

# A Lyme borreliosis járványtana és a gyíkfajok szerepe a betegség fenntartásában

G. Földvári – K. Rigó:  
Epidemiology of Lyme borreliosis and the role of lizards in disease maintenance

Földvári Gábor\*, Rigó Krisztina

1] SZIE-ÁOTK, Parazitológiai és Állattani Tanszék.

István u. 2.

H-1078 Budapest.

\*E-mail:

FoldvariGabor@gmx.de

2] SZIE-ÁOTK, Biológiai

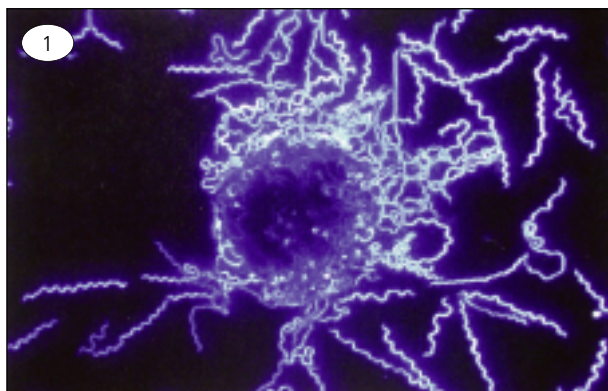
Intézet, zoológushallgató

**Összefoglalás.** A Lyme borreliosis az északi félteke mérsékelt övének vektor által terjesztett, leggyakoribb humán betegsége. Járványtanában a *Borrelia burgdorferi* sensu lato fajcsoportba tartozó baktériumok, különböző kullancsfajok és számos gerinces gazda bonyolult kölcsönhatása játszik szerepet. Európában a legjelentősebb vektor az *Ixodes ricinus*, amelynek populációi a természetes góccokban akár 50%-nál is nagyobb arányban fertőzöttek. Noha háziállatok is megbetegedhetnek, elsősorban a humán-egészségügyi jelentősége ismert. A kórokozó rezervoárjai lehetnek kisemlősök, madarak, és az utóbbi évek kutatási eredményei alapján, egyes gyíkfajok is. Korábban azt feltételezték, hogy a gyíkok kifejezetten csökkentik a Lyme spirochaeták jelenlétét a természetben, mivel nem rezervoárok. Ez a megállapítás igaz bizonyos fajokra, azonban számos, hazánkban is előforduló gyíkfajról bizonyosodott be, hogy fenntartói lehetnek ezeknek a baktériumoknak, elsősorban a *Borrelia lusitaniae*-nek. A hazai vizsgálatok alapján a fűrg ( *Lacerta agilis* ), a homoki ( *Podarcis taurica* ) és a zöld gyíkok ( *Lacerta viridis* ) fertőződhetnek *B. lusitaniae*-vel, és a gyíkokról eltávolított kullancsokból is ki lehet mutatni a Lyme borreliosis okozó baktériumokat. A gyíkoknak, a betegség járványtanában betöltött szerepe mellett, hangsúlyozzuk a rezervoárgazdákra irányuló kutatások fontosságát.

**Summary.** Lyme borreliosis is the most prevalent vector-borne human disease in the temperate zone of the Northern Hemisphere. The disease is maintained through complex interactions between the pathogen, *Borrelia burgdorferi* sensu lato, different tick species and a large number of vertebrate hosts. In Europe the infection rate of the main vector species, *Ixodes ricinus* can be 50% or above in natural foci. Although it was detected also in domestic animals, the disease is known as a major human health problem. Reservoirs of the pathogen can be small mammals, birds and, according to the last years' research results, lizards, as well. It was previously suspected that lizards reduce the presence of Lyme borreliosis spirochetes in nature since they are not reservoirs. This is true for some species, however it was shown for several lizard species also occurring in Hungary, that they can maintain these bacteria, especially *Borrelia lusitaniae*. Based on Hungarian studies, sand ( *Lacerta agilis* ), Balkan wall ( *Podarcis taurica* ) and green lizards ( *Lacerta viridis* ) can carry *B. lusitaniae* and Lyme borreliosis spirochetes could be detected in ticks removed from these lizards. Beside the role of lizards in the epidemiology of Lyme borreliosis, the authors emphasize the importance of research targeting reservoir hosts.

**A kullancsok számos humán és állatbetegséget terjesztenek**

**A** kullancsok által terjesztett kórokozók jelentős kihívást jelentenek napjainkban a humán- és az állategészségügy számára. Az utóbbi évtizedben megnövekedett jelentőségű, vektorok által terjesztett betegségeknek (27) a megismerése komplex járványtani vizsgálatot igényel, hiszen ezeknek a kórokozóknak a biológiája is lényegesen összetettebb, mint a közvetlen módon terjedőké. A kullancsok által terjesztett patogén mikroorganizmusok a természetben ún. sylvaticus ciklusban maradnak fenn, amelynek során a kórokozó különféle szárazföldi gerincesekben, a rezervoárfajokban szaporodik. Ezek az állatok látenszen hordozzák a fertőző ágenszt, de nem betegszenek meg, emiatt a rajtuk vért szívó kullancslárvák, -nimfák vagy -adultok



**1. ábra.** *Borrelia burgdorferi sensu lato* spirális baktériumok sötét látóterű mikroszkópban

(Forrás: <http://www.microbelibrary.org>)

**Figure 1.** *Borrelia burgdorferi sensu lato* spiral bacteria in dark-field microscope

(Source: <http://www.microbelibrary.org>)

### **A *Borrelia burgdorferi sensu lato* fajcsoportba 14 faj tartozik**

fajcsoport okoz. A *Borrelia* genus a Spirochaetales rendbe tartozik, amelynek tagjai spirális, Gram-negatív, aerob vagy microaerophil, rugalmas falú baktériumok (**1. ábra**). A *B. burgdorferi* s. l. fajcsoportot jelenleg 14, ún. Lyme Spirochaeta-faj alkotja (47). Ezek közül a *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. afzelii*, *B. garinii* és a *B. spielmanii* kórokozó képessége egyértelműen bizonyított (14, 40), míg a *B. valaisiana*, *B. bissetii* és *B. lusitaniae* (korábban apatogénnek tartott) fajokat a közelmúltban mutatták ki Lyme borreliosisos betegekből (7, 8, 9, 10, 48, 49). Az egyes *Borrelia*-fajok európai előfordulása nagyon eltérő, viszonylag kis távolságon belül és szezonálisan is nagyon különbözőek.

