

**Culicoides species:  
lesser-known vectors of  
emerging diseases**

Review and results of the  
national monitoring  
programme

Széll Zoltán  
Bodrogi Berta  
Sréter Tamás\*

Z. Széll  
B. Bodrogi  
T. Sréter\*

NÉBIH Állat-egészségügyi  
Diagnosztikai Igazgatóság, Nemzeti  
Parazitológiai Referencia  
Laboratórium, Parazitológiai, Hal-  
és Méhbetegségek Laboratóriuma  
H-1143 Budapest, Tábornok u. 2.

\* e-mail: [SreterT@nebih.gov.hu](mailto:SreterT@nebih.gov.hu)

# PARAZITOLÓGIA

## Culicoides-fajok: növekvő jelentőségű betegségek kevésbé ismert vektorai

### Irodalmi összefoglaló és a hazai felmérő vizsgálat tapasztalatai

#### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők saját eredményeik és az irodalmi adatok alapján összefoglalják a hazai törpeszúnyog felmérő vizsgálat eredményeit és a törpeszúnyogokkal kapcsolatos ismereteket. A vizsgálat időtartama alatt (2008–2012, 2014–2015) összesen 82 gyűjtési helyről származó 669 csapdatartalmat vizsgáltak, amelyekben 85 673 *Culicoides* egyedet azonosítottak. A vizsgálatok eredményei alapján a kéknyelv betegség legjelentősebb dél-európai vektora, a *Culicoides imicola* hazánkban nem fordul elő. Magyarországon a *Culicoides pulicaris* complex, a kéknyelv betegség vírus egyik vektorcsoportja, van jelen a legnagyobb hányadban (63,5%), azonban a *C. pulicaris* sensu stricto aránya a fajkomplexen belül elhanyagolhatónak tűnik (< 0,2%). A kórokozó másik vektorcsoportja, a *Culicoides obsoletus* complex az összes törpeszúnyog 11,7%-át tette ki. A *Culicoides nubeculosus* complex az összes egyed 12,3%-át, míg a más *Culicoides*-fajok (*Culicoides pictipennis*, *Culicoides festivipennis*, *Culicoides fascipennis*, *Culicoides salinarius/circumscriptus* és *Culicoides parroti*) az összes egyed 12,5%-át adták. A vizsgált időszak összesített adatai alapján hazánkban az első törpeszúnyogok áprilisban jelennek meg, májusban az egyedszámuk jelentősen emelkedik. Ezt követően a törpeszúnyogok aktivitása mérséklődik, majd augusztusban figyelhető meg egy újabb, de a májusinál kisebb aktivitási csúcs. Szeptembertől aktivitásuk jelentősen visszaesik, majd decemberben megszűnik.

#### SUMMARY

Although some early and small-scale studies on the midge fauna were carried out in Hungary in the 1930s, the interpretation of these data is difficult. Therefore, a monitoring programme was initiated after the first bluetongue outbreaks in Hungary. During this programme (2008–2012, 2014–2015) 669 trap contents were collected from 82 collection sites. Altogether 85,673 biting midges were identified at species or species complex level. *Culicoides imicola* was not detected in Hungary. The majority of midges (63.5%) belonged to the *Culicoides pulicaris* complex. However, the proportion of *C. pulicaris* sensu stricto was negligible (< 0.2%), and the majority of midges (99.7%) belonged to two species (*Culicoides newsteadii* and *Culicoides punctatus*) within *C. pulicaris* complex. *Culicoides obsoletus* complex, *Culicoides nubeculosus* complex and other *Culicoides* spp. (*Culicoides pictipennis*, *Culicoides festivipennis*, *Culicoides fascipennis*, *Culicoides salinarius/circumscriptus* and *Culicoides parroti*) represented 11.7%, 12.3% and 12.5% of the total number of midges, respectively. The first midges could be captured in April, and the first peak of activity could be observed in May. From June, the activity decreased until August when the second peak of activity could be seen. The activity decreased from September, and the vector-free period started in December. Current knowledge on *Culicoides* spp. is also summarized.

Az 1–3 mm hosszú *Culicoides*-fajok (Diptera: Ceratopogonidae) a legapróbb (1. ábra), ugyanakkor a legnagyobb tömegben előforduló vérszívó rovarok közé tartoznak (5, 19). A trópusoktól a sarkvidékekig, a tengerszinttől a tengerszint fölötti 4000 méteres magasságig előforduló élősködők (7, 19). Világszerte több mint 1300 fajuk ismert, amelyekből Európában mintegy 120 előfordulása bizonyított (5, 7, 19).

**A *Culicoides* fajok a legapróbb, ugyanakkor a legnagyobb tömegben előforduló vérszívó rovarok közé tartoznak**

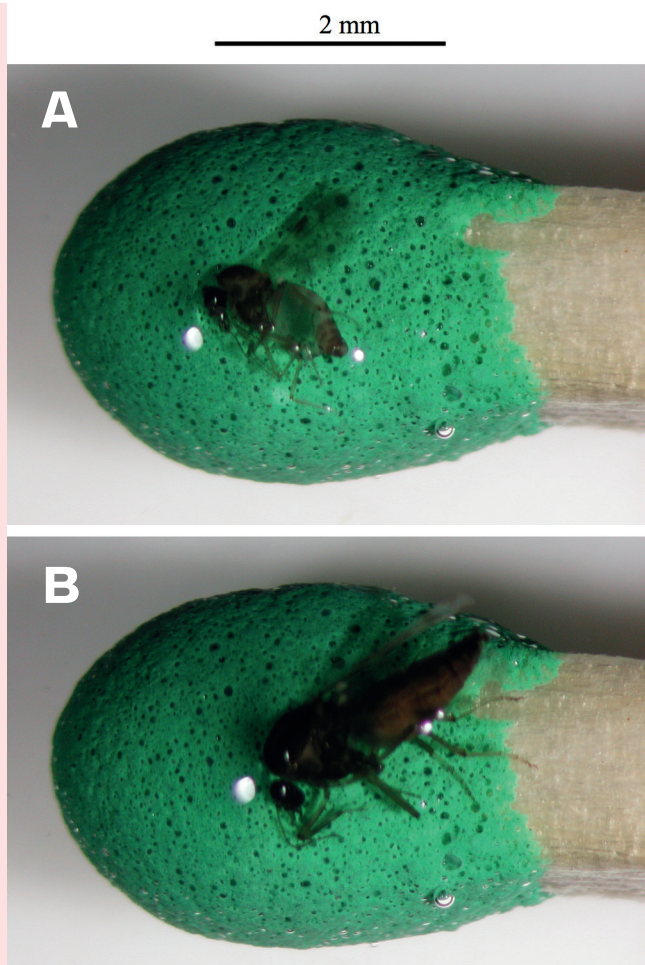
A *Culicoides*-fajok nagy hányada obligát vérszívó, fejlődésüket és vérszívó táplálkozásukat elsőként DERHAM foglalta össze 1731-ben (19). Már a balti borostyánba zárt fosszilis törpeszúnyog-fajok is szűrő-szívó szájszervvel rendelkeztek, ami arra utal, hogy a nemzetség legalább 90 millió éve vérszívásra adaptálódott (7). Más vektorfajokhoz képest a törpeszúnyogokkal kapcsolatos kutatások jelen-

tős lemaradásban vannak. Ennek hátterében az állhat, hogy kisméretűek, laboratóriumi körülmények között nehezen tarthatóak, nem vektorai jelentős emberi betegségeknek, továbbá a *Culicoides* terjesztette, nagy gazdasági kárt okozó állatbetegségek a közelmúltig nem fordultak elő a fejlett országokban (5, 22).

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Állategészségügyi Diagnosztikai Igazgatóságának (NÉBIH ÁDI) Parazitológiai Laboratóriumát a szakhatóság 2006-ban nevezte ki az Európai Unió Parazitológiai Referencia Laboratórium Hálózata részét képező Nemzeti Parazitológiai Referencia Laboratóriumnak. Feladatai közé tartozik a *Culicoides*-fajokkal kapcsolatos felmérő vizsgálatok végzése a Bizottság 1266/2007/EK rendeletének megfelelően. A hazai *Culicoides*-faunáról az utolsó részletes adatok az 1930-as évekből származnak (33). Ezek a vizsgálatok azonban nem tértek ki a törpeszúnyogok szezonálisára és elterjedtségére, továbbá a *Culicoides* rendszertana és nevezéktana napjainkra jelentősen megváltozott, így az akkori adatok ma már nehezen értelmezhetők. Az azóta eltelt nyolcvan évben publikált adat nem áll rendelkezésre ennek az állat- és közegészségügyi szempontból is jelentős rovarcsoportnak a hazai előfordulásáról. Közleményünk célja ezért a törpeszúnyogokkal kapcsolatos ismeretek összefoglalása, valamint a hazai előfordulásukkal kapcsolatos információk ismertetése az elmúlt időszak felmérő vizsgálata alapján.

