

Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II

Кафедра Біології та хімії

Реєстраційний № _____

Дипломна робота
МОРФОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ІКСОДОВИХ КЛІЩІВ
(IXODIDAE) ЗАКАРПАТСЬКОЇ НИЗОВИНИ

Молнар Аттила Йосифович

Студент 5-го курсу

Спеціальність біологія

Освітній рівень: спеціаліст

Тема затверджена на засіданні кафедри

Протокол № _____ / 201_

Науковий керівник:

Гаднадь Іштван Іштванович
спец. біол., викладач

Завідувач кафедрою

Буцко Степан Степанович
к.х.н., доцент

Робота захищена на оцінку _____, «___» _____ 201_ року

Протокол № _____ / 201_

**Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

Кафедра Біології та хімії

Дипломна робота

**МОРФОМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ІКСОДОВИХ КЛІЩІВ
(IXODIDAE) ЗАКАРПАТСЬКОЇ НИЗОВИНИ**

Освітній рівень: спеціаліст

Виконав: студент 5-го курсу

спеціальності біологія

Молнар Аттила Йосифович

Науковий керівник: Гаднадь Іштван Іштванович

спец. біол., викладач

Рецензент: Коложварі Степан Васильович

спец. біол., викладач

Берегове
2017

**Ukrajna Oktatási és Tudományügyi Minisztériuma
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola**

Biológia és Kémia Tanszék

**A KÁRPÁTALJAI-ALFÖLD VALÓDI KULLANCS (*IXODIDAE*)
FAUNÁJÁNAK MORFOMETRIAI VIZSGÁLATA**

Diplomamunka

Készítette: Molnár Attila

V. évfolyamos

biológia szakos hallgató

Témavezető: Hadnagy István

SSc biológia, tanár

Recenzens: Kolozsvári István

SSc biológia, tanár

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	5
I. A KULLANCSOKKAL KAPCSOLATOS HAZAI ÉS NEMZETKÖZI IRODALOM ÁTTEKINTÉSE	6
1.1. A valódi kullancsok (<i>Ixodidae</i>) jellemzése	6
1.2. A kullancsok rendszertana.....	6
1.3. A kullancsok fejlődési ciklusa és felépítése	7
1.4. A kullancsok parazitológiai és epidemológiai jelentősége.....	11
1.5. A kullancsok morfológiai vizsgálatának alapjai	12
II. ANYAG ÉS MÓDSZER	15
2.1. A mintavétel módja és a vizsgált területek bemutatása.....	15
2.2. A morfológiai vizsgálatok menete	20
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	22
IV. KÖVETKEZTETÉSEK	29
V. A DOLGOZAT EREDMÉNYEINEK FELHASZNÁLÁSA A KÖZÉPISKOLAI BIOLÓGIAOKTATÁSBAN	30
ÖSSZEFOGLALÁS	33
UKRÁN NYELVŰ ÖSSZEFOGLALÁS.....	34
FELHASZNÁLT IRODALOM	395
ÁBRÁK JEGYZÉKE	39
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	40
MELLÉKLET.....	41
1. számú melléklet A vizsgálat során megvizsgált kullancsok morfológiai mutatói	41
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	
NYILATKOZAT	

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
I. ОГЛЯД ВІТЧИЗНЯНОЇ ТА ЗАРУБІЖНОЇ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1. Характеристика Іксодових кліщів (<i>Ixodidae</i>).....	6
1.2. Таксономія кліщів	6
1.3. Цикли розвитку та будова тіла кліщів.....	7
1.4. Паразитологічне та епідеміологічне значення кліщів	11
1.5. Основи морфометричного дослідження кліщів	12
II. МЕТОДИ І МАТЕРІАЛИ	15
2.1. Методи збирання проб та опис досліджених територій	15
2.2. Хід морфометричних досліджень	20
III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	22
IV. УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА ВИСНОВКИ	29
V. ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЇ У ЗОШ.....	30
ВИСНОВОК.....	33
РЕЗЮМЕ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	345
СПИСОК РИСУНКІВ.....	39
СПИСОК ТАБЛИЦЬ	40
ДОДАТКИ.....	41
1. додаток.....	41
ПОДЯКА	
ДЕКЛАРАЦІЯ	

BEVEZETÉS

A kullancsok a Föld szinte minden területén elterjedt vérszívó ektoparazita állatok. A kullancsok által terjesztett betegségek közül a legfontosabbak a Lyme-kór és a kullancs-encephalitis, melyek az emberre veszélyesek, és a kutya babesiosis. A kullancsoknak az atkákra jellemző testfelépítése van, amely az ektoparazita életmódhoz alkalmazkodott. Testük mozgékony fejre, capitulumra vagy gnathoszoma-ra és a test többi részét magába foglaló idiosoma-ra tagolódik. A mérsékelt égövi területeken a legjelentősebb vektorcsoportnak tekinthetőek, mivel nagyon sok betegség terjesztésében vesznek részt. Vizsgálatuk éppen ezért fontos feladata a jelenkori élettudományoknak, hiszen minél többet tudunk meg róluk, annál hatékonyabban tudunk védekezni az általuk okozott károk ellen.

A morfometriai méréseket az élettudományok sok területén alkalmazzák. Az élőlények többségének teste bizonyos szabályoknak megfelelően épül fel. Ezek a szabályok formabeli, méretbeli és arányosságbeli mutatókban nyilvánulnak meg. Az egyes testrészek morfometriai vizsgálatait sok nehezen határozható taxon identifikációjának megkönnyítésére alkalmazzák.

Kárpátalja a kullancsokkal kapcsolatos kutatások tekintetében fehér foltnak számít, mivel az utóbbi időszakból nagyon kevés adat állt rendelkezésünkre. Jelen munka keretei között az eddigi Kárpátaljai gyűjtéseink eredményeit dolgozzuk fel morfometriai szempontból. A szakirodalmi példákat, és a gyakorlati korlátokat figyelembe véve a vizsgálatainkhoz a következő tulajdonságokat választottuk ki:

- az utótest (idiosoma) szélessége és hosszúsága
- a hátpajzs szélessége és hosszúsága
- a tapogatók hosszúsága
- a szájszerv hosszúsága.

A kullancsokra jelentős mértékű ivari dimorfizmus jellemző, ami nemcsak felépítésükben, hanem testméreteikben is megmutatkozik. A korábbi kutatások során kimutatták, hogy akár egy populáción belül is milyen nagymértékű morfometriai diverzitás jelentkezhet. Ezeknek a különbségeknek lehetnek környezeti és genetikai okai is. Jelen vizsgálat során összevetjük a különböző populációk egyedeinek méretbeli tulajdonságait, és feltárjuk az ezen mutatók közötti különbségek okait.

I. A KULLANCSOKKAL KAPCSOLATOS HAZAI ÉS NEMZETKÖZI IRODALOM ÁTTEKINTÉSE

1.1. A valódi kullancsok (*Ixodidae*) jellemzése

A kullancsok (*Ixodidae*) családjának képviselői a földünk szinte minden részén elterjedt, parazita életmódot folytató atkák. Mint ilyenek, köztigazdái sok emberi és állati kórokozónak, így vektorfajként tekintünk rájuk, azaz olyan élőlényekként, amelyek fertőzéseket vihetnek át egyik áldozatukról a másikra.

Nagymértékű ivari kétalakúságot mutatnak, a hímek háti (*dorsalis*) részét teljes egészében egy *scutum*nak nevezett pajzs fedi, míg a nőstényeken ez kisebb, és csak a hát feji részét takarja. Emellett a nőstények mérete is nagyobb a hímekhez képest. Fejük, toruk és potrohuk összeolvadt, míg szájszerveikből fejszerű képződmény, az úgynevezett *capitulum* alakult ki. *Stigmanyílásuk* vagy a 4. végtagpár tövéénél található, vagy a III. és IV. végtagpár között, a testük oldalsó részén található (ARTHUR, 1960; BABOS, 1965).

1.2. A kullancsok rendszertana

A 3 családba, és 10 alcsaládba sorolt, körülbelül 900 fajuk legnagyobb része a trópusokon él, Magyarországon körülbelül 20 fajuk fordul elő (FÖLDVÁRI, 2013). Rendszertani besorolásuk (ROSKOV et al., 2017):

Osztály: Arachnida

Rend: Ixodida (867 faj)

Család: Argasidae (184 faj)

Nemzetség: *Argas* (58 faj)

Nemzetség: *Carios* (88 faj)

Nemzetség: *Ornithodoros* (35 faj)

Nemzetség: *Otobius* (3 faj)

Család: Nuttalliellidae (1 faj)

Nemzetség: *Nuttalliella* (1 faj)

Család: Ixodidae

Nemzetség: *Amblyomma* (129 faj)

Nemzetség: *Anomalohimalaya* (3 faj)

Nemzetség: *Bothriocroton* (5 faj)

Nemzetség: *Cosmiomma* (1 faj)

Nemzetség: *Dermacentor* (33 faj)

Nemzetség: *Haemaphysalis* (162 faj)

Nemzetség: *Hyalomma* (20 faj)

Nemzetség: *Ixodes* (245 faj)

Nemzetség: *Margaropus* (3 faj)

Nemzetség: *Nosomma* (1 faj)

Nemzetség: *Rhipicentor* (2 faj)

Nemzetség: *Rhipicephalus* (78 faj)

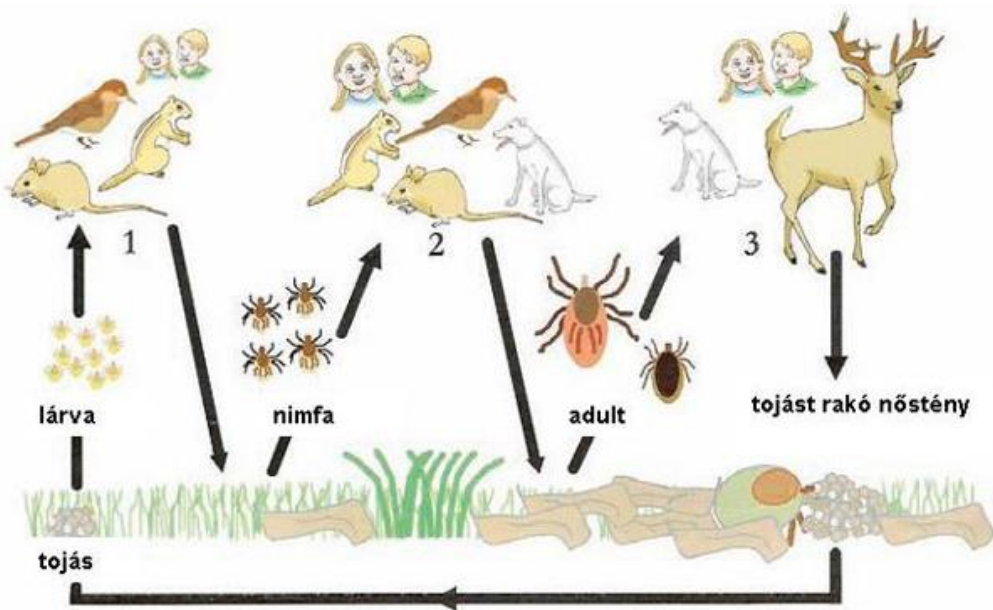
A Nuttalliellidae család mindössze egyetlen fajjal, a *Nuttalliella namaqua*-val képviselteti magát a renden belül. A faj egy élő kövület, elterjedési területe Dél-Afrikára korlátozódik. A molekuláris genetikai vizsgálatok alapján a faj filogenetikailag a valódi kullancsok és az óvontagok között helyezkedik el (MANS et al., 2011). A valódi kullancsok (Ixodidae) és óvontagok (Argasidae) közötti legszembeütőbb különbség, hogy az előbbieket testük kitinpajzsocskák fedik, míg az óvontagok bőrszerű kutikulával rendelkeznek (BABOS, 1965). Mindhárom család tagjai vérrel táplálkoznak, szaporodásukhoz és fejlődésükhöz ez nélkülözhetetlen. Jelen munkában a kullancs szó alatt a továbbiakban az Ixodidae család tagjait fogjuk érteni.

1.3. A kullancsok fejlődési ciklusa és felépítése

A kullancsok a petéből való kikelés után három fejlődési szakaszon esnek át (lárva, nimfa, adult) és ezt az utat 1–6 év alatt járják végig.

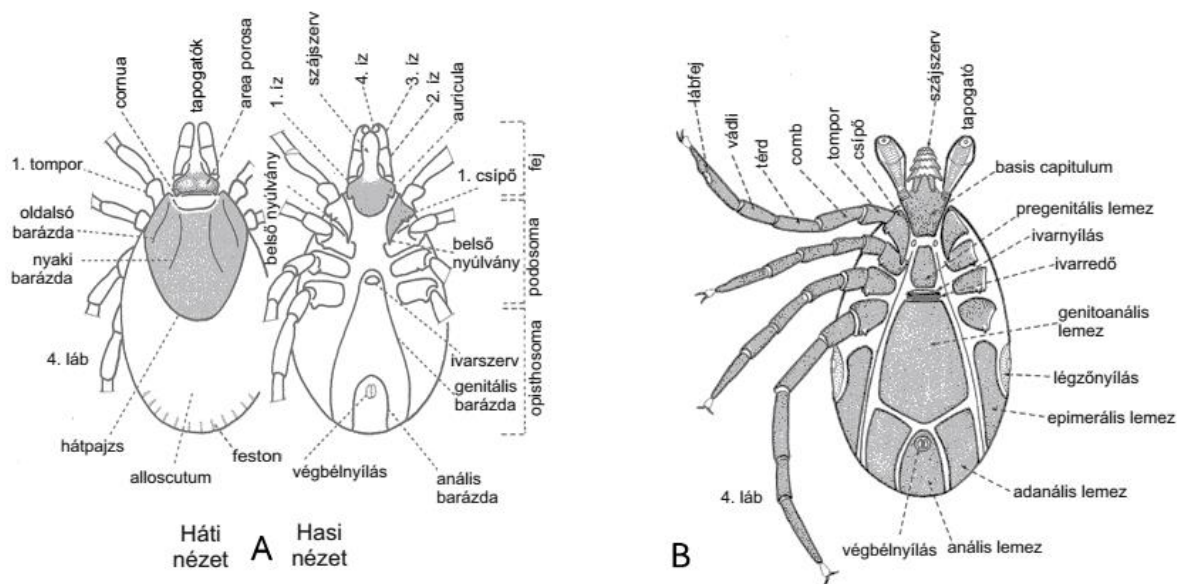
A lárva nagyon könnyen elkülöníthető a többi fejlődési állapotban lévő egyedtől. Legszembeütőbb, hogy mindössze 3 pár lába van, és nagyon kis méretű. A lárvák és a nimfák nemét nem lehet meghatározni, mivel nincs ivari dimorfizmus ebben az állapotban. Ilyenkor ivarnyílásaik sincsenek még.

Az egyaránt 8 lábbal rendelkező nimfák és kifejlett példányok megkülönböztetésére nagyon hasznos lehet az, hogy megvizsgáljuk az ivarnyílás látható-e, vagy nem. Megfigyelhető, hogy a lárvák és a nimfák jellemzően kisebb állatokon táplálkoznak leginkább, míg az adult példányok a nagyobb állatokat preferálják. Természetesen, egyik állapotban lévő egyedek sem vetik meg az embert, mint táplálékforrást (STAFFORD, 2007). Minden átalakulás feltétele a táplálkozás, ebből adódik a kullancsok vektorszerepe: mivel sok faj háromgazdás, azaz különböző egyedeken szív vért minden egyes alkalommal, így a fertőzések könnyen átadódnak egyikről a másikra (1. ábra).



