe. Zbiór kleszczy *I. ricinus* przeprowadzony był standardową metodą flagowania, polegającą na omiataniu niskiej roślinności flanelową płachtą o wymiarach 1 m x 1 m (Siuda 1993). Zbioru dokonano od kwietnia do maja 2009, tj. w okresie wiosennego szczytu aktywności tych wektorów. Do ich odłowu wytypowano 7 stanowisk na obszarze kilku dolnośląskich powiatów: bolesławieckiego (3 stanowiska), kłodzkiego (3), jeleniogórskiego (1), pow. wrocławskiego (1) i m. Wrocławia. Biotopy te były zróżnicowane pod kątem antropopresji, obejmowały bowiem zarówno obszary położone wewnątrz aglomeracji miejskiej (Las Osobowicki we Wrocławiu), jak i tereny objęte prawną ochroną (Karkonoski Park Narodowy – KPN, Ślęzański Park Krajobrazowy – ŚPK, Park Krajobrazowy Gór Sowich – PKGS). Zróżnicowanie dotyczyło również wysokości: najwyżej położone stanowiska znajdowały się powyżej 700 m n.p.m. (Karkonosze, Przełęcz Woliborska w Górach Sowich w pow. kłodzkim), natomiast najniższe (100–200 m n.p.m.) na terenach miejskich Wrocławia (Las Osobowicki) oraz powiatu bolesławieckiego. Zebrane okazy określano pod względem stadium rozwojowego (nimfy, samice, samce) oraz identyfikowano do gatunku wg kluczy Siudy (1993). W celu określenia zagęszczenia aktywnie oczekujących na żywiciela głodnych okazów (obrazujących potencjalne zagrożenie dla ludzi), wyniki uśredniono i zestandaryzowano, przedstawiając liczbę kleszczy odłowioną przez jedną osobę w ciągu godziny.

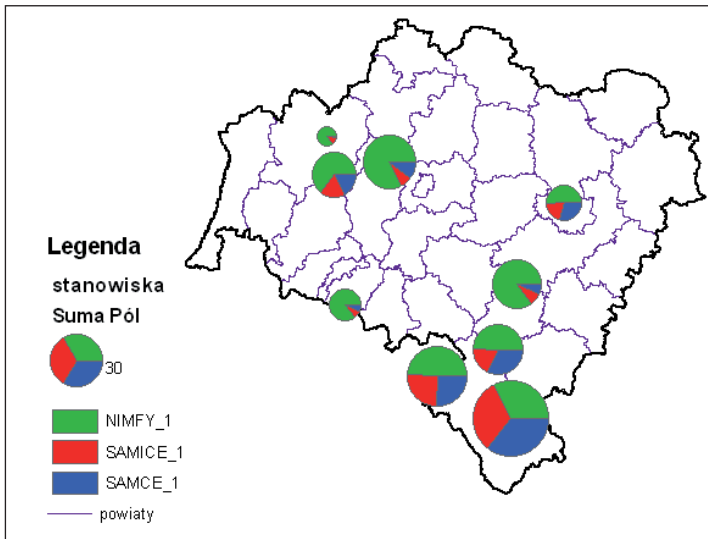
Dane epidemiologiczne dotyczące przypadków boreliozy z Lyme pochodziły z bazy Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie (www.pzh.gov.pl) oraz badań Kiewry i in. (2004).

Wizualizacja danych. Do utworzenia własnej cyfrowej bazy danych wykorzystano dostępny z Zakładzie Ekologii Drobnoustrojów i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Wrocławskiego program komputerowy ArcView 9.2. W celu lokalizacji stanowisk badawczych posłużono się wybranymi warstwami map wektorowych. Dane środowiskowe, dotyczące aktywności kleszczy *I. ricinus* oraz dane epidemiologiczne przedstawiono w postaci osobnej, tematycznej warstwy, podobnie jak w pracy Kiewry i in. (2008). Do badania podobieństwa stanowisk pod względem aktywności kleszczy zastosowano analizę skupień metodą Warda przy użyciu pakietu Statistica.