Magyarországon a Lyme borreliosis embereken, nemzetközi viszonylatban is, korán diagnosztizáltak (31), és a betegség jelentősége, gyakorisága továbbra is számottevő (5, 32). Korábbi kutatásaink során megállapítottuk, hogy a hazai emberi megbetegedéseket az Európában gyakori *B. afzelii* és *B. burgdorferi* s. s. mellett, a nemrégiben új fajként leírt *B. spielmanii* is okozhatja (14).

### **Tünetek**

A Lyme-kór lefolyása általában 3 fázisra osztható: az esetek több mint 50%-ában a kullancscsípés után néhány nappal, a kullancs megkapaszkodásának helyén, megjelenik a legjellegzetesebb tünet, az erythema migrans (korábban erythema chronicum migrans) vagy más néven Lyme-folt, amely egy kokárdaszerű, lassan terjedő bőrkivetés. A vándorló bőrpír akár 1 m átmérőt is elérhet, de néhány hét alatt kezelés nélkül elmúlhat. Az erythema migrans első tudományos említése egyébként Afzelius-tól származik 1910-ből (22). Szintén tőle ered, valamivel későbből, a bőrkivetés részletes leírása is. A második szakasz általában több héttel vagy hónappal a fertőződés után jelentkezik. Ilyenkor változó súlyosságú tünetek, így izomfájdalom, arcidegbénulás vagy akár agyhártyagyulladás alakulhat ki. Egyes betegek esetében kialakul a harmadik, ún. krónikus szak, amelyre évekkel a kullancscsípés után rendszeresen visszatérő fáradtság, idegrendszeri tünetek, ízületi gyulladás és bőrgyulladás a jellemzőek. Ezt a krónikus bőrgyulladást már 1883-ban leírta egy német orvos, BUCHWALD. 1902-ben HERXHEIMER és HARTMANN a – ma is használt – acrodermatitis chronica atrophicans nevet javasolta a bőrtünetek leírására (22). Noha az egyes tünetek már nagyon régóta ismertek voltak az orvostudomány számára, csak 1975-ben vált teljesen egyértelművé, hogy mindezen tünetetek egyazon, kullancsok által terjesztett betegség különböző szakaszai. Ekkor ugyanis három észak-amerikai kisvárosban élők (főleg gyermekek) között halmozottan jelentkeztek, a fiatal korosztályra egyáltalán nem jellemző, ízületi gyulladásos megbetegedések. E furcsa „járvány” vizsgálása során ismerték föl, hogy a betegeket korábban kullancscsípés ér-

rendszeresen felvehetik őket. Az ízeltlábú vektorok sok mikroorganizmust át tudnak adni a következő fejlődési alaknak (transzstadiális fertőzés), így a rezervoár gazdán vért szívott lárva később nimfa vagy kifejlett nőtény stádiumában fertőzni tudja a következő gazdaállatot, amelyen táplálkozik. Ha az ember vagy a háziállat a kullancsok közvetítésével bekerül ebbe a ciklusba, betegség alakulhat ki az új gazdában (endémiás vagy enzootiás ciklus). A kullancsok által terjesztett kórokozók járványtanának megértésében tehát kulcsfontosságú a kompetens rezervoár állatok, mint a szárazföldi emlősök, madarak és hüllők vizsgálata.

### **Kórokozók**

A Lyme borreliosis az északi félteke mérsékelt övének vektor által terjesztett, leggyakoribb humán betegsége, amelyet a *Borrelia burgdorferi sensu lato*

### **Legjellegzetesebb első tünet az erythema migrans**

### **Évek múlva is jelentkezhetnek visszatérő tünetek**

**Több állatfaj is megbetegedhet, de gyakori a tünetmentes fertőzés is**

te, így derült rá fény, hogy a tüneteket egy kullancsok által terjesztett kórokozó okozhatja. A betegséget aztán a három közül az egyik kisvárosról, Lyme-ról (USA, Connecticut) Lyme-kórnak nevezték el. A tünetegyüttest okozó, akkor még egyetlen fajnak hitt, baktériumot 1982-ben sikerült izolálni, és felfedezőjéről, WILLY BURG-DORFERRŐL a *Borrelia burgdorferi* nevet kapta (22, 32).

Háziállataink közül kutya, ló, valamint szarvasmarha esetében írták le a betegséget, azonban a vizsgálatok jelentős része csupán a kórokozó ellen termelt ellenanyag kimutatásán alapul. A humán Lyme borreliosis gyakori tünete, az erythema migrans állatoknál nem jellemző, és az aspecifikus tünetek miatt a kórisme megállapítása rendkívül nehéz, gyakoribb a tünetmentes fertőzés, mint a megbetegedés. A kutyák Lyme borreliosisa esetében például még a nagy specificitású és nagy szenzitivitású szerológiai módszerek is legfeljebb az állat korábbi fertőződését igazolhatják, de nem a betegséget (36). Vannak ugyan olyan esetleírások, ahol a tüneteket mutató kutyák különféle szerveiből sikerült utólag *Borrelia*-DNS-t kimutatni (23), azonban a kutyák esetében a Lyme borreliosis etiológiájának, járványtanának megértése még sok vizsgálatot igényel.

### Vektorok

**A kórokozók vektorai a kullancsok**

Európában a *B. burgdorferi* s. l. különböző kullancsfajok, és azok több száz gazdafajának segítségével marad fenn. A Lyme-kórt okozó baktériumok legfontosabb vektorai az *Ixodes*-fajok (Acari: Ixodidae). Ezek közül Európában a leggyakoribb faj a közönséges kullancs (*Ixodes ricinus*) a legjelentősebb, fertőzöttségének aránya endémiás gócban 50% fölé is lehet (4). E kullancsfaj rendkívül sokféle gazdán képes vért szívni és fejlődni, a hullókönn, madarakon és különféle emlősökön. Az *I. ricinus* földrajzi elterjedése a 39° és 65° közé tehető Európában, gazdakeresésének, ezzel túlélésének korlátozó tényezője a mikro környezet páratartalma (4). *Borreliák* vektora lehet a szűkebb gazdaspektrumú és rejtett életmódú *Ixodes uriae* (elsősorban tengeri madarakon), ill. *Ixodes hexagonus* (főleg menyétféléken és sünökön) is. Az *I. uriae* nagy távolságokra, akár kontinensek között is képes terjeszteni a kórokozót, az *I. hexagonus*, ugyan ritkábban szív vért emberen vagy háziállatokon, a baktériumok természetben való fenntartásában jelentős a szerepe (4).

