

Małgorzata Tokarska-Rodak<sup>1,3</sup>Dorota Plewik<sup>2</sup>Maria Koziol-Montewka<sup>1,3</sup>Adam Szepeluk<sup>2</sup>Justyna Paszkiewicz<sup>1</sup>

## RYZIKO ZAKAŻEŃ ZAWODOWYCH *BORRELIA BURGENDORFERI* U PRACOWNIKÓW LEŚNICTWA I ROLNIKÓW

RISK OF OCCUPATIONAL INFECTIONS CAUSED BY *BORRELIA BURGENDORFERI* AMONG FORESTRY WORKERS AND FARMERS

<sup>1</sup> Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II / Pope John Paul II State School of Higher Education, Biała Podlaska, Poland  
Katedra Zdrowia / Department of Health

<sup>2</sup> Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II / Pope John Paul II State School of Higher Education, Biała Podlaska, Poland  
Centrum Badań nad Innowacjami / Innovation Research Centre

<sup>3</sup> Uniwersytet Medyczny / Medical University, Lublin, Poland  
Katedra i Zakład Mikrobiologii Lekarskiej / Department of Medical Microbiology

### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Celem pracy była analiza częstości zakażeń *Borrelia burgdorferi* u pracowników leśnictwa i rolników stanowiących grupy zawodowo narażone na pokłucia przez kleszcze. **Materiał i metody:** Grupa badana liczyła 275 osób, w tym 171 pracowników leśnictwa oraz 104 rolników. Grupę porównawczą stanowiło 45 osób nienarażonych zawodowo na pokłucia przez kleszcze. Testy przesiewowe Elisa w kierunku IgM/IgG anty-*Borrelia* oraz testy Western blot wykonano w grupie badanej i porównawczej. Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej (test Chi<sup>2</sup>). **Wyniki:** U 55% leśników i 28% rolników z terenów Niziny Południowopodlaskiej i Polesia Lubelskiego, którzy zawodowo narażeni są na wystąpienie boreliozy, obecne były przeciwciała IgM i/lub IgG anty-*Borrelia*. Przeciwciała stwierdzano częściej u leśników ( $p \leq 0,00001$ ) i rolników ( $p \leq 0,001$ ) w porównaniu z grupą porównawczą. Istotne znaczenie w generowaniu zakażeń u ludzi mają gatunki niebrane dotychczas pod uwagę w Polsce jak *B. spielmanii* i *B. bavariensis*. **Wnioski:** Narażenie na zakażenie *B. burgdorferi* w zawodzie rolnika i leśnika jest wysokie, a zakażenia krętkami stwierdzone na podstawie pozytywnych wyników testu Wb wyjątkowo częste. Obecność specyficznych przeciwciał dla białek antygenowych *B. spielmanii* i *B. bavariensis* sprawia, że należy brać je pod uwagę jako sprawców zakażeń wywoływanych przez nie samodzielnie i zakażeń mieszanych, a także rozważyć ich wpływ na obraz kliniczny zakażenia. Med. Pr. 2014;65(1):109–117

**Słowa kluczowe:** *Borrelia burgdorferi*, borelioza, leśnicy, rolnicy

### ABSTRACT

**Background:** The aim of the work was to analyze the incidence of infection with *Borrelia burgdorferi* in forestry workers and farmers, major groups occupationally exposed to tick bites. **Material and Methods:** The study group included 275 workers (171 foresters and 104 farmers). The control group consisted of 45 people, who have not been occupationally exposed to tick bites. The screening Elisa and Wb tests for the presence of anti-*Borrelia* IgM/IgG antibodies were performed in all subjects of the study and control groups. Statistical analysis was performed using the Chi<sup>2</sup> test. **Results:** The positive results denoting the presence of anti-*Borrelia* IgM/IgG antibodies were found in 55% of farmers and 28% of foresters occupationally exposed to Lyme borreliosis and coming from the area of South Podlasie Lowland and Lublin Polesie. The differences between the forestry workers and the control group ( $p \leq 0.00001$ ) and between farmers and the control group ( $p \leq 0.001$ ) were statistically significant. The species, such as *B. spielmanii* and *B. bavariensis*, which have not yet been reported in Poland, are significant etiologic agents of Lyme disease. **Conclusion:** The risk of occupational exposure to the *B. burgdorferi* infection is high for foresters and farmers, and the infection with spirochetes is frequently confirmed on the basis of positive results of the Wb test. The presence of specific antibodies against protein antigens of *B. spielmanii* and *B. bavariensis* suggest that these bacteria can cause Lyme disease both independently and in participation with other *Borrelia* species, which influences the development of the clinical manifestations of infection. Med Pr 2014;65(1):109–117

**Key words:** *Borrelia burgdorferi*, borreliosis, forestry workers, farmers

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Małgorzata Tokarska-Rodak,  
Katedra i Zakład Mikrobiologii Lekarskiej, Uniwersytet Medyczny,  
ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, e-mail: rodak.malgorzata@gmail.com  
Nadesłano: 5 grudnia 2013, zatwierdzono: 6 lutego 2014

## WSTĘP

Osoby pracujące w środowisku występowania kleszczy są szczególnie narażone na choroby transmisyjne, w tym boreliozę. Wynika z tego konieczność analizy tego zagrożenia dla takich grup zawodowych jak pracownicy leśnictwa i rolnicy. O ile leśnicy stanowią grupę zawodową często badaną pod kątem zakażeń *Borrelia burgdorferi*, o tyle narażenie rolników na ten czynnik mikrobiologiczny nie jest z reguły szacowane.

