

## A CSÍPŐSZÚNYOG-TENYÉSZŐHELYEK BTI-KEZELÉSÉVEL KAPCSOLATOS KORÁBBI ÉS ÚJABB KUTATÁSI EREDMÉNYEK

Kenyeres Zoltán<sup>1</sup>, Tóth Sándor<sup>2</sup> és Sáringer-Kenyeres Tamás<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acrida Természetvédelmi Kutató BT., H-8300 Tapolca, Deák F. u. 7.

<sup>2</sup>H-8420 Zirc, Széchenyi u. 2.

<sup>3</sup>Pannónia Központ Szakértői és Tanácsadói Koordinációs Kft., H-8360 Keszthely, Vak Bottyán u. 37.

*A csípőszúnyog gyérítések lárvák ellen irányuló preventív jellegű biológiai módszerek irányába történő mind nagyobb arányú elmozdítása természetvédelmi, környezetvédelmi, jogi és gazdasági szempontból egyaránt indokolt és szükséges. A szelektív hatóanyag (Bacillus thuringiensis var. israelensis, BTI) 1977 óta ismert, Magyarországon 1988 óta alkalmazzák, a kezelt területek kiterjedése növekvő tendenciát mutat. A jelentős, az alkalmazott kutatás tárgykörébe tartozó munkát igénylő előkészítés hiányosságaira utal viszont, hogy a biológiai úton kezelt területek kiterjedése egyelőre nem függ össze az adott év csapadékhullásával, ill. folyóáradásaival (közvetve a csípőszúnyog-tenyészőhelyek kiterjedésével). A közlemény azokat az újabb közösségi ökológiai és térinformatikai eredményeket, ill. továbblépési lehetőségeket tekinti át, melyek – a nemzetközi gyakorlatot napjainkra már megközelítve – a célterületek és kezelési időpontok pontos meghatározásán keresztül megteremtik az optimalizált biológiai gyérítések lehetőségét.*

**Kulcsszavak:** csípőszúnyog, lárvá, kvantitatív ökológia, BTI, térképezés

A biológiai módszerek egyre szélesebb körű alkalmazása a csípőszúnyogok elleni védekezésben több szempontból is elengedhetetlen. Egyfelől ezt diktálja egy komplex természetvédelmi, környezetvédelmi és jogi alapokon nyugvó kényszer, másfelől az a gazdasági racionalitás, mely a biológiai gyérítés jóval költséghatékonyabb voltán alapul [a biológiai gyérítés egységára (Ft/ha) drágább, mint a kémiaié, de az koncentrált beavatkozásként, jóval kisebb területen történik, mint az imágók elleni kémiai védekezés].

A biológiai védekezés megvalósítását és elterjesztését megnehezíti, ill. sokáig megnehezítette, hogy a kezelések előkészítése jelentős, az alkalmazott kutatás tárgykörébe tartozó munkát igényel. Az igény technológiai okai azon alapulnak, hogy (a) a BTI-tartalmú szerek csak pontos tenyészőhelytérképek birtokában juttathatók a célterületekre, (b) a kezelések feltétele a tenyészőhelyek vízborítottsága és az embert támadó

fajok lárváinak nagy egyedszámú jelenléte, (c) idősebb (L<sub>4</sub> fokozatú) lárvák nem vagy csak kis mértékben érzékenyek a BTI tartalmú szerekre.

Közleményünk a biológiai gyérítés alapjait, a téma legfontosabb kutatási eredményeit, kutatómódszertanának fejlődését és perspektíváit mutatja be.

### A BTI felfedezése és alkalmazása

Különbféle szerek és hatóanyagok (petróleum, schweinfurti zöld, DDT és HCH tartalmú szerek, difenfosz, metopréz) larvicid hatásának alkalmazása a csípőszúnyoglárvák elleni védekezésben a szúnyogirtás történetének kezdete óta jelen van (Zoltai 1956, Mihályi és Gulyás 1963, Tóth 2007, Erdős és mtsai 2009a, Kenyeres és Tóth 2010). A problémára ökológiai szempontból tolerálható megoldására azonban a magyar származású Yoel Margalith 1977-es felfedezéséig várni kellett. Az alapvetően új irány-

vonalat az izraeli Negev-sivatag pocsolyáiban gyűjtött, elpusztult csípőszúnyoglárvákból kinyert *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Berliner H-14 szerotípus törzsből előállított, *Bti* hatóanyag jelölte ki (Goldberg és Margalith 1977). A csípőszúnyoglárvák körében bekövetkező nagyfokú letalítás a spóráképződési szakasz végén a baktériumban megjelenő, inszekticid hatású fehérjét tartalmazó parasporális testecskének köszönhető. A fehérjék a táplálkozás során bejutnak a szúnyoglárva bélrendszerébe. Ott az emésztő enzimek hatására lebomlanak, a belőlük felszabaduló toxin pedig olyan mértékben károsítja a lárvát bélhámsejtjeit, hogy az annak pusztulásához vezet (Szepesszentgyörgyi és Gajda 2010).