Az Uráltól keletre az *Ixodes persulcatus*, míg Észak-Amerikában az *Ixodes scapularis* és az *Ixodes pacificus* a legfontosabb vektorok (4, 22). Izoláltak már Spirochaeta baktériumokat a kullancsokon kívül más ízeltlábúakból is, például egyes szúnyog- és bögölyfajokból (35), de ezeknek a vérszívóknak nincs vektor szerepe.

### Rezervoárok

**Az egyes Borrelia-fajok különböző gazdafajokhoz kötődnek**

Az *Ixodes ricinus*nak több mint 300 gazdafaja ismeretes (4), ezek mindegyike potenciális rezervoárként szolgál a kullancs által terjesztett kórokozók számára. Ezek között sok vándormadár faj van, amelyek szerepet játszhatnak a *Borrelia*-fajok nagy távolságra történő eljuttatásában. Az európai endémiás területeken számos, a rezervoárokra irányuló járványtani vizsgálat történt. Ezek alapján feltételezik, hogy a különböző *Borrelia*-fajok különböző gazdákhoz, ill. gazdacsoportokhoz kötődnek. A *B. afzelii*t főleg kisemlősökben (20, 25), míg a *B. garinii*t és a *B. valisianát* elsősorban madarakban találták meg (12, 21, 24, 42). A *B. burgdorferi* s. s. számára egyaránt alkalmas rezervoár gazdák a kisemlősök és a madarak (4), a *B. spielmani*i, kullancsokon és embereken kívül, kizárólag a kerti pelében (*Eliomys quercinus*), a mogyorós pelében (*Muscardinus avellanarius*) (46) és az európai sünenben (*Erinaceus europaeus*) (51) sikerült kimutatni. A kisemlősök és a madarak rezervoár szerepét viszonylag hamar, a gyíkokét csak jóval később fedezték fel, amikor a *B. lusitaniae* faj rezervoárját kezdték keresni.

A különböző gerinces gazdákban a baktérium ökológiájában betöltött szerepét korábban olyan külső tényezőknek tulajdonították, mint a klíma, a vegetáció, a kullancsok táplálékkeresési magassága vagy fertőzési rátája (28). Noha ezek a tényezők is szerepet játszanak, újabban vált nyilvánvalóvá, hogy a *B. burgdorferi* s.

**A gazdaállat  
komplementrendszere  
a kullancs  
bélcsatornájában hat  
a baktériumra**

I. fajok eltérő fertőzőképessége és gazdaspecificitása a baktériumok sajátosságaitól is jelentősen függ. A különböző gazdaasszociációk meglétének tényleges okát először KURTENBACH és mtsai azonosították (30), szerintük az egyes *Borrelia*-fajoknak a különböző gazdák más-más komplementrendszere elleni, eltérő védekezőképességében rejlik. Ismert, hogy a gerincesek komplementrendszere az egyik fontos védelmi vonal a patogén mikroorganizmusokkal szemben. A több mint 30 fehérje komplex működésén alapuló rendszer ún. alternatív útvonala gyors válaszra képes bakteriális fertőzés során, ezzel központi szerepe van a veleszületett immunitásban. Noha a *B. burgdorferi* s. l. komplementrendszert kikerülni képes virulenciafaktorait régóta vizsgálták, annak ökológiai szerepét nem vették figyelembe. KURTENBACH és mtsai *in vitro* vizsgálatokkal támasztották alá a korábbi feltételezéseiket, és arra a következtetésre jutottak, hogy az adott *Borrelia*-faj vagy -típus csak akkor képes túlélni a különböző gazdafajokban, ha a baktérium a rajta táplálkozó kullancs bélcsatornájában nem küszöbölődik ki a gerinces komplementrendszere által (30). Újabb, természetes populációkon folytatott vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a *Borrelia*-fajok és az egyes gazdacsoportok között megfigyelt kapcsolatok a korábban feltételezettnél lényegesen lazábbak. Például FOMENKO és mtsai *B. garinii*t találtak rágcsálókban (13), KORENBERG és mtsai *B. afzelii* és *B. burgdorferi* s. s. mellett más *Borrelia*-fajokat és altípusokat is kimutattak kismélsőkön és rágcsálókban táplálkozó kullancsokból (29).

**A gyíkok, mint rezervoárok**

**A gyíkok fontos  
gazdái az Ixodes-  
fajoknak**

A gyíkokról már régóta ismert, hogy fontos gazdái lehetnek különféle Ixodes-fajoknak (2, 18, 26), de a közelmúltig kevesen foglalkoztak ezzel a gazda-parazita rendszerrel. Az utóbbi évtizedekben azonban sokféle tudományterület kutatói vizsgálták a különböző gyík- és kullancsfajok közötti kölcsönhatásokat. Vizsgálták a hím gyíkokban termelődő szteroid hormonok szerepét a kullancsok elleni védekezésben (43, 50), elemezték a paraziták elleni védekezés genotípusfüggését (44), sőt szövettani vizsgálatok is készültek, amelyekben a különböző paraziták által a gyíkok kültakaróján okozott sérüléseket vizsgálták (17).

