

**ENTOMOLOŠKI I EKOLOŠKI INDEKS RIZIKA ZA POJAVU
LAJMSKE BOLESTI NA PODRUČJU VOJVODINE, SRBIJA ***

***ENTOMOLOGICAL AND ECOLOGICAL INDEX FOR RISK
OF INFECTION CAUSING LYME DISEASE IN TERRITORY
OF VOJVODINA, SERBIA***

**A. Potkonjak, A. Jurišić, Aleksandra Petrović, S. Nićin, Dragana Rajković,
B. Lako, Sonja Obrenović****

*U Evropi se, od svih vektorski prenosivih infekcija, najčešće registruje lajmska bolest, a najznačajniji vektor *Borrelia burgdorferi* je krpelj *Ixodes ricinus*. Od lajmske bolesti obolevaju ljudi i životinje. Rizik za pojavu lajmske bolesti je u korelaciji sa potencijalnim izlaganjem ubodu krpelja i zavisi od gustine populacije krpelja u endemskom području, procenta krpelja zaraženih uzročnikom lajmske bolesti, dužine i prirode aktivnosti prijemčive populacije na određenom području. Cilj ovog istraživanja je da se ustanove entomološki i ekološki indeks rizika, kao i da se proceni rizik transmisije uzročnika lajmske bolesti na području Vojvodine, Srbija.*

Prikupljanje krpelja je obavljeno na 12 lokacija Južnobačkog okruga, Srbija. Ukupno je do nivoa vrste identifikovano 1400 krpelja. Nakon utvrđivanja zaraženosti krpelja uzročnikom lajmske bolesti, primenom mikroskopskog pregleda u tamnom polju, izračunati su entomološki i ekološki indeks rizika za data područja.

*Identifikovane su dve vrste krpelja na našem geografskom području – *Ixodes ricinus* i *Dermacentor marginatus*. Kod *I. ricinus* utvrđena je prevalencija infekcije izazvane *B. burgdorferi*, koja se kretala do 33,1%. Ekološki indeks rizika ukazuje na to da potencijalni rizik od zaražavanja ljudi i životinja postoji na 8 lokaliteta. Za 3 lokaliteta je*

* Rad primljen za štampu 24. 02. 2012. godine

** Dr sc. med. vet. Aleksandar Potkonjak, docent, Departman za veterinarsku medicinu, mr sc. Aleksandar Jurišić, asistent, mr sc. Aleksandra Petrović, asistent, Departman za fitomedicinu i zaštitu životne sredine, mr sc. Slobodan Nićin, istraživač-stipendista Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, Departman za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, dr sc. Dragana Rajković, redovni profesor, Departman za fitomedicinu i zaštitu životne sredine, dr sc. med. vet. Branislav Lako, redovni profesor, Departman za veterinarsku medicinu, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet; dr sc. med. vet. Sonja Obrenović, asistent, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd

utvrđen definitivan aktuelni rizik za prenošenje uzročnika lajmske bolesti.

Ključne reči: Borrelia burgdorferi, lajmska bolest, infekcija, rizik, krpelji

Uvod / Introduction

Poslednje dve decenije intenzivno se izvode epidemiološka, ekološka, klinička i eksperimentalna istraživanja u cilju boljeg razumevanja lajmske bolesti. Lajmska bolest je multisistemsko oboljenje ljudi i životinja izazvano spirohetom *Borrelia burgdorferi* sensu lato (Fritz i Kjemtrup, 2003). Od svih vektorski prenosivih infekcija, u Evropi se najčešće registruje lajmska bolest. Klinička slika ljudi je polimorfna i karakteriše se simptomima sličnim gripoznom sindromu uz pojavu *erythema migrans* sa reumatološkim, kardiološkim i neurološkim komplikacijama (Fritz i Kjemtrup, 2003; Stanek i sar., 2011). Čovek je slučajni domaćin u ishrani krpelja i održavanju *B. burgdorferi* kao uzročnika prirodno žarišne zoonoze. Do uboda krpelja dolazi u prirodi, gde je u proces održavanja *B. burgdorferi* uključen veliki broj životinjskih vrsta – domaće i divlje životinje, mali glodari i ptice (Mladenović i sar., 2010). Od lajmske bolesti, osim ljudi, mogu da obole i psi, konji, goveda i ovce. Kod najvećeg broja životinja infekcija uzročnikom lajmske bolesti je asimptomatska (Bushmick, 1994). U Evropi je najznačajniji vektor uzročnika lajmske bolesti krpelj *Ixodes ricinus* (Jensen, 2000).