## A TÖRPESZÚNYOGOK RENDSZERTANA

A törpeszúnyogok rendszertana komplex, számos megválaszolatlan kérdése van és a mai napig nem született összefoglaló monográfia a törpeszúnyog fajokról (7, 18). A *Culicoides*-faunával kapcsolatban különböző nyelveken és különböző stílusban megjelent közlemények csak a fajok egy hányadát rendszerezték (18). Számos eredeti fajleírás típuspéldánya már nem áll rendelkezésre. A nemzetség 31 további alnemzetségre, azokon belül pedig fajcsoportokra vagy fajkomplexekre tagolódik (11).



**1. ÁBRA.** A *Culicoides obsoleteus complex* (A) – a legkisebb hazai törpeszúnyogok egyike – és a *Culicoides nubeculosus complex* (B) – a legnagyobb hazai törpeszúnyogok egyike – gyufafejhez viszonyított mérete

**FIGURE 1.** Relative length of *Culicoides obsoleteus complex* (A) (one of the smallest of biting midges in Hungary) and *Culicoides nubeculosus complex* (B) (one of the biggest of biting midges in Hungary)

**A törpeszúnyogok összetett rendszertanával kapcsolatban a mai napig számos kérdés megválaszolatlan**

A fajkomplexeken belül a fajok meghatározása morfológiájuk alapján nehéz feladat, a petefészek szerkezetének, a hímivarszervek és a szájnílás morfológiájának, a kutikuláris szőrök végtagokon elfoglalt pozíciójának stb. részletes fénymikroszkópos vizsgálatával lehetséges. Megbízható eredmény a klasszikus morfológiai és a modern molekuláris módszerek kombinációjától várható (7, 11). A fajok, fajkomplexek pontos meghatározásának nem csak rendszertani szempontból van jelentősége. Közel rokon, nehezen differenciálható fajok esetében is lehetnek jelentős különbségek a biológiájukban és az ökológiájukban, ami befolyásolhatja vektorkompetenciájukat és a különböző kórokozók járványtanában betöltött szerepüket (11).

## A TÖRPESZÚNYOGOK FEJLŐDÉSMENETE

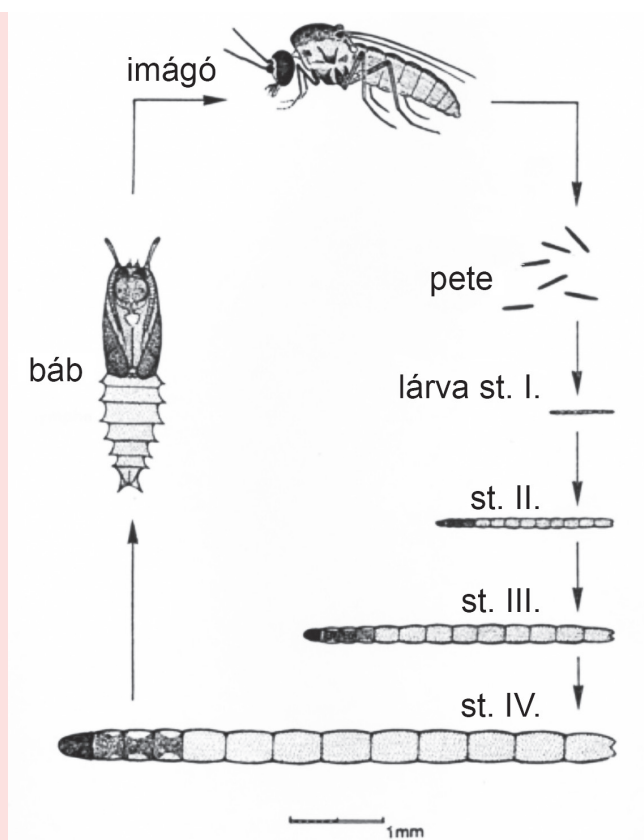
Egyedfejlődésük teljes átalakulással zajlik. A nőstény egyedek peterakásához fehérjében gazdag táplálék, rendszerint vérszívás szükséges. Fajtól függően, egy peteürítés alkalmával 30–450, rendszerint petecsomóban ürülő, kb. 0,5 mm hosszú, banán vagy orsó alakú, sötétbarna vagy fekete színű petét raknak (7) (2. ábra). A petékből a lárvák 25 °C-on 4–5 nap alatt kikelnek, de alacsony hőmérsékleten ez hónapokig is elhúzódhat (7). Csak a peték kis hányada képes áttelelni.

A törpeszúnyogok lárvái hajszálszerűek, kb. 1–5 mm hosszúak, kígyózó mozgásúak és jellegzetes fejtokkal rendelkeznek (7) (vö. 2. ábra). Félfolyékony közegben

a felszín közelében, koncentráltan fordulnak elő (9, 22). A fejtok alakját nagyban befolyásolja a lárvák táplálékforrása (algák, baktériumok, fonálférges, gombák stb.) (7). Négy lárvastádium, azaz három vedlést követően, megfelelő hőmérséklet és tápanyag esetén 2–4 hét, de maximum 6 hónap után bábozódnak be. A hőmérséklet és a napi fény mennyiség csökkenésének (< 8 óra) hatására nyugvó stádiumba (diapauza) kerülnek (7). A nyugvó állapotú 4. stádiumú lárvák a törpeszúnyogok fő áttelelési formái. A lárvák fejlődéséhez nagy nedvességtartalom szükséges, mert a tenyészhely kiszáradása a pusztulásukat okozza (7).

A bábok 1–3 mm hosszúságúak, sárgásfehér vagy barnásfehér színűek (vö. 2. ábra). Rendszerint szabadon úsznak a folyadék felszínén, vagy a szárazabb területeken találhatóak. Az imágók 2–5 (max. 28) nap alatt kelnek ki belőlük (7). A bábok nem teletnek át.

A törpeszúnyogok imágói 1–3 mm hosszú, szürkésbarna rovarok (vö. 2. ábra), potrohukon a két szárny ollószerűen zárul. A hím egyedek jellegzetes morfológiai bélyegei a tollazott csáp és a szívó szájszerv, amellyel virágnektárt szívogatnak. A nőstények csápjája nem tollazott, szűrő-szívó szájszervük van, amellyel rendszerint vért, alkalmanként nektárt szívnak. A nőivarú egyedek életkoruk alapján három korcsoportba sorolhatóak: a fiatal, vért még nem szívott, petét még nem rakott egyedek; az idősebb, már petét rakott egyedek; az idősebb, gravid egyedek (7). A nőstény culicoidesek optimális hőmérséklet esetén naponta többször, akár 3–5 alkalommal szívnak vért. Alacsony hőmérsékleten lassul az imágók emésztése, így ritkul a vérszívá-



**2. ÁBRA.** A törpeszúnyogok fejlődésmenete

**FIGURE 2.** Life cycle of biting midges

**A nőtény *culicoides*ek optimális hőmérséklet esetén naponta többször, akár 3–5 alkalommal szívnak vért**

**A fagy már 10–20 nap alatt elpusztítja őket**

sok száma is. A törpeszúnyogok 5 °C alatt nem repülnek, és nem táplálkoznak. A fagyra nagyon érzékenyek, az már 10–20 nap alatt elpusztítja őket (21). Az utóbbi időben azonban Európa mérsékelt égövi részének számos pontján gyűjtöttek kisszámú aktív törpeszúnyogot, többek között a *Culicoides obsoletus* complexbe tartozó példányokat is a téli időszakban (12, 17, 19, 25). Ezek az egyedek nagyrészt vért még nem szívott nőtények, csak kis hányaduk (< 5%) a már legalább egyszer vért szívott példány (7).