A sokféle kutatás révén egyre inkább egyértelművé válik, hogy a különböző gyík- és kullancsfajok között sokrétű és bonyolult kapcsolatrendszer lehet, továbbá szerepüket a kullancsok életciklusában korábban nagy valószínűséggel alábecsülték. Felvetődött tehát a gondolat, hogy a gyíkok nemcsak a kullancsok, hanem a kullancsok által terjesztett különböző kórokozók fenntartásában is szerepet játszhatnak. A kezdeti vizsgálatok a Lyme-kórt okozó baktériumokra irányultak,

**1. táblázat.** *Borrelia burgdorferi sensu lato* prevalenciája gyíkfajokban  
**Table 1.** Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in lizard species

Gyíkfaj	Származási hely	Minták száma	Prevalencia (%)	<i>Borrelia</i> sp.	Szövettípus	Hivatkozás
<i>Psammodromus algirus</i>	Tunézia	37	38	<i>B. lusitaniae</i>	bőr, máj, vese	11
<i>Eumeces laticeps</i>	USA	36	58	<i>B. andersonii</i>	vér, szív, here, máj	6
<i>Anolis sagrei</i>	USA	4	50	<i>B. burgdorferi</i> s. s., <i>B. bissettii</i>	vér, szív, here, máj	6
<i>Sceloporus undulatus</i>	USA	9	33	<i>B. burgdorferi</i> s. s.	vér, szív, here, máj	6
<i>Ophisaurus ventralis</i>	USA	2	100	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	vér, szív, here, máj	6
<i>Sceloporus woodi</i>	USA	14	43	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	vér, szív, here, máj	6
<i>Anolis carolinensis</i>	USA	50	5	<i>B. burgdorferi</i> s.s., <i>B. andersonii</i>	vér, szív, here, máj	6
<i>Scincella lateralis</i>	USA	8	75	<i>B. bissettii</i>	vér, szív, here, máj	6
<i>Cnemidophorus sexlineatus</i>	USA	23	65	<i>B. burgdorferi</i> s.s.	vér, szív, here, máj	6
<i>Lacerta viridis</i>	Szlovákia	102	19	<i>B. lusitaniae</i> , <i>B. afzelii</i>	vér, farokvég, bőr	36
<i>Lacerta agilis</i>	Szlovákia	11	46	<i>B. lusitaniae</i>	bőr	37
<i>Lacerta agilis</i>	Románia	28	57	<i>B. lusitaniae</i>	bőr	37
<i>Lacerta viridis</i>	Magyaro.	92	8	<i>B. lusitaniae</i>	bőr	15
<i>Lacerta agilis</i>	Magyaro.	10	10	<i>B. lusitaniae</i>	bőr	15
<i>Podarcis taurica</i>	Magyaro.	32	9	<i>B. lusitaniae</i>	bőr	15

**A *B. lusitaniae* fenntartásában a gyíkoknak jelentős szerepe van**

amelyekről sokáig úgy tartották, hogy a gyíkok nem megfelelő rezervoárok (33). Ez a feltételezés azon alapult, hogy az első, gyíkokkal folytatott kísérletes vizsgálatokat olyan fajokon végezték az USA-ban, amelyek vére egy *Borrelia*-ölő faktort tartalmaz (52). Ezek a gyíkfajok ezért nemcsak nem rezervoár gazdái a Lyme spirochaetáknak, hanem az ún. dilúciós hatásuk révén, még a rajtuk táplálkozó kullancsok esetleges *Borrelia*-fertőzöttségét is képesek megszüntetni, ill. a rezervoár gazdákon táplálkozó kullancsok arányát is csökkentik (34, 35). MATUSCHKA és mtsai 1992-ben hasonló következtetésekre jutottak a hazánkban is élő európai faj, a fűrgye gyík (*Lacerta agilis*) vizsgálata során (41). Ugyanezen kutatócsoport egy későbbi, németországi munkájában fűrgye gyíkokról, fali gyíkokról (*Podarcis muralis*), sárganyakú erdeiigérről (*Apodemus flavicollis*), közönséges erdeiigérről (*Apodemus sylvaticus*), vöröshátú erdei pocokról (*Clethrionomys glareolus*), ill. növényzetről gyűjtött kullancsokban vizsgálta a *Borrelia*-fajok jelenlétét (46). Azt találták, hogy a növényzetről gyűjtött nimfák többsége (az összes fertőzött egyed 70%-a) *B. afzelii*-vel volt fertőzött. A hasonló módon gyűjtött, adult kullancsok között viszont nagyjából azonos arányban voltak a *B. lusitaniae*-vel (a fertőzött egyedek 49,1%-a) és az összes többi ott előforduló *Borrelia*-fajjal fertőzött egyedek (a fertőzött egyedek 50,9%-a). A fűrgye gyíkokról gyűjtött kullancsok 21,1%-a, míg a fali gyíkokról gyűjtött nimfák és lárvák 31,7%-a bizonyult pozitívnak, valamennyi egyed *B. lusitaniae*-vel volt fertőzött. A kisemlősökről gyűjtött kullancsok közül szinte az összes egyed *B. afzelii*-vel volt fertőzött. (46). Ez volt az első adat arra nézve, hogy Európában a *B. lusitaniae* fenntartásában a gyíkoknak jelentős szerepe lehet, valamint, hogy ez a Lyme spirochaeta a mediterrán klímától északabbra, góccokban fordulhat elő. A szerzők, saját bevallásuk szerint, a korábbi, 1992-es vizsgálatukban (41) valószínűleg azért jutottak téves következtetésre, mert a kísérletekben olyan baktériumfajjal (*B. afzelii* vagy *B. burgdorferi* s. s.) próbálták megfertőzni a fűrgye gyíkokat, amelyek nem képesek a gyík vérplazmájában hosszabb ideig életben maradni.

Az utóbbi néhány évben több olyan vizsgálatot is végeztek, amelyekben sikerült kimutatni különböző gyíkfajok *Borrelia*-fertőzöttségét a hullókból vett szövetminták segítségével, felvetve az egyes gyíkfajok rezervoár szerepét a Lyme-kórt okozó baktériumok fenntartásában (1. táblázat). DSOUKI és mtsai a *Psammmodromus algirus* gyíkfaj szerepét vizsgálták a *B. lusitaniae* természetes fejlődési ciklusában (11).