A módszer nagy előnye, hogy megfelelő koncentrációban történő alkalmazás esetén kizárólag a csípőszúnyoglárvák pusztulnak el. A szelektivitás megbízhatóságát nemzetközi (Becker és mtsai 2003) és hazai (Kenyeres és Tóth 2010) vizsgálatok egyaránt megerősítették. A számos előny mellett a módszer hátránya mindössze két dologban jelentkezik: egyrészt kijuttatása pontos előkészítő és kivitelező munkát igényel, ill. a lokálisan olykor jelentős csípőszúnyog-ártalmat okozó mocsári szúnyog (*Coquillettidia richiardii*) ellen nem tekinthető hatékonynak (az említett faj 10 hónapig tartó fejlődése különböző mocsári növények gyökeréhez rögzülten történik, így azok BTI-készítményekkel való találkozásának esélye minimális).

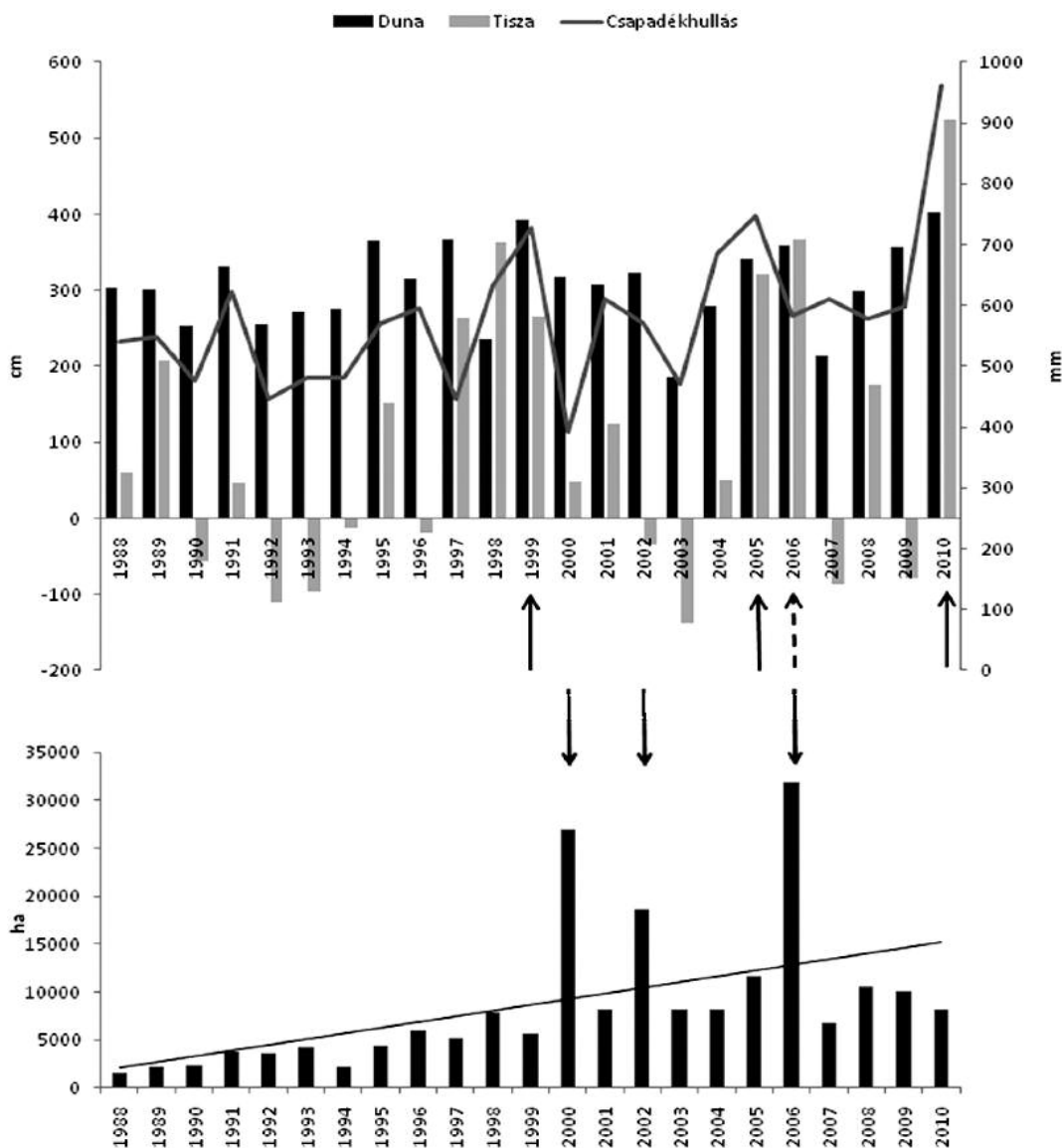
A hatóanyag felfedezését követően hamar megjelentek a kezelések során alkalmazható első készítmények (Teknar, Skeetal, Vectobac), melyek közül a Teknar H formulációt 1986-ban Magyarországon is engedélyezték (Erdős és mtsai 2009a). A légi kijuttatás eleinte kizárólag szuszpenzió formájában, ULV-eljárással, vagy permetezéssel történt, de az 1990-es évek óta a koncentrátumból készített granulátum forma is rendelkezésre áll. Fontos korlátként jelentkezik, hogy lombfedettséggel jellemezhető tenyészőhelyeken a szuszpenzió formájában történő kijuttatás hatástalannak bizonyul, az ilyen területeken szakmai szempontból csak a granulátumos technológia javasolható. Az alkalmazási mennyiségeket a tenyészőhely vizének állapota