1. ábra. A kullancsok életciklusának sematikus ábrázolása
(Forrás: <http://kullancsok.parazitak.hu>)

A kullancsoknak az atkákra jellemző testfelépítése van, amely az ektoparazita életmódhoz alkalmazkodott. Testük mozgékony fejre, capitulumra vagy gnathoszoma-ra és a test többi részét magába foglaló idiosoma-ra tagolódik (2. ábra).



2. ábra A kullancsok nősténye háti és hasi nézetben (A) és a hímje hasi nézetben (B)
(Forrás: HILLYARD, 1996)

A capitulum a basis capitulumra, tapogatókra, a csáprágókból kifejlődött szájszervre, és a fogazott hypostomára oszlik. A capitulum a valódi kullancsoknál előre néz, míg a kifejllett

óvantagoknál inkább lefelé. A tapogatók 4 ízből állnak. A páros állkapcsok alkotta cső segíti a préda bőrének feltárását, a hypostoma pedig a vérszívásának mechanizmusát irányítja. A szájszerv mérete nagyon változó, fontos határozóbélyeg (3. ábra)



3. ábra A különböző kullancsnemzetségek capituluma (a) *Rhipicephalus*; b) *Haemaphysalis*; c) *Boophilus*; d) *Dermacentor*; e) *Ixodes*; f) *Hyalomma*; g) *Amblyomma*
(Forrás: MARQUARDT et al., 2000 IN CAPINERA szerk., 2008)

Az idiosoma felosztható a 6 ízből álló lábakat tartalmazó podosoma-ra és opisthosoma-ra. A szelvények nem láthatóak. Mind a hím, mind a nőstény kullancsok egy hátpajzsot viselnek, ami a nőstényeknél nem az egész idiosomát fedi be. a maradék felületet az ún. alloscutum borítja, ami a táplálkozás során jelentős tágulékonytságot mutat. A hátpajzson kívül további lemezek is boríthatják a kullancsok testét, ezek jelenléte vagy hiánya, alakja és elhelyezkedése szintén fontos határozóbélyeg (lásd: 2. ábra) (CAPINERA szerk., 2008).

A kullancsok érzékszervei kifejezetten az áldozat észrevételére specializálódtak. Az 1. táblázat mutatja, hogy milyen jelzések adják az információk legnagyobb részét a különböző kullancsfajok esetében.

1. táblázat

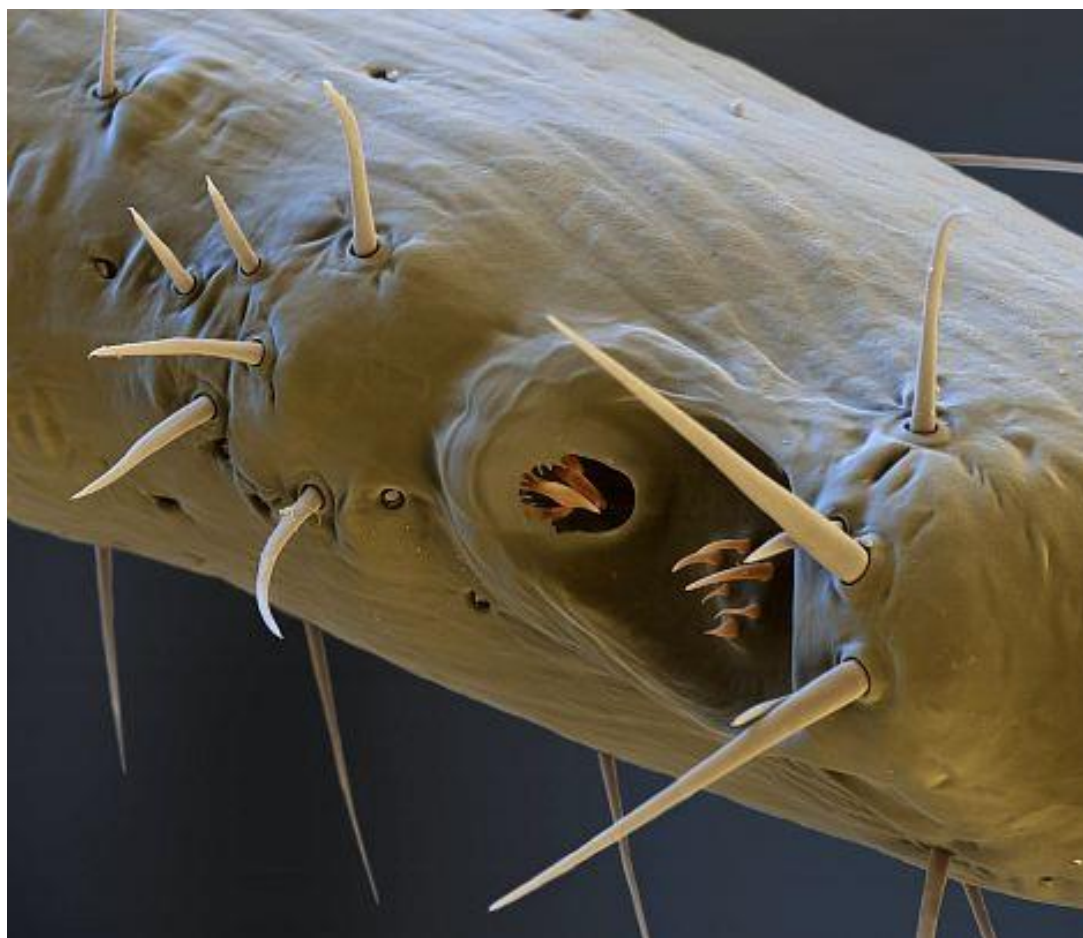
A kullancsok által érzékelt ingerek, és az általuk hordozott információtartalom
(Forrás: OBENCHAIN ÉS GALUN, 1982)

Az inger jellege	A hatékonyság a távolság függvényében	Információ-tartalom az iránnyal kapcsolatban	Gazda-specifikusság	Nettó információ-tartalom
Szag	+++	+++	+++	9
Vibráció	+++	++	++	7
Látvány	++	++	+	5
Érintés	-	+++	+	4
Hőkibocsátás	+	+	+	3

A kullancsok látása gyengének mondható. Sok fajnak egyáltalán nincs szeme, míg mások egyszerű szemekkel rendelkeznek. Ennek ellenére több fajnál figyeltek meg különböző fotoreceptorokat, amelyek segítségével képesek érzékelni a fényt (BINNINGTON, 1972). Egyes

Hyalomma fajok esetében (*H. asiaticum*, *H. dromedarii*, *H. truncatum*) bizonyítást nyert, hogy szemük képes érzékelni a különböző hullámhosszú fényt, de nem képes a színek megkülönböztetésére (KOPP ÉS GOTHE, 1995). A *Dermacentor variabilis* és a *Hyalomma dromedarii* esetében bizonyítást nyert, hogy szemük egyes színeket jobban érzékel másoknál (ennek valószínűleg az áldozat észrevételében van nagy szerepe) (CARROLL ÉS PICKENS, 1987).

A kullancsok egyik legkifinomultabb és legjelentősebb érzékszerve az ún. Haller-szerv, mely az első pár láb boka ízületén található (4. ábra). Ez a szerv elsősorban a levegőben terjedő, az áldozat (pl.: CO₂, ammónia, tejsav, stb.) és a fajtársak (pl.: feromonok) által kibocsátott molekulák érzékelésére szolgál. Felépítése nagyon sokféle lehet (WOOLLEY, 1972).



4. ábra A Haller-szerv elektronmikroszkópos képe (470-szeres nagyítás)
(Forrás: <http://agentur-focus.de/>)

A kullancsok testén sok serte található, melyek egyrészt a tapintásban, másrészt a hőérzékelésben játszanak nagy szerepet (OBENCHAIN ÉS GALUN, 1982).

1.4. A kullancsok parazitológiai és epidemológiai jelentősége

A kullancsok által terjesztett betegségek közül a legfontosabbak a Lyme-kór és a kullancs-encephalitis, melyek az emberre veszélyesek, és a kutya babesiosis. A fertőzések leggyakrabban a kullancsokra jellemző nyáladzással kerülnek be az áldozatba. A *Borrelia burgdorferi* sensu stricto, a *Borrelia afzelii* és más, Lyme-kórt okozó spirochaeták például a kullancsok közepbelében találhatóak, és a vérszívás közben vándorolnak át a nyálmirigyekbe. Innen már könnyen be tudnak jutni az áldozat testébe (CRIPPA et al., 2002). A lárvák nagyon ritkán hordozzák a betegséget, mivel még nem táplálkoztak, azonban egyes esetekben előfordulhat, hogy *transzováris* (peterakás előtt, az anya testében) módon fertőződnek meg (MAGNARELLI et al., 1987), és egy friss kísérletes vizsgálat szerint ennek a korábban gondoltnál lényegesen nagyobb szerepe is lehet (VAN DUIJVENDIJK et al., 2016). A nimfák és a kifejlett példányok esetében a betegség hordozásának valószínűsége nagyon változó lehet, ezt elsősorban az élőhely befolyásolja. Bár az adult példányok nagyobb eséllyel fertőzöttek, az emberre a nimfák jelentenek nagyobb veszélyt, mivel ezek kevésbé észrevehetőek (LAKOS, 1994). A különböző stádiumokba való átmenet során a bemutatott kórokozók megmaradnak a kullancs testében, ezt nevezzük *transzstadiális* továbbadásnak.

A téma fontosságát mi sem jelzi jobban, mint hogy az utóbbi évtizedekben ugrásszerűen megnőtt az ezzel foglalkozó tudományos cikkek száma (FÖLDVÁRI, 2005).

A regisztrált Lyme-kóros megbetegedések száma 2008-ban Magyarországon 1811 volt (ZÖLDI et al., 2009). Az *I. ricinus* körülbelül 16,7 órányi táplálkozás után juttatja be a Lyme-kórt okozó *Borrelia burgdorferi* baktériumot a szervezetbe. A spirochaeták a kullancs nyálával kerülnek az áldozat vérébe, azonban nem a táplálkozás kezdetétől (CRIPPA et al., 2002). Az *I. ricinus* és *D. reticulatus* által terjesztett, emberre is veszélyes kórokozókat a 2. táblázat mutatja.

A kullancsok eltávolítása sokszor problémába ütközhet, mivel egy cementszerű anyaggal ragasztják oda magukat a táplálkozási felülethez. Az eltávolítás során figyelniük kell arra, hogy a szájszervet és a cementet is eltávolítsuk. A legendák és reklámok ellenére a legbiztosabb eltávolítási módnak az tűnik, hogy a kullancs szájszervét közvetlenül a bőr fölött megragadva egy határozott húzással kirántjuk (NEEDHAM, 1985). Érdeemes lehet alkoholban eltárolni, az esetleges későbbi vizsgálatok miatt. A csipés helyét mindenképp fertőtlenítenünk kell a kullancs eltávolítását követően.

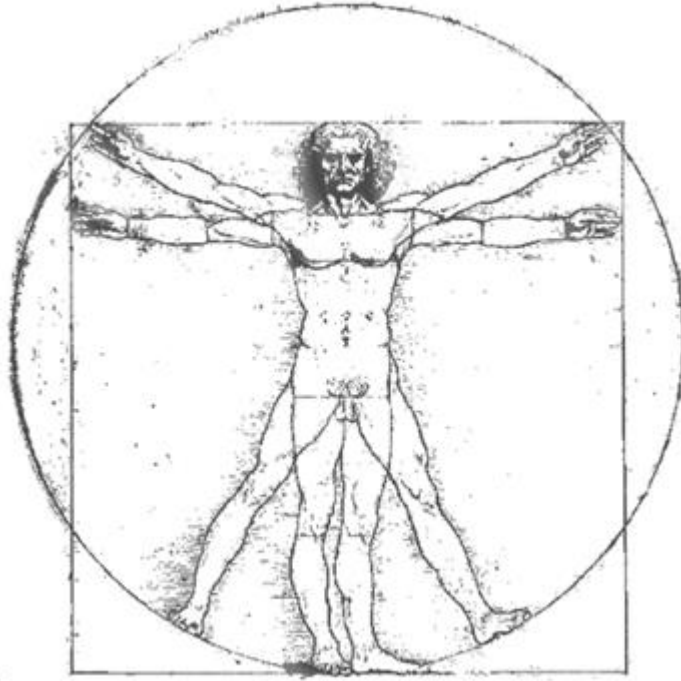
2. táblázat

Az *Ixodes ricinus* és *Dermacentor reticulatus* által terjesztett kórokozók
(Forrás: PAROLA ÉS RAOULT, 2001; RIZZOLI et al. 2014, FÖLDVÁRI et al., 2013)

Faj neve	Kórokozó	Betegség	Transzstadiális továbbadás	Transzováris továbbadás	Fertőzés átadásának módja
<i>I. ricinus</i>	kullancs encephalitis vírus	TBE, kullancs által terjesztett agyhártyagyulladás	Igen	Igen	Nyál
	<i>B. burgdorferi sensu stricto</i>	Lyme-kór	Igen	Lehetséges	Nyál
	<i>Borrelia afzelii</i>	Lyme-kór	Igen	Lehetséges	Nyál
	<i>Borrelia garinii</i>	Lyme-kór	Igen	Lehetséges	Nyál, ürülék
	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	granulocitás anaplazmózis	Igen	Nem	Nyál
	<i>Francisella tularensis</i>	tularémia	Igen	Jellemző	Nyál, ürülék
	<i>Rickettsia helvetica</i>	kiütéses tífusz	Igen	Jellemző	Nyál
<i>D. reticulatus</i>	<i>Rickettsia slovaca</i>	TIBOLA	Igen	?	Nyál
	<i>Rickettsia raoultii</i>	kiütéses tífusz	Igen	?	Nyál
	<i>F. tularensis</i>	tularémia	Igen	Jellemző	Nyál, ürülék
	<i>Coxiella burnetii</i>	Q-láz	Igen	Jellemző	Nyál, ürülék

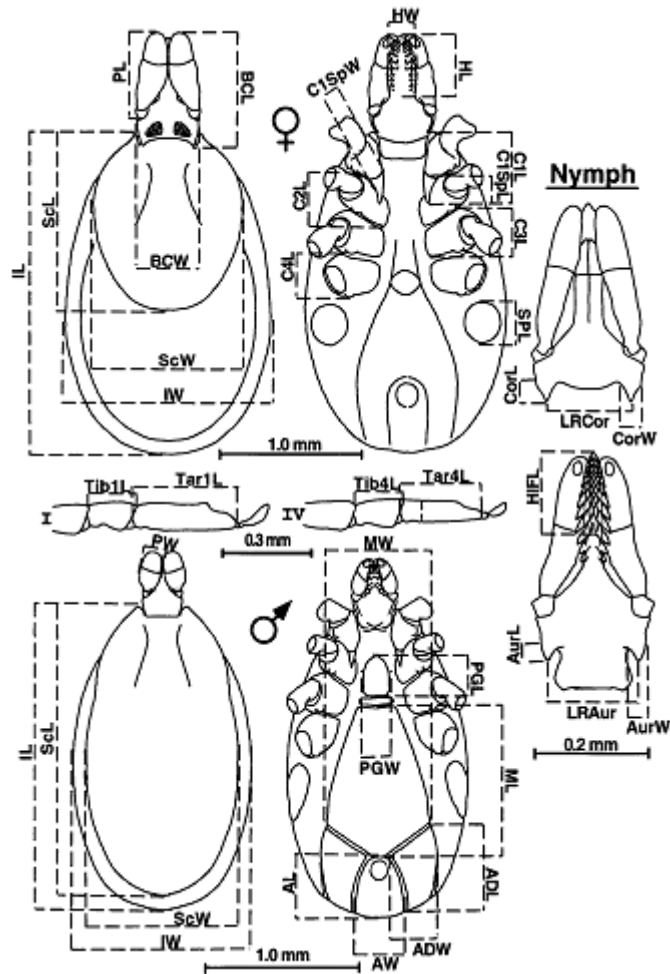
1.5. A kullancsok morfometriai vizsgálatának alapjai

A morfometria a vizsgált testek méreteinek, formáinak vizsgálatával és azok összehasonlításával foglalkozó tudományág, melyet a biológiában is gyakran használnak. Gondoljunk csak Leonardo da Vinci híres emberábrázolására, amelyet a Vitruvius tanulmányban találhatunk (5. ábra). A szerző ebben elemzi az emberi test méretarányait. Már régen felismerték, hogy az élő szervezetek még akkor is, ha bizonyos mértékű méretbeli különbségekkel rendelkeznek is, de a bizonyos testrészek arányai közel hasonlóak. Ezt kihasználva például a nehezen határozó rovarcsoportok határozására a szárnyon található erek kiemelt pontjainak mintázatát szokták használni (MARCUS et al., 1993).