**2. táblázat.** *Borrelia burgdorferi sensu lato* prevalenciája európai gyíkfajokról eltávolított kullancsokban  
**Table 2.** Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in ticks removed from European lizard species

Gyíkfaj	Vizsgálat helyszíne	Kullancsok száma	Lárvák száma	Nimfák száma	<i>Borrelia burgdorferi</i> s. l. prevalenciája (%)	<i>B. lusitaniae</i>	<i>B. garinii</i>	<i>B. afzelii</i>	<i>B. b. s. s.</i>	<i>B. val.</i>	Hivatkozások	
<i>Lacerta agilis</i>	Lengyelo.	233	76	157	4,7	1,3	6,4		+	+	+	19
<i>Lacerta agilis</i>	Németo.	57	n. a.	n. a.	21,1	n. a.	n. a.	+				44
<i>Podarcis muralis</i>	Németo.	139	n. a.	n. a.	31,7	n. a.	n. a.	+				44
<i>Podarcis taurica</i>	Olaszo.	219	202	17	22,4	19,8	52,9	+, t				1
<i>Lacerta viridis</i>	Szlovákia	469	199	270	16,6	15,2	17,6	+, t	+, t	+, t	+, t	36
<i>Lacerta agilis</i>	Szlovákia	152	74	78	21,0	7,0	35,0	+				37
<i>Lacerta agilis</i>	Lengyelo.	187	74	113	6,0	9,0	1,0	+, t	+, t	+, t	t	37
<i>Lacerta agilis</i>	Románia	97	97	0	13,4	13,4	-	+			â	37
<i>Lacerta viridis</i>	Magyaro.	397	267	130	7,6	5,2	12,3	+		+	+	15
<i>Podarcis taurica</i>	Magyaro.	55	50	5	1,8	2,0	0,0				+	15

+ – Megtalálták a *Borrelia*-fajt gyíkról gyűjtött kullancsban; t – Megtalálták a *Borrelia*-fajt terepen gyűjtött kullancsban; B. b. s. s. – *Borrelia burgdorferi sensu stricto*; B. val. – *Borrelia valaisiana*; n. a. – nincs adat



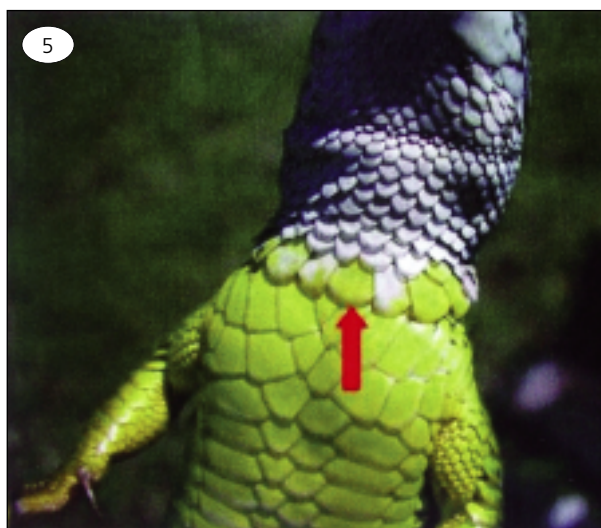
**2. ábra.** Zöld gyík (*Lacerta viridis*) szeme mellett vért szívó *Ixodes ricinus* nimfa  
**Figure 2.** *Ixodes ricinus* nymph feeding next to the eye of a green lizard (*Lacerta viridis*)



**3. ábra.** Zöld gyík (*Lacerta viridis*) oldalán vért szívó *Ixodes ricinus* nimfa  
**Figure 3.** *Ixodes ricinus* nymph feeding on the side of a green lizard (*Lacerta viridis*)



**4. ábra.** Zöld gyík (*Lacerta viridis*) oldalán csoportosan vért szívó *Ixodes ricinus* lárvák  
**Figure 4.** *Ixodes ricinus* larvae feeding on the side of a green lizard (*Lacerta viridis*)



**5. ábra.** A DNS kivonáshoz használt nyaki pikkely zöld gyíkon (*L. viridis*)  
**Figure 5.** Collar scale of green lizard (*Lacerta viridis*) used for DNA extraction

Tunéziában, korábbi vizsgálatok alapján, ez a Lyme spirochaeta bizonyult a leggyakoribbnak az *I. ricinus* kullancsokban. A terepvizsgálatok során a begyűjtött gyíkok 80%-a volt kullancssal fertőzött, és sikerült *B. lusitaniae*-t kimutatni a hüllők különböző szerveiből. Annak megállapítására, hogy ténylegesen kompetens rezervoár állat-e a *P. algirus*, xenodiagnózist alkalmaztak. Ennek során a befogott gyíkokra, laboratóriumi körülmények között, fertőzésmentes *I. ricinus* lárvákat helyeztek, amelyek vérszívást követően nimfává vedlettek, majd ezekből *B. burgdorferi* s. l.-t tenyésztettek ki. A xenodiagnosztikus kullancsok 17%-a fertőződött Lyme spirochaetákkal, amelyek a molekuláris vizsgálatok során *B. lusitaniae*-nak bizonyultak. Ez közvetlen bizonyíték arra, hogy a gyíkok nemcsak fenntartják ezt a baktériumot, hanem a rajtuk vért szívó kullancsokat fertőzőképesé is teszik.

MAJLÁTHOVÁ és mtsai a Szlovák Karszt Nemzeti Park területén élő gyíkokat vizsgálták, ahol korábban ismert volt a hüllők gyakori kullancsfertőzöttsége (38). A vizsgált zöld gyíkok majdnem 90%-án találtak kullancslárvát vagy -nimfát. A gyíkok szövetmintáinak 19%-a és a róluk eltávolított kullancsok 16,6%-a volt fertőzött Lyme spirochaetával (1. és 2. táblázat). A szerzők a gyíkok nyaki pikkelyét használták DNS-kivonásra, amelyről megállapították, hogy alkalmasabb a kóroko-

**A kullancsok fertőződhetnek – fertőzött gazdaállattól, – transzováriálisan, – transzstadiálisan, – együtt táplálkozás során**

**Mediterrán országokban több a gyík, gyakoribb a *B. lusitaniae***

**A hazai zöld gyíkok felén élősöködik kullancs**

**A gyíkok 8–10%-ának szövetmintáiban azonosították a *B. lusitaniae*-t**

**A gyíkok fontos fenntartói a kullancsoknak és a *B. lusitaniae*-nak**

zó kimutatására, mint az erősen keratinizált farokvég. A hullókról eltávolított kullancsok vagy egy szisztémásan fertőzött gyíktól, vagy még transzovariálisan fertőztek, azonban korábbi vizsgálatok alapján utóbbinak minimális az esélye a *Borrelia*-fajoknál (45). Mivel transzstadiálisan viszont terjed a baktérium, arra reális esély van, hogy lárvaként más gazdából felvett *Borrelia*-val legyen fertőzött a vért szívó nimfa. A harmadik lehetőség az együtt táplálkozás (cofeeding), amelynek során a gazdaállat nem fertőzött szisztémásan a kórokozóval, viszont a rajta táplálkozó kullancsegyedek közül akár egyetlen fertőzött példány lokálisan, kötőszöveten keresztül fertőzheti a közvetlenül közelében táplálkozókat. Ezt a jelenséget először vírusok, később *Borrelia*-fajok esetében is bizonyították (16). Az együtt táplálkozás során, a *B. lusitaniae* mellett, más fajokkal (pl. *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. burgdorferi* s. s.) is fertőződhetnek az együtt táplálkozó kullancsok (19, 38).