Rizik za pojavu lajmske bolesti je u korelaciji sa potencijalnim izlaganjem ubodu krpelja i zavisi od gustine populacije krpelja u endemskom području, procenta krpelja zaraženih uzročnikom lajmske bolesti, te dužine i prirode aktivnosti prijemčive populacije na određenom području (Fritz i Kjemtrup, 2003). Promena geografske distribucije i gustine populacije krpelja zavisi od različitih biotičkih i abiotičkih faktora koji mogu da utiču na vrednosti incidencije lajmske bolesti kod ljudi i životinja (Lindgren i sar., 2000). Gustina populacije krpelja je sezonski i prostorno promenljiva jer zavisi od dostupnosti domaćina za hematofagnu ishranu, strukture vegetacije, klimatskih promena i uticaja čoveka na određenom geografskom području (Scharlemann i sar., 2008; Githeko i sar., 2000). Krpelji su najaktivniji od marta/aprila pa do oktobra / početka novembra, mada Dautel i sar. (2008) navode da aktivnost krpelja *I. ricinus* može biti prisutna i tokom cele zime. Iako Lajmska bolest ima sezonski karakter (Mladenović i sar., 2010), rizik od inficiranja postoji i u periodima kada je zima blaga (Dautel i sar., 2008).

Složena ekologija *B. burgdorferi* otežava prevenciju lajmske bolesti, zbog čega u ovoj oblasti još uvek nisu rešeni brojni problemi. I pored intenzivnih istraživanja lajmske bolesti i dalje postoje mnoge nedoumice vezane za ekologiju *B. burgdorferi*, profilaksu, dijagnostiku i lečenje obolelih od lajmske bolesti. Mnogo je radova koji se bave faktorima koji pospešuju transmisiju *B. burgdorferi* sa krpelja na eksperimentalne životinje, ali je malo radova koji se bave rizikom od oboljevanja od lajmske bolesti nakon uboda krpelja (Mladenović i sar., 2010).

Za procenu rizika transmisije uzročnika lajmske bolesti, na određenom području, koriste se entomološki (Mather i sar., 1996) i ekološki indeks rizika (Schulze i sar., 1991). Za određivanje entomološkog indeksa rizika koriste se podaci o gustini populacije krpelja (broj prikupljenih krpelja po jedinici vremena prikupljanja) i prevalenciji infekcije krpelja *B. burgdorferi* na istom području. Ekološki indeks rizika predstavlja brz, sistematičan i ekonomičan metod za identifikaciju područja na kojima postoji rizik za transmisiju uzročnika lajmske bolesti. Posebno je značajan za procenu rizika infekcije jer uključuje više parametara u odnosu na entomološki indeks rizika.

Cilj ovog istraživanja je da se ustanove entomološki i ekološki indeks rizika, kao i da se proceni rizik transmisije uzročnika lajmske bolesti na području Vojvodine, Srbija.

Materijal i metode rada / *Material and methods*

Prikupljanje i identifikacija krpelja / Collecting and identification of ticks

Za prikupljanje krpelja korišćen je flag-čas metod, koji podrazumeva prevlačenje dva bela flanelska platna različite površine (1 m x 1 m i 2 m x 1,6 m) po vegetaciji niskog rasta i tlu, u okviru izabраниh preseka, tokom 60 minuta. Na svakih 20 m, tokom prevlačenja, platno je pregledano sa obe strane i krpelji su prikupljeni pomoću pincete. Prikupljanje krpelja je obavljeno na 12 lokacija Južno-bačkog okruga, Srbija. Četiri lokaliteta predstavljaju urbanu sredinu sa izraženim antropogenim uticijem – Gradsko groblje, Uspensko groblje, Park kod železničke stanice (delovi grada Novog Sada) i Zmajevu. Dva lokaliteta predstavljaju semi-urbana područja na kojima žive ljudi ili su poznata područja za odmor i rekreaciju ljudi u prirodi – Šangaj i Klisja u Novom Sadu. Većina lokaliteta predstavlja ruralni tip staništa za krpelje – Kamenički park, Subić i deo eksperimentalnih površina Instituta za topolarstvo u Novom Sadu, Bačka Palanka, Mošorin i Titel. Identifikacija prikupljenih krpelja je obavljena do nivoa vrste po ključu Estrada-Pena i saradnika (2004). Ukupno je prikupljeno 1400 krpelja.

Utvrđivanje zaraženosti krpelja uzročnikom lajmske bolesti /

Establishing infection of ticks with cause of lyme disease

Za utvrđivanje zaraženosti krpelja uzročnikom lajmske bolesti korišćena je metoda prema Kovalevskiju i saradnicima koja se zasniva na mikroskopskom pregledu u tamnom polju sadržaja srednjeg creva krpelja, koji je prethodno resuspendovan u fiziološkom rastvoru (Kovalevsky i sar., 1996).

Izračunavanje entomološkog indeksa rizika /

Determining entomological risk index

Entomološki indeks rizika je izračunat po metodi Mathera, kao proizvod gustine populacije krpelja (broj prikupljenih krpelja po jedinici vremena pri-

kupljanja) i prevalencije infekcije krpelja uzročnikom lajmske bolesti na istom području (Mather i sar., 1996).