WYNIKI

W trakcie własnych jednorocznych badań sezonowych w 2009 roku zebrano łącznie 1089 okazów kleszczy pospolitych *I. ricinus*, w tym 684 nimf (62,8%), 199 samic (18,3%), 206 samców (18,9%). W poszczególnych stanowiskach stwierdzono zróżnicowaną strukturę populacji (ryc. 1). Nimfy dominowały na terenie KPN, ŚPN oraz w dwóch stanowiskach położonych w powiecie bolesławieckim (Nadleśnictwo Złotoryja oraz Chocianów). Tamże stanowiły ponad 80% zebranych okazów, podobnie jak na trzecim stanowisku w powiecie bolesławieckim w Nadleśnictwie Bolesławiec (ok. 65%). Nimfy stanowiły także około połowę zbioru na terenie Wrocławia oraz w powiecie kłodzkim. Jedynie w okolicach Ołdrzychowic Kłodzkich (w Nadleśnictwie Bystrzyca Kłodzka) ich udział był niższy i wynosił około jednej trzeciej zbioru. Udział samic wahał się od ok. 7% (KPN oraz jedno za stanowisk w powiecie bolesławieckim) do ponad 30% (powiat kłodzki – okolice Ołdrzychowic Kłodzkich), natomiast samców od 2% (powiat bolesławiecki, Nadleśnictwo Chocianów) do ponad 35% (powiat kłodzki – okolice Ołdrzychowic Kłodzkich).

Zróżnicowane było też zagęszczenie, czyli aktywność kleszczy, a tym samym odmienne ryzyko choroby odkleszczowej wskutek ukłucia przez potencjalnie zakażone okazy. Najwięcej (ponad 60) okazów (w ciągu godziny) zebrano w okolicach Ołdrzychowic Kłodzkich, a najmniej tylko cztery w powiecie bolesławieckim (w Nadleśnictwie Chocianów). Najbardziej ryzykowne miejsce ataku nimf (20 i więcej okazów zebranych w ciągu godziny) zlokalizowano w powiecie bolesławieckim (Nadleśnictwo Chocianów – 25), w ŚPK (22) oraz w powiecie kłodzkim (okolice Ołdrzychowic Kłodzkich – 20). Tamże odnotowano również najwyższą aktywność postaci dorosłych, tj. samic i samców, których w ciągu godziny zebrano odpowiednio 20 i 22. Ponad 5 samic w ciągu



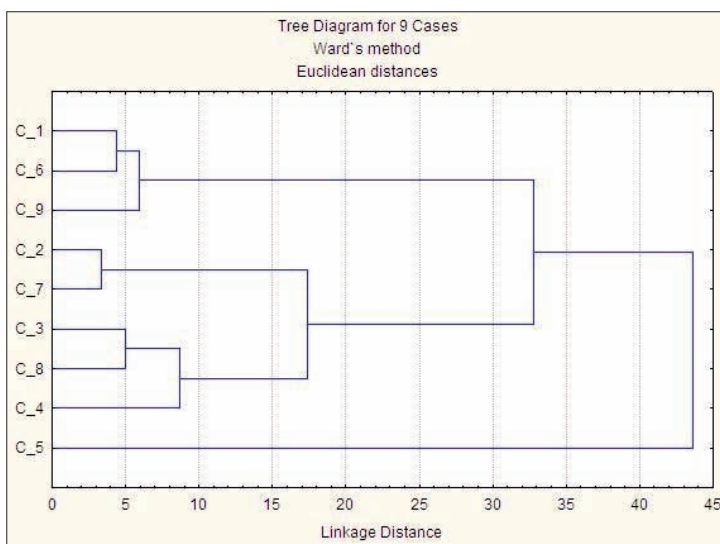
Ryc. 1. Struktura populacji i zróżnicowane zagęszczenie kleszczy pospolitych (*I. ricinus*) monitorowanych w czterech powiatach dolnośląskich (2009 r.)

Fig. 1. Population structure and varied density of ticks *I. ricinus* monitored in 4 districts of the Lower Silesia (Dolnośląskie) region (2009 r.)

godziny zebrano na pozostałych stanowiskach w powiecie kłodzkim, natomiast na innych obszarach ich udział był mniejszy. Sporadycznie, tj. średnio mniej niż jedną samicę w ciągu godziny, zbierano w KPN i powiecie bolesławieckim.