AMORE és mtsai, az olaszországi Toszkánában, fali gyíkok, rágcsálók és énekesmadarak együttes vizsgálatával próbálták a Lyme spirochaeták helyi ökológiáját felderíteni (1). Vizsgálataik során a gyíkok 25%-ának PCR-pozitív lett a vérmintája, míg az egérfajokban nem sikerült kórokozót kimutatniuk. A madarakban *B. valaisianae*, a gyíkok mindegyikében *B. lusitaniae*-t azonosították. A gyíkokról eltávolított lárvák 20%-ában, a nimfáknak pedig 53%-ában mutatták ki ugyanezt a Lyme spirochaetát. Az eredmények azt támasztják alá, hogy a mediterrán országokban a rezervoár gazdák egymáshoz viszonyított aránya miatt lehet jóval gyakoribb a *B. lusitaniae*. Noha a baktérium természetes ciklusa számos tényező függvénye, valószínűleg a gyíkok nagyobb relatív gyakorisága is hozzájárul ahhoz, hogy a déli országokban a növényzetről gyűjtött kullancsokban néhol 83% is lehet ennek a *Borrelia*-fajnak az aránya a többihez képest (3).

MAJLÁTHOVÁ és mtsai a fűrgye gyíkok *B. burgdorferi* s. l. fenntartásában játszott szerepét vizsgálták három, egymástól távoli európai gyíkpulációban (39). Szlovákiában a gyíkok 45%-a, Romániában 57%-a volt fertőzött *B. lusitaniae*-val, Lengyelországban nem találtak spirochaetákat a vizsgált fűrgye gyíkokban. A hullókról eltávolított kullancsokból mindhárom országban sikerült *B. lusitaniae*-t kimutatni. A szerzők megerősítették azt a korábbi feltételezést, hogy a fűrgye gyík rezervoárként szolgálhat a *B. lusitaniae* faj számára, valamint a Lyme Spirochaeta-faj korábban ismeretlen előfordulását sikerült megállapítaniuk Lengyelország középső, és Románia keleti (Duna-delta) részén.

A hazai vizsgálatokat 2007-ban kezdtük meg. A két éves terepvizsgálataink és a laboratóriumi elemzések alapján sikerült a hazai gyíkfajok szerepét is bizonyítanunk a Lyme spirochaeták fenntartásában (15). A Gödöllő melletti vizsgálati helyünkön 186 példányt fogtunk, amelyek zöld gyíkok, fűrgye gyíkok vagy az eddig még rezervoár szempontból nem vizsgált homoki gyíkok (*Podarcis taurica*) voltak. Az *L. viridis* példányok több mint felén, a másik két faj egyedeinek harmadán találtunk kullancsokat. Az összesen 472 *I. ricinus* kétharmada lárva, a többi nimfa volt. A fertőzöttség átlagos intenzitása 3,5 volt, de volt olyan egyed, amelyen 47 kullancsot találtunk. A korábbi vizsgálatokhoz hasonlóan mi is legtöbbször a szem, a hallójárat vagy a test oldalsó részén találtunk táplálkozó szubadult kullancsokat (**2., 3., és 4. ábra**). Többféle molekuláris biológiai módszerrel végeztük a *B. burgdorferi* s. l. kimutatását és faji azonosítását a leszedett kullancs- és gyíkszövetmintákban. Utóbbi, egy kis beavatkozást igénylő módszerrel, a nyaki pikkelyek egyikének eltávolításával nyertük (**5. ábra**). *B. lusitaniae* jelenlétét sikerült igazolnunk mindhárom gyíkfaj szövetmintáiban 8–10%-os prevalenciával. Az eltávolított kullancsok közül csak a zöld és fűrgye gyíkokról származók voltak pozitívak *B. burgdorferi* s. l.-re. Többségük *B. lusitaniae* volt, de sikerült azonosítanunk *B. afzelii*-t és *B. burgdorferi* s. s.-t is. Összességében elmondható, hogy az adatok alapján a három gyíkfaj fontos fenntartója a helyi *I. ricinus* populációnak, bár a többi potenciális gazda (madarak, emlősök) szerepét nem vizsgáltuk. Kijelenthetjük tehát, hogy mindhárom gyíkfajnak szerepe van a *B. lusitaniae* természetes ciklusában, és a homoki gyíkból elsőként sikerült *B. lusitaniae*-t kimutatnunk. Erről a gyíkfajról származó egyik kullancslárva *B. afzelii*-vel volt fertőzött, ami utalhat arra, hogy a gyíkok több Lyme Spirochaeta-faj fenntartásában is szerepet játszhatnak –

mivel transovarialisán nem valószínű, hogy fertőződött a lárva –, a korábban említett együtt táplálkozás során is felvehette a kórokozót egy másik kullancstól.