*Izračunavanje ekološkog indeksa rizika /
Determining ecological risk index*

Ekološki indeks rizika je izračunat po metodi Schulze-a i saradnika, na osnovu odabranih ekoloških parametara kao što su pogodnost staništa za krpelje (flora i fauna) (tabela 1), površina staništa (tabela 2), pristupačnost staništu (tabela 3), gustina populacije krpelja (tabela 4) i prevalencija infekcije krpelja uzročnikom lajmske bolesti (tabela 5) (Schulze i sar., 1991). U ovom istraživanju primenjene su tri modifikacije u izračunavanju ekološkog indeksa rizika i odnose se na strukturu vegetacije, vrstu krpelja i maksimalne vrednosti zaraženosti krpelja uzročnikom lajmske bolesti na našem geografskom području, utvrđene pregledom sadržaja srednjeg creva krpelja pod tamnim poljem mikroskopa (Rajković i Jurišić, 2005). Potencijalni rizik za transmisiju uzročnika lajmske bolesti utvrđen je na osnovu podataka prikazanih u tabeli 6, dok je aktuelni rizik za transmisiju uzročnika lajmske bolesti utvrđen na osnovu podataka prikazanih u tabeli 7.

Tabela 1. Pogodnost ekosistema za krpelje /
Table 1. Suitability of ecosystems for ticks

Ocena / Grade	Opis / Description
5	Mešovite listopadne ili zimzelene šume sa grmljem >75% i sporadičnom travom, dominiraju rodovi: <i>Pinus, Quercus, Abies, Ulmus, Betula, Sambucus, Prunus, Rubus, Forsythia, Cornus, Corylus, Setaria, Alopecurus, Avena</i> , bez uticaja antropogenog faktora / <i>Mixed deciduous or evergreen forests with presence of bush layer 75% and sporadically present grass layer; dominant genera: Pinus, Quercus, Abies, Ulmus, Betula, Sambucus, Prunus, Rubus, Forsythia, Cornus, Corylus, Setaria, Alopecurus, Avena, without influence of anthropogenic factor</i>
4	Mešovite listopadne ili zimzelene šume sa grmljem >50% i travom, dominiraju rodovi: <i>Pinus, Abies, Ulmus, Robinia, Betula, Sambucus, Prunus, Rubus, Crataegus, Corylus, Forsythia, Setaria, Dactylis, Cynodon, Alopecurus, Avena</i> , sa sporadičnim uticajem antropogenog faktora / <i>Mixed deciduous or evergreen forests with presence of bush layer 50% and present grass layer; dominant genera: Pinus, Abies, Ulmus, Robinia, Betula, Sambucus, Prunus, Rubus, Crataegus, Corylus, Forsythia, Setaria, Dactylis, Cynodon, Alopecurus, Avena, with sporadic influence of anthropogenic factor</i>
3	Mešovite listopadne ili zimzelene šume sa grmljem >25% i učestalom travom, dominiraju rodovi: <i>Pinus, Abies, Ulmus, Robinia, Betula, Sambucus, Corylus, Forsythia, Setaria, Dactylis, Alopecurus, Avena, Trifolium, Taraxacum, Lamium, Agropyron, Cynodon, Digitaria, Poa</i> , sa redovnim uticajem antropogenog faktora / <i>Mixed deciduous or evergreen forests with presence of bush layer 25% and frequently present grass layer; dominant genera: Pinus, Abies, Ulmus, Robinia, Betula, Sambucus, Corylus, Forsythia, Setaria, Dactylis, Alopecurus, Avena, Trifolium, Taraxacum, Lamium, Agropyron, Cynodon, Digitaria, Poa, with regular influence of anthropogenic factor</i>
2	Livade, obrasla polja, šume močvarnog zemljišta, dominiraju rodovi: <i>Avena, Poa, Setaria, Alopecurus, Trifolium, Lamium, Lolium, Agropyron, Echinochloa, Taraxacum, Dactylis, Cynodon, Digitaria</i> , sa čestim uticajem antropogenog faktora / <i>Meadows, overgrown fields, forests on swampy ground, dominant genera: Avena, Poa, Setaria, Alopecurus, Trifolium, Lamium, Lolium, Agropyron, Echinochloa, Taraxacum, Dactylis, Cynodon, Digitaria, with frequent influence of anthropogenic factor</i>

nastavak table 1. / cont. Table 1

1	Obradive površine, atletske staze, travnjaci, dominiraju familije: <i>Poaceae</i> i <i>Fabaceae</i> i rodovi: <i>Poa</i> , <i>Lotus</i> , <i>Salvia</i> , <i>Bromus</i> , <i>Plantago</i> , <i>Trifolium</i> , <i>Stachys</i> , sa konstantnim i značajnim uticajem antropogenog faktora / <i>Arable land, recreational paths, lawns, dominant families: Poaceae and Fabaceae and genres: Poa, Lotus, Salvia, Bromus, Plantago, Trifolium, Stachys, with constant and significant influence of anthropogenic factor</i>
---	---

Tabela 2. Površina staništa /
Table 2. Habitat surfaces

Ocena / Grade	Opis / Description
5	80%–100% pregledane površine / <i>examined surface</i>
4	60%–79% pregledane površine / <i>examined surface</i>
3	40%–59% pregledane površine / <i>examined surface</i>
2	20%–39% pregledane površine / <i>examined surface</i>
1	0%–19% pregledane površine / <i>examined surface</i>