A kéknyelv-betegség vektoraként járványtani jelentőségük a korábban már legalább egy alkalommal vért szívott egyedeknek van, amelyek aránya augusztus végén, szeptember elején a legnagyobb. Élettartamuk 2–5 hét, szélsőséges esetben 13 hét. Az imágók alkonyatkor párzanak. A peterakás több alkalommal, a vérszívást követően történik. Az egy évben elért generációk számát (voltinizmus) nagyban befolyásolja az éghajlat, elsősorban a hőmérséklet (7). A kéknyelv-betegség vírusa transzovariálisan nem kerül át a következő törpeszúnyog nemzedékbe.

## A TÖRPESZÚNYOGOK JELENTŐSÉGE

Fájdalmas csípésükkel nyugtalanítják az állatokat, és vért szívnak. A csípés következtében heveny allergiás bőrgyulladást, ún. nyári dermatitis okoznak (4, 19). A nagy tömegben előforduló, embereket zaklató törpeszúnyogok hatással lehetnek a turizmusra és az erdőgazdálkodásra is (4, 5). Legjelentősebb kártételük azonban az állat-egészségügyi szempontból növekvő jelentőségű arbovírusok terjesztésében betöltött vektorszerepük (19). Vektorai három, arbovírus okozta OIE-listás betegségnek, a kérődzők kéknyelv-betegségének (bluetongue disease), az afrikai lópestisnek (african horse sickness) és a szarvasok járványos vérzéses betegségének (epizootic haemorrhagic disease of deer), valamint jelentős szerepük van a 2011-ben ismertté vált, Schmallenberg-vírus okozta betegség járványtanában is (5). Vektorai még több egysejtűnek (*Haemoproteus*- és *Leucocytozoon*-fajok, *Hepatozoon kochi*) és filarioid fonálféregnek (*Onchocerca*- és *Mansonella*-fajok) is.

Mindezidáig a *Culicoides*-fajok kevesebb, mint 5%-ánál sikerült bizonyítani azt, hogy alkalmas vektora a kéknyelv-betegség vírusának (32). A potenciális vektorfajoknak ezen túl részben vagy egészében kérődzőkön kell vért szívniuk és nagyméretű populációt kell alkotniuk ahhoz, hogy jelentős szerepük legyen a betegség járványtanában (32). A kéknyelv-betegség a 20. század végéig egy egzotikus betegség volt Európában (25). 1998-tól – részben az európai éghajlat változásának köszönhetően – a legjelentősebb afrikai és ázsiai vektorának, a *Culicoides imicolának* megjelenését (18), majd ezzel párhuzamosan a betegséget okozó vírus hat szerotípusának gyors terjedését állapították meg kontinensünk mediterrán részén (1, 4, 21). Egyes vizsgálatok eredményei alapján már az 1980-as években feltételezték, hogy más, Európa mérsékelt övi éghajlatához alkalmazkodott törpeszúnyogfajok is alkalmas vektorai lehetnek a kórokozónak (32). A kéknyelv-betegség északi irányú terjedése Európa azon régióiban, ahol a *C. imicola* nem fordul elő, alátámasztotta ezt. Elsőként 2006-ban, Hollandiában állapították meg a vírus BTV-8 szerotípusának megjelenését, majd számos nyugat-európai államban számoltak be járványokról (4, 17, 25, 32). Hazánkban elsőként Borsod-Abaúj-Zemplén megyébe, 2008 nyarán importált szarvasmarhákkal hurcolták be a kórokozót (BTV-8 szerotípus) (14). Szigorú állat-egészségügyi intézkedésekkel ekkor még sikerült megakadályozni egy országos járvány kialakulását (10). 2014 őszén, röviddel egy, a Balkán-félszigeten végigsöprő nagy kéknyelv-betegség-járványt követően azonban hazánk több déli és keleti megyéjében mutatták ki a kórokozó

**A törpeszúnyogok vektorai a kérődzők kéknyelv-betegségének, az afrikai lópestisnek, a szarvasok járványos vérzéses betegségének, valamint a Schmallenberg-vírus okozta betegségnek**

**Hazánkban elsőként Borsod-Abaúj-Zemplén megyébe, 2008 nyarán importált szarvasmarhákkal hurcolták be a kéknyelv-betegséget**

BTV-4 szerotípusát (13), majd 2015 őszén újabb kéknyelv-betegség járvány ütötte fel a fejét hazánkban.

A törpeszúnyogoknak a kéknyelv-betegség vírusának átvitelében betöltött szerepe az alábbiakban foglalható össze. A nem fertőzött imágó vért szív a viraemiás gazdán, és felveszi a kórokozót (21). A vektorok fertőződési aránya rendszerint kicsi (1–2%), a fertőzött vektorok aránya pedig kevesebb, mint 0,1%. A vírus-replikáció 15 °C-nál magasabb hőmérsékleten indul be a középbél sejtjeiben. A kórokozó a hasüregbe, majd a haemolympha közvetítésével a nyálmirigybe kerül (32). A vírus itt is replikálódik, és a nyálmirigy gyűjtőcsöveibe jut. A vektorokban az inkubációs periódus a hőmérséklettől függően 4–20 nap alatt zajlik le (21). A fertőzött imágó vérszívás közben fertőzi a fogékony gazdát, amelyek fertőződési aránya nagy. A fertőzött gazdában 2–4 nap alatt alakul ki a viraemia, ezt követően fertőzhet vektorokat (21). A gazda fertőzöttsége csak átmeneti, de a fertőzött vektor a teljes élettartama alatt fertőzött marad. A teljes ciklus legkorábban 1–3 hét alatt zajlik le.

**A fertőzött imágó vérszívás közben fertőzi a fogékony gazdát, amelyek fertőződési aránya nagy**

## A TÖRPESZÚNYOGOK GYŰJTÉSE

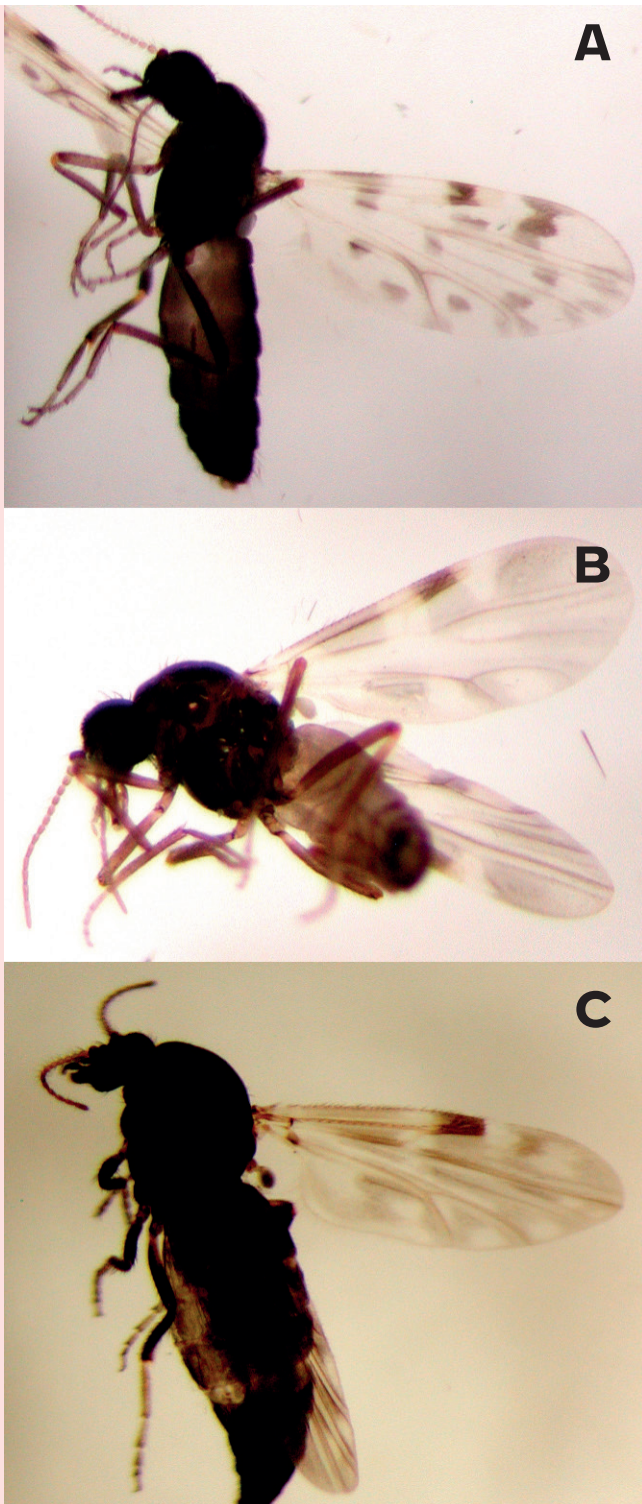
A törpeszúnyogok gyűjtése történhet gyűjtőautóval, gyűjtősátorral, csalis (pl. szén-dioxidos) csapdával, állatokról finom hálóval, de a leghatékonyabb módszer a feketefényes beszippantó csapda alkalmazása (3).