5. ábra A Leonardo da Vinci által készített Vitruvius tanulmány rajza
(Forrás: <https://leonardodavinci.stanford.edu>)

Az élettudományok területén gyakran alkalmazott morfometriai vizsgálatok időnként a kullancsokkal kapcsolatos kutatások esetében is megjelennek. A különböző forrásokban a kutatók más-más tulajdonságok mérését végzik el. Darvishi és munkatársai a kullancsok tömegét, testük-, hátpajzsuk- és szájszervük hosszát mérték meg (DARVISHI et al., 2014). Ezek a mutatók viszonylag könnyen meghatározhatóak a számunkra rendelkezésre álló eszközök segítségével is, és jó képet adhatnak egy-egy egyed fizikai állapotáról. Hutcheson és munkatársai egy sokkal szerteágazóbb, több tulajdonságot figyelembe vevő kutatást végeztek. Vizsgálatuk során többek között az utótest, a hátpajzs, a basis capitulum, a tapogatók, a láb különböző részei, az anális- és adanális lemez, a pregenitális lemez szélességét és hosszúságát mérték meg (6. ábra) (HUTCHESON et al., 1995).



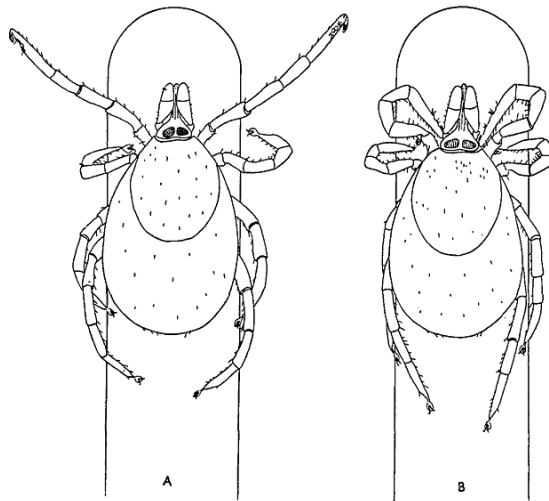
6. ábra A Hutcheson és munkatársai által vizsgált mutatók
(Forrás: HUTCHESON et al., 1995)

Hutcheson és munkatársai kimutatták, hogy az *Ixodes scapularis* fajok esetében a morfológiai mutatókból kimutathatóak a populációk közötti különbségek, mivel a test fejlődésének alakulásába jelentősen beleszól az adott területen uralkodó mikroklíma is. A különböző populációk közötti különbségek alapján típusokat tudtak felállítani, amelyekhez különböző tulajdonságokat tudtak rendelni (például a többi típusnál nagyobb basis capitulum stb.). Megfigyelték azt is, hogy a lárvák közötti különbségek még szembetűnőbbé válnak a nimfák között, ami feltételezhetően a természetes szelekciónak köszönhető. A nagyobb testméretű egyedek kevésbé érzékenyek a kiszáradásra, ezért azokban a populációkban, ahol a lárvák nagyobb méretűek a többi populációnál, valószínűleg a kifejlett példányokban ez a hatás még inkább kiteljesedik (HUTCHESON et al., 1995).

II. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A mintavételi módja és a vizsgált területek bemutatása

A legtöbb kullancsfaj nem vadászik, hanem gazdájukat az aljnövényzetben vagy a leveleken, feltartott első pár lábbal várják (7. ábra, A), majd onnan kapaszkodnak rá az első adandó alkalommal annak testére. Idejük jelentős részét töltik várakozó állapotban, időnként azonban átváltanak pihenő pozícióba (7. ábra, B). A gazdaszervezet testén alkalmas helyet keresnek, és minél előbb meg is kezdik a vérszívást. A gazdaállatot a mozgás, hő, és a kibocsátott exkrétumok (CO₂, ammónia stb.) alapján érzékelik elsősorban. Ebben a *Haller-szerv* van segítségükre, mely az első pár lábukon található (lásd: 4. ábra) (CAPINERA, 2008).



7. ábra. Nőstény kullancsok, A: áldozatra várva, B: pihenő pozícióban
(Forrás: LEES, 1948)

A mintavétel során elsősorban a mozgásérzékelő képességüket használjuk ki. Kutatásunk során a zászlózás módszerét alkalmaztuk. Ennek lényege az, hogy egy zászlószerű, rúdból és flanel vászonból álló eszközzel „söpörjük” az aljnövényzetet, amire az azzal kontaktusba kerülő kullancsok azonnal rákapaszkodnak (8. ábra). Az ilyen, és ehhez hasonló módszerek azért előnyösek, mert jól összevethetőek egymással a területek. Az azonban fontos, hogy a mintavételt mindig ugyanaz a személy végezze, az esetleges „seprési” technikából adódó különbségek elkerülése érdekében (GINSBERG és EWING, 1989). A zászlóról begyűjtött egyedeken kívül összeszedtük a vizsgálatot végző személyen esetlegesen előfordulókat is. A transzekteket végigjárva, kb. 2,5 méterenként ellenőrizzük a vásznat, és a rajta található egyedeket begyűjtjük. A zászló méretét 60x80 cm-ben határoztuk meg, színe fehér, hogy a rajta lévő egyedek jobban észrevehetőek legyenek. A zászlót a Gherman és társai által meghatározott követelmények

alapján készítettük el (GHERMAN et al., 2012). A transzektek nyomvonalát GPS segítségével rögzítettük. A vizsgált területek kiválasztásánál figyelembe vettük, hogy azok a mintavételi típushoz minél inkább megfelelőek legyenek. Ezért leginkább középmagas vagy alacsony növényzetű, elsősorban lágyszárúakkal borított területeket választottunk (TACK et al., 2011).



8. ábra. Zászlós mintavételezés
(Forrás: Saját felvétel)

A mintavételeket 2014 és 2017 között végeztük Kárpátalja alföldi részének különböző helyein. A Nagydobrony környéki mintavételi helyszínek elhelyezkedését a 9. ábra mutatja.

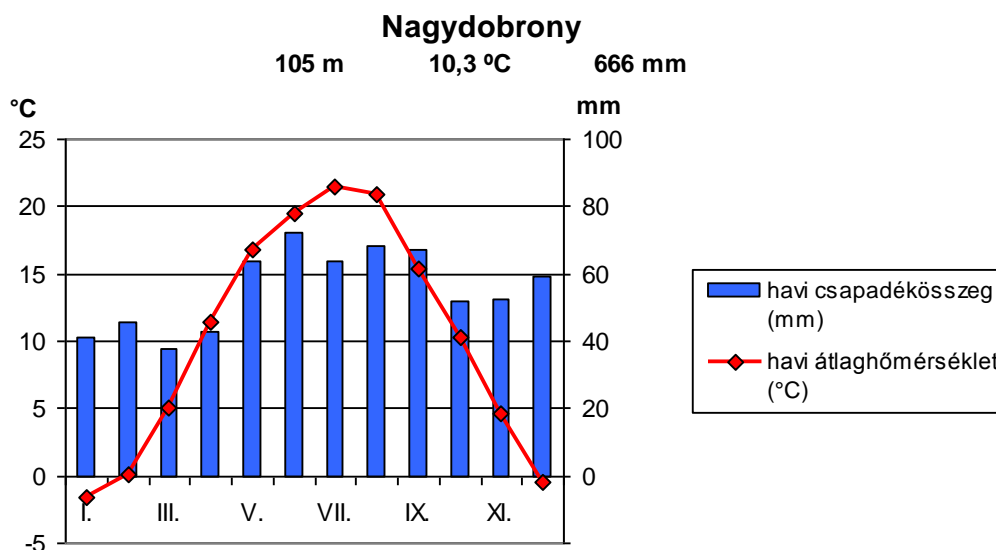


9. ábra A Nagydobrony környéki mintavételi területek elhelyezkedése
(Forrás: Google Earth)

Nagydobrony a Beregi-síkság északkeleti részén helyezkedik el. Az átlagos tengerszint feletti magasság 105–106 méter, és 2 méternél nagyobb szintkülönbségek nincsenek. A területet vízrajzilag a Tisza vízrendszeréhez tartozó Latorca folyó, és annak mellékágai uralják (MOLNÁR, 2010). A terület felszíni és felszín alatti vizeinek utánpótlását az évi átlagos 666 mm csapadék biztosítja (AMATŐR METEOROLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK ALAPJÁN).

Kárpátalja alföldi területeihez hasonlóan itt is a podzolos réti barnaföld a legjellemzőbb talajtípus, azonban a településtől nem messze, az egykori Szernye-mocsár területén glejes réti barnaföld található (BARANYI szerk., 2009).

Nagydobrony, mint Kárpátalja síkvidéki részén elhelyezkedő település, a nedves kontinentális éghajlattípushoz tartozik. Éghajlati diagramját a 10. ábra mutatja.



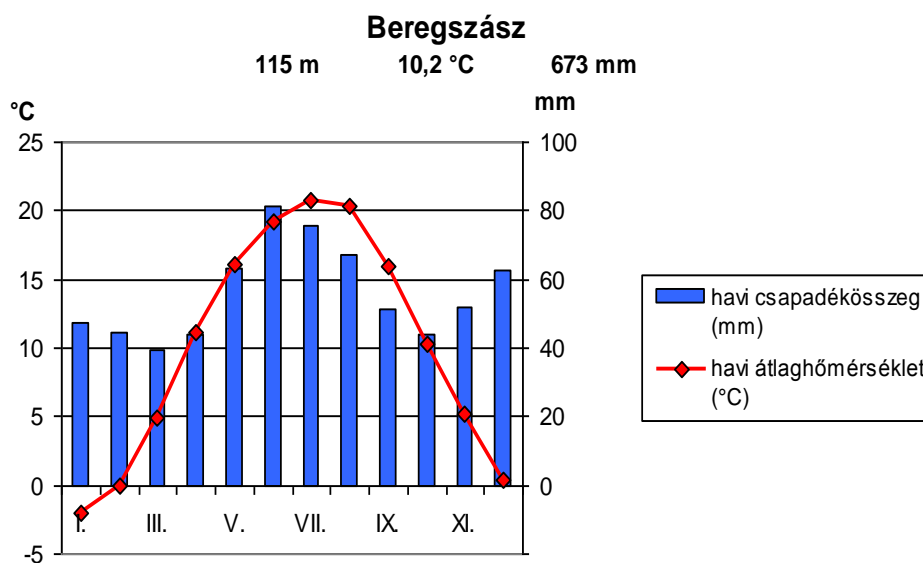
10. ábra. Nagydobrony éghajlati diagramja

(Forrás: Saját szerkesztés egy nagydobronyi amatőr meteorológiai állomás adatai alapján)

Az „ND Makkos” és „ND Kismakkos” területek Nagydobrony határában, a helyiek által Kis makkosnak nevezett erdő szélén helyezkednek el. Ez a faállomány összetételét tekintve vegyesnek mondható, ahol a tölgy az uralkodó fafaj. A településhez való közelsége miatt közkedvelt gombázó és kirándulóhely a környék lakói számára. Ezért tartottuk érdemesnek arra, hogy megbecsüljük, mekkora számban találkozhatunk itt kullancsokkal. A „Töltés” jelzésű transzekt a Szernye-csatorna töltésén halad. Ez az elsősorban horgászok és erdészek által használt út viszonylag nagy forgalommal bír, annak ellenére, hogy viszonylag messze van a környező településektől (Nagydobrony határától légvonalban körülbelül 3 kilométerre található). Emellett a Nagydobronyi Vadvédelmi Rezervátum területén helyezkedik el, és így jó eséllyel fordulnak elő rajta nagyobb vadak is, amelyek kedvelt áldozatai a kullancsoknak. A „Szapat” egy jelenleg legelőként hasznosított, holtágakkal tarkított fátlan legelő. A választásunk azért esett

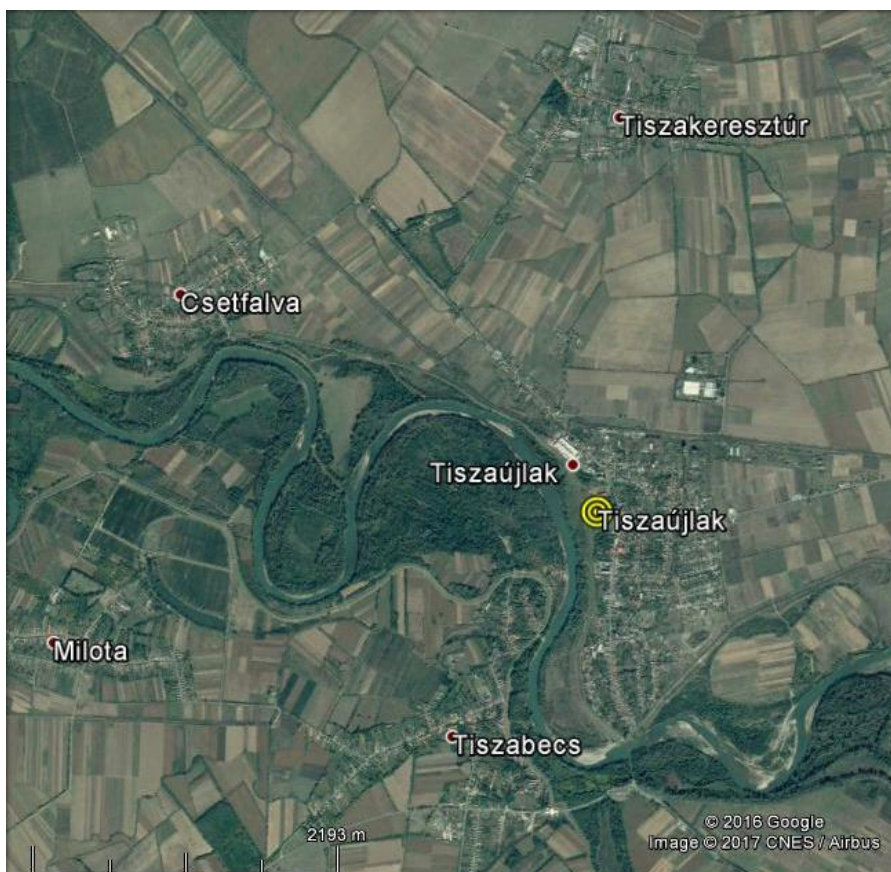
erre a területre, mert az aktív gazdálkodás miatt köztudottan magas itt a *Dermacentor reticulatusok* mennyisége.