Z raportów Narodowego Instytutu Zdrowia za 2012 r. (1) wynika, że najwyższą zapadalność na boreliozę notowano w Polsce w województwie podlaskim (81,4/100 tys.) i była ona wyższa niż w 2011 r. (75,7/100 tys.). W województwie warmińsko-mazurskim zapadalność na boreliozę szacuje się na poziomie 47,9/100 tys., w śląskim i opolskim – 35/100 tys., w podkarpackim – 31,6/100 tys., w lubelskim – 30,5/100 tys., a w lubuskim – 27,2/100 tys. We wszystkich wymienionych województwach współczynnik zapadalności na boreliozę znacznie przekracza wartość średnią wyliczoną dla Polski, która wynosi 22,8/100 tys. (1).

W Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w wykazie chorób zawodowych wymienione są m.in. choroby zakaźne i ich następstwa (2). Z badań Nowackiej (3) i Wilczyńskiej (4) wynika, że na przestrzeni lat 2004–2010 notowano znaczną liczbę orzeczeń boreliozy jako choroby zawodowej wśród leśników w Polsce. W 2004 r. na 155 przypadków chorób zawodowych orzeczonych w tej grupie pracowników borelioza stanowiła 146 (94%) przypadków, natomiast w 2010 na 567 orzeczeń 550 dotyczyło boreliozy (97%) (3,4).

Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego (KRUS) podaje, że w 2012 r. borelioza była w różnym stopniu przyczyną uszczerbku na zdrowiu u 155 osób – u 74 z nich wynosił on do 5%, u 55 osób: 6–10%, a u 23 osób: 11–30% (6). Tylko u 2 osób stwierdzono uszczerbek na zdrowiu w granicach 31–60%, a u 1 – powyżej 61%. Na przestrzeni 4 ostatnich lat liczba jednorazowych odszkodowań wypłaconych przez KRUS z powodu boreliozy nie wzrosła radykalnie. W 2009 r. przyznano ich 132, w 2010 – 115, w 2011 – 125, a w 2012 – 155 (5).

Lekarze orzecznicy i komisje lekarskie często rozpatrują wnioski o świadczenie rehabilitacyjne lub rentowe z tytułu niezdolności do pracy, w których głównym wymienianym schorzeniem jest borelioza. W Departamencie Orzecznictwa Lekarskiego Zakładu Ubezpieczeń Społecznych w okresie 2004–2008 rozpatrywano 82 tego typu sprawy, które dotyczyły 22 kobiet i 60 mężczyzn w wieku 25–72 lat. W 36 przypadkach byli to ludzie za-

wodowo narażeni na zakażenia *Borrelia burgdorferi* – pracownicy leśni i rolnicy, wśród których 34 osoby miały orzeczenie Inspektora Sanitarnego o istnieniu boreliozy uznanej za chorobę zawodową (5).

Zakażenia *Borrelia burgdorferi* u pracowników nadleśnictw na terenie Polski notowane są z różną częstością: w nadleśnictwach Dolnego Śląska wynosi ona 19,4–50,5%, w makroregionie lubelskim – 3,3–50,9%, w tarnobrzeskim – 15,3%, a w białkopodlaskim – 30,6% (6,7). Obecność przeciwciał anty-*Borrelia* odnotowana we Francji dotyczy 25% rolników, w Bułgarii – 18%, a we Włoszech – 10% (8). Przeciwciała anty-*Borrelia* w klasach IgM (7%) i IgG (42%) stwierdzano u myśliwych w Austrii (9). W południowo-zachodnich rejonach Szwecji zakażenia *B. burgdorferi* stwierdzono u 7,6% rolników i leśników, a wśród osób nienarażonych zawodowo na pokłucia przez kleszcze – u 5,3% osób (10).

Celem niniejszej pracy jest ocena częstości zakażeń *Borrelia burgdorferi* u pracowników leśnictwa i rolników z terenów Niziny Południowopodlaskiej i Polesia Lubelskiego z uwzględnieniem obecności przeciwciał dla wybranych gatunków kompleksu *B. burgdorferi* sensu lato.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 320 osób z terenów Niziny Południowopodlaskiej i Polesia Lubelskiego. Ze względu na stopień narażenia na pokłucia przez kleszcze, a tym samym ryzyko zakażenia *Borrelia burgdorferi* badanych podzielono na 2 grupy.

Grupa I obejmowała 275 osób (średni wiek: 43±11 lat), zawodowo narażonych na pokłucia przez kleszcze:

- 171 osób – pracownicy nadleśnictw: Biała Podlaska, Chotyłów, Międzyrzec Podlaski, Parczew, Radzyń Podlaski, w tym 148 mężczyzn w wieku 22–86 lat (średnia: 44±11 lat) i 23 kobiety w wieku 22–64 lat (średnia: 40±13 lat).
- 104 osoby – rolnicy mieszkający na terenie ww. nadleśnictw, w tym 42 mężczyzn w wieku 19–62 lat (średnia: 38±11 lat) i 62 kobiety w wieku 20–64 lat (średnia: 42±10 lat).

Grupa II (porównawcza) obejmowała 45 osób (średnia wieku: 27±9 lat), mieszkających w Białej Podlaskiej, nienarażonych zawodowo na pokłucia przez kleszcze, w tym 20 mężczyzn w wieku 20–58 lat (średnia: 29±12 lat) i 25 kobiet w wieku 20–56 lat (średnia: 26±9 lat).

U wszystkich osób wykonano badania przesiewowe testem ELISA (Euroimmun) do oceny obecności przeciwciał IgM/IgG anty-*Borrelia*. Jako testów potwier-

dzenia Western blot użyto zestawów umożliwiających oznaczenie przeciwciał IgM/IgG dla białek antygenowych *Borrelia*, w tym OspC i p18 (DbpA) dla gatunków:

- OspC *B. burgdorferi* s.s., *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. spielmanii*;
- p18 *B. burgdorferi* s.s., *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. bava-riensis*, *B. spielmani* (Mikrogen Diagnostic).