Tabela 3. Pristupačnost staništu /
Table 3. Habitat accessibility

Ocena / Grade	Opis / Description
5	Staništa pogodna za krpelje, lako dostupna sa čestim posetama ljudi (izletišta, staze za trčanje, fizičke vežbe ili vožnju bicikla, kampovi, igrališta, školska dvorišta, parkovi) / <i>Suitable tick habitats, easily accessible with frequent visits by humans (picnic areas, recreational paths, exercise areas or bicycle paths, campgrounds, playgrounds, school yards, parks)</i>
4	Staništa pogodna za krpelje, lako dostupna / <i>Suitable tick habitats, easily accessible</i>
3	Staništa pogodna za krpelje, teško pristupačna usled prirodnih ili veštačkih prepreka (multiflora ruže, gusta ili druga neprohodna vegetacija, voda, ograda) / <i>Suitable tick habitats, difficult access due to natural or artificial obstacles (multiflora roses, dense or other impenetrable vegetation, water, fence)</i>
2	Staništa pogodna za krpelje, ograničen pristup (vojni objekti, aerodromi, privatni vrtovi) / <i>Suitable tick habitats, limited access (military facilities, airports, private gardens)</i>
1	Neodgovarajuća staništa ili bez pristupa / <i>Inadequate habitats or without access</i>

Tabela 4. Gustina populacije krpelja /
Table 4. Density of tick population

Ocena / Grade	Opis / Description
5	>30 krpelja <i>I. ricinus</i> prikupljenih u toku 1 sata / <i>30 ticks I. ricinus collected within 1 hour</i>
4	11–29 krpelja <i>I. ricinus</i> prikupljenih u toku 1 sata / <i>11–29 ticks I. ricinus collected within 1 hour</i>
3	6–10 krpelja <i>I. ricinus</i> prikupljenih u toku 1 sata / <i>6–10 ticks I. ricinus collected within 1 hour</i>
2	1–5 krpelja <i>I. ricinus</i> prikupljenih u toku 1 sata / <i>1–5 ticks I. ricinus collected within 1 hour</i>
1	0 krpelja <i>I. ricinus</i> prikupljenih u toku 1 sata / <i>0 ticks I. ricinus collected within 1 hour</i>

Tabela 5. Prevalencija infekcije krpelja uzročnikom lajmske bolesti /
Table 5. Prevalence of tick infection with cause of lyme disease

Ocena / Grade	Opis / Description
5	25% inficiranih krpelja <i>I. ricinus</i> / 25% infected ticks <i>I. ricinus</i>
4	19%–24% inficiranih krpelja <i>I. ricinus</i> / 19%–24% infected ticks <i>I. ricinus</i>
3	13%–18% inficiranih krpelja <i>I. ricinus</i> / 13%–18% infected ticks <i>I. ricinus</i>
2	7%–12% inficiranih krpelja <i>I. ricinus</i> / 7%–12% infected ticks <i>I. ricinus</i>
1	0%–6% inficiranih krpelja <i>I. ricinus</i> / 0%–6% infected ticks <i>I. ricinus</i>

Tabela 6. Izračunavanje potencijalnog rizika za transmisiju uzročnika lajmske bolesti /
Table 6. Determining potential risk of transmission of lyme disease causes

Ocena / Grade	Opis rizika / Description of risk
11–15	Visok / High
7–10	Umeren / Moderate
0–6	Nizak / Low

Tabela 7. Izračunavanje aktuelnog rizika za transmisiju uzročnika lajmske bolesti /
Table 7. Determining actual risk of transmission of lyme disease causes

Ocena / Grade	Opis rizika / Description of risk
11–15	Visok / High
7–10	Umeren / Moderate
0–6	Nizak / Low

Rezultati rada / Results

Identifikovane su dve vrste krpelja u analiziranom uzorku na našem geografskom području i to krpelji *Ixodes ricinus* i *Dermacentor marginatus*. Ukupno je prikupljeno 1306 krpelja vrste *Ixodes ricinus* i 94 krpelja vrste *Dermacentor marginatus*. U odnosu na stadijum razvoja i pol krpelja vrste *Ixodes ricinus*, identifikovano je 874 adulta (652 ženke i 222 mužjaka), 320 nimfi i 112 larvi. Sva 94 primerka vrste *Dermacentor marginatus* bili su adulti (63 ženke i 31 mužjak).

Kod krpelja vrste *I. ricinus*, mikroskopskim pregledom u tamnom polju, utvrđena je prevalencija infekcije *B. burgdorferi*, koja se kretala do 33,1%. U sadržaju srednjeg creva krpelja prikupljenih sa pet lokaliteta nije utvrđeno prisustvo uzročnika lajmske bolesti. Podaci o inficiranosti krpelja uzročnikom lajmske bolesti su prikazani u tabeli 8.