**A törpeszúnyogok gyűjtésére a leghatékonyabb módszer a feketefényes beszippantó csapda alkalmazása**

A csapda típusa, a csapda elhelyezése, a csapdázás módja és gyakorisága szempontjából az alábbiakat kell figyelembe venni. Monitoringvizsgálatokhoz a CDC (az USA Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központja) miniatűr feketefényes csapdája és az Onderstepoort Állatorvosi Intézet (Dél-Afrika) csapdája az elfogadott. A csapdát nagyobb létszámú, nem istállózott kérődző- vagy lóállomány (> 10 egyed) közelébe kell kihelyezni úgy, hogy tenyészhely (vízállásos vagy saras-iszapos terület, trágya, erdő stb.) legyen az állomány közelében. Adatfelvételi lapot kell használni, amelyen a csapdázás pontos helyét (GPS-koordináták), a minimum- és maximum-hőmérsékletet, a szélsőbességet és a csapadékot fel kell jegyezni. A csapdát 1,5–2 m magasan, az állatokhoz legközelebb, de nem zárt térben kell elhelyezni. A csapdát és a hőmérőt napnyugta előtt egy órával üzembe kell helyezni és teljes napkelte után ki kell kapcsolni. A csapda tartalmát 70%-os etanolt tartalmazó, jól záródó mintagyűjtő edénybe kell helyezni (faj- vagy fajkomplex-meghatározás és PCR), vagy folyékony nitrogénben kell tárolni (vírusizolálás). A mintagyűjtő edényen fel kell tüntetni a csapdázás napját, idejét és helyét. A csapda tartalmát direkt napsütésnek nem szabad kitenni, és hűvös helyen kell tárolni. Vektormentes és aktivitási időszakban havonta egyszer, míg a vektormentes időszak becsült kezdete és vége előtt (március–április, ill. november–december) hetente egyszer kell csapdázni.

## A CSAPDÁZOTT TÖRPESZÚNYOGOK MEGHATÁROZÁSA

A morfológiai jegyekre alapozott fajmeghatározás esetén a fejet, a szárnyakat, a tort a lábakkal és a potrohot kanadabalzsamba ágyazzák, és vizsgálják a szárny szerkezetet és a mintázatot, a nőstény csápján a gödörszőröket és a csáp arányait, a tapogatón található érzékelőszerveket és a tapogató 3. ízének alakját, a spermartatók számát és alakját, valamint a hím ivarszerveinek alakját. A pontos fajmeghatározásra képes szakemberekből Európában komoly hiány van (4, 7). PCR-alapú fajazonosításra a mitokondriális citokróm C oxidáz I gén alapú multiplex PCR alkalmas. Az utóbbit azonban a csapdatartalommal, majd a gyűjtőedényekben keveredő többféle fajról leváló sejtekkel való kontaminációja az egyedeknek jelentősen nehezíti.



**3. ÁBRA.** A. *Culicoides pulicaris complex* imágó B. *Culicoides obsoletus complex* imágó C. *Culicoides nubeculosus complex* imágó

**FIGURE 3.** A. *Culicoides pulicaris complex* adult B. *Culicoides obsoletus complex* adult C. *Culicoides nubeculosus complex* adult

Alkoholban fixált, nem beágyazott egyedeken fajkomplex szintű határozás végezhető el egyszerűsített határozókulcsokkal a szárnyvénák és a szárnymintázat alapján. Apró méretük és a csekély morfológiai eltérések miatt azonban fajkomplex szintű határozásuk sem egyszerű feladat. Európa mérsékelt égövi régiójában az alábbi fajkomplexek a leggyakoribbak.

A *Culicoides pulicaris* complexen (3. ábra) belül a leggyakoribb fajok a *Culicoides pulicaris sensu stricto* (s.s.), a *Culicoides punctatus* és a *Culicoides newsteadii*. A *C. pulicaris* s.s. és a *C. punctatus* egész Európában elterjedt, különösen állattartó telepeken gyakori fajok. A *C. pulicaris* s.s. emberen is gyakran vért szívó faj, és vektora a kéknyelv-betegségnek, valamint az afrikai lópestisnek (7).

A *Culicoides obsoletus* complexbe (vö. 3. ábra) tartozó fajok a *Culicoides obsoletus* s. s., a *Culicoides scoticus*, a *Culicoides dewulfi* és a *Culicoides chiopterus* (3). Egész Európában elterjedt, gyakori fajok. A *C. obsoletus* s.s. emberen is gyakran vért szívó faj, és vektora a kéknyelv-betegségnek, valamint az afrikai lópestisnek (7).

A *Culicoides nubeculosus* complexbe (vö. 3. ábra) tartozó fajok a *C. nubeculosus* s.s., a *C. puncticollis* és a *C. riethi*. A *C. nubeculosus* s.s. és a *C. puncticollis* egész Európában elterjedt, állattartó telepeken gyakori fajok. A *C. nubeculosus* s.s. emberen is gyakran vért szívó fajként ismert hazánkban. Vektora az *Onchocerca cervicalis* és az *Onchocerca gutturosa* fonálférgeknek, a kéknyelv-betegségben betöltött járványtani szerepe nem egyértelmű (7).

### A TÖRPESZÚNYOGOK TÁPLÁLKOZÁSI VISELKEDÉSE

A nőstény törpeszúnyogok számos vadonélő és háziállat-fajon szívnak vért. Ha van rá lehetőségük, akkor nagyobb állatcsoportot (gulya, nyáj) keresnek fel táplálkozás céljából és nem egyedileg tartott állatokat (7). Táplálkozási aktivitásukat számos tényező befolyásolja. A legnagyobb aktivitás a szürkületi órákban, napnyugtakor és napkeltekor figyelhető meg (fényintenzitás) (21). A nagy páratartalom kedvez a táplálkozásuknak, magas hőmérséklet mellett a szárazság elpusztítja őket. Aktivitásuk szempontjából a 11–28 °C az optimális hőmérséklet, míg 5 °C alatti hőmérsékleten megszűnik az aktivitásuk. Minél kisebb a légmozgás, annál nagyobb az aktivitásuk, a 2 m/s fölötti szélességnél már csökken a táplálkozásuk. Az intenzív esőzés csökkenti, de a csöndes, szitáló eső nem befolyásolja az aktivitásukat (19). A törpeszúnyogok szarvasmarhán az állat talajhoz közelebbi testtájain (hasalj, lábak), míg juhon a gyapjúmentes területeken (fej, fülek, lábak) szívnak vért.

## A TÖRPESZÚNYOGOK TENYÉSZHELYEI

A törpeszúnyog-lárvák fejlődéséhez és túléléséhez nedves, félfolyékony tenyészhely szükséges (7). Ennek a feltételnek számos élőhely megfelel, de Európában az alábbi három tenyészhely a leggyakoribb.

*Nedves talaj, iszap.* A culicoidesek leggyakoribb tenyészhelyei a vízzel övezett sáros területek. A *C. pulicaris* s.s. jellemző tenyészhelyei a mocsaras, tocsogós területek, ahol a vízszint a talajszint felett van és a terület növényekkel benőtt (7, 9). A *C. imicola* tenyészhelyei nedves, tápanyagban gazdag, napsütötte, de nem vízzel fedett agyagos területek. A *C. scoticus* tenyészhelyei mocsaras területek (7).

*Lebomló szerves anyagok.* A *C. obsoletus* s.s. lárvái változatos tenyészhelyeken fordulnak elő: nedves, bomló avar, régi trágyadombok, szórt fénynek kitett trágyás szalma, komposzt és szilázs maradék (3, 9). A faj lárvái ezért jól alkalmazkodnak a különböző élőhelyekhez, így Európa urbanizált területein is előfordulnak (7). A *C. nubeculosus* s.s. kedvelt tenyészhelye a trágyával szennyezett sár (7).