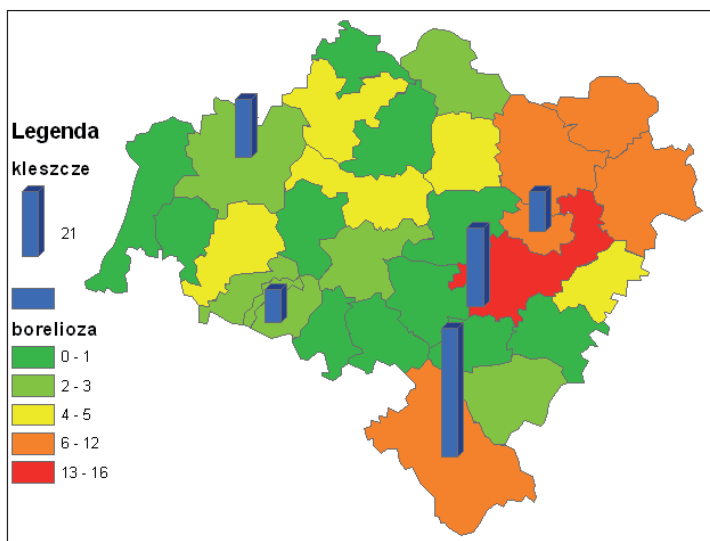
Analiza podobieństwa skupień, przeprowadzona metodą Warda, potwierdziła omówioną powyżej zróżnicowaną aktywność kleszczy w poszczególnych stanowiskach (Ryc. 2.). Stanowisko zlokalizowane w powiecie kłodzkim (w okolicach Ołdrzychowic Kłodzkich – C_5) najbardziej odbiegało od pozostałych. Podobne ryzyko chorób odkleszczowych było natomiast na stanowiskach różniących się między sobą położeniem, wysokością i wpływem antropopresji.

Utworzona mapa odkleszczowych zagrożeń na Dolnym Śląsku (Ryc. 3.), które wyrażono liczbą przypadków boreliozy zanotowanych w latach 2002–2003 (Kiewra i in. 2004) oraz liczbą zebranych kleszczy w 2009 r., wskazuje na zależności. Podwyższone ryzyko ataku zakażonych krętkami kleszczy występuje w powiatach: wrocławskim oraz we Wrocławiu, w powiatach trzebnickim, oleśnickim, milickim i kłodzkim, w których przebywali pacjenci i wskazywali te miejsca jako źródło zakażenia. W powiatach wrocławskim i kłodzkim średnia liczba odłowionych obecnie (w 2009 r.) kleszczy była wysoka i wynosiła ponad 20 okazów w ciągu godziny (odpowiednio 26 i 43). Na terenie miejskim Wrocławia, który również był wskazywany jako obszar podwyższonego ryzyka, odłowiono 13 okazów kleszczy w ciągu godziny, natomiast na obszarze powiatu bolesławieckiego i jeleniogórskiego odpowiednio 19 i 11 okazów.



Ryc. 2. Podobieństwo aktywności kleszczy *I. ricinus* w monitorowanych stanowiskach Dolnego Śląska (C_1 – KPN, C_2 – ŚPK, C_3–5 – powiat kłodzki, C_6 – Wrocław, C_7–9 – powiat bolesławiecki)

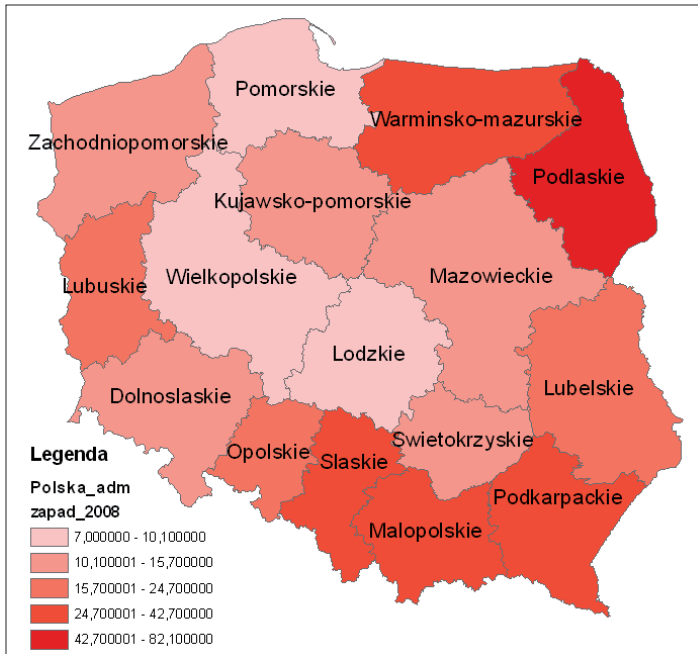
Fig. 2. Similarities in the activity of ticks *I. ricinus* in the monitored stands in Lower Silesia (C_1 – KPN, C_2 – ŚPK, C_3–5 – Kłodzko district, C_6 – Wrocław, C_7–9 – Bolesławiec district)



Ryc. 3. Ryzyko chorób odkleszczowych na Dolnym Śląsku ocenione liczbą przypadków boreliozy w latach 2002–2003 (wg Kiewry i in. 2004) oraz zagęszczeniem kleszczy w 2009 r.