Tiszaújlak Beregszásztól 18 kilométerre fekszik, szintén a Beregi-síkság északkeleti részén. A település a Tisza partján helyezkedik el, ami a vízrendszerét is teljes mértékben befolyásolja. A Tiszaújlastól néhány kilométerre fekvő Beregszász éghajlati diagramját a 11. ábra mutatja. Nagydobrony és Beregszász éghajlata szinte teljesen egyforma, ami a hasonló adottságokból és a viszonylag kis távolságból adódik (kb. 30 kilométer légvonalban), és mivel a város közel helyezkedik el Tiszaújlakhoz is, így ez tekinthető a mérvadónak ott is.



11. ábra. Beregszász éghajlati diagramja
(Forrás: BARANYI szerk., 2009)

A „Tiszaújlak” jelzésű mintavételi helyről Kolozsvári István, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és Kémia Tanszékének munkatársa bocsátotta rendelkezésemre a saját kutyájáról legyűjtött kullancsokat, amelyeket ezúton is köszönök neki. Tiszaújlak elhelyezkedését a 12. ábra mutatja.



12. ábra Tiszaújlak elhelyezkedése
(Forrás: Google Earth)

A különböző mintavételi időpontokat a mutatja.

3. táblázat

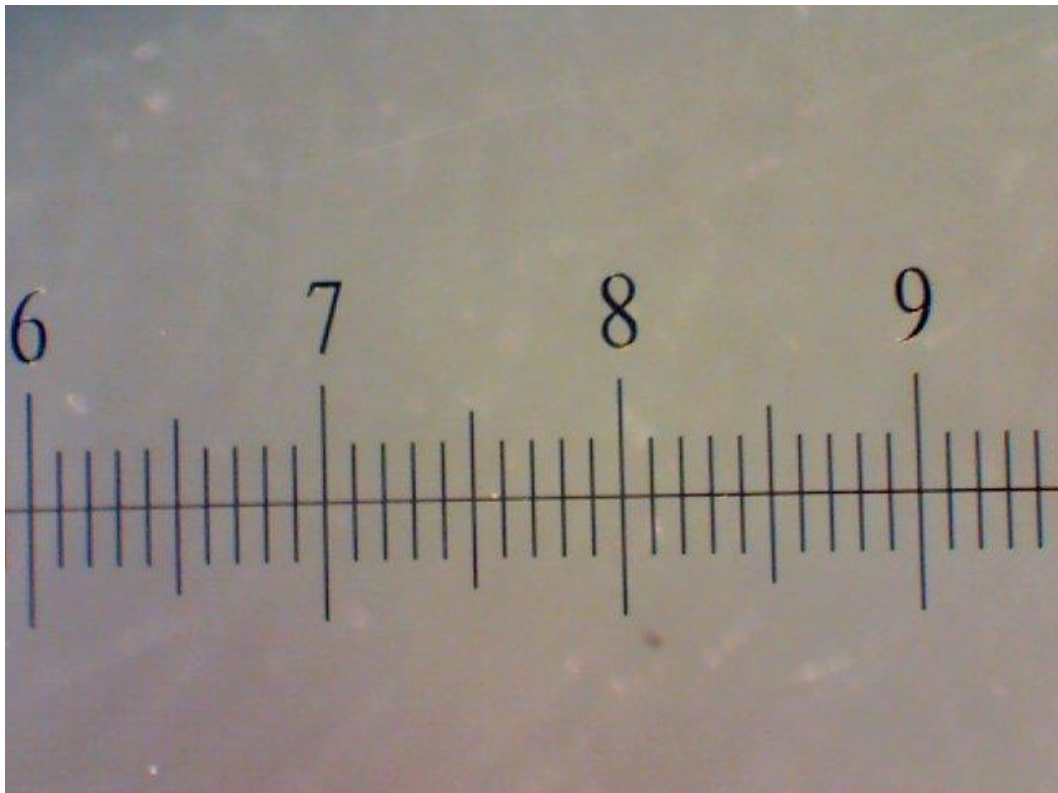
A különböző helyszíneken végzett mintavételek időpontjai

Mintavétel helyszíne	Mintavétel ideje
Tiszaújlak	2015
ND Tölt	2015.04.04
ND Makkos	2017.03.31
ND Szapat 2016	2016.05.01
ND Szapat 2017	2017.03.31
ND Kismakkos	2014.05.05

A begyűjtött egyedeket 70 %-os etanol oldatba helyeztük, majd laboratóriumi körülmények között, sztereomikroszkóp és különböző határozókulcsok segítségével határoztuk meg (MOLNÁR, 2016; ESTRADA-PEÑA et al., 2004).

2.2. A morfometriai vizsgálatok menete

A vizsgálathoz egy 2 megapixeles mikroszkópkamerát használtunk, melyet a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Biológia és Kémia Tanszéke bocsátott a rendelkezésemre. A kamerát egy 20 illetve 40-szeres nagyításra képes sztereomikroszkóphoz csatlakoztattuk. A kullancsokat egyenként helyeztük a mikroszkóp tárgyasztalára, és a lehető legélesebb képeket készítettük el a vizsgált egyedekről. Ezek után az *ImageJ* nevű program segítségével először megnyitottuk egy mikroszkóp skáláról készült képet (*13. ábra*). Ezen a képen kijelöltünk egy 10 egységnyi hosszúságú szakaszt (ez a valóságban 1 milliméternek felel meg), ami alapján kalibrálhattuk a felvételeket. A szoftver a kijelölt szakasz alapján kiszámítja, hogy 1 pixel (képpont) milyen hosszúnak felel meg a valóságban. Ez után az ugyanilyen nagyítású képeken kijelölt szakaszok hosszát is le tudja mérni a program, és így nagyon pontos eredményeket kaphatunk. A kalibrálás után betöltött, kullancsokról készített felvételeken kijelöltük a lemérni kívánt szakaszokat, majd a kapott eredményeket táblázatba vittük.

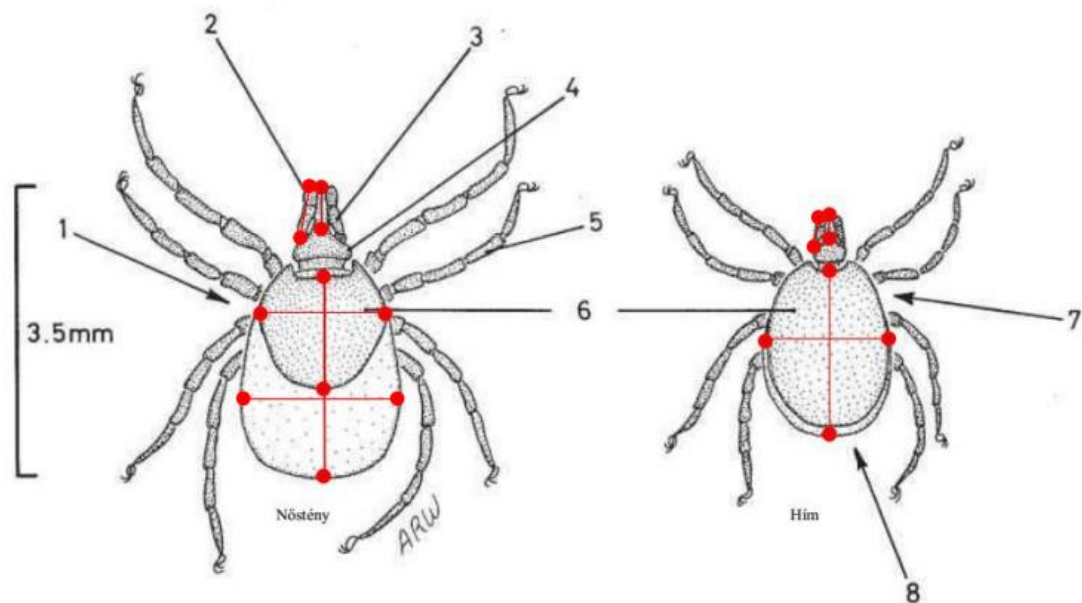


13. ábra A mikroszkóp skála 20x-os nagyítás alatt (1 beosztás 0,1 mm-nek felel meg)
(Saját felvétel)

A szakirodalmi példákat, és a gyakorlati korlátokat figyelembe véve a vizsgálatainkhoz a következő tulajdonságokat választottuk ki:

- az utótest (idiosoma) szélessége és hosszúsága
- a hátpajzs szélessége és hosszúsága
- a tapogatók hosszúsága
- a szájszerv hosszúsága.

A hímek esetében, mivel a hátpajzs az egész utótestet beborítja, ezért itt a két adat ugyanaz. A vizsgált mutatókat a 14. ábra mutatja.



14. ábra A kullancsok vizsgált testméretmutatói (1. nőstény egyed, 2-3. tapogatók, 4. basis capitulum, 5. láb ízei, 6. hátpajzs, 7. lábak, 8. hím egyed)
(Forrás: Saját szerkesztés, ESTRADA-PEÑA et al., 2004 alapján)

Az adatokat a *Microsoft Excel* programcsomag segítségével dolgoztuk fel. A klaszteranalízist a *PAST* szoftver segítségével végeztük el.

A vizsgálat során összesen 210 egyedet vizsgáltunk meg. A nagy egyedszámú mintákból véletlenszerűen 50 egyedet választottunk ki. A vizsgált egyedek mindegyike adult példány volt.

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A mérések elvégzése után megkaptuk a különböző egyedekhez tartozó mutatókat (lásd: *I. sz. melléklet*). Első körben megvizsgáltuk a különböző fajhoz és nemhez tartozó egyedek összesített mutatóit, melynek eredményeit a *4. táblázat* mutatja.

4. táblázat

A különböző fajhoz és nemhez tartozó egyedek morfometriai mutatóiból számított összesített adatai

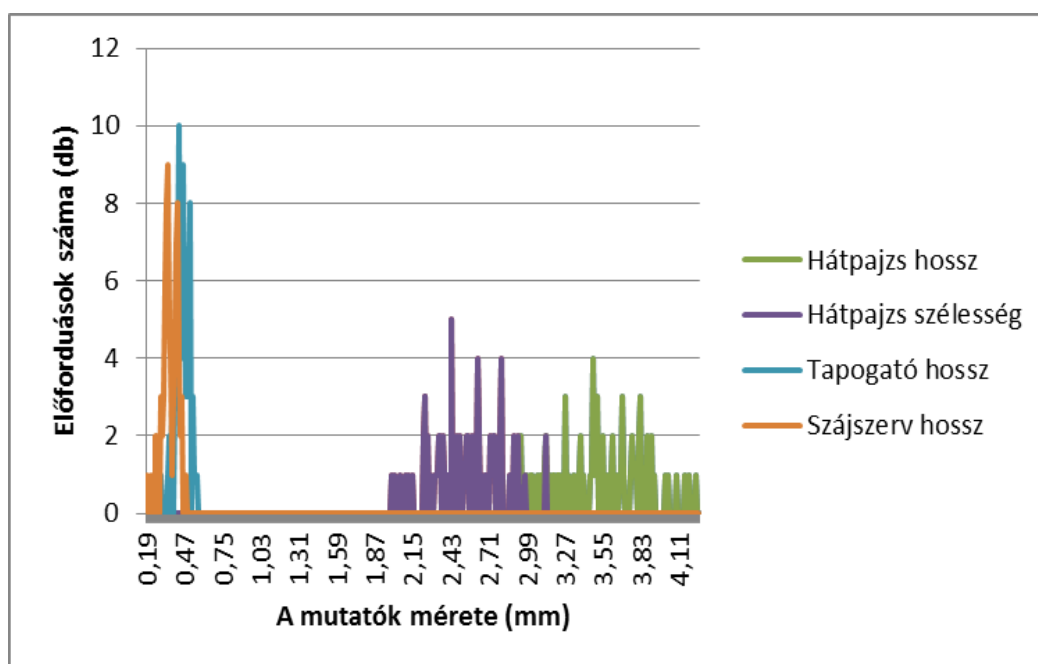
<i>D. reticulatus</i> hím egyedek						
	Utótest hossza	Utótest szélessége	Hátpajzs hossza	Hátpajzs szélesség	Tapogató hossza	Szájszerv hossza
Átlag (mm)	3,51	2,54	3,51	2,54	0,45	0,37
Min (mm)	2,80	1,99	2,80	1,99	0,30	0,19
Max (mm)	4,24	3,13	4,24	3,13	0,56	0,48
Medián (mm)	3,51	2,55	3,51	2,55	0,45	0,36
Szórás	0,33	0,25	0,33	0,25	0,05	0,05
<i>D. reticulatus</i> nőstény egyedek						
Átlag (mm)	3,37	2,46	1,37	1,54	0,51	0,42
Min (mm)	2,50	1,90	0,96	1,23	0,41	0,30
Max (mm)	3,85	2,81	1,61	1,79	0,61	0,53
Medián (mm)	3,40	2,47	1,39	1,55	0,51	0,42
Szórás	0,23	0,16	0,11	0,09	0,04	0,05
<i>I. ricinus</i> hím egyedek						
Átlag (mm)	1,94	1,33	1,94	1,33	0,35	0,19
Min (mm)	1,89	1,28	1,89	1,28	0,31	0,00
Max (mm)	2,03	1,39	2,03	1,39	0,38	0,26
Medián (mm)	1,93	1,32	1,93	1,32	0,35	0,23
Szórás	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,09
<i>I. ricinus</i> nőstény egyedek						
Átlag (mm)	2,36	1,63	1,35	1,27	0,67	0,56
Min (mm)	1,87	1,33	1,10	1,05	0,55	0,42
Max (mm)	2,62	1,85	1,46	1,40	0,75	0,74
Medián (mm)	2,37	1,63	1,39	1,29	0,69	0,58
Szórás	0,22	0,14	0,10	0,10	0,06	0,08

A táblázatból jól látható, hogy a *D. reticulatus* hímek testméretei a legnagyobbak, és az *I. ricinus* hímekéi a legalacsonyabbak. Mindazonáltal a tapogatók és a szájszervek tekintetében a legjelentősebb méretekkel az *I. ricinus* nőstények rendelkeznek, és ugyanennek a fajnak a hímjei a legalacsonyabbakkal. Az ivari dimorfizmus tehát a kullancsok esetében nemcsak a test

felépítésében, hanem a méretek közötti különbségekben is megmutatkoznak. A hímek hátpajzsának és utótestének méretei megegyeznek egymással, mivel náluk az egész utótestet beborítja a capitulum.