*Friss trágya.* A *C. dewulfi* tenyészhelye a ló- és szarvasmarhatrágya, míg a *C. chiopterus* tenyészhelye a szarvasmarhatrágya (3). A trágyában szaporodó fajok lárvái lassú mozgásúak, a bábok nem a félfolyékony közeg felszínén úsznak, ami a tenyészhelyhez való alkalmazkodásra utal (7).

## A TÖRPESZÚNYOGOK TÉR- ÉS IDŐBELI ELOSZLÁSA

Nagyobb állatállományok körül 0,1–2 km-es körzetben törpeszúnyog-gócok alakulnak ki. Tenyészhelyek (trágyadomb, trágyával szennyezett sáros területek) kialakításával az emberi tevékenység is befolyásolhatja az eloszlásukat. A kikelt imágók a tenyészhelytől rendszerint csak néhány száz méterre, de legfeljebb 1–2 km távolságra repülnek. Erős szél esetén a culicoidesek nem aktívak, de a gyengébb (< 8 km/h) légmozgás nagyobb távolságra is elsodorhatja őket, szárazföldön 40–50 (extrém esetben akár 80), míg nagy összefüggő vízfelület felett 200 (extrém esetben akár 700) km-re akár egy éjszaka alatt (4, 18, 19, 21, 32). Ez, valamint a kontinensek közötti felgyorsult közlekedés lehetősége (fertőzött állatok exportja) a culicoidesek terjesztette egzotikus arbovírusok rendkívül gyors terjedését és megtelepedését okozhatja olyan élőhelyeken, ahol alkalmas klimatikus viszonyok és gazdák vannak (7, 22, 32). Az épületen belüli aktivitásuk alapján megkülönböztetünk endofág (az istállóba is követi az állatokat, pl. *C. obsoletus* s.s., *C. dewulfi*) és exofág (az istállóba nem követi az állatokat, pl. *C. pulicaris* s.s.) fajokat (7).

A törpeszúnyogok változó testhőmérsékletű élőlények, amelyek fejlődésmenetében jelentős szerepe van a félfolyékony élőhelyeknek (22). Ezért a populációsűrűségük nagyban függ a környezeti hőmérséklettől és a nedvességtől. Aktivitásuk késő tavasszal, kora nyáron a legnagyobb, azonban ekkor még a többször szívott egyedek aránya, így a kórokozók átviteli esélye is kicsi. Nyártól kezdődően nő a többször szívott egyedek aránya és a fertőző ágensek átvitelének az esélye. A kényelv-betegség vírusával fertőzött vektorok aránya késő nyáron, kora ősszel a legnagyobb, különösen, ha magas a hőmérséklet és a páratartalom (sok csapadék). Ekkor nő a vektoraktivitás és a tradicionális vektorok kompatibilitása és élettartama. A vírusreplikáció szempontjából a 26–28 °C-os hőmérséklet optimális (21). Nagyon magas hőmérsékleten (33–35 °C) nem tradicionális vektorok, pl. *C. nubeculosus* s.s. is beléphetnek az átvitelbe. Ekkor a középbél barrier megszűnik, és a vírus a haemolymphába kerülhet (19, 21). A nagy párolgási veszteség miatt azonban a száraz, forró nyár megtizedeli a törpeszúnyogokat és azok lárváit (19, 21, 32). Európában ezért a kényelv-betegség vírusának terjedéséhez a 15–25 °C az ideális hőmérséklet (22).

**A törpeszúnyog-lárvák fejlődéséhez és túléléséhez a három legalkalmasabb tenyészhely:**

- **nedves talaj, iszap**
- **lebomló szerves anyagok**
- **friss trágya**

**A kikelt imágók a tenyészhelytől rendszerint csak néhány száz méterre repülnek**

**Egyes Culicoides-fajok az istállóba is követik az állatokat, mások nem**

**A kényelv-betegség vírusával fertőzött vektorok aránya késő nyáron, kora ősszel a legnagyobb**

**Minél alacsonyabb a téli hőmérséklet, annál kevesebb törpeszúnyog fejlődési alak telet át**

Késő ősszel a vektoraktivitás és a vírusreplikáció minimálisra csökken. Akkor beszélhetünk vektormentes időszakról, ha a virológiai monitoringvizsgálat alapján a vírusátvitel megszűnt, az entomológiai monitoringvizsgálat alapján nincs számottevő vektoraktivitás (kevesebb, mint 5 egyed/csapda), és a maximum-hőmérséklet 15 napig 10 °C alá csökken, és ezen belül legalább 3 napon fagypont alá süllyed a hőmérséklet (1, 7).

Minél alacsonyabb a téli hőmérséklet, annál kevesebb törpeszúnyog fejlődési alak telet át. A kemény kontinentális tél minimálisra csökkenti az áttelelő *Culicoides* és ezen keresztül a kéknyelv-betegség víruspopulációt (21). Főként a 4. stádiumú lárvák telelnek át, de bennük a kéknyelv-betegség vírus transzovariális átvitelének hiánya miatt vírus áttelelés nincs. Télen az összes báb és a peték nagy hányada elpusztul, bár a fenti okok miatt ezek a fejlődési alakok sem vírus-hordozók.

A hőmérsékleten kívül a páratartalom is jelentős szerepet játszik a törpeszúnyogok eloszlásában. A csapadékos időszakok következtében nő a potenciális tenyészhelyek száma és mérete (19, 21).

Összességében a növekvő hőmérséklet (különösen éjszaka és télen) és csapadék (különösen nyáron és ősszel) elősegíti a kéknyelv-betegség vírusának terjedését a vektorok növekvő térbeli eloszlása, gyakorisága és szezonális aktivitása, a növekvő vírusreplikáció, a kompetens vektorfajok növekvő prevalenciája, valamint más *Culicoides*-fajok növekvő vektorszerepe miatt.

## A TÖRPESZÚNYOGOK ELLENI VÉDEKEZÉS

**A védekezés egyik leglényegesebb eleme a tenyészhelyek azonosítása és azok felszámolása**

A törpeszúnyogok elleni védekezéshez az endémiás fajokat, fajkomplexeket ismerni kell, ezért szükséges a monitoringvizsgálatuk (3). A védekezés egyik leglényegesebb eleme a tenyészhelyek azonosítása és azok felszámolása. A vízállásos területek lecsapolásával, a csöpögő csapok, szivárgó csatornák felszámolásával, a trágyadombok eltávolításával számos faj tenyészhelye megszüntethető vagy visszaszorítható (3). A *C. obsoletus* esetén nehéz a tenyészhelyek felszámolása, mert a lárvái számos bomló anyagban képesek fejlődni. A szilázsmaradékok csökkentése, azok takarása, komposztálása vagy savasítása csökkenti a *Culicoides*-populáció sűrűségét (34). Az állatok szürkület előtti istállózása és napkelte utáni legelőre hajtása csak részleges védelmet nyújt, mivel a *C. obsoletus* endofág faj, továbbá a törpeszúnyogok a néhány mm-es réseken is bejuthatnak az istállóba (3). Endémiás területeken az inszekticidekkel (malathion, propoxur) kezelt szúnyogháló alkalmazása jelenthet védelmet. A hagyományos szúnyoghálókon ugyanis a törpeszúnyogok több mint 50%-a átjut (3). A kéknyelv-betegség ellen megbízható, kizárólag inszekticidekre alapozott védekezési program nem ismert. Az Európai Unióban specifikusan a törpeszúnyogok elleni védekezés céljából törzskönyvezett inszekticid nem áll rendelkezésre (31). Az állatoknak, közvetlen környezetüknek, az istállónak, szállítás előtt a szállítójárműveknek szintetikus piretroidokkal (deltametrin, permetrin stb.) vagy organofoszfátokkal (diazinon, phoxim stb.) történő kezelése átmeneti vektorszámcsökkenést eredményez (3, 16, 30, 31, 32). Más, eddig vizsgált védekezési módszerek (pl. repellens és lárvicid szerek) nem kellő hatékonyságúak vagy nincs velük kapcsolatban kellő tapasztalat.