Przeprowadzono również izolację DNA z próbek surowicy metodą kolumnkową z zastosowaniem zestawu QIAamp DNA Blood Mini Kit (prod. QIAGEN, Niemcy), zgodnie z instrukcją producenta. W celu zwiększenia stężenia DNA w próbkach elucję przeprowadzano zmniejszoną ilością buforu do elucji (50 µl). Łańcuchową reakcją polimerazy (polymerase chain reaction – PCR) przeprowadzono, stosując zestaw *Borrelia burgdorferi* Real-TM (prod. Sacace Biotechnologies, Włochy). W skład zestawu wchodzi: PCR-mix-1-FRT, PCR-Buffer-FRT oraz TaqF polimeraza stanowiące mieszaninę reakcyjną, kontrola pozytywna i kontrola negatywna. Reakcja amplifikacji została przeprowadzona w termocyklerze Rotor-Gene, profil termiczny reakcji PCR:

- wstępna denaturacja – 95°C przez 15 min,
- 10 cykli o profilu – denaturacja: 95°C przez 15 s, przyłączanie starterów: 63°C przez 50 s, elongacja: 72°C przez 20 s,
- 40 cykli o profilu – denaturacja: 95°C przez 15 s, przyłączanie starterów: 58°C przez 50 s, elongacja: 72°C przez 20 s.

Odczytu dokonywano w kanale zielonym aparatu Rotor-Gene. Próbkę, dla której wartość Ct była niższa od 33, były kwalifikowane jako dodatnie.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej (test Chi<sup>2</sup>). Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym w Lublinie (nr KE-0254/12/13).

## WYNIKI

### Testy w kierunku obecności

#### IgM/IgG anty-*Borrelia burgdorferi*

Badanie poziomu przeciwciał IgM i IgG anty-*Borrelia burgdorferi* testem przesiewowym ELISA (Euroimmun) wykonano u 275 zawodowo narażonych na wystąpienie boreliozy: 171 pracowników leśnictwa (62%) i 104 rolników (38%) oraz u 45 osób grupy porównawczej. Dodatnie lub graniczne wyniki testu ELISA uzyskano u: 129 leśników (75%), 44 rolników (42%) i 13 osób z grupy porównawczej (29%). Wyniki ujemne w teście ELISA uzyskano u: 42 leśników (25%), 60 rolników (58%) i 32 osób z grupy porównawczej (71%).

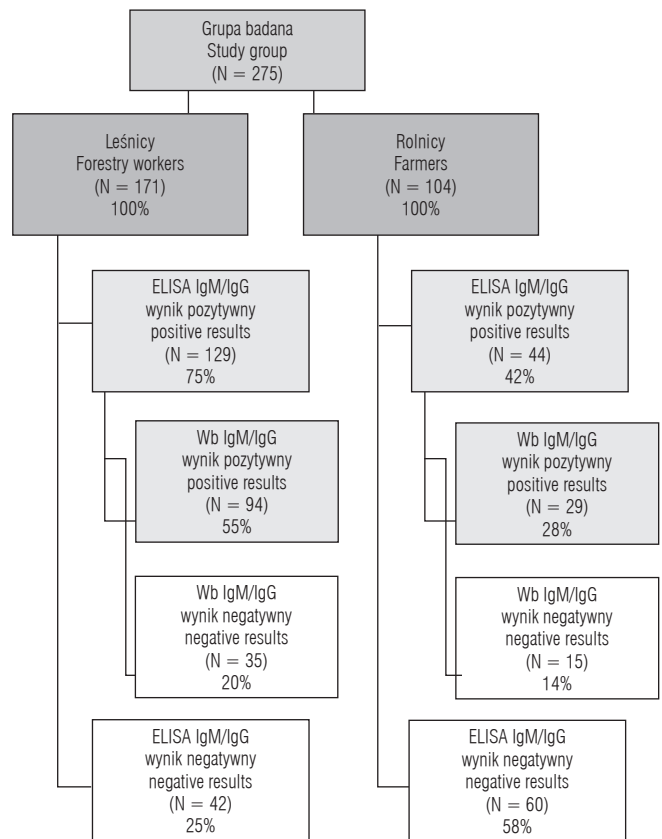
Zgodnie ze standardami diagnostyki boreliozy (11–13) test potwierdzenia Western blot (Wb) wykonano tylko u badanych, u których w teście przesiewowym ELISA uzyskano wartości dodatnie lub graniczne – świadczące o obecności przeciwciał anty-*Borrelia*.

Na podstawie wyników testu Wb obecność IgM i/lub IgG anty-*Borrelia* stwierdzono u:

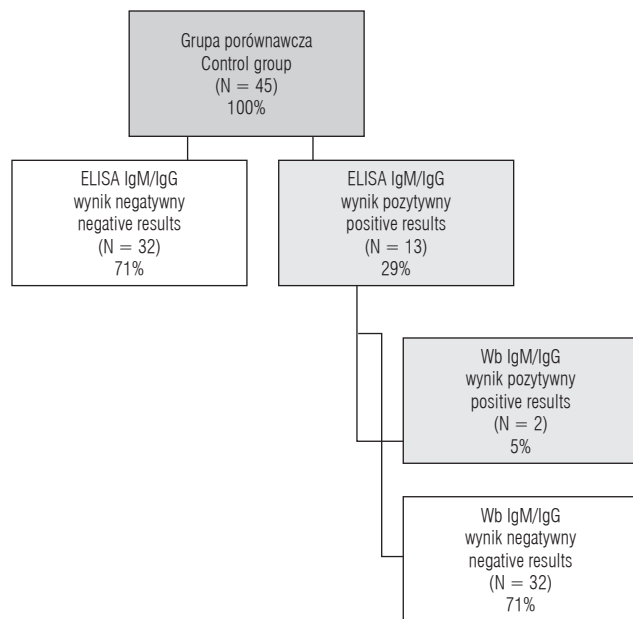
- 94 pracowników leśnych – 55% ogółu tej grupy,
- 29 rolników – 28% ogółu tej grupy,
- 2 osób z grupy porównawczej – 5% ogółu tej grupy.