Észrevehetjük még, hogy az *I. ricinus* és a *D. reticulatus* faj nőstényeinek hátpajzs-mutatói a jelentős méretbeli különbségek ellenére sem mutatnak nagy különbségeket. Ez arra utal, hogy az *I. ricinus* utótestének részarányosan nagyobb hányadát fedi be ez a lemez, mint a *D. reticulatus* esetében.

Ezek után külön-külön megvizsgáltuk a fajok és a nemek közötti különbségeket is. A *D. reticulatus* hímek morfometriai mutatóit a 15. ábra mutatja. Az ábra alapján jól látható, hogy a tapogatók és a szájszerv mérete sokkal alacsonyabb szórást mutat, mint a hátpajzs (és ezzel együtt az utótest) mutatói. Az ábrán az is jól látható, hogy a mutatók eloszlása a normál eloszlás felé közelít, és feltételezhetően ez még hangsúlyosabb lenne növelt mintaszám esetén. Az ábrán az is látható, hogy a hátpajzs méretei sokkal alacsonyabb mértékű átfedést mutatnak egymással, mint a szájszerv és a tapogató. A hátpajzs átlagos hosszúsága körülbelül egy milliméterrel meghaladja a szélességét, míg ez az arány a szájszerv és a tapogatók esetében mindössze 0,1 milliméterre csökken.



15. ábra A *D. reticulatus* hímek morfometriai mutatóinak alakulása
(Forrás: Saját szerkesztés)

A következőkben megvizsgáltuk a különböző testméretek közötti arányosságot. Ennek eredményeit az 5. táblázat mutatja. A táblázat jól mutatja, hogy milyen alacsony szórásértékek mutatkoznak ebben az esetben. Ez az érték a hátpajzs hossza és a szélessége között a

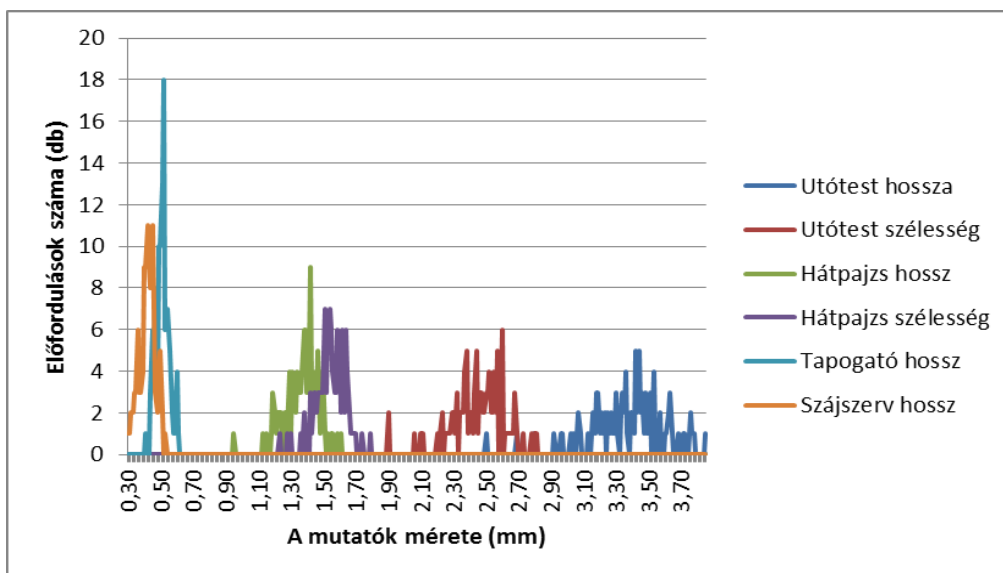
legalacsonyabb, ami azt jelenti, hogy az átlagosnak tekinthető 1,38-as arányosság szinte mindig pontosan fennáll. Természetesen az utótest hossza és szélessége illetve a hátpajzs hossza és szélessége közötti összefüggés ebben az esetben is egyforma, mivel a két érték megfelel egymásnak.

5. táblázat

A *D. reticulatus* hímek testméretei közötti arányosságok

	Utótest hossza/szélessége	Hátpajzs hossza/szélessége	Tapogató/szájszerv hossza
Átlag	1,38	1,38	1,25
Min	1,30	1,30	0,98
Max	1,46	1,46	1,95
Medián	1,38	1,38	1,23
Szórás	0,03	0,03	0,14

A *D. reticulatus* nőstények morfológiai mutatóinak alakulását a 16. ábra mutatja. Az ábrán jól látható, hogy megjelennek külön kategóriaként az utótest méretei is. A szájszerv és a tapogatók még mindig jelentős átfedésben vannak egymással, de a tapogató mérete sokkal szűkebb határok között mozog. Jelentős átfedést mutatnak a hátpajzs szélesség és hosszúság mutatói is, míg az utótest méretei szinte teljesen elválnak egymástól. Természetesen az utótest hossza mutatja a legnagyobb méretet, ami nem meglepő annak fényében, hogy ebbe a hátpajzs hossza is beletartozik.



16. ábra A *D. reticulatus* nőstények morfológiai mutatóinak alakulása
(Forrás: Saját szerkesztés)

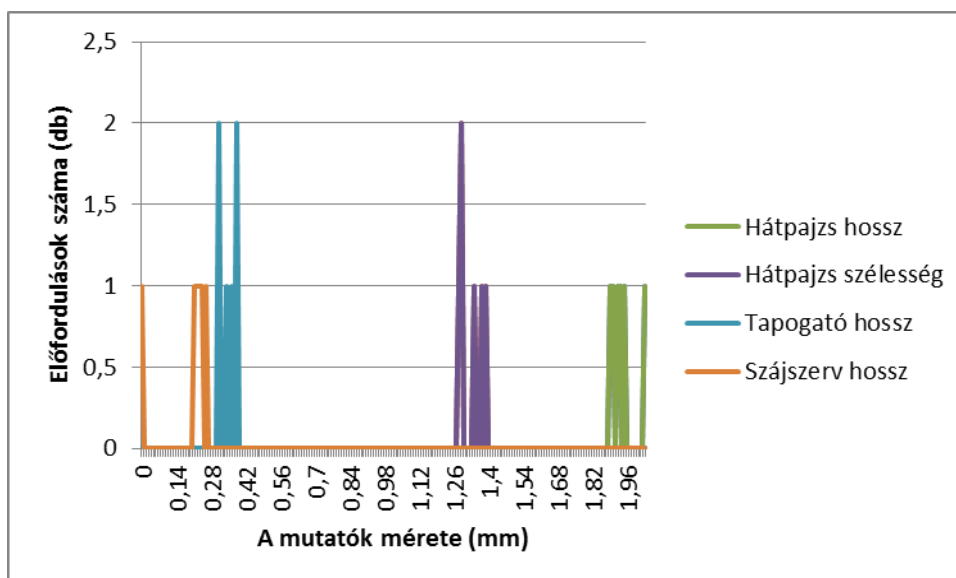
Ebben az esetben is kiszámítottuk a testméretek közötti arányosságokat, amelyeket a 6. táblázatban láthatunk. A szórás értékek itt is nagyon alacsonyak, és figyelemre méltó, hogy a szájszerv és a tapogató hossza között a legmagasabb ebben az esetben. Érdeemes megfigyelni, hogy a hátpajzs szélessége és hosszúsága közötti arányosság átlaga az 1-hez közelít, ami azt jelenti, hogy a *D. reticulatus* nőstények hátpajzsa egy picivel szélesebb, mint hosszabb, de a két érték közel azonos.

6. táblázat

A *D. reticulatus* nőstények testméretei közötti arányosságok

	Utótest hossza/szélessége	Hátpajzs hossza/szélessége	Tapogató/szájszerv hossza
Átlag	1,37	0,89	1,23
Min	1,23	0,74	1,06
Max	1,50	1,00	1,77
Medián	1,37	0,89	1,21
Szórás	0,05	0,05	0,11

Az *I. ricinus* hímek morfometriai mutatóinak alakulását a 17. ábra mutatja. Az ábra némiképp más képet mutat, mint a *D. reticulatus* esetében. Itt nem látható a normálhoz közelítő eloszlásgörbe. Mindez az alacsonyabb mintaszámnak köszönhető (a munka során mindössze 6 egyedet vizsgáltunk). A korábban már megfigyelt tendenciák azonban itt is jól láthatóak. A szájszerv mérete itt is alacsonyabb, és közel áll a szájszervéhez. Az átfedés itt már egyáltalán nem jelenik meg. A hátpajzs szélessége és hosszúsága közötti különbség még hangsúlyosabb, mint a *D. reticulatus* esetében.



17. ábra Az *I. ricinus* hímek morfometriai mutatóinak alakulása
(Forrás: Saját szerkesztés)

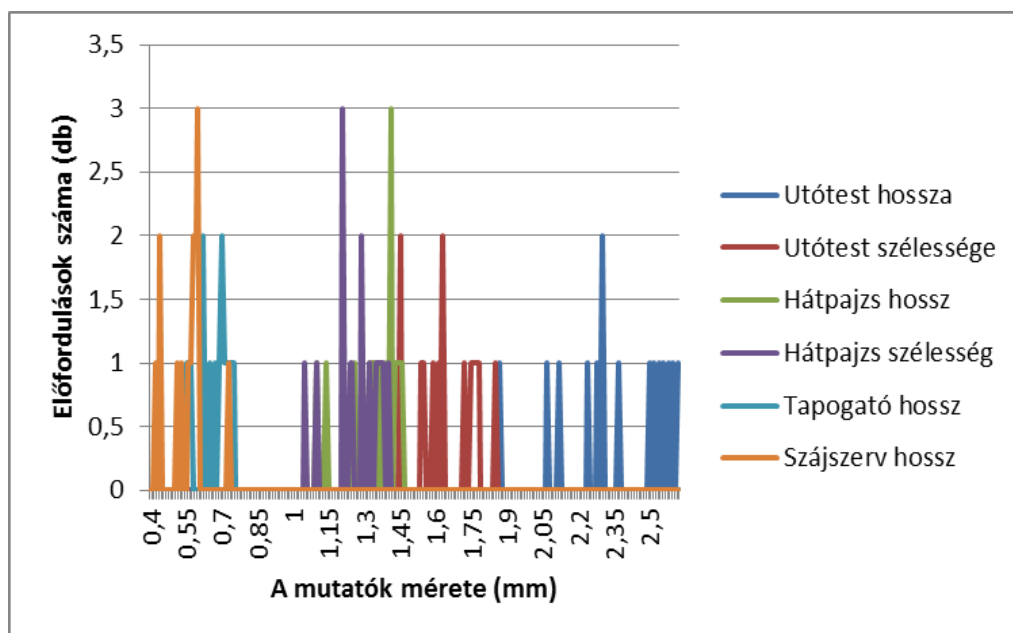
Az *I. ricinus* testméretei közötti arányosságokat a 7. táblázat mutatja. A táblázatból egyértelműen látszik, hogy a hátpajzs (és ezzel együtt az utótest) arányosságai nagyon alacsony szórást mutatnak. Ez az alacsony mintaszámnak köszönhető. Nagy szórást mutat azonban a tapogatók és a szájszerv közötti összefüggés, ami annak tudható be, hogy az egyik egyed szájszerve le volt szakadva, ami némiképp torzítja az adatokat.

7. táblázat

Az *I. ricinus* hímek testméretei közötti arányosságok

	Utótest hossza/szélessége	Hátpajzs hossza/szélessége	Tapogató/szájszerv hossza
Átlag	1,46	1,46	1,27
Min	1,39	1,39	0,00
Max	1,50	1,50	1,65
Medián	1,47	1,47	1,49
Szórás	0,04	0,04	0,57

Az *I. ricinus* nőstények morfometriai eredményeit a 18. ábra mutatja. Az ábrán hasonló tendenciák mutatkoznak, mint a *D. reticulatus* nőstényeinek estében (16. ábra), azonban az alacsonyabb mintaszám (15 egyed) miatt a tendenciák nem annyira egyértelműek. Ezen kívül nagy az átfedés a szájszerv és a tapogatók, illetve a hátpajzs szélessége és hossza az utótest szélessége között. Az utótest hossza egyértelműen elkülönül a többi mutatótól.



18. ábra Az *I. ricinus* nőstények morfometriai mutatóinak alakulása
(Forrás: Saját szerkesztés)

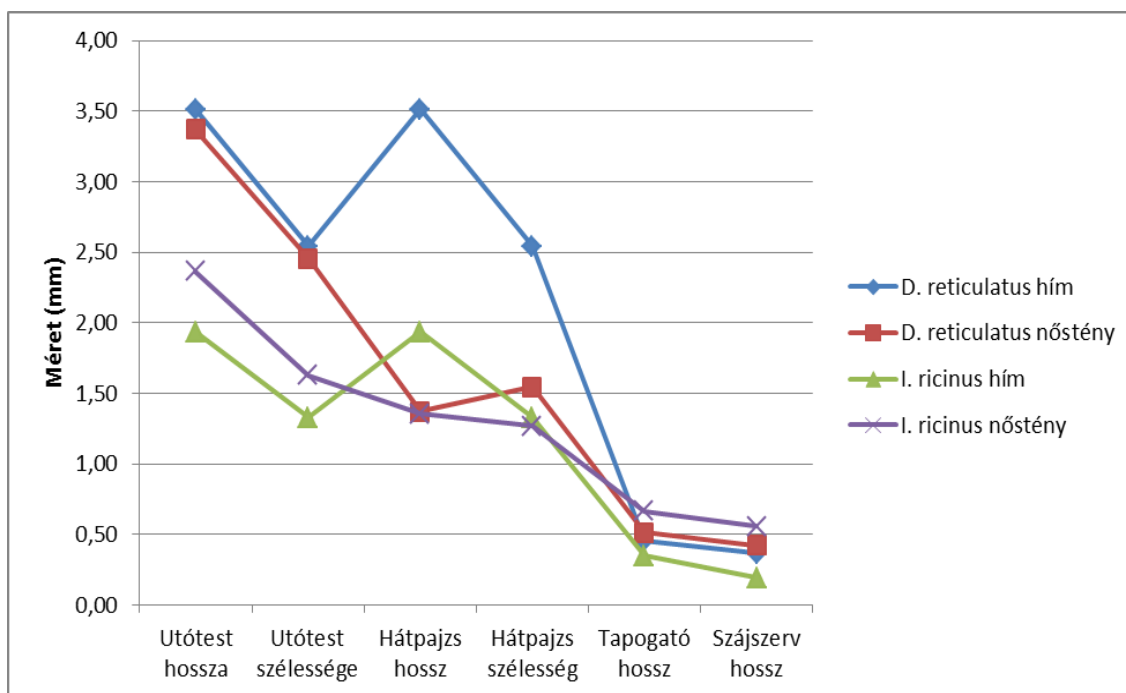
A testtájak közötti arányosságokat a 8. táblázatban láthatjuk. A táblázatból jól látható, hogy itt is alacsony szórásértékek jelentkeztek, ami a viszonylag alacsony mintaszám tekintetében különösen meglepő lehet. A hátpajzs hossza és szélessége közötti arányosság az 1 közelében van, hasonlóan a *D. reticulatus* nőstényeihez.