A törpeszúnyogok elleni védekezés helyileg hatékony lehet, de egy széles körű járvány esetében már nem nyújt megnyugtató megoldást (3). Sőt, egyes vizsgálatok eredményei alapján az endémiás területeken élő állatok inszekticidekkel történő kezelése nem nyújt hatékony védelmet az arbovírus-fertőzések ellen. A törpeszúnyogok és az általuk terjesztett kórokozók elleni védekezés további lehetőségeinek megismeréséhez ezért további vizsgálatok szükségesek (22).

**A hagyományos szúnyoghálókon a törpeszúnyogok több mint 50%-a átjut**



## HAZAI FELMÉRŐ VIZSGÁLATOK

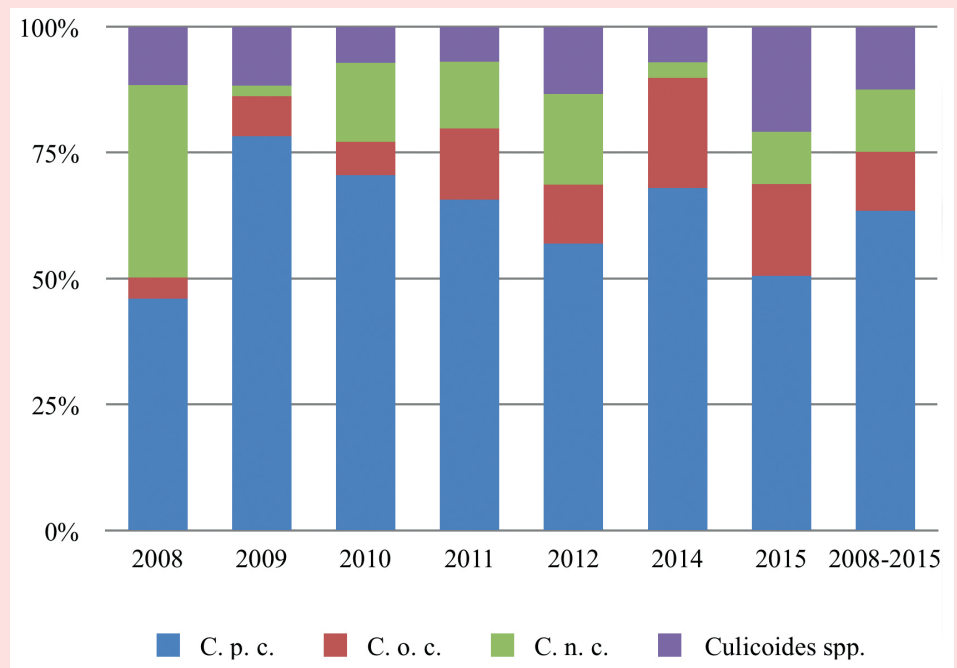
2010–2013 között, majd 2014 októberétől napjainkig hazánk összes megyéjében zajlott/zajlik a törpeszúnyogok gyűjtése

A kéknyelv-betegség a BTV-8 szerotípus okozta első hazai megállapítását követően a törpeszúnyogok csapdázása 2008 szeptemberében kezdődött el. Az entomológiai monitoring 2008–2009-ben csak Borsod-Abaúj-Zemplén megyére terjedt ki, míg 2010–2013 között, majd 2014 októberétől napjainkig (a BTV-4 szerotípus hazai megtelepedésének megállapítása után) az ország összes megyéjében zajlott/zajlik a törpeszúnyogok gyűjtése. A fekete-fényes beszívócsapdákat hatósági állatorvosok helyezik ki az istállók közelébe napnyugta előtt, a talajszinttől kb. 1,5 m magasságban, havonta egy alkalommal. A rovarcsapdákat a következő napon, közvetlenül napkelte után begyűjtik. A meteorológiai alapadatokat (hőmérséklet, csapadék, szélereősség) a csapdázási adataira feljegyzik. A rovarcsapdák tartalmát etanolban fixálják, majd jól zárható tetővel ellátott műanyag téglékben a csapdázási adataival együtt laboratóriumunkba továbbítják. A rovarcsapdák tartalmából morfológiai jellemzőik alapján kigyűjtjük a törpeszúnyogokat, majd azokat a szárny foltozottsága alapján határozókulcsokkal, faj, ill. fajkomplex szinten határozzuk meg (8, 15). A fajkomplexeken belül a fajok meghatározásához – a *C. pulicaris* complexen kívül (23) – a törpeszúnyogok morfológiájának kanadabalzsamba való beágyazását követő részletes, fénymikroszkópos vizsgálata szükséges (úgy mint a petefészek szerkezete, a hímivarszervek és a szájníylás morfológiája, a kutikuláris szőrök pozíciója a lábon stb.). Erre azonban nem volt lehetőségünk, mert a törpeszúnyogokat a kéknyelv-betegség vírusának kimutatására irányuló további molekuláris biológiai vizsgálatra át kellett adnunk a virológiai laboratóriumnak.

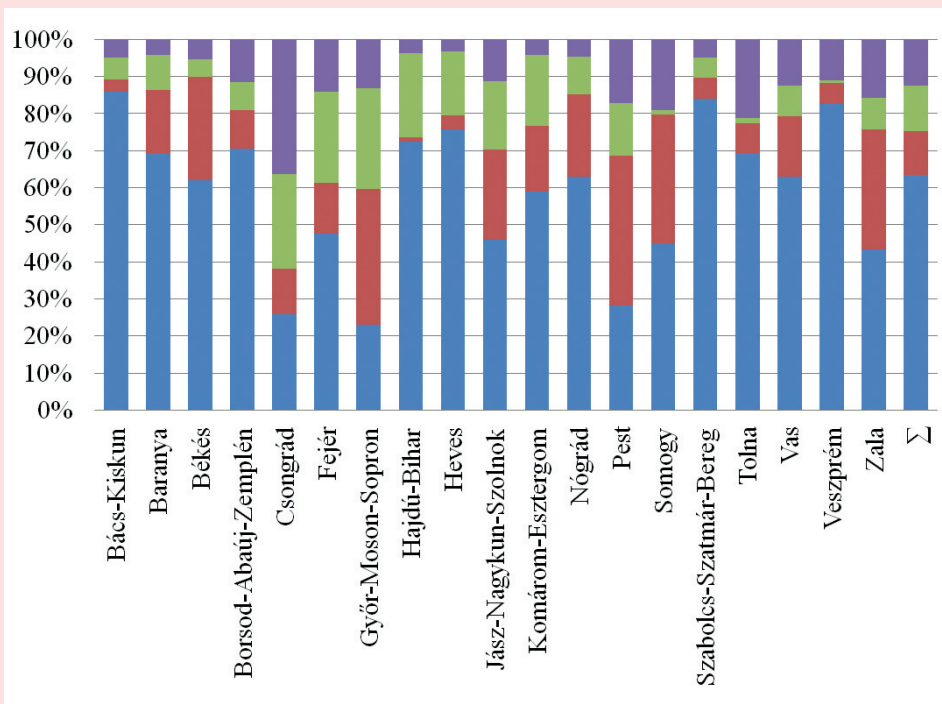
A törpeszúnyog-monitoring időtartama alatt összesen 82 gyűjtési helyről származó 669 csapdatartalmat vizsgáltunk, amelyekben a milliós nagyság-

**4. ÁBRA.** A *Culicoides pulicaris* complex (*C. p. c.*), a *Culicoides obsoletus* complex (*C. o. c.*), a *Culicoides nubeculosus* complex (*C. n. c.*) és más *Culicoides*-fajok évenkénti és összesített százalékos összetétele hazánkban. Rovartani monitoring, 2008. szeptember – 2012. december és 2014. október – 2015. október