alapján kerültek határozották meg (Erdős és mtsai 2009b). Tiszta víz esetén (pl. frissen elöntött területek): 0,35–0,8 l/ha (szuszpenzió), ill. 2–7 kg/ha (granulátum), kismértékben szennyezett vizekben (pl. mocsári élőhelyek): 0,6–1,2 l/ha, ill. 4–12 kg/ha, erősen szennyezett vizek (pl. szennyezőforrás közelében lévő vályogvető gödrök): 0,9–2,4 l/ha, ill. 10–25 kg/ha. A leírt adatok kapcsán fontos megjegyezni, hogy a BTI tartalmú szereknél problémát jelent a hatóanyag mennyiségének megadása. E téren a legobjektívebb megoldást a nemzetközi toxinegyenértékben mért biológiai hatékonyság (ITU/mg) használata jelenti (Fekete és Zöldi 2009).

Az első BTI-kezeléseket Magyarországon 1988-ban végezték, majd 2000-ig az évente kezelt területek kiterjedése lassú növekedést mutatott (Erdős és mtsai 2009a-b). 2000 óta – a nagy területű kezelésekkel jellemezhető 2000-es, 2002-es és 2006-os évek kiugrása mellett – a kezelt területek méretének alakulása a korábbi trendet követi (1. ábra).

A BTI-kezelések során – hasonlóan a kémiai gyérítésekhez – minden esetben hatásvizsgálatot kell végezni. A kezelés hatékonyságának meghatározása a víz felszínén úszó izolátorok segítségével történik. A ~ 15 × 15 cm-es felületű edények vízfelszínén maradását Nikecell-lemez, a víz áramlását pedig az edény legalább két oldalán kivágott és molnárszita-szövettel lezárt nyílás biztosítja. Az izolátorokba lehetőség szerint a kezelt tenyészőhelyen gyűjtött lárvákat helyezték ki. Célszerű minden izolátorba azonos számú (10, 20, 50, 100) lárvát kihelyezni (lehetőleg csak  $L_2$ – $L_3$  fokozatúakat) (Tóth 2007). A gyérítés – a kémiai kezelésekhez hasonlóan – akkor tekinthető eredményesnek, ha annak hatásfoka meghaladja a 80%-ot (Zöldi és mtsai 2005).