8. táblázat

Az *I. ricinus* nőstények testméretei közötti arányosságok

	Utótest hossza/szélessége	Hátpajzs hossza/szélessége	Tapogató/szájszerv hossza
Átlag	1,45	1,07	1,21
Min	1,38	0,99	0,77
Max	1,58	1,17	1,41
Medián	1,44	1,05	1,25
Szórás	0,05	0,05	0,13

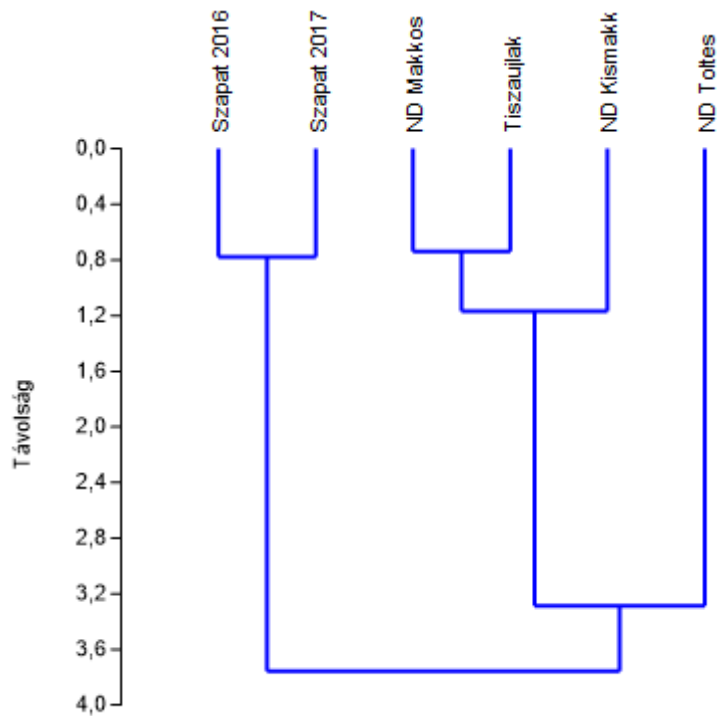
Ezen adatokat összegezve a 19. ábra látható módon alakulnak a különböző nemű és fajú kullancsok vizsgált mutatóinak méretei. A legnagyobb testméretet a *D. reticulatus* hímek mutatják, a legkisebbet az *I. ricinus* hímek. A szájszerv és a tapogatók méretének tekintetében az *I. ricinus* nőstényei dominálnak, de ezen a téren nem olyan kiélezett a verseny.



19. ábra A különböző morfometriai mutatók méretének alakulása a fajok és nemek tekintetében (Forrás: Saját szerkesztés)

A munka során megvizsgáltuk a különböző fajok és nemek közötti különbségeket területi lebontásban is. Ez alapján euklideszi klaszter analízist végeztünk, amelynek segítségével az

egymáshoz leginkább hasonló területeket szerettük volna kimutatni. Az analízis során minden terület kullancsfajai és azok nemei szerint, az összes vizsgált mutató adott területen tapasztalt átlagát vettük alapul. Ennek eredményét a 20. ábra mutatja. Az ábra alapján jól látható, hogy egymáshoz leginkább hasonlító populáció összetétele a „Szapat 2016” és „Szapat 2017”, illetve az „ND Makkos” és „Tiszaújlak” mintáknak van. Az utóbbi csoporthoz kapcsolódik még az „ND Kismakkos” minta is. Az összes többitől leginkább elkülönült csoportot az „ND Töltés” minta egyedei alkotják. Mindezen hasonlóságok a faji és nemi összetételén alapulnak elsősorban, amit a morfometriai mérések eredményei befolyásolnak.



20. ábra A különböző területeken mért morfometriai adatok átlagai alapján készített klaszter analízis eredménye
(Forrás: Saját szerkesztés)

IV. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálat során kapott eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a kullancsok egy nagyon változatos méretű élőlénycsoport, melynek különböző morfometriai mutatói jól meghatározható tartományon belül mozognak, és egymással jól kifejezhető arányosságot mutatnak. A *D. reticulatus* hímek tekintetében az utótest hosszúsága és szélessége közötti összefüggés mutatja a legkisebb mértékű szórást (0,03), a legnagyobbat pedig a tapogatók és a szájszerv hosszának hányadosa (0,14). A *D. reticulatus* nőstények körében az utótest és a hátpajzs hossza, illetve ezek szélessége közötti összefüggés nevezhető a legstabilabb mutatóknak. Ugyanez igaz az *I. ricinus* hímekre és nőstényekre is. Minden csoport esetében a tapogatók és a szájszervek hossza közötti összefüggés volt a legdiverzebb.

A területenkénti vizsgálatok alapján az egymáshoz hasonló élőhelyek egyazon csoportokba kerültek, ami arra utal, hogy a kullancsok testfelépítésének alakulását nemcsak pusztán véletlenek, hanem a környezeti (élőhelyi, klimatikus, mikroklimatikus) adottságok is jelentősen befolyásolják. Bizonyára nem elhanyagolhatóak a genetikai különbségek sem, de az, hogy a többi mintavételi területtől távol eső tiszaujlaki minta összetétele alapján beékelődött két nagydobronyi minta közé, arra utalhat, hogy ennek szerepe elhanyagolható a környezeti feltételekhez képest. Ez a kérdéskör további, genetikai jellegű vizsgálatokat igényel.

V. A DOLGOZAT EREDMÉNYEINEK FELHASZNÁLÁSA A KÖZÉPISKOLAI BIOLÓGIAOKTATÁSBAN

A biológia oktatása során kiemelt fontosságú, hogy a hallgatók érdeklődését fenntartsuk. Ennek fontos eszközei a laboratóriumi- és gyakorlati munkák, melyek nemcsak színesebbé teszik az elméletet, hanem elvégzésük közben a tapasztalati ismeretszerzés is megvalósul. A korlátozott óraszám és az eszközök, illetve források hiánya sokszor nem engedi meg, hogy a tanulókkal minden egyes gyakorlati foglalkozást elvégezzünk, de törekednünk kell arra, hogy ezekre minél több idő jusson.

Az ízeltlábúakkal a tanulók a 7. osztályban foglalkoznak. Az téma megköveteli a gyakorlati munkák alkalmazását, hiszen mivel ez az állatvilág legnépesebb csoportja, nap-mint nap találkozunk velük. Az ukrainai tanterv és tananyag viszonylag kevés időt fordít az élővilágban előforduló törvényszerűségek (Fibonacci-sorozatok, fraktálok stb.) megismertetésével, ezért a tanár feladata, hogy ezeket a különlegességeket megismertesse a tanulókkal. Erre kiváló alkalom nyílik a szakköri foglalkozások keretei között.

A kullancsok az ízeltlábúak egyik vérszívásra specializálódott csoportja. Emellett nagy a járványtani jelentőségük is, mivel sok emberi és állati betegség terjesztéséért ők tehetők felelőssé. Ezen okok miatt nagyon fontos megismertetnünk a tanulókat viselkedésük sajátosságaival, az ellenük való védekezéssel stb. Mint a rovarvilág más képviselői, ők is a csoportjukra jellemző külső jegyeket hordozzák magukon, melyek a felismerésükben is sokat segíthetnek. Ennek a gyakorlatban hatalmas jelentősége van, ugyanis a későbbiekben, ha egy kullancsot találnak magukban vagy a háziállatuk bőrén a gyerekek, akkor fel tudják majd ismerni azt, hogy milyen kockázatokkal számolhatnak. Jelen munka jó példát mutat arra, hogy némi előkészülettel, minimális anyagi ráfordítással milyen egyszerű megfigyelni őket, és a velük való munka különbözőtudományos módszertani alapismeretek elsajátításában is sokat segíthet. A következőkben ismertetjük egy példa foglalkozás tervét, melynek segítségével a tanulók többet tudhatnak meg a kullancsokról.

Foglalkozásterv

A foglalkozás tematikája: Állattan

Osztály: 7.

A foglalkozás témája: A kullancsok morfológiai vizsgálata.

A foglalkozás célja: Megismertetni a tanulókkal a kullancsok felépítésének sajátosságait.

Taneszközök: Sztereomikroszkópok, határozókulcs, mikroszkópkamera, számítógép, projektor, korábban begyűjtött, és alkoholban eltárolt kullancsegyedek, mikroszkóp skála.

A FOGLALKOZÁS MENETE

Tartalmi rész	Módszer	Eszköz	Idő
<p>I. Szervezés</p> <ul style="list-style-type: none"> - Köszönés. - Felkészülés a foglalkozásra. 	Élőszó		2p
<p>II. Aktualizálás/ Motiváció</p> <p>Ki ismeri Leonardo da Vinci híres emberábrázolását a Vitruvius-tanulmányból? Mit gondoltok, mi a különleges benne? Az emberi test arányait mutatja be. A legtöbb állatnak és növénynek vannak arányai. Ha láttatok már bonsai-fát, akkor tudhatjátok, hogy a kis méretű fák tényleg megfelelő méretű leveleket hoznak. Arányosak maradnak. Ezen arányok ismerete segíti számunkra azt, hogy felismerjük a tárgyakat. Vagy például a facebook ez alapján ismeri fel az általunk feltöltött képen szereplő ismerőseinket.</p>	Élőszó, kérdések		5p
<p>III. Az aktuális feladat ismertetése</p> <ul style="list-style-type: none"> - A mai foglalkozáson megvizsgáljuk egy nagyon egyszerű élőlénycsoport, a kullancsok morfometriáját, vagyis a testük arányosságait. Hogyan viszonyul az egyes testrészeik mérete egymáshoz. Mindenki vegyen ki az edényből a csipesz segítségével egy kullancsot, és vizsgálja meg a sztereomikroszkóp alatt. Ezek után a mikroszkóp kamera segítségével felvételeket készítünk róluk. A mikroszkóp skála segítségével kalibráljuk a készített képek méretarányát, és lemérjük a testrészeket. Ezután összevetjük 	Élőszó		5p

egymás adatait, és levonjuk a következtetéseinket			
<p>IV. A tanulók munkája</p> <p>A tanulók elvégzik az ismertetett feladatokat. A mikroszkóp és a határozókulcs segítségével meghatározzák a kullancsok fajtát és nemét. Ezek után az előre összeállított eszközök segítségével a tanulók megméri a szükséges paramétereket. A tanulóknak a végén le kell vonniuk a következtetéseket azzal kapcsolatban, hogy milyen arányosságokat fedeztek fel a kullancsok testfelépítésének vizsgálata során.</p>	Élőszó, gyakorlati tevékenységek	Sztereomikroszkóp, határozókulcs, mikroszkópkamera, számítógép, projektor, korábban begyűjtött, és alkoholban eltárolt kullancsegyedek, mikroszkóp skála	40 p
<p>V. Összefoglalás</p> <p>A megfigyelések összefoglalása. Gyakorlati alkalmazásokra való rámutatás. Hol alkalmazhatóak vajon ezek az ismeretek? Milyen más arányosságokat lenne érdemes megmérni?</p>	Élőszó, kérdések		7p
<p>VI. Házi feladat</p> <p>Készítsetek listát az különböző állatok megfigyelt arányosságokról.</p>	Élőszó		1p

ÖSSZEFOGLALÁS

A kullancsok állandó résztvevői életünknek. Világviszonylatban a második legjelentősebb vektorfajnak tekintik őket, a szúnyogok után. Vérszívó parazitaként sok emberi és állati betegség hordozói (Lyme-kór, kullancs-encephalitis, babesiosis stb.), így mindenképp oda kell figyelniük rájuk.

A kullancsok élelciklusának minél pontosabb megismeréséhez szükségünk van arra is, hogy a testfelépítésükről minél többet tudjunk meg. Ennek egyik eszköze lehet a morfometria tudománya, amely a testek méreteivel, formáival foglalkozik. Az élettudományokban elterjedten alkalmazzák ezt a módszert különböző bélyegek vizsgálatához.

Jelen munkában bemutatjuk a Kárpátalja alföldi részén gyűjtött kullancsokkal kapcsolatos morfometriai megfigyeléseinket, és az ezzel kapcsolatos következtetéseinket. Az eredmények alapján a Nagydobrony és Tiszaújlak környékéről gyűjtött kullancsok nagyon változatos morfológiai jegyekkel rendelkeznek, és ezek a bélyegek egyértelműen elkülönítik egymástól a különböző élőhelytípusokat is. Az eredmények tükrében feltételezhetően a kullancsegyedek egyedfejlődése során kialakuló testi adottságokat sokkal inkább a környezetük, mint a genetikai faktorok befolyásolják.

РЕЗЮМЕ

Кліщі є постійними учасниками нашого життя. У світовому відношенні їх вважають другою найбільш важливою векторного виду, після комарів. Високоспеціалізовані ектопаразити наземних хребетних тварин (паразитують на птахам, плазунам і ссавцям), харчуються їх кров'ю, зате являються переносниками збудників інфекційних захворювань людини і тварин (хвороба Лайма – системного кліщового бореліозу, кліщового енцефаліту – запалення головного мозку, бабезіозу собак та ін.), тому вимагають велику увагу і обов'язково потрібно стежити за ними.

Для більш точнішого та ретельного розуміння життєвих циклів кліщів необхідно дізнатися більше про будову тіл цих тварин. Один із засобів цього може бути наука морфометрії, яка займається з вивченням розмірами та форм різних тіл. Цей метод широко використовують у науках про життя для дослідження різних таксономічних ознак.

У цій роботі ми представляємо результати та висновки морфометричних спостережень кліщів, які зібрали на рівнинній частині Закарпаття. На підставі результатів кліщі, зібрані в околиці с. Велика Добронь та смт. Вилок, мають дуже різноманітні морфологічні ознаки, і ці відмінності чітко розрізняються разом із місцем та середовищем проживання.