Fig. 3. Risk of tick-borne diseases in Lower Silesia estimated by the number of Lyme disease cases in 2002–2003 (after Kiewra et al. 2004) and tick density in 2009

Sytuacja epidemiologiczna na Dolnym Śląsku jest umiarkowana w porównaniu do ogólnokrajowej zapadalności na boreliozę, którą ilustruje rycina 4. W 2008 r. stwierdzono tylko 400 przypadków boreliozy, a więc około 14 przypadków na 100 tys. mieszkańców. Najwyższą zapadalnością charakteryzują się województwa podlaskie, warmińsko-mazurskie, śląskie, małopolskie i podkarpackie.



Ryc. 4. Zróżnicowana zapadalność na boreliozę z Lyme w 2008 r. (wg danych PZH, www.pzh.gov.pl)

Fig. 4. Varying Lyme disease incidence in 2008 (according to PZH data, www.pzh.gov.pl)

DYSKUSJA

Zastosowanie w badaniach biologicznych GIS-u umożliwiło kartowanie danych środowiskowego monitoringu kleszczy, a tym samym pożądaną w epidemiologii wizualizację miejsc zagrożenia chorobami odkleszczowymi. Utworzona na podstawie danych monitoringowych mapa ukazuje ryzyko ataku ze strony kleszczy zarówno na terenach objętych prawną ochroną (KPN, ŚPN i PKGS), na stanowiskach w obrębie aglomeracji miejskich (Wrocław) oraz w pobliżu siedzib ludzkich (powiat kłodzki – okolice Ścinawki Średniej i Ołdrzychowic Kłodzkich). Obecność kleszczy w parkach miejskich oraz w bliskim sąsiedztwie zabudowań stwarza wyjątkowe ryzyko dla mieszkańców. Prowa-

dzone w latach 2002–2003 badania ankietowe wśród pacjentów Poradni Chorób Zakaźnych Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego we Wrocławiu, u których rozpoznano boreliozę, wskazały właśnie obszary miejskie Wrocławia jako teren, na którym doszło do ukłucia przez zakażonego kleszcza (Kiewra i in. 2004), choć zagęszczenie kleszczy na tym obszarze nie jest zbyt duże, co potwierdzono w obecnych badaniach.

Wyróżniająca się aktywność kleszczy w bliskim sąsiedztwie wiejskich zabudowań Ołdrzychowic Kłodzkich jest, być może, wynikiem lokalizacji stanowiska badań. Był to skrajny fragment obszaru leśnego leżącego w bliskim sąsiedztwie gospodarstw. Podobną lokalizację miały jednak również stanowiska położone w sąsiedztwie Ścinawki Średniej (pow. kłodzki) oraz Wilczego Lasu i Warty Bolesławieckiej (pow. bolesławiecki), gdzie liczba odłowionych kleszczy była znacznie mniejsza i porównywalna ze stanowiskami wewnątrz kompleksów leśnych parków krajobrazowych. Wykazane podobieństwo między odległymi stanowiskami, różniącymi się wysokością oraz wpływem antropopresji, wskazuje na inne różniące czynniki środowiskowe. Zapewne wpływ na rozprzestrzenienie kleszczy miała także obecność żywicieli (gryzonie, jelenie, sarny) oraz wilgotność i temperatura, gdyż cykl rozwojowy *I. ricinus*, trwający w naszych warunkach klimatycznych około trzech lat, jest zależny zarówno od czynników biotycznych, jak i abiotycznych. Możliwość zgromadzenia w komputerowych bazach dużej liczby danych, w powiązaniu z możliwością ich selekcji (w zależności od potrzeb) czyni narzędzia GIS bardzo użytecznymi w poszukiwaniu takich zależności. Pozwalają one na opracowanie konwencjonalnego ekologicznego monitoringu i kompleksowe odwzorowania związków ekoepidemiologicznych

Utworzona mapa zagrożeń kleszczowych jest szczególnie istotna wobec notowanego systematycznie wzrostu zachorowań na boreliozę z Lyme, przynoszoną w Europie głównie przez kleszcze pospolite *I. ricinus*. W ciągu ostatnich 10 lat, wg danych Państwowego Zakładu Higieny, nastąpił dziesięciokrotny wzrost przypadków zachorowań. W roku 1998 zanotowano ok. 800 przypadków, podczas gdy w roku 2008 już ponad 8000 (www.pzh.gov.pl). Jest to związane zarówno z większą wykrywalnością (serologiczna diagnostyka boreliozy), jak i zmianami zachowań ludzi. Zakażeniu przez kleszcze sprzyja częstszy kontakt z naturą, zwłaszcza na terenach rekreacyjnych i turystycznych objętych ochroną, gdzie dochodzi do odbudowy bioróżnorodności, a zarazem wielorakich związków międzygatunkowych, w tym pasożytniczych (Lonc i in. 2007). Stwarza to, w przypadku wielożywielskich i krwio pijnych pasożytów, jakimi są kleszcze, zagrożenie tzw. chorobami odzwierzęcymi (zoonozy).