Najviši entomološki indeks rizika za inficiranje uzročnikom *B. burgdorferi* je utvrđen na lokalitetima u Bačkoj Palanci i iznosi 0,158. Najniži entomološki indeks rizika za inficiranje *B. burgdorferi* je utvrđen na lokalitetu Uspensko groblje

i iznosi 0,008. Na lokalitetima Gradsko groblje, Park kod železničke stanice, Zmajev, Mošorin i Titel, entomološki indeks rizika za inficiranje uzročnikom lajmske bolesti iznosi 0 (tabela 8).

Tabela 8. Entomološki indeks rizika /
Table 8. Entomological risk index

Lokalitet / Locality	Broj krpelja/h / Number of ticks/h	Broj krpelja/min / Number of ticks/min	Inficiranost <i>B. burgdorferi</i> / Infection of <i>B. burgdorferi</i>	Entomološki indeks rizika / Entomological risk index
Institut za topolarstvo / <i>Poplar Institute</i>	80	1,33	0,008	0,010
Gradsko groblje / <i>City cemetery</i>	7	0,11	0	0
Uspensko groblje / <i>Uspensko cemetery</i>	8	0,13	0,062	0,008
Park kod železničke stanice / <i>Railway Station Park</i>	3	0,05	0	0
Šangaj	9	0,15	0,092	0,013
Klisa	28	0,46	0,066	0,030
Kamenički park	15	0,25	0,107	0,026
Subić	60	1,00	0,017	0,017
Bačka Palanka	29	0,48	0,331	0,158
Zmajev	3	0,05	0	0
Mošorin	2	0,03	0	0
Titel	6	0,10	0	0

Za 8 lokaliteta je utvrđen visok potencijalni rizik transmisije *B. burgdorferi*. To su sledeći lokaliteti: Institut za topolarstvo, Park kod železničke stanice, Šangaj, Klisa, Kamenički park, Subić, Bačka Palanka i Titel. Umeren potencijalni rizik za prenošenje uzročnika lajmske bolesti utvrđen je na ostala 4 lokaliteta – Gradsko groblje, Uspensko groblje, Zmajev, Mošorin. U istraživanju nisu identifikovani lokaliteti sa niskim potencijalnim rizikom za prenošenje uzročnika lajmske bolesti. U tabeli 9 su prikazane izračunate vrednosti ekološkog indeksa sa potencijalnim rizikom transmisije *Borrelia burgdorferi*.

Za tri lokaliteta je utvrđen definitivan aktuelni rizik za prenošenje uzročnika lajmske bolesti. To su lokaliteti Kamenički park, Subić i Bačka Palanka. Potencijalni aktuelni rizik transmisije *Borrelia burgdorferi* je utvrđen za tri lokaliteta (Institut za topolarstvo, Šangaj i Klisa). Za ostale lokalitete (Gradsko groblje, Uspensko groblje, Park kod železničke stanice, Zmajev, Mošorin, Titel) utvrđen je ograničen aktuelni rizik transmisije uzročnika lajmske bolesti. U istraživanju nisu identifikovani lokaliteti sa niskim aktuelnim rizikom za prenošenje *B. burgdorferi*, kao ni lokaliteti bez aktuelnog rizika transmisije *B. burgdorferi*. Izračunate vred-

nosti ekološkog indeksa sa aktuelnim rizikom za prenošenje uzročnika lajmske bolesti su prikazane u tabeli 9.

Tabela 9. Prikaz ekološkog indeksa rizika za prenošenje *B. burgdorferi* /
Table 9. Ecological risk index for transmission of *B. burgdorferi*

Lokalitet / <i>Locality</i>	Tip / <i>Type</i>	I	II	III	IV	V	PR I-III	AR I-V
Institut za topolarstvo / <i>Poplar Institute</i>	R	5	5	4	5	1	14	20
Gradsko groblje / <i>City cemetery</i>	U	3	2	5	3	1	10	14
Uspensko groblje / <i>Uspensko cemetery</i>	U	3	1	5	3	2	9	14
Park kod železničke stanice / <i>Railway Station Park</i>	U	4	3	5	2	1	12	15
Šangaj	SU	3	3	5	3	2	11	16
Klisa	SU	3	4	5	4	2	12	18
Kamenički park	R	5	5	5	4	2	15	21
Subić	R	5	5	4	5	2	14	21
Bačka Palanka	R	5	5	3	4	5	13	22
Zmajevo	U	3	2	5	2	1	10	13
Mošorin	R	2	5	3	2	1	10	13
Titel	R	3	5	3	3	1	11	15

Legenda: R – ruralno, SU – semiurbano, U – urbano, I – Pogodnost staništa za krpelje (flora i fauna), II – Površina staništa, III – Pristupačnost staništu, IV – Gustina populacije krpelja, V – Prevalencija infekcije krpelja *Borrelia burgdorferi*, PR – Potencijalni rizik transmisije, AR – Aktuelni rizik transmisije /
Legend: R - rural, SU - semi-urban, U - urban, I - suitable tick habitat (flora and fauna), II - Habitat surface, III - Habitat accessibility, IV - density of tick population, V - Prevalence of infected ticks *Borrelia burgdorferi*, PR - Potential risk of transmission, AR - Actual risk of transmission