Przeciwciała anty-*Borrelia* stwierdzano częściej u leśników ( $p \leq 0,00001$ ) i rolników ( $p \leq 0,001$ ) niż w grupie porównawczej. W grupie leśników w teście ELISA stwierdzono istotnie statystycznie częściej wyniki pozytywne niż u rolników ( $p \leq 0,00001$ ), natomiast w teście Wb różnice nie były statystycznie istotne.

Szczegółowe wyniki uzyskane w testach ELISA i Western blot dla grupy osób zawodowo narażonych na zakażenie *B. burgdorferi* zamieszczono na rycinie 1., a wyniki dla osób z grupy porównawczej na rycinie 2.



Ryc. 1. Test przesiewowy ELISA i test Western blot u osób narażonych zawodowo na pokłucie przez kleszcze  
Fig. 1. ELISA screening test and Western blot test in the group of people occupationally exposed to tick bites



Ryc. 2. Test przesiewowy ELISA i test Western blot w grupie porównawczej  
Fig. 2. ELISA screening test and Western blot test in the control group

### Przeciwciała IgM/IgG dla białek antygenowych wybranych gatunków *Borrelia burgdorferi* s.l.

U 15 leśników (9%) i 10 rolników (10%) stwierdzano obecność jedynie przeciwciał klasy IgM anty-*Borrelia*, co interpretowano jako wczesną fazę odpowiedzi na

zakażenie (tab. 1). We wszystkich przypadkach były to IgM anty-OspC dla 4 gatunków: *B. burgdorferi* s.s., *B. afzelii*, *B. garinii* oraz *B. spielmanii* (tab. 2).

Równoczesną obecność przeciwciał IgM i IgG anty-*Borrelia* interpretowano jako zaawansowaną odpowiedź na obecność białek antygenowych *Borrelia* i stwierdzono u 10 pracowników leśnictwa (6%) i 4 rolników (4%) (tab. 1). U 6 leśników (3,5%) i 2 rolników (2%) obecne były IgM i IgG anty-OspC dla 4 gatunków: *B. burgdorferi* s.s., *B. afzelii*, *B. garinii* oraz *B. spielmanii*, przy równocześnie zróżnicowanej odpowiedzi IgG dla DbpA. U jednej osoby (0,5%) – leśnika – obecne były IgM anty-OspC dla *B. afzelii* i *B. garinii* i IgG anty-DbpA dla *B. garinii* i *B. bavariensis* (tab. 3).

Późną odpowiedź na zakażenie *Borrelia burgdorferi*, przejawiającą się obecnością jedynie przeciwciał klasy IgG dla białek antygenowych krętka, stwierdzono u 69 pracowników leśnictwa (40%) i 15 rolników (14%) (tab. 1). Przeciwciała występowały z różną częstością, co pokazano w tabeli 4.

Zarówno w grupie leśników, jak i rolników najczęściej stwierdzano obecność przeciwciał IgM/IgG dla antygenów *B. afzelii*, odpowiednio u 96% i 69% badanych. Przeciwciała dla *B. burgdorferi* s.s., *B. garinii* i *B. spielmanii* stwierdzono odpowiednio u 53%, 57% i 55% leśników. W grupie rolników przeciwciała dla ww. gatunków występowały u 48% badanych. Przeciwciała dla *B. bavariensis* obecne były u 5% leśników i 3% rolników (tab. 5).

Tabela 1. Test Western blot u osób narażonych zawodowo na pokłucie przez kleszcze  
Table 1. Western blot test in the group of people occupationally exposed to tick bites

Grupa badana Study group	Wynik dodatni Positive result [n (%)]			Wynik negatywny Negative result [n (%)]
	IgM anty- <i>Borrelia</i>	IgM, IgG anty- <i>Borrelia</i>	IgG anty- <i>Borrelia</i>	
Pracownicy leśni / Forestry workers (N = 171)	15 (9)	10 (6)	69 (40)	77 (45)
Rolnicy / Farmers (N = 104)	10 (10)	4 (4)	15 (14)	75 (72)

Tabela 2. Występowanie przeciwciał IgM anty-OspC dla gatunków *Borrelia burgdorferi* s.l. u pracowników leśnictwa i rolników  
Table 2. The presence of antibodies IgM anty-OspC for species of *Borrelia burgdorferi* s.l. in forestry workers and farmers

Grupa badana Study group	Wynik dodatni Positive result [n (%)]	IgM anty-OspC			
		<i>Borrelia afzelii</i>	<i>Borrelia burgdorferi</i> s.s.	<i>Borrelia garinii</i>	<i>Borrelia spielmanii</i>
Pracownicy leśni / Forestry workers (N = 171)	15 (9)	×	×	×	×
Rolnicy / Farmers (N = 104)	10 (10)	×	×	×	×

„×” – przeciwciała obecne / presence of antibodies.