Badania stopnia zakażenia kleszczy krętkami *B. burgdorferi*, prowadzone na terenie Europy, wskazują najczęściej na kilkunastoprocentowe zakażenie (Wodecka 2006). Przeprowadzone w 2005 r. na Dolnym Śląsku badania kleszczy,

odłowionych w pięciu nadleśnictwach, wskazały podobną, średnio trzynasto-procentową infekcję, przy czym statystycznie istotnie wyższe zakażenie stwierdzono u postaci dorosłych (23%) niż u nimf (7%) (Kiewra i in. 2006). W ocenie ryzyka istotne jest więc zarówno zagażenie, będące miarą aktywności kleszczy, jak i struktura populacji, w tym udział samic i samców. W badaniach własnych wysoki odsetek osobników dorosłych zanotowano na zróżnicowanych przyrodniczo terenach całego powiatu kłodzkiego oraz Wrocławia. Ukazana na mapach dynamika struktury kleszczy, w zróżnicowanej skali przestrzenno-czasowej, pozwala z jednej strony na wskazanie terenów potencjalnego ryzyka chorób odkleszczowych, z drugiej na analizę potencjalnych zmian, ważnych w działaniach profilaktycznych.

Literatura:

- Bowman A., Nuttall P. A. (red.), 2009, *Ticks: Biology, Disease and Control*, Cambridge University Press.
- Kiewra D., Dobracki W., Lonc E., Dobracka B., 2004, Zagrożenie boreliozą z Lyme na Dolnym Śląsku, [w:] Buczek A, Błaszak C. (red.), *Stawonogi. Interakcje pasożyt – żywiciel*. Wydawnictwo Drukarnia LIBER. Lublin. 201–206.
- Kiewra D., Lonc E., Żyszkowska W., Rydzanicz K., 2008, Rozprzestrzenienie kleszczy *Ixodes ricinus* w Masywie Ślęży (Dolny Śląsk) – mapowanie i wizualizacja danych środowiskowych z zastosowaniem GIS, [w:] Buczek A, Błaszak C. (red.), *Stawonogi. Oddziaływanie na żywiciela*, Akapit, Lublin, 81–86.
- Kiewra D., Rydzanicz K., Lonc E., 2006, Prevalence of *Borrelia burgdorferi* s.l. in *Ixodes ricinus* collected from five wooded areas in Lower Silesia (Poland), [w:] Buczek A, Błaszak C. (red.), *Stawonogi. Znaczenie epidemiologiczne*, Koliber, Lublin, 183–187.
- Lonc E., Rydzanicz K., Kiewra D., 2007, Biologiczne zagrożenia w ocenie zalesionych rekreacyjnych środowisk Dolnego Śląska, [w:] Toczec-Werner S. (red.), *Turystyka w Sudetach*, Wyd. PWSZ w Wałbrzychu, Wałbrzych, 131–138.
- Rinaldi L., Cascone C., Sibilio G., Musella V., Taddei R., Crinngoli G., 2004, Geographical Information Systems and remote sensing technologies in parasitological epidemiology, [w:] *Parassitologia*, 46 (1–2), 71–4.
- Siuda K., 1993., *Kleszcze Polski (Acari: Ixodida). Część II. Systematyka i rozmieszczenie*, Monografie Parazytologiczne PTP, Warszawa.
- Siuda K., 2006, Charakterystyka kleszczy (Ixodida) o znaczeniu medycznym w Polsce, [w:] Skotarczak B. (red.), *Biologia molekularna patogenów przenoszonych przez kleszcze*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Vine M.F., Degnan D., Hanchette C., 1997, Geographic Information System: their use in environmental epidemiologic research, [w:] *Environmental Health Perspectives*, 105 (6), 598–605.
- Wodecka B., 2006, Rozpowszechnienie genogatunków z kompleksu *Borrelia burgdorferi* s.l. w populacjach kleszczy *I. ricinus* w krajach europejskich, [w:] Skotarczak B (red.), *Biologia molekularna patogenów przenoszonych przez kleszcze*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.