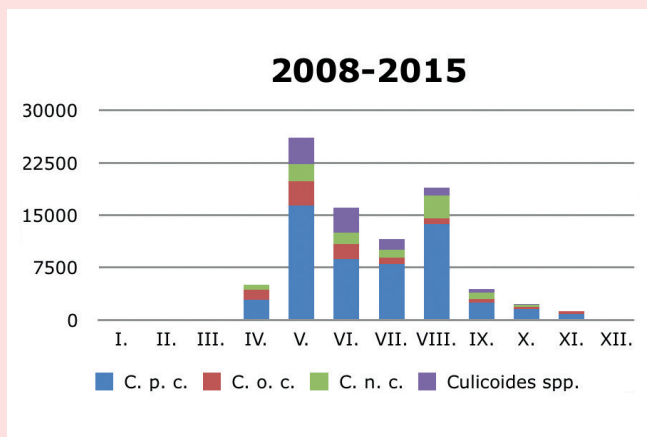
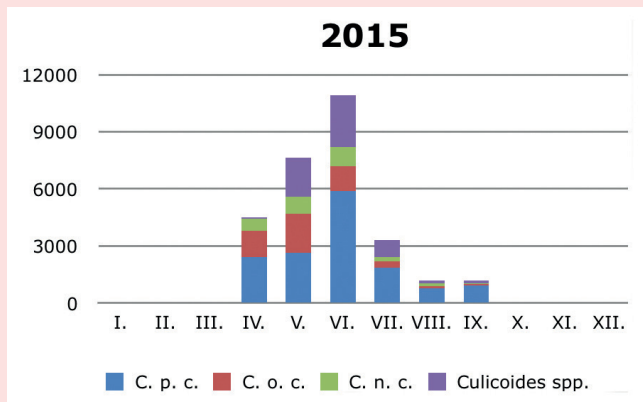
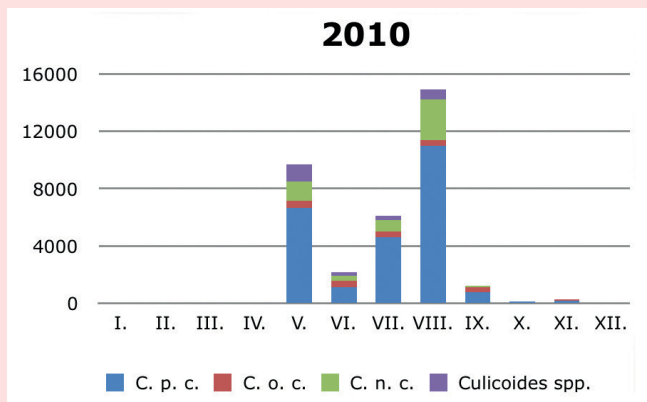
**FIGURE 4.** Annual distribution of *Culicoides pulicaris* complex (*C. p. c.*), *Culicoides obsoletus* complex (*C. o. c.*), *Culicoides nubeculosus* complex (*C. n. c.*) and other *Culicoides* species captured in Hungary. Entomological monitoring, September 2008 to December 2012 and October 2014 to October 2015



**5. ÁBRA.** A *Culicoides pulicaris complex* (*C. p. c.*), a *Culicoides obsoletus complex* (*C. o. c.*), a *Culicoides nubeculosus complex* (*C. n. c.*) és más *Culicoides*-fajok összesített százalékos összetétele megyénként. Rovartani monitoring, 2008. szeptember – 2012. december és 2014. október – 2015. október



**FIGURE 5.** Distribution of *Culicoides pulicaris complex* (*C. p. c.*), *Culicoides obsoletus complex* (*C. o. c.*), *Culicoides nubeculosus complex* (*C. n. c.*) and other *Culicoides* species captured in 19 counties in Hungary. Entomological monitoring, September 2008 to December 2012 and October 2014 to October 2015



**6. ÁBRA.** A *Culicoides pulicaris complex* (*C. p. c.*), a *Culicoides obsoletus complex* (*C. o. c.*), a *Culicoides nubeculosus complex* (*C. n. c.*) és más *Culicoides*-fajok szezonálisitása hazánkban 2010-ben, 2014–2015-ben és 2008–2015-ben. Rovartani monitoring, 2008. szeptember – 2012. december és 2014. október – 2015. október

**FIGURE 6.** Seasonality of *Culicoides pulicaris complex* (*C. p. c.*), *Culicoides obsoletus complex* (*C. o. c.*), *Culicoides nubeculosus complex* (*C. n. c.*) and other *Culicoides* species captured in Hungary in 2010, 2014–2015 and 2008–2015. Entomological monitoring, September 2008 to December 2012 and October 2014 to October 2015

**Hazánkban a *C. pulicaris* complex, a kéknyelv-betegség vírus egyik potenciális köztigazdája fordul elő a legnagyobb arányban, azonban a *C. pulicaris* s.s. aránya kicsi**

rendű ízeltlábú tömegből 85 673 *Culicoides*-egyedet azonosítottunk faj vagy fajkomplex szinten. A monitoringvizsgálat eredményei alapján a kórokozó legjelentősebb afrikai és dél-európai vektora, a *C. imicola* hazánkban nem fordul elő. A csapdázott törpeszúnyogok vizsgálata alapján hazánkban a *C. pulicaris* complex, a kéknyelv-betegség vírus egyik potenciális köztigazdája fordul elő a legnagyobb hányadban (54 361 egyed; 63,5%) (4. ábra), de egyes megyékben az összes csapdázott törpeszúnyog 90%-a ebből a fajkomplexből került ki (5. ábra). Tekintettel a fentiekben leírtakra, mindössze 25 helyről származó 4019 *C. pulicaris* complexbe tartozó egyed fajmeghatározását tudtuk elvégezni, ami alapján a *C. pulicaris* complexen belül a *C. punctatus* (29,8%) és a *C. newsteadi* (69,9%) a domináns faj, a *C. pulicaris* s.s. (< 0,2%) és a *C. lupicaris* (< 0,2%) elvértve fordul elő hazánkban. A kórokozó másik vektora, a *C. obsoletus* complex az összes törpeszúnyog 11,7%-át tette ki (10 049 egyed; vö. 4. ábra). A *C. nubeculosus* complex az összes egyed 12,3%-a (10 524 egyed), míg a más *Culicoides*-fajok az összes egyed 12,5%-a (10 739 egyed) volt (vö. 4. ábra). Az egyéb fajok közül a *C. pictipennis*, a *C. festivipennis*, a *C. fascipennis*, a *C. salinarius/circumscriptus* és a *C. parroti* hazai előfordulását igazoltuk. Meg kell jegyezni, hogy az egyes gyűjtési helyeken a fajok összetétele az átlagtól szélsőségesen eltért. Hasonlóan nagy eltérések voltak az egyes helyeken gyűjtött törpeszúnyogszám terén is. A mediterrán térségtől északra fekvő nyugat- és közép-európai országokban a *C. obsoletus* complex a leggyakrabban csapdázott fajkomplex (1, 6, 16, 17, 20, 24, 27, 28). A törpeszúnyogok hazai vizsgálata során azonban a *C. pulicaris* complex gyakorisága volt a legnagyobb. Európában a Köppen-Geiger éghajlati zónák közül a meleg, viszonylag nedves éghajlatú és forró nyarú, ún. Cfa-zónában a *C. pulicaris* complex előfordulási gyakorisága (65%) hasonló a hazánkban mérthez (2). Az éghajlatváltozás jelenlegi trendje alapján a 21. század második felére Európa nyugati és középső területein is feltételezhető a *C. obsoletus* complex csökkenő, míg a *C. pulicaris* complex növekvő gyakorisága. Egyes területeken (pl. hazánk dél-alföldi része) pedig akár a *C. imicola* esetleges megtelepedése sem zárható ki (2), bár az Alföldre jellemző nem agyagos talaj nem kedvez e faj megtelepedésének.

A 2008–2015 közötti időszak összesített adatai alapján hazánkban a törpeszúnyogok aktivitása jellemzően bimodális, bár egyes évek között jelentős különbségek lehetnek (6. ábra). Brit szerzők a *C. pulicaris* complex bimodális aktivitását figyelték meg, míg a *C. obsoletus* complex esetében ez nem volt egyértelmű (26), bár a *Culicoides* szezonális aktivitását jelentősen befolyásolják az éghajlati tényezők (1). Hazánkban az első törpeszúnyogok rendszerint áprilisban jelennek meg. Májusban az egyedszámuk jelentősen emelkedik, ekkor figyelhető meg az aktivitásuk első csúcsa (vö. 6. ábra). A száraz, forró nyári hónapokban a törpeszúnyogok aktivitása mérséklődik, majd augusztusban figyelhető meg egy újabb aktivitási csúcs. Szeptembertől a *Culicoides* aktivitása jelentősen visszaesik, majd decemberben megszűnik (vö. 6. ábra).