Diskusija / Discussion

U ovom istraživanju su identifikovane dve vrste krpelja sakupljenih na lokalitetima Južnobačkog okruga (*D. marginatus* i *I. ricinus*). Kao dominantna vrsta krpelja u slobodnoj prirodi ustanovljen je *Ixodes ricinus*. Na području Beograda, Stajković i saradnici su u dvogodišnjem periodu (1990–1992) prikupili, identifikovali do nivoa vrste i mikroskopski pregledali u tamnom polju na *B. burgdorferi* 5915 krpelja. Oni su ustanovili, takođe, da je dominantna vrsta u prirodi *I. ricinus* (99,8%) (Stajkovic i sar., 1993). Milutinovićeva je ustanovila da je u Republici Srbiji *I. ricinus* apsolutno dominantna vrsta. Ova vrsta krpelja je u tom istraživanju sprovedenom na 19 lokaliteta u centralnoj Srbiji bila zastupljena 35% u analiziranom uzorku (Milutinović, 2000).

Kod krpelja vrste *I. ricinus*, mikroskopskim pregledom u tamnom polju, utvrđena je prevalencija infekcije *B. burgdorferi*, koja se kretala od 0% do

33,1%. Za naše geografsko područje Rajković i saradnici navode prevalenciju infekcije krpelja *B. burgdorferi* od 29,2% (Rajković i Jurišić, 2005). Za područje grada Beograda i okoline Stajković i sar. (1993) navode prevalenciju infekcije krpelja *B. burgdorferi* od 27,0% do 31,7%. Čekanac i sar. (2010) navode sličnu prosečnu prevalenciju infekcije krpelja *B. burgdorferi* od 21,9% za područje Beograda. Drndarević i sar. (1992) su primenom mikroskopskog pregleda u tamnom polju ustanovili 22% pozitivnih ženki krpelja vrste *I. ricinus* na prisustvo uzročnika lajmske bolesti, od ukupno pregledane 263 jedinice, prikupljene na području Beograda i Osjeka. U istraživanju sprovedenom na 19 lokaliteta u centralnoj Srbiji, Milutinovića je ustanovila ukupnu prevalenciju infekcije krpelja vrstom *I. ricinus* od 29% (Milutinović, 2000). U drugom istraživanju, primenom PCR metode, Milutinovića i saradnici su dokazali prisustvo genoma uzročnika lajmske bolesti kod 42,5% pregledanih krpelja (Milutinović i sar., 2008a). U drugom istraživanju, objavljenom iste godine, Milutinovića i saradnici su ustanovili zaraženost krpelja *I. ricinus* uzročnikom lajmske bolesti na području Kljajićeva od 7,6% do 45,9% (kod adulta) na području Bovanskog jezera, što su više vrednosti u odnosu na prosek u Evropi (Milutinović i sar., 2008b). Tomanović i sar. (2010) ustanovili su kod 16 krpelja vrste *I. ricinus* na području Srbije istovremenu infekciju različitim genospecijesima uzročnika lajmske bolesti i *A. phagocytophilum*. Savić i sar. (2010) su ustanovili da postoji aktuelni rizik od infekcije uzročnikom lajmske bolesti u Vojvodini, Srbija, jer je *B. burgdorferi* sensu lato prisutna u populaciji krpelja i pasa. Isti istraživači su ustanovili srednju vrednost prevalencije infekcije krpelja uzročnikom lajmske bolesti od 22,12%, kao i srednju vrednost seroprevalencije lajmske bolesti kod pasa od 25,81%.

U ovom istraživanju vrednosti flag/časa su se kretale od 2 do 80, a entomološki indeks rizika transmisije *B. burgdorferi* od 0 do 0,158. Čekanac i sar. (2010) su naveli relativno visoke vrednosti flag/časa od 17,9-33,4. Krstić i Stajković (2007) su saopštili vrednost entomološkog indeksa rizika transmisije *B. burgdorferi* za područje Beograda od 0,03 do 0,15. Za 8 lokaliteta je utvrđen visok potencijalni rizik transmisije *B. burgdorferi* – Institut za topolarstvo, Park kod železničke stanice, Šangaj, Klisa, Kamenički park, Subić, Bačka Palanka i Titel. Za tri lokaliteta je utvrđen definitivni aktuelni rizik transmisije *B. burgdorferi* – Kamenički park, Subić i Bačka Palanka. Ekološki indeks rizika za prenošenje uzročnika lajmske bolesti je bolji od entomološkog, jer je sveobuhvatniji. Osim gustine populacije krpelja, za njegovo određivanje razmatraju se i drugi faktori – prevalencija infekcije krpelja *B. burgdorferi*, pogodnost ekosistema za krpelje, površina staništa i pristupačnost staništu (Schulze i sar., 1991).