**Tabela 3.** Występowanie przeciwciał IgM/IgG anti-OspC i IgG anti-DbpA dla gatunków *Borrelia burgdorferi* s.l. u pracowników leśnictwa i rolników  
**Table 3.** The presence of antibodies IgM/IgG anti-OspC i IgG anti-DbpA for species of *Borrelia burgdorferi* s.l. in forestry workers and farmers

Grupa badana Study group	Wynik dodatni Positive result		IgM anti-OspC				IgG anti-OspC				IgG anti-DbpA					
	ogółem total [n (%)]	podgrupy subgroups [n]	<i>B. afzelii</i>	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	<i>B. garinii</i>	<i>B. spielmannii</i>	<i>B. afzelii</i>	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	<i>B. garinii</i>	<i>B. spielmannii</i>	<i>B. afzelii</i>	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	<i>B. garinii</i>	<i>B. bavariensis</i>	<i>B. spielmannii</i>	
Pracownicy leśni / Forestry workers (N = 171)	10 (6)	3	×	×	×	×	-	-	-	-	×	-	-	-	-	
		4	×	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	
		2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-
		1	×	-	×	-	-	-	-	-	-	-	×	×	-	-
Rolnicy / Farmers (N = 104)	4 (4)	2	×	×	×	×	-	-	-	-	×	-	-	-	-	
		1	×	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-	
		1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-	-	-

„×” – przeciwciała obecne / presence of antibodies; „-” – brak przeciwciał / absence of antibodies.

**Tabela 4.** Występowanie przeciwciał IgG anti-OspC i IgG anti-DbpA dla gatunków *Borrelia burgdorferi* s.l. u pracowników leśnictwa i rolników  
**Table 4.** The presence of antibodies IgG anti-OspC and IgG anti-DbpA for species of *Borrelia burgdorferi* s.l. in forestry workers and farmers

Grupa badana Study group	Wynik dodatni Positive result		IgG anti-OspC				IgG anti-DbpA				Inne antygeny <i>Borrelia</i> Other <i>Borrelia</i> antigens		
	ogółem total [n (%)]	podgrupy subgroups [n]	<i>B. afzelii</i>	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	<i>B. garinii</i>	<i>B. spielmannii</i>	<i>B. afzelii</i>	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	<i>B. garinii</i>	<i>B. bavariensis</i>		<i>B. spielmannii</i>	
Pracownicy leśni / Forestry workers (N = 171)	69 (82)	18	×	×	×	×	-	-	-	-	-	×	
		1	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	
		1	-	-	×	×	-	-	-	-	-	×	
		1	×	-	×	×	×	-	-	-	-	×	
		1	×	×	×	×	×	×	-	×	-	×	
		1	-	×	-	×	×	×	×	-	×	×	×
		1	×	-	×	×	×	×	-	×	×	×	×
		37	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	×
		1	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	×
		1	-	-	-	-	-	-	×	×	×	-	×
		2	-	-	-	-	-	×	-	×	-	-	×
		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×
Rolnicy / Farmers (N = 104)	15 (14)	6	-	-	-	-	×	-	-	-	-	×	
		1	-	-	-	-	-	-	-	×	-	×	
		8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	

Skróty jak w tabeli 3 / Abbreviations as in Table 3.

**Tabela 5.** Przeciwciała dla gatunków *Borrelia burgdorferi* s.l. u pracowników leśnictwa i rolników  
**Table 5.** Antibodies for species of *Borrelia burgdorferi* s.l. in forestry workers and farmers

IgM/IgG anty- <i>B. burgdorferi</i> s.l.	Przeciwciała Antibodies [n (%)]				
	<i>B. afzelii</i>	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	<i>B. garinii</i>	<i>B. spielmanii</i>	<i>B. bavariensis</i>
Pracownicy leśni / / Forestry workers (N = 94)	90 (96)	50 (53)	54 (57)	52 (55)	5 (5)
Rolnicy / Farmers (N = 29)	20 (69)	14 (48)	14 (48)	14 (48)	1 (3)

### Identyfikacja DNA *B. burgdorferi*

U 94 pracowników leśnych i 29 rolników, u których stwierdzano obecność przeciwciał IgM/IgG anty-*Borrelia*, wykonano badania molekularne techniką Real-TM PCR w celu identyfikacji DNA *B. burgdorferi*. W żadnej z próbek badanych nie stwierdzono obecności DNA *Borrelia burgdorferi*.

### OMÓWIENIE

Ryzyko zakażenia *Borrelia burgdorferi* u pracowników leśnych i rolników jest na tyle wysokie, że boreliozę uznano za chorobę związaną z wykonywaniem tych zawodów. Osoby pracujące przy wyrębie drzew, leśnicy, rolnicy, ale także myśliwi są w większym stopniu narażeni na pokłucia przez kleszcze i zakażenie *B. burgdorferi* niż osoby mieszkające na terenie o większym stopniu urbanizacji (8,9). Okres największej aktywności kleszczy przypada od czerwca do sierpnia (14,15). Pokłucia stwierdzane są jednak również w maju (10%), wrześniu (7%), wczesną wiosną – w kwietniu (2,5%) i marcu (0,36%), oraz późną jesienią – w październiku (2,5%), a nawet listopadzie (1,1%). W efekcie pracownicy leśni narażeni są na pokłucie przez kleszcze przez 9 miesięcy w roku. Rolnicy, ze względu na inny zakres i system pracy, szczególnie narażeni są na zakażenie krętkami *Borrelia* w okresie trwania prac polowych i w czasie pozyskiwania drewna z obszarów leśnych (15).

Przeprowadzone badania pozwoliły określić, że u 55% leśników i 28% rolników z terenów Niziny Południowopodlaskiej i Polesia Lubelskiego zawodowo narażonych na wystąpienie boreliozy obecne były

przeciwciała IgM i/lub IgG anty-*Borrelia*. Obecność przeciwciał stwierdzono również u 5% osób z grupy porównawczej. Wyniki te są zgodne z wynikami badań Chmielewskiej-Badory i wsp. (16), którzy stwierdzili zakażenie *B. burgdorferi* u 47,9% pracowników leśnictwa, 38,5% rolników i 12,5% osób grupy porównawczej w wybranych rejonach województwa lubelskiego.