Eredményeink alapján hazánkban a törpeszúnyogok – bár eltérő egyedszámban és faji összetételben – szinte mindenütt előfordulnak az állattartó telepek közelében. Hazánk az Alpok földrajzi akadály szerepe miatt a Balkán kapujaként jelentős szerepet tölt be a kéknyelv-betegség és más vektorok terjesztette betegségek európai járványtanában, azaz a kórokozó délkeletről északra és nyugatra történő terjedésében. Mindezek ismeretében indokolt lenne a hazai *Culicoides*-felmérő vizsgálatok folytatása és az entomológiai felmérések kiterjesztése más vektorfajokra és a mediterrán térségben előforduló más kórokozókra is.

**A vektormentes periódus általában december elejétől április elejéig terjed**

## IRODALOM

1. BALENGHIEN, T. – DELÉCOLLE, J.-D. et al.: Bluetongue – report on entomological surveillance in France in 2010. *Bull. Épid. Santé Anim. Alim.*, 2010. 46. 26–31.
2. BRUGGER, K. – RUBEL, F.: Characterizing the species composition of European *Culicoides* vectors by means of the Köppen–Geiger climate classification. *Parasit. Vectors*, 2013. 6. 333.
3. CARPENTER, S. – MELLOR, P. S. – TORR, S. J.: Control techniques for *Culicoides* biting midges and their application in the U. K. and northwestern Palaearctic. *Med. Vet. Entomol.*, 2008. 22. 175–187.
4. CARPENTER, S. – WILSON, A. – MELLOR, P. S.: *Culicoides* and the emergence of bluetongue virus in Northern Europe. *Trends. Microbiol.*, 2009. 17. 172–178.
5. CARPENTER, S. – GROSCHUP, M. H. et al.: *Culicoides* biting midges, arboviruses and public health in Europe. *Antiviral Res.*, 2013. 100. 102–113.
6. DE REGGE, N. – DE DEKEN, R. et al.: *Culicoides* monitoring in Belgium in 2011: analysis of spatiotemporal abundance, species diversity and Schmallenberg virus detection. *Med. Vet. Entomol.*, 2015. 29. 263–275.
7. EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY: Scientific report of the scientific panel on animal health and welfare on request from the Commission (EFSA-Q-2006-311) and EFSA selfmandate (EFSA-Q-2007-063) on bluetongue. 2007. 1–137.
8. GOFFREDO, M. – MEISWINKEL, R.: Entomological surveillance of bluetongue in Italy: methods of capture, catch analysis and identification of *Culicoides* biting midges. *Vet. Ital.*, 2004. 40. 260–265.
9. GONZÁLEZ, M. – LÓPEZ, S. et al.: A survey of *Culicoides* developmental sites on a farm in northern Spain, with a brief review of immature habitats of European species. *Vet. Parasitol.*, 2013. 191. 81–93.
10. HAJTÓS I. – PÁLFI V. – JÁNKI L. – SRÉTER T. – GYULAI P. – MALIK P.: *A bluetongue hazai első kitörésének felszámolásáról*. Akadémiai beszámoló – Virologia, bakteriológia, immunológia. Budapest, 2011. január 16–19. 21.
11. HARRUP, L. E. – BELLIS, G. A. et al.: *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) taxonomy: Current challenges and future directions. *Infect. Genet. Evol.*, 2015. 30. 249–266.
12. HOFFMANN, B. – BAUER, B. et al.: Monitoring of putative vectors of bluetongue virus serotype 8, Germany. *Emerg. Infect. Dis.*, 2009. 15. 1481–1484.
13. HORNÁK, Á. – MALIK, P. – MARTON, SZ. – DÓRÓ, R. – CADAR, D. – BÁNYAI, K.: Emergence of multireassortant bluetongue virus serotype 4 in Hungary. *Infect. Genet. Evol.*, 2015. 33. 6–10.
14. MALIK P. – BÁLINT Á. – PÁLFI V.: *A kényelv betegség (bluetongue) Európában és Magyarországon*. Akadémiai beszámoló – Virologia, bakteriológia, immunológia. Budapest, 2009. január 26–29. 10.
15. MATHIEU, B. – CÊTRE-SOSSAH, C. et al: IIKC: An Interactive Identification Key for female *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from the West Palearctic region. In: NIMIS, P. L. – VIGNES LEBBE, R. (eds.): *Tools for identifying biodiversity: progress and problems*. 2010. 201–205.
16. MEHLHORN, H. – SCHMAHL, G. et al.: Effects of Bayofly™ on specimens of *Culicoides* species when incubated in hair taken from the feet of previously treated cattle and sheep. *Parasitol. Res.*, 2008. 102. 519–522.
17. MEHLHORN, H. – WALLDORF, V. et al.: Bluetongue disease in Germany (2007–2008): monitoring of entomological aspects. *Parasitol. Res.*, 2009. 105. 313–319.
18. MEISWINKEL, R. – GOMULSKI, L. M. et al.: The taxonomy of *Culicoides* vector complexes – unfinished business. *Vet. Ital.*, 2004. 40. 151–159.
19. MELLOR, P. S. – BOORMAN, J. – BAYLIS, M.: *Culicoides* biting midges: their role as arboviruses vectors. *Annu. Rev. Entomol.*, 2000. 45. 307–340.
20. OMERAGIĆ, J. – VEJZAGIĆ, N. et al.: *Culicoides obsoletus* (Diptera: Ceratopogonidae) in Bosnia and Herzegovina – first report. *Parasitol. Res.*, 2009. 105. 563–565.
21. PURSE, B. V. – MELLOR, P. S. et al.: Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2005. 3. 171–182.
22. PURSE, B. V. – CARPENTER, S. et al.: Bionomics of temperate and tropical *Culicoides* midges: Knowledge gaps and consequences for transmission of *Culicoides*-borne viruses. *Ann. Rev. Entomol.*, 2015. 60. 373–392.
23. RAWLINGS, P.: A key, based on wing patterns of biting midges (Genus *Culicoides* Latreille – Diptera: Ceratopogonidae) in the Iberian Peninsula, for use in epidemiological studies. *Graellsia*, 1996. 52. 57–71.
24. RIBEIRO, R. – WILSON, A. J. et al.: Spatial and temporal distribution of *Culicoides* species in mainland Portugal (2005–2010). Results of the Portuguese Entomological Surveillance Programme. *PLOS ONE*, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0124019.
25. SAEGARMAN, C. – BERKVEN, D. – MELLOR, P. S.: Bluetongue epidemiology in the European Union. *Emerg. Infect. Dis.*, 2008. 14. 539–544.
26. SANDERS, C. J. – SHORTALL, C. R. et al.: Influence of season and meteorological parameters on flight activity of *Culicoides* biting midges. *J. Appl. Ecol.*, 2011. 48. 1355–1364.
27. SARVAŠOVÁ, A. – GOFFREDO, M. et al.: *Culicoides* midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of orbiviruses in Slovakia. *Vet. Ital.*, 2014. 50. 203–212.
28. TAKKEN, W. – VERHULST, N. et al.: The phenology and population dynamics of *Culicoides* spp. in different ecosystems in The Netherlands. *Prev. Vet. Med.*, 2008. 87. 41–54.
29. VENAIL, R. – LHOIR, J. et al.: How do species, population and active ingredient influence insecticide susceptibility in *Culicoides* biting midges (Diptera, Ceratopogonidae) of veterinary importance. *Parasit. Vectors.*, 2015. 8. 439.
30. VENTER, G.: *Culicoides*. [http://www.afrivip.org/sites/default/files/01\\_culicoides\\_complete\\_lv.pdf](http://www.afrivip.org/sites/default/files/01_culicoides_complete_lv.pdf)
31. WEIHER, W. – BAUER, B. et al.: Field trials assessing deltamethrin (Butox®) treatments of sheep against *Culicoides* species. *Parasitol. Res.*, 2014. 113. 2641–2645.
32. WILSON, J. W. – MELLOR, P. S.: Bluetongue in Europe: past, present and future. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 2009. 364. 2669–2681.
33. ZILAHÍ-SEBESS, G.: Magyarország Heleidái. *Folia Entomol. Hung.*, 1940. 5. 10–133.
34. ZIMMER, J.-Y. – SAEGARMAN, C. et al.: Chemical composition of silage residues sustaining the larval development of the *Culicoides obsoletus/Culicoides scoticus* species (Diptera, Ceratopogonidae). *Vet. Parasitol.*, 2013. 191. 197–201.

Közlésre érke.: 2016. febr. 10.