Zaključak / Conclusion

Na osnovu rezultata našeg istraživanja može se zaključiti da je na određenim lokalitetima identifikovan visok entomološki rizik od pojave lajmske

bolesti nakon uboda krpelja. Ekološki indeks rizika ukazuje na to da potencijalni rizik od zaražavanja ljudi i životinja postoji na 8 od 12 ispitanih lokaliteta. Za 3 lokaliteta je utvrđen definitivni aktuelni rizik za prenošenje uzročnika lajmske bolesti. Sve ovo ukazuje na to da je na području Južnobačkog okruga lajmska bolest endemski prisutna i da postoji rizik od inficiranja ljudi i životinja uzročnikom lajmske bolesti nakon uboda inficiranog krpelja. Dalja istraživanja bi trebala usmeriti na ekologiju lajmske bolesti na istom geografskom području u cilju redukcije populacije krpelja, kako bi se smanjile vrednosti ovih indeksa rizika za inficiranje uzročnikom lajmske bolesti, pa samim tim i smanjio broj novoregistrovanih slučajeva lajmske bolesti kod ljudi i životinja.

NAPOMENA / ACKNOWLEDGEMENT:

Ovo istraživanje je finansirao Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine (naziv projekta: Istraživanje lajmske bolesti i drugih vektorski prenosivih zoonoza u Vojvodini, broj projekta: 114-451-1892/2011). /

These investigations were financed by the Provincial Secretariat for Science and Technological Development of AP Vojvodina within Project Number 114-451-1892/2011 Investigations of lyme disease and other vector transmitted zoonoses in Vojvodina .

Literatura / References

1. Bushmick SL. Lyme Borreliosis in Domestic Animals. J Spirochetal & Tick-Borne Dis 1994; 1: 24-30.
2. Čekanac R, Pavlović N, Gledović Z, Grgurević A, Stajković N, Lepšanović Ž, Ristanović E. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* in *Ixodes ricinus* ticks in Belgrade area. Vector Borne Zoonotic Dis 2010; 10(5): 447-52.
3. Dautel H, Dippel C, Kammer D, Werkhausen A, Kahl O. Winter activity of *Ixodes ricinus* in a Berlin forest. Int J Med Microbiol 2008; 298: 50-4.
4. Drndarević D, Lako B, Stojanović R, Stajković N, Obradović M, Živanović B, Čekanac R, Derković V, Nanušević N, Dmitrović R. *Ixodes ricinus* dokazan vektor lajm borelioze i u Jugoslaviji. Vojnosanitetski Pregl 1992; 49(1): 8-11.
5. Estrada-Pena A, Bouattour A, Camica JL, Walzer AR. Ticks of domestic animals in the Mediterranean region: a guide to identification of species. University of Zaragoza, Spain; Atalanta, Houten, The Netherlands, 2004.
6. Fritz CL, Kjemtrup AM. Lyme borreliosis. J Am Vet Med Assoc 2003; 223(9): 1261-70.
7. Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. Bull World Health Organ 2000; 78(9): 1136-47.
8. Jensen PM. Host seeking activity of *Ixodes ricinus* ticks based on daily consecutive flagging samples. Exp Appl Acarol 2000; 24(9): 695-708.
9. Kovalevsky YV, Korenberg YI, Kutlina GV, Ustinova OA. Standards for screening of a ixodid tick nymphal preparation by dark-field microscopy in the foci of borrelioses. Med Parazitol (Mosk) 1996; (4): 18-21.
10. Krstić M, Stajković N. Risk for infection by lyme disease cause in green surfaces maintenance workers in Belgrade. Vojnosanitetski Pregled 2007; 64(5): 313-8.
11. Lindgren E, Talleklint L, Polfeldt T. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. Environ Health Perspect 2000; 108(2): 119-23.

12. Mather TN, Nicholson MC, Donnelly EF, Matyas BT. Entomologic index for human risk of Lyme disease. *Am J Epidemiol* 1996; 144(11): 1066-9.
13. Milutinović M. Diverzitet i ekologija Iksodidnih krpelja (*Acari:Ixodidae*) u centralnoj Srbiji, Jugoslavija. *Arch Biol Sci* 2000; 52(1): 39-46.
14. Milutinović M, Masuzawa T, Tomanović S, Radulović Z, Fukui T, Okamoto Y. *Borrelia burgdorferi* sensu lato, *Anaplasma phagocytophilum*, *Francisella tularensis* and their co-infections in host-seeking *Ixodes ricinus* ticks collected in Serbia. *Exp Appl Acarol* 2008a; 45(3-4): 171-83.
15. Milutinović M, Radulović Z, Tomanović S. Assessment of the risk of contracting Lyme disease in areas with significant human presence. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia* 2008b; 60(1): 121-9.
16. Mladenović J, Čekanac R, Stajković N, Krstić M. Risk of Lyme disease development after a tick bite. *Vojnosanitetski Pregled* 2010; 67(5): 369-74.
17. Rajković DV, Jurišić A. *Ixodes ricinus* as vector and reservoir of *Borrelia burgdorferi* in an urban environment. *Arch Biol Sci* 2005; 57(3): 253-4.
18. Savić S, Vidić B, Lazić S, Lako B, Potkonjak A, Lepšanić Z. *Borrelia burgdorferi* in ticks and dogs in the province of Vojvodina, Serbia. *Parasite* 2010; 17(4): 357-61.
19. Scharlemann JP, Johnson PJ, Smith AA, Macdonald DW, Randolph SE. Trends in ixodid tick abundance and distribution in Great Britain. *Med Vet Entomol* 2008; 22(3): 238-47.
20. Schulze TL, Taylor RC, Taylor GC, Bosler EM. Lyme disease: a proposed ecological index to assess areas of risk in the northeastern United States. *Am J Public Health* 1991; 81(6): 714-8.
21. Stajković N, Drndarević D, Lako B, Dmitrović R, Obradović M, Đerković V, Čekanac R, Đorđević D. Vectors of *Borrelia burgdorferi*. *Glas Srp Akad Nauka Med* 1993; (43): 45-56.
22. Stanek G, Wormser GP, Gray J, Strle F. (2011). Lyme borreliosis. *Lancet* 2012; 379(9814): 461-73.
23. Tomanović S, Radulović Z, Masuzawa T, Milutinović M. Coexistence of emerging bacterial pathogens in *Ixodes ricinus* ticks in Serbia. In *Parasite* 2010; 17: 211-7.