Także badania przeprowadzone przez Cisak i wsp. (8) u 242 rolników indywidualnych w województwie lubelskim wykazały, że badani stanowią grupę zawodową, w której częściej może dojść do zakażenia *B. burgdorferi* niż u osób ze środowiska miejskiego. W badaniach tych IgM/IgG anty-*B. burgdorferi* stwierdzono u 27,3% rolników, przy czym w grupie porównawczej przeciwciała anty-*B. burgdorferi* obecne były u 4% badanych.

Również badania przeprowadzone przez Dybowską (17) w innych rejonach Polski wykazały obecność swoistych przeciwciał anty-*B. burgdorferi* u 70% pracowników leśnych w rejonie Białowieży, 71% w Karkonoszach i 23% w rejonie Lublina. Zakażenia powodowane przez *B. burgdorferi* i rozwijające się w związku z nimi kliniczne objawy boreliozy mogą mieć istotny wpływ na pracę zawodową zakażonych osób. Wilczyńska (18) podaje, że w 2012 r. w rolnictwie, leśnictwie, łowiectwie i rybactwie najczęstszą stwierdzaną jednostką wśród chorób zawodowych była borelioza, a jej udział wynosił 96,4%.

Badania w kierunku zakażenia *B. burgdorferi* przeprowadzane są corocznie wśród pracowników Nadleśnictw Polskich Lasów Państwowych w celu monitorowania liczby zakażeń. Rolnicy są w znacznie trudniejszej sytuacji. Brak obowiązkowych badań w kierunku boreliozy w tej grupie zawodowej sprawia, że tylko duża świadomość rolników w kwestii zagrożenia, jakie niesie ze sobą pokłucie przez kleszcze, może ich skłonić do zasięgnięcia porady lekarza i wykonania badań diagnostycznych. Niezbędne jest zatem propagowanie wiedzy z zakresu chorób odkleszczowych w środowiskach osób zawodowo narażonych na pokłucia przez kleszcze, szczególnie wśród rolników.

Na terenie Europy występuje 7 gatunków *Borrelia*, z czego *B. burgdorferi* s.s., *B. garinii*, *B. afzelii* uznano za patogenne, a *B. valaisiana*, *B. spielmanii*, *B. bissettii* i *B. lusitaniae* za potencjalnie chorobotwórcze. Ostatnio zaczęto wymieniać również kolejny gatunek – *B. bavariensis* (19–22). *B. burgdorferi* s.s., *B. garinii*, *B. afzelii* – związane są ze zdolnością wywoływania cięższych objawów w przypadku braku lub niewłaściwego leczenia. Sugeruje się, że zakażenie poszczególnymi gatunkami daje większe prawdopodobieństwo wystąpienia kon-

kretnych objawów boreliozy. Zakażenie *B. burgdorferi* sensu stricto wiąże się z większym prawdopodobieństwem wystąpienia objawów stawowych i dolegliwości ze strony mięśnia sercowego. Neuroborelioza to często konsekwencja zakażenia *B. garinii*, a *B. afzelii* wiązana jest z objawami skórnymi, takimi jak rumień wędrujący, zanikowe zapalenie skóry (ACA) czy chłoniak limfocytarny skóry, choć inne gatunki, jak *B. burgdorferi* s.s. czy *B. garinii* mogą je również wywoływać. Pozostałe gatunki *Borrelia* identyfikowane w Europie wywołują łagodniejsze objawy (22,23).

Leśnicy i rolnicy, ze względu na specyfikę zawodu, są w ciągu roku wielokrotnie kluci przez kleszcze. Istnieje więc możliwość wystąpienia u nich zakażeń mieszanych, powodowanych przez kilka gatunków krętków, które należą do kompleksu *Borrelia burgdorferi* s.l. Dominującym gatunkiem, dla którego najczęściej stwierdzano przeciwciała IgM/IgG wśród badanych leśników i rolników, pozostaje *Borrelia afzelii* (odpowiednio: 96% i 69%), lecz wykazano również znaczenie *B. spielmanii* oraz gatunku niebranego dotychczas pod uwagę w generowaniu zakażeń w Polsce – *B. bavariensis*. Obecność IgM anti-OspC dla 4 gatunków – *B. burgdorferi* s.s., *B. afzelii*, *B. garinii* oraz *B. spielmanii* – u 31% osób (rolników i leśników) świadczy o tym, że najczęściej dochodzi do zakażeń mieszanych. Jest to domniemanie pośrednie, ponieważ u badanych nie stwierdzono obecności DNA dla *B. burgdorferi*. W stosowanym teście Wb użyto specyficznych rekombinowanych białek antygenowych OspC *Borrelia* poszczególnych gatunków, dlatego niewielka jest możliwość niespecyficznego wiązania się przeciwciał IgM obecnych w surowicy badanych z białkami OspC poszczególnych gatunków.

W generowaniu zakażeń mieszanych istotną wydaje się rola *B. spielmanii*. Nie można wykluczyć możliwości zakażeń powodowanych tylko przez ten gatunek – zwłaszcza, że u jednej osoby stwierdzono IgM anti-OspC tylko dla *B. spielmanii*. Publikacje potwierdzają znaczenie *B. spielmanii* w generowaniu klinicznych objawów boreliozy. Obecność DNA *B. spielmanii* stwierdzono w próbkach klinicznych pobranych od pacjentów z objawami boreliozy i wykazano bezpośredni związek rumienia wędrującego z zakażeniem tym gatunkiem (20,21,24–26). W opublikowanych badaniach własnych, które były przeprowadzone u osób z dominującymi objawami stawowymi typu artralgi i/lub arthritis, leczonych objawowo oraz objętych etiotropową antybiotykoterapią, stwierdzano przeciwciała dla *B. spielmanii* (27).