У дзеркалі результатів можна узагальнити, що на формування в онтогенезі особин кліщів зовнішніх та фізичних властивостей імовірно більше впливають фактори середовища існування ніж генетичні умови.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. AMATŐR METEOROLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK
2. ATHUR, DON R. (SZERK.) (1960): *Ticks. A monograph of the ixodoidea. Part V.* Cambridge University Press, p.: 1-2.
3. BABOS SÁNDOR (1965): *Magyarország állatvilága. Fauna Hungariae. Kullancsok – Ixodidea. XVIII. Kötet. 7. füzet.* Akadémiai Kiadó, Budapest.
4. BARANYI BÉLA (SZERK.) (2009): *Kárpátalja - A Kárpát-medence régiói 11.* Dialóg Campus Kiadó.
5. BINNINGTON, K. C. (1972): *The distribution and morphology of probable photoreceptors in eight species of ticks (Ixodoidea).* Zeitschrift für Parasitenkunde, Vol. 40, Issue 4. p.: 321-332.
6. CAPINERA, JOHN L (SZERK.) (2008): *Encyclopedia of Entomology. Volume 4 (S-Z) Second edition.* Springer Science+Business Media B.V., p.: 3775-3804.
7. CARROLL, J. F. – PICKENS, L. G. (1987): *Spectral Sensitivity to Light of Two Species of Ticks (Acarina: Ixodidae).* Annals of the Entomological Society of America. Vol. 80, no. 2.
8. CRIPPA, MARA – RAIS, OLIVER – GERN, LISE (2002): *Investigations on the Mode and Dynamics of Transmission and Infectivity of Borrelia burgdorferi Sensu Stricto and Borrelia afzelii in Ixodes ricinus Ticks.* Vector Borne Zoonotic Diseases 2, Issue 1, 3-9.
9. DARVISHI, MOHAMMAD MEHDI – REZAYOUSSEFI, MOHAMMAD – CHANGIZI, EMAD – RAHIMI, MOHAMMAD TAGHI (2014): *Survey on morphometric characteristic of different developmental stages of Dermacentor marginatus under laboratory conditions.* Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4 (Suppl 2): S758-S761.
10. ESTRADA-PEÑA, A. – BOUATTOUR, A. – CAMICAS, J.-L. – WALKER A.R. (2004): *Ticks of Domestic Animals in the Mediterranean Region. A guide to identification of species.* University of Zaragoza, Zaragoza
11. FÖLDVÁRI GÁBOR – RIGÓ KRISZTINA – LAKOS ANDRÁS (2013): *Transmission of Rickettsia slovaca and Rickettsia raoultii by male Dermacentor marginatus and Dermacentor reticulatus ticks to humans.* Diagn Microbiol Infect Dis, 76 (3).
12. FÖLDVÁRI GÁBOR (2005): *Studies of ticks (Acari: Ixodidae) and tick-borne pathogens of dogs in Hungary.* PhD dissertation. Szent István University, Postgraduate School of Veterinary Science.

13. FÖLDVÁRI GÁBOR (2013): *Erdei vérszívók: kullancsok és kórokozók*. Erdészeti Lapok CXLVIII. évf. 9. szám (2013. szeptember)
14. GHERMAN, CĂLIN M – MIHALCA, ANDREI D – DUMITRACHE, MIRABELA O – GYÖRKE, ADRIANA – OROIAN, IOAN – SANDOR, MIGNON – COZMA, VASILE (2012): *CO 2 flagging - an improved method for the collection of questing ticks*. Parasites & Vectors, 5:125.
15. GINSBERG, H.S. – EWING, C.P. (1989): *Comparison of flagging, walking, trapping, and collecting from hosts as sampling methods for northern deer ticks, Ixodes dammini, and lone-star ticks, Amblyomma americanum (Acari: Ixodidae)*. Experimental & Applied Acarology, vol. 7. p.: 313-322.
16. HILLYARD, PAUL D. (1996): *Ticks of North-West Europe. Synopses of the British Fauna (New series), No. 52 (ed. by R.S.K. Barnes and J.H. Crothers)*. Field Studies Council, Shrewsbury.
17. HUTCHESON, H. JOEL – OLIVER, JAMES H., JR. – HOUCK, MARILYN A. – STRAUSS, RICHARD E. (1995): *Multivariate Morphometric Discrimination of Nymphal and Adult Forms of the Blacklegged Tick (Acari: Ixodidae), a Principal Vector of the Agent of Lyme Disease in Eastern North America*, Journal of Medical Entomology, Vol. 32, no. 6, 827-842. old.
18. KOPP, K. – GOTHE, R. (2005): *Hyalomma truncatum (Acari; Ixodidae): evidence for the inability of adult ticks to discriminate between colours*. Experimental & Applied Acarology, 19. p.: 155-162.
19. LAKOS ANDRÁS (1994): *Kullancsok és betegségek. 2. kiadás, változatlan utánnnyomás*. Melánia Kiadó, Budapest.
20. LEES, A. D. (1948): *The sensory physiology of the sheep tick, Ixodes ricinus L.* The Journal Of Experimental Biology, vol. 25, p.: 145-207.
21. MAGNARELLI, LOUIS A. – ANDERSON, JOHN F. – FISH, DURLAND (1987): *Transovarial Transmission of Borrelia burgdorferi in Ixodes dammini (Acari:Ixodidae)*. The Journal of Infectious Diseases, vol. 156, No. 1 (Jul., 1987), p.: 234-236.
22. MANS, BEN J. – KLERK, DANIEL DE – PIENAAR, RONER – LATIF, ABDALLA A. (2011): *Nuttalliella namaqua: A Living Fossil and Closest Relative to the Ancestral Tick Lineage: Implications for the Evolution of Blood-Feeding in Ticks*. PLoS ONE 6(8): e23675.
23. MARCUS, LESLIE FLOYD –BELLO, ELISA –GARCÍA-VALDECASAS, ANTONIO (SZERK.) (1993): *Contributions to Morphometrics*. Editorial CSIC - CSIC Press, Madrid.

24. MOLNÁR ATTILA (2010): *Nagydobrony ivóvizeinek vizsgálata*. Szakdolgozat, Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Alkalmazott Ökológiai Tanszék.
25. MOLNÁR ATTILA (2016): *A valódi kullancsok (Ixodidae) hő- és színpreferenciájának vizsgálata*. Szakdolgozat. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Biológia és Kémia Tanszék.
26. NEEDHAM, GLEN R. PHD (1985): *Evaluation of Five Popular Methods for Tick Removal*. Pediatrics, vol. 75, No. 6, June.
27. OBENCHAIN, FREDERICK D. – GALUN, RACHEL (SZERK.) (1982): *Physiology of Ticks*. Pergamon Press Ltd., Oxford.
28. PAROLA, PHILIPPE – RAOULT, DIDIER (2001): *Ticks and Tickborne Bacterial Diseases in Humans: An Emerging Infectious Threat*. Clinical Infectious Diseases, vol. 32., p.: 897-928.
29. RIZZOLI A. – SILAGHI C. – OBIÉGALA A. – RUDOLF I. – HUBALEK Z. – FÖLDVÁRI G. – PLANTARD O. – VAYSSIER-TAUSSAT M. – BONNET S. – SPITALSKA E. – KAZIMIROVA M. (2014): *Ixodes ricinus and its transmitted pathogens in urban and peri-urban areas in Europe: new hazards and relevance for public health*. Frontiers in Public Health 2:251.
30. ROSKOV Y. – ABUCAY L. – ORRELL T. – NICOLSON D. – BAILLY N. – KIRK P.M. – BOURGOIN T. – DEWALT R.E. – DECOCK W. – DE WEVER A. – NIEUKERKEN E. VAN – ZARUCCHI J. – PENEV L., (SZERK.) (2016): *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2017 Annual Checklist*. DVD. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-917X
31. STAFFORD III, KIRBY C., PH.D. (2007): *Tick Management Handbook. An integrated guide for homeowners, pest control operators, and public health officials for the prevention of tick-associated disease. Revised Edition*. Published Fall, Connecticut, p.: 4-5
32. TACK, WESLEY – MADDER, MAXIME – DE FRENNE, PIETER – VANHELLEMONT, MARGOT – GRUWEZ, ROBERT – VERHEYEN, KRIS (2011): *The effects of sampling method and vegetation type on the estimated abundance of Ixodes ricinus ticks in forests*. Experimental & Applied Acarology, vol. 54, p.:285-292.
33. VAN DUIJVENDIJK G. – COIPAN C. – WAGEMAKERS A. – FONVILLE M. – ERSÖZ J. – OEI A. – FÖLDVÁRI G. – HOVIUS J. – TAKKEN W. – SPRONG H. (2016): *Larvae of Ixodes ricinus transmit Borrelia afzelii and B. miyamotoi to vertebrate hosts*. Parasites & Vectors, 9, p.: 1–7.
34. WOOLLEY, T. A. (1972): *Some sense organs of ticks as seen by scanning electron microscopy*. Transactions of the American Microscopical Society. Vol. 91, No. 1. 35-47.

35. ZÖLDI VIKTOR – ERDŐS GYULA – SZLOBODNYIK JUDIT (2009): *Az országos epidemiológiai központ 2. módszertani levele a kullancsok elleni védekezésről*. Epiinfo. Epidemiológiai Információs Hetilap. 16. évfolyam, 3. KÜLÖNSZÁM. 2009. május 4.
36. <http://kullancsok.parazitak.hu>
37. <http://agentur-focus.de/>
38. <https://leonardodavinci.stanford.edu>

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra A kullancsok életciklusának sematikus ábrázolása (Forrás: http://kullancsok.parazitak.hu)	8
2. ábra A kullancsok nőténye háti és hasi nézetben (A) és a hímje hasi nézetben (B) (Forrás: HILLYARD, 1996)	8
3. ábra A különböző kullancsnemzetségek capituluma (a) <i>Rhipicephalus</i> ; b) <i>Haemaphysalis</i> ; c) <i>Boophilus</i> ; d) <i>Dermacentor</i> ; e) <i>Ixodes</i> ; f) <i>Hyalomma</i> ; g) <i>Amblyomma</i> (Forrás: MARQUARDT et al., 2000 IN CAPINERA szerk., 2008)	9
4. ábra A Haller-szerv elektronmikroszkópos képe (470-szeres nagyítás) (Forrás: http://agentur-focus.de/)	10
5. ábra A Leonardo da Vinci által készített Vitruvius tanulmány rajza (Forrás: https://leonardodavinci.stanford.edu)	13
6. ábra A Hutcheson és munkatársai által vizsgált mutatók (Forrás: HUTCHESON et al., 1995)...	14
7. ábra Nőtény kullancsok, A: áldozatra várva, B: pihenő pozícióban (Forrás: LEES, 1948).....	15
8. ábra Zászlós mintavételezés (Forrás: Saját felvétel)	16
9. ábra A Nagydobrony környéki mintavételi területek elhelyezkedése (Forrás: Google Earth)	16
10. ábra Nagydobrony éghajlati diagramja (Forrás: Saját szerkesztés egy nagydobronyi amatőr meteorológiai állomás adatai alapján)	17
11. ábra Beregszász éghajlati diagramja (Forrás: BARANYI szerk., 2009)	18
12. ábra Tiszaújlak elhelyezkedése (Forrás: Google Earth).....	19
13. ábra A mikroszkóp skála 20x-os nagyítás alatt (1 beosztás 0,1 mm-nek felel meg) (<i>Saját felvétel</i>)	20
14. ábra A kullancsok vizsgált testméretmutatói (1. nőtény egyed, 2-3. tapogatók, 4. basis capitulum, 5. láb ízei, 6. hátpajzs, 7. lábak, 8. hím egyed) (Forrás: Saját szerkesztés, ESTRADA-PEÑA et al., 2004 alapján).....	21
15. ábra A <i>D. reticulatus</i> hímek morfometriai mutatóinak alakulása (Forrás: Saját szerkesztés)	23
16. ábra A <i>D. reticulatus</i> nőtények morfometriai mutatóinak alakulása (Forrás: Saját szerkesztés).....	24
17. ábra Az <i>I. ricinus</i> hímek morfometriai mutatóinak alakulása (Forrás: Saját szerkesztés).....	25
18. ábra Az <i>I. ricinus</i> nőtények morfometriai mutatóinak alakulása (Forrás: Saját szerkesztés)	26

19. ábra A különböző morfometriai mutatók méretének alakulása a fajok és nemek tekintetében (Forrás: Saját szerkesztés)	27
20. ábra A különböző területeken mért morfometriai adatok átlagai alapján készített klaszter analízis eredménye (Forrás: Saját szerkesztés)	28

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat A kullancsok által érzékelt ingerek, és az általuk hordozott információtartalom (Forrás: OBENCHAIN ÉS GALUN, 1982)	9
2. táblázat Az <i>Ixodes ricinus</i> és <i>Dermacentor reticulatus</i> által terjesztett kórokozók (Forrás: PAROLA ÉS RAOULT, 2001; RIZZOLI et al., 2014, FÖLDVÁRI et al., 2013).....	12
3. táblázat A különböző helyszíneken végzett mintavételek időpontjai	19
4. táblázat A különböző fajhoz és nemhez tartozó egyedek morfometriai mutatóiból számított összesített adatai	22
5. táblázat A <i>D. reticulatus</i> hímek testméretei közötti arányosságok	24
6. táblázat A <i>D. reticulatus</i> nőstények testméretei közötti arányosságok	25
7. táblázat Az <i>I. ricinus</i> hímek testméretei közötti arányosságok	26
8. táblázat Az <i>I. ricinus</i> nőstények testméretei közötti arányosságok.....	27

MELLÉKLET

1. számú melléklet

A vizsgálat során megvizsgált kullancsok morfológiai mutatói

S Sz	Faj	N e m	Hely	Idő-pont	Utótest hossza	Utótest szélessége	Hátpajzs hossz	Hátpajzs szélesség	Tapogató hossz	Szájszerv hossz
1	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,44	2,48	1,39	1,55	0,61	0,49
2	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,43	2,51	1,35	1,60	0,53	0,46
3	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,09	2,11	1,38	1,38	0,49	0,42
4	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,24	2,32	1,30	1,52	0,47	0,42
5	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,17	2,33	1,36	1,49	0,50	0,33
6	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,89	2,77	3,89	2,77	0,42	0,28
7	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,34	2,50	1,34	1,59	0,51	0,47
8	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,20	2,52	1,36	1,54	0,45	0,36
9	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,36	2,52	1,35	1,50	0,58	0,49
10	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,02	2,46	1,40	1,59	0,49	0,43
11	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,35	2,54	1,39	1,59	0,41	0,36
12	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,46	2,59	3,46	2,59	0,43	0,44
13	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,47	2,57	1,50	1,68	0,52	0,49
14	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,51	2,52	1,31	1,58	0,48	0,32
15	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,62	2,72	3,62	2,72	0,43	0,36
16	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,39	2,34	3,39	2,34	0,38	0,30
17	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,42	2,60	1,50	1,58	0,49	0,41
18	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,11	2,32	3,11	2,32	0,38	0,36
19	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,36	2,38	1,43	1,64	0,50	0,33
20	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	2,99	2,15	2,99	2,15	0,36	0,34
21	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,19	2,43	1,35	1,54	0,52	0,42
22	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,58	2,66	3,58	2,66	0,46	0,41
23	I. ricinus	N	Tiszaújlak	2015	2,58	1,64	1,45	1,36	0,57	0,74