ENGLISH

ENTOMOLOGICAL AND ECOLOGICAL INDEX FOR RISK OF INFECTION CAUSING LYME DISEASE IN TERRITORY OF VOJVODINA, SERBIA

A. Potkonjak, A. Jurišić, Aleksandra Petrović, S. Nićin, Dragana Rajković, B. Lako, Sonja Obrenović

In Europe, of all the vector transmitted diseases, the occurrence of lyme disease is the one most often registered, and the most significant vector *Borrelia burgdorferi* is the tick *Ixodes ricinus*. Both humans and animals contract lyme disease. The risk of the occurrence of lyme disease is in correlation with potential exposure to tick bites and depends on the density of the tick population in the endemic area, the percentage of ticks infected with the cause of lyme disease, the duration and the nature of the activity of the susceptible population in a certain area. The objective of these investigations was to determine the en-

tomological and the ecological risk index, as well as to assess the risk of transmission of the cause of lyme disease in the territory of Vojvodina Province in the Republic of Serbia.

Ticks were collected at 12 locations in the South Bačka District of Vojvodina. A total of 1400 ticks were identified up to the level of species. After establishing the infection of ticks with the cause of lyme disease, the entomological and the ecological index was determined for the given regions using microscopic examination in a dark field.

Two species of ticks were identified in this geographic region (*Ixodes ricinus* and *Dermacentor marginatus*). Examining *I. ricinus*, the prevalence of infection *B. burgdorferi* was established, ranging up to 33.1%. The ecological risk index indicates that there is a potential risk of humans and animals becoming infected at 8 localities. It was determined for 3 localities that there is a definite actual risk of the transference of causes of lyme disease.

Key words: *Borrelia burgdorferi*, lyme disease, infection, risk, ticks

РУССКИЙ

ЭНТОМОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНДЕКС РИСКА ДЛЯ ИНФЕКЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЕМ БОЛЕЗНИ ЛАЙМА НА ПОДВЕДОМСТВЕННОЙ ОБЛАСТИ ВОЕВОДИНЫ, СЕРБИЯ

А. Потконяк, А. Юришич, Александра Петрович, С. Ничин, Драгана Райкович, Б. Лако, Соня Обренович

В Европе, из всех векторно переносных инфекций, чаще всего регистрируется явление болезни Лайма, а наиболее значительный вектор *Borrelia burgdorferi* клещ *Ixodes ricinus*. Болезнью Лайма заболевают люди и животные. Риск для явления болезни Лайма в корреляции с потенциальным подвержением укусу клещей и зависит от густоты популяции клещей в эндемической подведомственной области, процента клещей, заражённых возбудителем болезни, длины и природы активности приемлемой популяции на определённой подведомственной области. Цель этого исследования установить энтомологический и экологический индекс риска, словно и оценить риск трансмиссии возбудителя болезни на подведомственной области Воеводины, Сербия.

Собирание клещей сделано на 12 локаций в южнобачком округе Воеводины, Сербия. Совокупно до уровня вида идентифицировано 1400 клещей. После утверждения заражённости клещей возбудителем болезни Лайма, применением микроскопического осмотра в тёмном поле, вычислены энтомологический и экологический индекс риска для данных подведомственных областей.

Идентифицированы два вида клещей на нашей географической подведомственной области (*Ixodes ricinus* и *Dermacentor marginatus*). У *Ixodes ricinus* утверждена превалентность инфекции *B. burgdorferi*, которая двигалась до 33,1%. Экологический индекс риска указывает, что потенциальный риск от заражения людей и животных присутствующий на 8 локальных места. За 3 локальных места утверждён окончательный актуальный риск для переноски возбудителя болезни Лайма.

Ключевые слова: Боррелия бургдорфери, болезнь Лайма, инфекция, риск, клещи