Istotną rolę w zakażeniach może odgrywać gatunek niebrany dotychczas pod uwagę w Polsce – *B. bavariensis*.

Przeciwciała IgG anti-DbpA *B. bavariensis* stwierdzono u 5% leśników i 3% rolników. Tjisse-Klasen i wsp. udowodnili związek *B. bavariensis* z wywoływaniem rumienia wędrującego u ludzi (22), dlatego nie można wykluczyć możliwości zakażeń powodowanych tylko przez ten gatunek na obszarze Niziny Południowopodlaskiej i Polesia Lubelskiego.

Uzyskane wyniki wskazują również na potrzebę badań mających na celu określenie gatunków rezerwuarów szczególnie dla *Borrelia spielmanii* na terenie Niziny Południowopodlaskiej i Polesia Lubelskiego, ponieważ wiedza w tym zakresie jest wciąż niewystarczająca.

Jeśli warunki środowiskowe w danym rejonie geograficznym sprzyjają występowaniu poszczególnych gatunków rezerwuarów dla krętków kompleksu *Borrelia burgdorferi* sensu lato, można spodziewać się, że drobnoustroje te będą miały potencjalny związek z wystąpieniem zakażeń u ludzi. Jest to szczególnie istotne w przypadku gatunków *Borrelia*, dla których ograniczona jest liczba zwierząt będących ich rezerwuarem, jak to ma miejsce w przypadku *B. spielmanii*. Do niedawna uważano, że rezerwuarem *B. spielmanii* są gatunki występujące stosunkowo nielicznie, jak popielica czy żołądnica. Dowiedziono jednak istnienia *B. spielmanii* u jeży w Europie Centralnej. Gatunek ten istniał u tych zwierząt samodzielnie (8%) lub razem z innymi – *B. afzelii* i *B. bavariensis* (19%), *B. afzelii* i *B. spielmanii* (5%), *B. bavariensis* i *B. spielmanii* (5%), *B. afzelii*, *B. bavariensis* i *B. spielmanii* (3%) (28). Badania te poszerzają również listę gatunków, które stanowią rezerwuara *B. bavariensis*.

## WNIOSKI

1. Narażenie na zakażenie *Borrelia burgdorferi* w zawodzie rolnika i leśnika jest duże, a zakażenia krętkami stwierdzane na podstawie pozytywnych wyników testu Western blot są wysoce prawdopodobne. Konieczne jest więc podjęcie działań edukacyjnych z zakresu profilaktyki chorób odkleszczowych w tych grupach zawodowych, szczególnie wśród rolników.
2. Istotne znaczenie w generowaniu zakażeń u ludzi mają gatunki niebrane dotychczas pod uwagę w Polsce, takie jak *B. spielmanii* i *B. bavariensis*. Obecność specyficznych przeciwciał dla białek antygenowych tych gatunków sprawia, że należy brać je pod uwagę jako sprawców zarówno zakażeń wywoływanych przez nie samodzielnie, jak i zakażeń mieszanych, a także rozważyć ich wpływ na obraz kliniczny zakażenia.