## Következtetés

### **A *B. lusitaniae* megbetegítheti az embert**

A Lyme borreliosis napjainkban az egyik legélénkebb tudományos és közérdeklődést kiváltó fertőző betegség. Összetett, sokféle állatfajt és az embert egyaránt érintő életciklusa még sokáig feladatokkal fogja ellátni a *Borrelia burgdorferi* s. l. járványtanát feltérképező szakembereket. Az egyes Lyme spirochaeták fenntartásában szerepet játszó gerinces gazdákról egyre több az információ, közelebb kerültünk annak megértéséhez is, hogy az egyes fajok miért részesítenek előnyben más-más gazdakört, de számos nyitott kérdés maradt. Az embereket is megbetegíteni képes *B. lusitaniae* kompetens rezervoárjainak köre várhatóan tovább fog bővülni. Az egyre több gyík faj, valamint számos madár faj mellett, esetleg emlős gazdák is szerepet játszhatnak a fenntartásában. Magyarországon, becslések szerint, tízezres nagyságrendű az évente Lyme borreliosisban megbetegedők száma (LAKOS A., személyes közlés), ami azt jelzi, hogy elengedhetetlen a Lyme spirochaeták hazai járványtanának közelebbi megismerése. A Lyme-kór megelőzésének pedig az előfeltétele az, hogy pontosabb adataink legyenek a vektorok fertőzőttségéről, a vektorok és a rezervoárok elterjedéséről és általában a *Borrelia*-fajok természetes ciklusát befolyásoló tényezőkről.

## IRODALOM

1. AMORE, G. – TOMASSONE, L. et al.: *Borrelia lusitaniae* in immature *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) feeding on common wall lizards in Tuscany, central Italy. *J. Med. Entomol.*, 2007. **44**. 303–307.
2. BAUWENS, D. – STRIJBOSCH, H. et al.: The lizards *Lacerta agilis* and *L. vivipara* as hosts to larvae and nymphs of the tick *Ixodes ricinus*. *Holarctic Ecol.*, 1983. **6**. 32–40.
3. BERTOLOTI, L. L. – TOMASSONE, C. et al.: *Borrelia lusitaniae* and spotted fever group rickettsiae in *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in Tuscany, central Italy. *J. Med. Entomol.*, 2006. **43**. 159–165.
4. BOWMANN, A. S. – NUTTALL, P. A. (eds): *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press. Cambridge, 2008.
5. BÓZSIK, B. P.: Prevalence of Lyme borreliosis. *Lancet*, 2004. **363**. 901.
6. CLARK, K. – HENDRICKS, A. – BURGE, D.: Molecular identification and analysis of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in lizards in the southeastern United States. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2005. **71**. 2616–2625.
7. COLLARES-PEREIRA, M. – COUCEIRO, S. et al.: First isolation of *Borrelia lusitaniae* from a human patient. *J. Clin. Microbiol.*, 2004. **42**. 1316–1318.
8. DA FRANCA, I. – SANTOS, L. et al.: Lyme borreliosis in Portugal caused by *Borrelia lusitaniae*? Clinical report on the first patient with a positive skin isolate. *Wien. Klin. Wochenschr.*, 2005. **117**. 429–432.
9. DE CARVALHO, I. L. – FONSECA, J. E. et al.: Vasculitis-like syndrome associated with *Borrelia lusitaniae* infection. *Clin. Rheumatol.*, 2008. **27**. 1587–1591.
10. DIZA, E. – APA, A. et al.: *Borrelia valaisiana* in cerebrospinal fluid. *Emerg. Infect. Dis.*, 2004. **10**. 1692–1693.
11. DSOUKI, N. – YOUNSI-KABACHII, H. et al.: Reservoir role of lizard *Psammotromus algirus* in transmission cycle of *Borrelia burgdorferi* sensu lato (Spirochaetaceae) in Tunisia. *J. Med. Entomol.*, 2006. **43**. 737–742.
12. DUNEAU, D. – OULINIER, T. et al.: Prevalence and diversity of Lyme borreliosis bacteria in marine birds. *Infect. Genet. Evol.*, 2008. **8**. 352–359.
13. FOMENKO, N. V. – LIVANOVA, N. N. et al.: Diversity of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in natural foci of Novosibirsk region. *Int. J. Med. Microbiol.*, 2008. **298** (Suppl. 1). 139–148.
14. FÖLDVÁRI G. – FARKAS R. – LAKOS A.: *Borrelia spielmanii* erythema migrans, Hungary. *Emerg. Infect. Dis.*, 2005. **11**. 1794–1795.
15. FÖLDVÁRI, G. – RIGÓ, K. – MAJLÁTHOVÁ, V. – MAJLÁTH, I. – FARKAS, R. – PET'KO, B.: Detection of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in lizards and their ticks from Hungary. *Vector-Borne Zoonot.*, 2009. (Közlésre elfogadva)
16. GERN, L. – RAIS, O.: Efficient transmission of *Borrelia burgdorferi* between cofeeding *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.*, 1996. **33**. 189–192.
17. GOLDBERG, S. R. – BURSEY, C. R.: Duration of attachment by mites and ticks on the iguanid lizards *Sceloporus graciosus* and *Uta stansburiana*. *J. Wildl. Dis.*, 1991. **27**. 719–722.
18. GRULICH, I. – KUX, Z. et al.: Vyznam plazu jako hostitelu vyvojovych stadii klistatovitich v podminkach Ceskoslovenska. *Folia Zool.*, 1957. **6**. 315–328.
19. GRZYCZYŃSKA-SIEMIĄTKOWSKA, A. – SIEDLECKA, A. A. et al.: Infestation of sand lizards (*Lacerta agilis*) resident in the Northeastern Poland by *Ixodes ricinus* ticks and their infection with *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Acta Parasitol.*, 2007. **52**. 165–170.
20. HANINCOVÁ, K. – SCHÄFER, S. M. et al.: Association of *Borrelia afzelii* with rodents in Europe. *Parasitology*, 2003. **126**. 11–20.