A kezelt területek kiterjedésében tapasztalható jelentősebb évek közötti különbségek okainak megvizsgálása céljából összegeztük a tenyészőhelyek kialakulását leginkább befolyásoló tényezők (csapadékhullás, legjelentősebb folyók vízállásadatai) a BTI hazai alkalmazásának kezdetétől 2010-ig terjedő időszakban jellemző alakulását. Az évi országos átlagos csapadékhullás értékeit az OMSZ összesített adatai



1. ábra. A Duna átlagos vízállása Budapestnél, a Tisza átlagos vízállása Szolnoknál a május és augusztus közötti időszakban (cm, felső ábra oszlopai), az éves átlagos csapadékhullás (mm, felső ábra vonal), valamint a biológiai kezelések területadatai (hektár, alsó ábra) (1988 és 2010 közötti időszak, forrás: OMSZ, Hydroinfo, ÁNTSZ)

(Éghajlati adatsorok, 1901–2000, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest) alapján ábráztuk. A Duna és a Tisza éves átlagos vízállásértékeit – az Országos Vízjelző Szolgálat budapesti, ill. szolnoki mérőpontjainak adatait felhasználva ([www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu)) – a gyérítési szempontból leginkább jelentős május, június,

július és augusztus hónapok átlagértékei alapján határoztuk meg.

Az 1. ábrán látható, hogy 2000 és 2010 között több évben is előfordult, hogy a kezelt területek kiterjedése nem függött össze a csapadékhullással, valamint az áradások számával és mértékével (közvetve a csípőszúnyog-tenyésző-

helyek kiterjedésével). Ez elsősorban arra vezethető vissza, hogy a legutóbbi időig nem volt alkalmazásban olyan, – a távérzékelési adatok használatára építő – térképezési-elrendelési módszer, ami a célterületek és kezelési időpontok pontos meghatározásán keresztül egyszerre optimalizálta volna a kezelt területek kiterjedését és maximalizálta volna a pénzfelhasználás, valamint a kezelés hatékonyságát.

Az ésszerű kezelések megvalósításához elengedhetetlen annak ismerte, hogy (1) a csípőszúnyog fajok biológiájából és azok együttes-szerveződési sajátosságaiból adódóan számos tenyészőhelytípus nem alkalmas az embert támadó fajok fejlődéséhez; (2) a tenyészőhelyeken előforduló együttesek éves dinamikájából adódóan gyakran előfordul, hogy az adott élőhelyen az év adott időszakában az embert nem támadó fajok lárvái fejlődnek csak nagy egyedszámban. A BTI-kezelések tervezéséhez fontos alapokat szolgáltatnak a csípőszúnyogok közösségi ökológiai vizsgálatának eredményei.

### **Csípőszúnyogok élőhelyi igényeinek kvantitatív ökológiai vizsgálata**

Abból adódóan, hogy a biológiai módszer alkalmazhatósága térben és időben egyaránt rendkívül korlátozott, a hatékony BTI-kezelések kivitelezéséhez elengedhetetlen a gyérítendő fajok előfordulási viszonyainak ismerete. Azt a korábban is ismert (Russel 1986, Becker 1989, Becker és mtsai 2003, Alfonzo és mtsai 2005) tény, mely szerint a csípőszúnyog fajok eltérő élőhelyi igényeiből adódóan az egyes élőhelyek és az azokhoz kötődő csípőszúnyog-együttesek szerkezete között szoros összefüggés tapasztalható, hazai vizsgálatok is megerősítették (Kenyeres és mtsai 2010). A csípőszúnyogok közösségi ökológiai vizsgálatát megnehezíti, hogy az együttesek szerveződésében jelentős szerepet játszanak a fajok éven belüli generációs számának eltérései, ill. hogy az ide tartozó fajok zöme évente többször felszámolódó, majd újra keletkező élőhelyeken fejlődik (kiszáradó, majd újból víz alá kerülő tenyészőhelyek). A két bizonytalansági tényezőtől adódóan (élőhelyek alkalmassága, potenciálisan fejlődni képes fa-

jok) a csípőszúnyog-együttesek szerveződésében a fenológiai jellemzők szerepe és az együttesek szezonális különbségei – sok más rovarcsoporthoz képest – kiemelkedő (Russel 1986, Tóth 2005).

Magyarországon először Mihályi és Gulyás (1963) foglalkozott a csípőszúnyog fajok kapcsolt előfordulásaival, együttes-szerveződésével. Eredményként a szerzők hat tájípust különböztettek meg: I. pusztai; II. sík- és dombvidéki mocsaras területek ligetei és erdői; III. folyók árterületei; IV. alacsonyabb hegyvidékek (600 m alatt); V. magasabb hegyvidékek (600 m felett); VI. ház körüli vizek.