## PIŚMIENNICTWO

1. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego, Główny Inspektorat Sanitarny: Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce [cytowany 5 czerwca 2013]. Adres: [http://www.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2012/Ch\\_2012.pdf](http://www.pzh.gov.pl/oldpage/epimeld/2012/Ch_2012.pdf)
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych. DzU z 2009 r. nr 105
3. Nowacka W.Ł.: Choroby zawodowe w polskim leśnictwie – rosnący problem. Nauka Przyr. Technol. 2012 [cytowany 5 czerwca 2013];6(2):#23. Adres: [http://www.npt.up-poznan.net/pub/art\\_6\\_23.pdf](http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_6_23.pdf)
4. Wilczyńska U., Szeszenia-Dąbrowska N., Sobala W., Drożdż D.: Choroby zawodowe stwierdzone w Polsce w 2010. Med. Pr. 2011;62(4):347–357
5. Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego: Wypadki przy pracy i choroby zawodowe rolników oraz działania prewencyjne KRUS w 2012 roku. KRUS, Warszawa 2013 [cytowany 18 października 2013]. Adres: [http://www.krus.gov.pl/fileadmin/moje\\_dokumenty/dokumenty/prewencja/WYPADKI1\\_2012\\_cz\\_1.pdf](http://www.krus.gov.pl/fileadmin/moje_dokumenty/dokumenty/prewencja/WYPADKI1_2012_cz_1.pdf)
6. Lipowska M.: Choroba z Lyme – orzeczenie o niezdolności do pracy dla celów rentowych. Orzecz. Lek. 2008; 5(2):72–75
7. Dobracki W., Dobracka B., Paczosa W., Zięba J., Beres P.: Epidemiologia boreliozy u pracowników nadleśnictw Dolnego Śląska. Przegl. Epidemiol. 2007;61:385–391
8. Cisak E., Chmielewska-Badora J., Zwoliński J., Dutkiewicz J., Patarska-Mach E.: Ocena częstości zakażeń wirusem kleszczowego zapalenia mózgu i krętkami *Borrelia burgdorferi* wśród rolników indywidualnych na terenie Lubelszczyzny. Med. Pr. 2003;54(2):139–144
9. Deutz A., Fuchs K., Nowotny N., Auer H., Schuller W., Stünzner D. i wsp.: [Sero-epidemiological studies of zoonotic infections in hunters-comparative analysis with veterinarians, farmers and abattoir workers]. Wien. Klin. Wochenschr. 2003;115 Suppl 3:61–67. Po niemiecku
10. Werner M., Nordin P., Arnholm B., Elgefors B., Krantz I.: *Borrelia burgdorferi* antibodies in outdoor and indoor workers in south-west Sweden. Scand. J. Infect. Dis. 2001;33(2):128–131, <http://dx.doi.org/10.1080/003655401750065526>
11. Maine Center for Disease Control and Prevention: Lyme Disease [cytowany 14 stycznia 2014]. Adres: <http://www.maine.gov/dhhs/mecdc/infectious-disease/epi/vector-borne/lyme>
12. European Concerted Action on Lyme Borreliosis (March 2008) [cytowany 20 stycznia 2014]. Adres: <http://www.eucalb.com>
13. Flisiak S., Pancewicz, S.: Diagnostyka i leczenie boreliozy z Lyme. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Epidemiologów i Lekarzy Chorób Zakaźnych [cytowany 19 stycznia 2014]. Adres: <http://www.pteilchz.org.pl/standardy.htm>
14. Bartosik K., Kubrak T., Sitarz M., Święcicka M., Buczek A.: Stopień zagrożenia mieszkańców południowo-wschodniej Polski kleszczami i chorobami odkleszczowymi. Wiad. Parazytol. 2004;50(2):249–252
15. Tokarska-Rodak M., Kozioł-Montewka M., Plewik D., Szepeluk A., Paszkiewicz J., Pańczuk A.: Ocena poziomu przeciwciał przeciwko specyficznym białkom antygenowym *Borrelia burgdorferi* s.l. u osób zawodowo narażonych na pokłucie przez kleszcze w północno-wschodnim rejonie województwa lubelskiego. Człow. Zdrowie 2013;VII(2):19–25
16. Chmielewska-Badora J., Moniuszko A., Żakiewicz-Sobczak W., Zwoliński J., Piątek J., Pancewicz S.: Serological survey in persons occupationally expose to tick-borne pathogens in casus of co-infection with *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Bartonella* spp. and *Babesia microti*. Ann. Agric. Environ. Med. 2012;19(2):271–274
17. Dybowska D., Kozielowicz D., Abdulgater A.: Rozpowszechnienie boreliozy wśród pracowników lasów województwa kujawsko-pomorskiego. Przegl. Epidemiol. 2007;61:67–71
18. Wilczyńska U., Sobala W., Szeszenia-Dąbrowska N.: Choroby zawodowe stwierdzone w Polsce w 2012 r. Med. Pr. 2013;64(3):317–326, <http://dx.doi.org/10.13075/mp.5893.2013.0027>
19. Aguero-Rosenfeld M.E., Wang G., Schwarz I., Womser G.P.: Diagnosis of Lyme borreliosis. Clin. Microbiol. Rev. 2005;18(3):484–509, <http://dx.doi.org/10.1128/CMR.18.3.484-509.2005>
20. Ruderko N., Golovchenko M., Ruzek D., Piskunova N., Mallatova N., Grubhoffer L.: Molecular detection of *Borrelia bisettii* DNA in serum samples from patients in the Czech Republic with suspected borreliosis. FEMS Microbiol. Lett. 2009;292(2):274–281, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6968.2009.01498.x>
21. Sicklinger M., Winecke R., Neubert U.: In vitro susceptibility testing of four antibiotics against *Borrelia burgdorferi*: A comparison of results for the three genospecies *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii* and *Borrelia burgdorferi* sensu stricto. J. Clin. Microbiol. 2003;41(4):1791–1793, <http://dx.doi.org/10.1128/JCM.41.4.1791-1793.2003>
22. Tijssse-Klasen E., Pandak N., Hengeveld P., Takumi K., Koopmans M.P.G., Sprong H.: Ability to cause erythema migrans differs between *Borrelia burgdorferi* sensu lato isolates. Parasit. Vectors. 2013;6:23, <http://dx.doi.org/10.1186/1756-3305-6-23>



23. Wodecka B.: Fenotypowe metody identyfikacji genotypów *Borrelia burgdorferi* s.l. W: Stokarczyk B. [red.]. Biologia molekularna patogenów przenoszonych przez kleszcze. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2006, ss. 127–131
24. Maraspin V., Rudzic-Sabljić E., Strle F.: Lyme borreliosis and *Borrelia spielmani*. Emer. Infect. Dis. 2006;12(7):11
25. Schutzer S.E., Fraser-Liggett C.M., Qiu W.G., Kraiczy P., Mongodin E.F., Dunn J.J. i wsp.: Whole-genome sequences of *Borrelia bissettii*, *Borrelia valaisiana*, and *Borrelia spielmanii*. J. Bacteriol. 2012;194(2):545–546, <http://dx.doi.org/10.1128/JB.06263-11>
26. Stanek G., Reiter M.: The expanding Lyme *Borrelia* complex-clinical significance of genomic species? Clin. Microbiol. Infect. 2011;17(4):487–493
27. Tokarska-Rodak M., Fota-Markowska H., Koziół-Montewka M., Śmiechowicz F., Modrzewska R.: The detection of specific antibodies against *B. burgdorferi* s.s., *B. afzelii*, *B. garinii* and *B. spielmanii* antigens in patients with Lyme disease in Eastern Poland. New. Med. 2010;14(3):84–87
28. Skuballa J., Petney T., Pfaffle M., Oehme R., Hartelt K., Fingerle V. i wsp.: Occurrence of different *Borrelia burgdorferi sensu lato* genospecies including *B. afzelii*, *B. bavariensis*, and *B. spielmanii* in hedgehogs (*Erinaceus* spp.) in Europe. Ticks Tick-borne Dis. 2012;3(1):8–13, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2011.09.008>