21. HANINCOVÁ, K. – TARAGELOVÁ, V. et al.: Association of *Borrelia garinii* and *B. valaisiana* with songbirds in Slovakia. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2003. 69. 2825–2830.
22. HILLYARD, P. D.: Ticks of North-West Europe. Field Studies Council. Shrewsbury, 1996.
23. HOVIUS, K.E. – STARK, L. A. M. et al.: Presence and distribution of *Borrelia burgdorferi* sensu lato species in internal organs and skin of naturally infected symptomatic and asymptomatic dogs, as detected by polymerase chain reaction. *Vet. Quart.*, 1999. 21. 54–58.
24. HUMAIR, P. F. – POSTIC, D. et al.: An avian reservoir (*Turdus merula*) of the Lyme borreliosis spirochetes. *Zentralbl. Bakteriol.*, 1998. 287. 521–538.
25. HUMAIR, P. F. – RAIS, O. et al.: Transmission of *Borrelia afzelii* from *Apodemus* mice and *Clethrionomys voles* to *Ixodes ricinus* ticks: differential transmission pattern and overwintering maintenance. *Parasitology*, 1999. 118. 33–42.
26. JELLISON, W. L.: The parasitism of lizards by *Ixodes ricinus californicus* (Banks). *J. Parasitol.*, 1934. 20. 243.
27. JONES, K. E. – PATEL, N. G. et al.: Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 2008. 451. 990–994.
28. KIRSTEIN, F. – RUPKEMA, S. et al.: Local variations in the distribution and prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato genospecies in *Ixodes ricinus* ticks. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1997. 63. 1102–1106.
29. KORENBERG, E. I. – KOVALEVSKII, Y. V. – GORELOVA, N. B.: Tick–host–*Borrelia* population interactions: long-term records in Eastern Europe. *Exp. Appl. Acarol.*, 2002. 28. 225–229.
30. KURTENBACH, K. – DE MICHELIS, S. et al.: Host association of *Borrelia burgdorferi* sensu lato – the key role of host complement. *Trends Microbiol.*, 2002. 10. 74–79.
31. LAKOS A. – BÓZSIK B. – BUDAI J. – KALI G. – TELEGDY L. – AMBRÓZY G.: Lyme kór – kullanci által terjesztett borreliosis Magyarországon. *Orvosi Hetil.*, 1985. 126. 2697–700.
32. LAKOS A.: Lyme-borreliosis – 25 év hazai tapasztalatai. *Orvosi Hetil.*, 2009. 150. 725–732.
33. LANE, R. S. – LOYE, J. E.: Lyme disease in California: interrelationship of ixodid ticks (Acari), rodents, and *Borrelia burgdorferi*. *J. Med. Entomol.*, 1989. 28. 719–725.
34. LANE, R. S. – MUN, J. et al.: Refractoriness of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*) to the Lyme disease group spirochete *Borrelia bissettii*. *J. Parasitol.*, 2006. 92. 691–696.
35. LANE, R. S. – QUISTAD, G. B.: Borreliadical factor in the blood of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *J. Parasitol.*, 1998. 84. 29–34.
36. LITTMAN, M. P. – GOLDSTEIN, R. E. et al.: ACVIM small animal consensus statement on Lyme disease in dogs: Diagnosis, treatment, and prevention. *J. Vet. Int. Med.*, 2006. 20. 422–434.
37. MAGNARELLI, L. A. – ANDERSON, J. F. et al.: The etiologic agent of Lyme diseases in deer flies, horse flies and mosquitoes. *J. Inf. Dis.*, 1986. 154. 355–358.
38. MAJLÁTHOVÁ, V. – MAJLÁTH, I. et al.: *Borrelia lusitaniae* and green lizards (*Lacerta viridis*), Karst Region, Slovakia. *Emerg. Infect. Dis.*, 2006. 12. 1895–1901.
39. MAJLÁTHOVÁ, V. – MAJLÁTH, I. et al.: The role of the sand lizard (*Lacerta agilis*) in the transmission cycle of *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Int. J. Med. Microbiol.*, 2008. 298. (Suppl. 44). 161–167.
40. MARGOS, G. – GATEWOOD, A. G. et al.: MLST of housekeeping genes captures geographic population structure and suggests a European origin of *Borrelia burgdorferi*. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 2008. 105. 8730–8735.
41. MATUSCHKA, F. R. – FISCHER, P. et al.: Capacity of European animals as reservoir hosts for the Lyme disease spirochete. *J. Infect. Dis.*, 1992. 165. 479–483.
42. OLSEN, B. – JAENSON, T. G. T. et al.: A Lyme borreliosis cycle in seabirds and *Ixodes uriae* ticks. *Nature*, 1993. 362. 340–342.
43. OLSSON, M. – WAPSTRA, E. et al.: Testosterone, ticks and travels: a test of the immunocompetence–handicap hypothesis in free-ranging male sand lizards. *Proc. R. Soc. London B*, 2000. 267. 2339–2343.
44. OLSSON, M. – WAPSTRA, E. et al.: Costly parasite resistance: a genotype-dependent handicap in sand lizards? *Biol. Letters*, 2005. 1. 375–377.
45. PIESMAN, J. – DONAHUE, J. G. et al.: Transovarially acquired Lyme disease spirochetes (*Borrelia burgdorferi*) in field-collected larval *Ixodes dammini* (Acari: Ixodidae). *J. Med. Entomol.*, 1986. 23. 219.
46. RICHTER, D. – MATUSCHKA, F. R.: Perpetuation of the Lyme disease spirochete *Borrelia lusitaniae* by lizards. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2006. 72. 4627–4632.
47. RUDENKO, N. – GOLOVCHENKO, M. et al.: *Borrelia carolinensis* sp. nov. – a new (14th) member of *Borrelia burgdorferi* sensu lato complex from the southeastern United States. *J. Clin. Microbiol.*, 2008. 47. 134–141.
48. RUDENKO, N. – GOLOVCHENKO, M. et al.: Detection of *Borrelia bissettii* in cardiac valve tissue of a patient with endocarditis and aortic valve stenosis (Czech Republic). *J. Clin. Microbiol.*, 2008. 46. 3540–3543.
49. SAITO, K. – ITO, T. et al.: Case report: *Borrelia valaisiana* infection in a Japanese man associated with travelling to foreign countries. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 2007. 77. 1124–1127.
50. SALVADOR, A. – VEIGA, J. P. et al.: The cost of producing a sexual signal: testosterone increases the susceptibility of male western fence lizards to ectoparasite infestation. *Behav. Ecol.*, 1996. 7. 145–150.
51. SKUBALLA, J. – OEHME, R. et al.: European hedgehogs as hosts for *Borrelia* spp., Germany. *Emerg. Infect. Dis.*, 2007. 13. 952–953.
52. WRIGHT, S. A. – LANE, R. S. et al.: Infestation of the southern alligator lizard (Squamata: Anguillidae) by *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) and its susceptibility to *Borrelia burgdorferi*. *J. Med. Entomol.*, 1998. 35. 1044–1049.

Közlésre érke.: 2009. máj. 19.