24	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	2,96	2,26	1,24	1,39	0,47	0,38
25	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,42	2,68	1,39	1,64	0,53	0,42
26	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,39	2,69	1,38	1,64	0,51	0,37
27	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,54	2,68	3,54	2,68	0,43	0,27
28	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,06	2,23	1,15	1,36	0,45	0,35
29	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,42	2,47	1,46	1,56	0,51	0,39
30	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,68	2,59	3,68	2,59	0,41	0,32
31	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,27	2,44	1,19	1,55	0,48	0,38
32	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,22	2,44	1,29	1,53	0,49	0,36
33	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,46	2,44	1,41	1,51	0,46	0,34
34	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,62	2,57	1,47	1,70	0,52	0,46
35	I. ricinus	N	Tiszaújlak	2015	2,52	1,78	1,39	1,25	0,74	0,60
36	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,21	2,27	1,32	1,43	0,49	0,36
37	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,49	2,44	3,49	2,44	0,38	0,36
38	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,48	2,50	3,48	2,50	0,40	0,34
39	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,50	2,81	1,31	1,57	0,51	0,41
40	I. ricinus	H	Tiszaújlak	2015	1,92	1,28	1,92	1,28	0,31	0,00
41	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,30	2,46	1,39	1,55	0,47	0,34
42	D. reticulatus	H	Tiszaújlak	2015	3,47	2,55	3,47	2,55	0,47	0,35
43	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,40	2,40	1,42	1,56	0,50	0,40
44	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,36	2,36	1,40	1,51	0,50	0,43
45	I. ricinus	N	Tiszaújlak	2015	2,24	1,45	1,32	1,21	0,67	0,53
46	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,46	2,55	1,50	1,61	0,60	0,49
47	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,45	2,46	1,41	1,51	0,60	0,47
48	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,77	2,73	1,45	1,69	0,51	0,41
49	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,07	2,32	1,23	1,45	0,55	0,45
50	D. reticulatus	N	Tiszaújlak	2015	3,36	2,55	1,41	1,60	0,47	0,41
51	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	2,97	2,20	1,19	1,42	0,45	0,33
52	D.	N	ND Tölt	2015	3,20	2,37	1,26	1,48	0,53	0,44

	reticulatus			-04-04							
53	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	3,34	2,54	1,42	1,65	0,57	0,45	
54	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,76	2,73	3,76	2,73	0,51	0,41	
55	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,10	2,24	3,10	2,24	0,42	0,36	
56	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,29	2,44	3,29	2,44	0,46	0,35	
57	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,16	2,37	3,16	2,37	0,43	0,33	
58	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,88	2,72	3,88	2,72	0,44	0,33	
59	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	3,17	2,30	1,22	1,44	0,52	0,45	
60	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	3,53	2,59	1,45	1,63	0,61	0,50	
61	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	3,63	2,57	1,44	1,55	0,54	0,45	
62	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	2,95	2,02	2,95	2,02	0,43	0,35	
63	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,51	2,56	3,51	2,56	0,50	0,42	
64	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,19	2,31	3,19	2,31	0,45	0,34	
65	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	3,39	2,44	1,42	1,62	0,55	0,46	
66	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,21	2,35	3,21	2,35	0,41	0,35	
67	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,69	2,80	3,69	2,80	0,45	0,33	
68	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,62	2,63	3,62	2,63	0,47	0,33	
69	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,27	2,34	3,27	2,34	0,41	0,30	
70	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015-04-04	3,76	2,56	1,47	1,64	0,52	0,44	
71	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015-04-04	3,34	2,38	3,34	2,38	0,46	0,41	

72	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,69	2,69	3,69	2,69	0,49	0,40
73	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	2,93	2,10	2,93	2,10	0,43	0,22
74	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015 -04- 04	3,33	2,34	1,27	1,45	0,51	0,42
75	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015 -04- 04	3,04	2,22	1,27	1,44	0,50	0,45
76	I. ricinus	N	ND Tölt	2015 -04- 04	2,50	1,75	1,44	1,37	0,71	0,57
77	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015 -04- 04	3,42	2,44	1,41	1,54	0,54	0,44
78	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015 -04- 04	3,23	2,29	1,35	1,48	0,50	0,42
79	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,50	2,48	3,50	2,48	0,43	0,35
80	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,39	2,41	3,39	2,41	0,43	0,37
81	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,37	2,40	3,37	2,40	0,51	0,38
82	D. reticulatus	N	ND Tölt	2015 -04- 04	3,30	2,47	1,42	1,54	0,51	0,45
83	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,93	2,90	3,93	2,90	0,51	0,42
84	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,82	2,75	3,82	2,75	0,50	0,40
85	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,55	2,63	3,55	2,63	0,46	0,41
86	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,18	2,24	3,18	2,24	0,42	0,34
87	D. reticulatus	H	ND Tölt	2015 -04- 04	3,77	2,74	3,77	2,74	0,48	0,39
88	I. ricinus	N	ND Makkos	2017 -03- 31	2,62	1,85	1,41	1,40	0,70	0,56
89	I. ricinus	N	ND Makkos	2017 -03- 31	2,37	1,63	1,43	1,24	0,72	0,59
90	I. ricinus	N	ND Makkos	2017 -03- 31	1,87	1,33	1,10	1,05	0,56	0,44
91	I. ricinus	N	ND Makkos	2017 -03-	2,60	1,72	1,46	1,35	0,73	0,58

				31						
92	I. ricinus	N	ND Makkos	2017-03-31	2,07	1,45	1,14	1,10	0,55	0,42
93	D. reticulatus	N	ND Makkos	2017-03-31	3,44	2,47	1,31	1,50	0,51	0,44
94	I. ricinus	N	ND Makkos	2017-03-31	2,28	1,55	1,41	1,21	0,75	0,60
95	D. reticulatus	N	ND Makkos	2017-03-31	2,50	1,90	0,96	1,23	0,44	0,31
96	I. ricinus	N	ND Makkos	2017-03-31	2,54	1,77	1,37	1,38	0,69	0,59
97	I. ricinus	N	ND Makkos	2017-03-31	2,12	1,54	1,26	1,21	0,62	0,51
98	I. ricinus	H	ND Makkos	2017-03-31	1,90	1,29	1,90	1,29	0,31	0,21
99	I. ricinus	H	ND Makkos	2017-03-31	1,93	1,39	1,93	1,39	0,38	0,23
100	D. reticulatus	H	ND Makkos	2017-03-31	3,27	2,35	3,27	2,35	0,44	0,37
101	I. ricinus	H	ND Makkos	2017-03-31	2,03	1,37	2,03	1,37	0,38	0,26
102	I. ricinus	H	ND Makkos	2017-03-31	1,89	1,29	1,89	1,29	0,34	0,22
103	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017-03-31	2,95	2,06	2,95	2,06	0,41	0,37
104	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017-03-31	3,56	2,59	1,49	1,64	0,45	0,40
105	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017-03-31	3,19	2,34	1,40	1,55	0,52	0,40
106	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017-03-31	3,25	2,43	1,38	1,51	0,54	0,41
107	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017-03-31	3,63	2,66	1,61	1,65	0,56	0,50
108	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017-03-31	3,12	2,26	3,12	2,26	0,40	0,31
109	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017-03-31	3,09	2,24	3,09	2,24	0,41	0,35
110	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017-03-31	3,65	2,55	3,65	2,55	0,51	0,40
111	D.	N	ND Szapat	2017	2,92	2,11	1,26	1,38	0,46	0,41

1	reticulatus			-03-31							
11 2	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	3,41	2,57	1,33	1,55	0,54	0,43	
11 3	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	3,43	2,53	1,53	1,53	0,50	0,39	
11 4	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	2,69	2,06	1,22	1,30	0,44	0,39	
11 5	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,02	2,33	3,02	2,33	0,46	0,41	
11 6	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,27	2,37	3,27	2,37	0,46	0,35	
11 7	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,38	2,44	3,38	2,44	0,47	0,36	
11 8	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,70	2,75	3,70	2,75	0,51	0,41	
11 9	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,13	2,26	3,13	2,26	0,42	0,31	
12 0	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,13	2,23	3,13	2,23	0,42	0,34	
12 1	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	3,85	2,78	1,56	1,79	0,57	0,51	
12 2	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	3,21	2,38	1,39	1,53	0,56	0,43	
12 3	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,69	2,64	3,69	2,64	0,45	0,34	
12 4	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	3,27	2,38	1,24	1,46	0,48	0,43	
12 5	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,77	2,63	3,77	2,63	0,51	0,42	
12 6	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03-31	3,31	2,23	1,28	1,47	0,46	0,42	
12 7	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	4,15	2,98	4,15	2,98	0,50	0,43	
12 8	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,55	2,60	3,55	2,60	0,47	0,42	
12 9	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,48	2,43	3,48	2,43	0,45	0,41	
13 0	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-31	3,51	2,53	3,51	2,53	0,45	0,40	

13 1	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,51	2,55	1,45	1,61	0,55	0,45
13 2	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,68	2,56	1,43	1,62	0,51	0,46
13 3	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,50	2,50	3,50	2,50	0,47	0,40
13 4	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,48	2,48	3,48	2,48	0,43	0,35
13 5	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	2,80	1,99	2,80	1,99	0,30	0,19
13 6	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,46	2,60	1,49	1,57	0,52	0,45
13 7	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,41	2,44	3,41	2,44	0,36	0,26
13 8	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,44	2,38	1,34	1,53	0,51	0,40
13 9	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,63	2,59	1,47	1,63	0,52	0,41
14 0	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,03	2,12	3,03	2,12	0,35	0,26
14 1	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,48	2,52	1,32	1,47	0,47	0,36
14 2	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,79	2,74	3,79	2,74	0,46	0,36
14 3	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,53	2,60	1,37	1,59	0,48	0,35
14 4	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,18	2,37	1,30	1,42	0,47	0,40
14 5	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,35	2,43	1,37	1,54	0,59	0,42
14 6	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,83	2,86	3,83	2,86	0,46	0,42
14 7	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,48	2,44	3,48	2,44	0,44	0,34
14 8	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,53	2,53	1,42	1,60	0,52	0,49
14 9	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,44	2,55	1,38	1,53	0,52	0,43
15 0	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03-	3,22	2,28	3,22	2,28	0,45	0,33

				31						
15 1	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,15	2,28	1,31	1,49	0,52	0,40
15 2	D. reticulatus	H	ND Szapat	2017 -03- 31	3,07	2,23	3,07	2,23	0,40	0,30
15 3	D. reticulatus	N	ND Szapat	2017 -03- 31	3,18	2,37	1,34	1,48	0,49	0,42
15 4	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,57	2,65	1,37	1,66	0,52	0,45
15 5	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016 -05- 01	3,51	2,56	3,51	2,56	0,42	0,32
15 6	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,42	2,50	1,40	1,62	0,49	0,37
15 7	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,72	2,60	1,44	1,60	0,53	0,42
15 8	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,53	2,41	1,49	1,54	0,52	0,40
15 9	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,28	2,39	1,34	1,50	0,47	0,39
16 0	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016 -05- 01	3,82	2,63	3,82	2,63	0,50	0,43
16 1	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,54	2,68	1,39	1,66	0,51	0,43
16 2	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,71	2,60	1,49	1,62	0,55	0,47
16 3	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016 -05- 01	3,91	2,90	3,91	2,90	0,48	0,39
16 4	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,64	2,64	1,38	1,65	0,46	0,36
16 5	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016 -05- 01	3,83	2,80	3,83	2,80	0,50	0,42
16 6	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,29	2,49	1,20	1,51	0,44	0,36
16 7	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016 -05- 01	3,88	2,79	3,88	2,79	0,49	0,44
16 8	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016 -05- 01	3,07	2,25	1,29	1,54	0,52	0,47
16 9	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016 -05- 01	3,61	2,64	3,61	2,64	0,55	0,45
17	D.	N	ND Szapat	2016	3,25	2,42	1,18	1,52	0,49	0,42

0	reticulatus			-05-01						
171	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	4,01	2,80	4,01	2,80	0,53	0,42
172	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,26	2,32	1,41	1,54	0,45	0,38
173	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	3,78	2,87	3,78	2,87	0,51	0,43
174	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	3,80	2,80	3,80	2,80	0,48	0,37
175	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	3,91	2,88	3,91	2,88	0,53	0,45
176	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	3,83	2,79	3,83	2,79	0,49	0,43
177	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,44	2,35	1,47	1,51	0,55	0,44
178	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,57	2,50	1,47	1,58	0,52	0,44
179	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,64	2,63	1,48	1,56	0,51	0,40
180	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,49	2,52	1,42	1,57	0,53	0,45
181	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,34	2,30	1,43	1,49	0,50	0,43
182	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	3,23	2,47	3,23	2,47	0,44	0,32
183	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	4,03	2,93	4,03	2,93	0,54	0,45
184	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,48	2,48	1,42	1,60	0,53	0,30
185	D. reticulatus	H	ND Szapat	2016-05-01	4,19	3,13	4,19	3,13	0,46	0,33
186	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,60	2,60	1,36	1,57	0,51	0,34
187	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,16	2,38	1,19	1,46	0,49	0,37
188	D. reticulatus	N	ND Szapat	2016-05-01	3,75	2,68	1,51	1,65	0,52	0,44
189	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,40	2,36	1,37	1,44	0,56	0,46

190	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,30	2,45	1,42	1,52	0,60	0,53
191	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,37	2,52	1,32	1,62	0,52	0,48
192	D. reticulatus	H	ND Kismakkos	2014-05-05	4,24	3,13	4,24	3,13	0,56	0,48
193	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,45	2,37	1,42	1,45	0,49	0,40
194	D. reticulatus	H	ND Kismakkos	2014-05-05	4,09	2,93	4,09	2,93	0,53	0,42
195	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,62	2,41	1,59	1,59	0,53	0,43
196	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,48	2,50	1,23	1,60	0,50	0,42
197	I. ricinus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	2,56	1,76	1,41	1,32	0,62	0,44
198	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,78	2,80	1,50	1,74	0,56	0,50
199	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,61	2,57	1,45	1,62	0,54	0,50
200	D. reticulatus	H	ND Kismakkos	2014-05-05	3,50	2,54	3,50	2,54	0,51	0,39
201	D. reticulatus	H	ND Kismakkos	2014-05-05	3,67	2,62	3,67	2,62	0,43	0,34
202	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,18	2,29	1,29	1,42	0,54	0,50
203	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,76	2,67	1,55	1,67	0,55	0,46
204	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	2,80	1,90	1,13	1,28	0,45	0,41
205	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,51	2,62	1,21	1,64	0,56	0,51
206	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,33	2,40	1,46	1,51	0,50	0,44
207	D. reticulatus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	3,13	2,35	1,20	1,47	0,54	0,46
208	I. ricinus	N	ND Kismakkos	2014-05-05	2,30	1,59	1,35	1,29	0,65	0,58
209	I. ricinus	N	ND Kismakkos	2014-05-	2,30	1,61	1,34	1,29	0,70	0,60

				05						
21 0	l. ricinus	H	ND Kismakkos	2014 -05- 05	1,95	1,34	1,95	1,34	0,36	0,24

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, Hadnagy Istvánnak, Földvári Gábornak, Lakos Andrásnak és Pólin Irénnek a kutatásaimhoz nyújtott elengedhetetlen szakmai segítségért.

Köszönöm szüleimnek, hogy munkám és tanulmányaim során minden lehetséges eszközükkel támogattak.

Köszönöm barátnőmnek, Kepics Andreának, hogy mind szakmai, mind lelki szempontból társam volt a munkám során.

Köszönettel tartozom Szanyi Szabolcsnak és Katona Krisztiánnak, hogy kreatív ötletekkel láttak el a kutatás során.

Hálával tartozom barátaimnak, hogy segítettek a mintavételezésekben, és kitartásra ösztönöztek.

Köszönöm szobatársamnak, Szanyi Km Gábornak, hogy türelemmel viseltetett felém, és elfogadta, hogy időnként élő kullancsokkal kellett megosztania a szobáját.

A munkámat a Kárpát-medencei Tehetségkutató Alapítvány támogatja.

NYILATKOZAT

Alulírott, Molnár Attila biológia szakos hallgató, kijelentem, hogy a diplomamunkámat a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskolán, a Biológia és Kémia Tanszéken készítettem, biológia diploma megszerzése végett.

Kijelentem, hogy a dolgozatomat más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye, és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök, stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy a dolgozatomat a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola könyvtárában a kölcsönözhető könyvek között helyezik el.

Beregszász, 2017. május 20.

.....