Később Tóth (2004, 2006) helytállónak találta Mihályi és Gulyás (1963) csípőszúnyog-együttesekre vonatkozó megállapításait és – továbbra is statisztikai vizsgálatok nélkül – a következő, víztértípusokat tartotta elkülöníthetőnek a csípőszúnyog-együttesek szerkezeti jellemzői alapján: I. mocsár típusú természetes állóvíz; II. tömpoly típusú természetes kisvíz; III. litoriprofundális típusú sekélytó; IV. csapadékvizes pocsolya; V. ér típusú kisvízfolyás; VI. mocsár típusú mesterséges állóvíz.

Néhány évvel ezelőtt – a gyakorlati alkalmazás teremtette egyre erősödő igényeknek megfelelően – összeállítottak egy, a legjellemzőbb csípőszúnyog-élőhelyeket és az azokhoz kötődő lárv-együttesek szerkezeti jellemzőinek és élőhely-függésének statisztikai vizsgálatára alkalmas adatbázist (Sáringer-Kenyeres 2008). Ebben szerepelnek célzottan az együttesek vizsgálatához készített felvételek (1239 minta), ill. a rendelkezésre álló legteljesebb magyarországi publikált adatállományok (Tóth 2004, 2006) feldolgozásának eredményei (7740 minta). Az összesen 8979 minta, 47 csípőszúnyogfaj 194 966 lárvaegyedének adatát tartalmazza.

A hatékony BTI-kezelések és a környezet-terhelés minimalizálása szempontjából egyaránt az a legfontosabb kérdés, hogy a humán szempontból jelentős (embert támadó) fajok lárvái térben és időben mennyire kapcsoltan fordulnak elő. Ennek megállapítása céljából elvégeztük a fenti adatbázis 5480 mintára redukált és módosított változatának (a csak egy fajt tartalmazó minták, ill. a húsnál kevesebb mintában előfor-

duló fajok elhagyása, a fajok részesedése százelés értékekkel meghatározva) Twinspan elemzését (Orlóci-módszer) – a Juice 7.0 program (Tichy 2002) alkalmazásával. A feltárt fidelitásértékek (Phi-koeff.) alapján kirajzolódó kapcsolt előfordulásokat az 1. táblázat mutatja.

Ennek alapján jellemzőnek tekinthetők bizonyos embert támadó fajok monodomináns előfordulásai (pl. *Ochlerotatus flavescens*, *Aedes vexans*), de a BTI-kezelések szempontjából kiemelt jelentőségű fajok erősen kapcsolt előfordulásai is jellemzők (pl. *Ochlerotatus cantans*–*Ochlerotatus cataphylla*; *Ochlerotatus annulipes*–*Aedes vexans*; *Ochlerotatus sticticus*–*Aedes cinereus*). A Kenyeres és mtsai (2010) cikkében összefoglalásra, más folyóiratokban megjelenés alatt álló közleményekben részletezésre kerülő eredmények szerint kvantitatív ökológiai vizsgálatokkal jól alátámasztott módon definiálhatók azon élőhelyek, melyek vízborításos állapotban a legfontosabb gyérítendő tenyészőhelyekként jelentkeznek: (1) ártéri ligeterdők; (2) ártéri lágyszárú növénytársulások; (3) időszakosan kiszáradó nádasok és magassásosok; (4) mocsárrétek és időszakos vízborítással jellemezhető egyéb gyepterületek; (5) mezofil erdők időszakos vízállásai. E tenyészőhelyek együtteseinek szerveződésében meghatározó az adott élőhely (a) vízborításának állandó, vagy időszakos jellege, kiszáradásdinamikája; (b) a vízfelszín fedettségének mértéke és (c) a vízfelszín árnyékoltsága (Kenyeres és mtsai 2010).

A csípőszúnyogok közösségi ökológiájának ismeretében pontosan definiálhatók tehát azok élőhelytípusok, melyek térképezése a BTI kijuttatás célterületeinek meghatározását jelenti.

### A tenyészőhelyek térképezése

A tenyészőhely-térképezés a csípőszúnyogok fejlődési helyeinek meghatározását és térképi ábrázolását jelenti, a BTI-kezelések előkészítéséhez kapcsolódóan. A hazai csípőszúnyog-tenyészőhelyek térképezése a technológiai lehetőségek terén jelentősen eltér a nemzetközi gyakorlattól. Az Egyesült Államokban – a NASA kivitelezésében – a vízállásos gyepek helyének meghatározásához 1971-ben már infraszínes

(Hay és mtsai 1998), 1979-ben pedig multispektrális légifotókat (Barnes és Cibula 1979) használtak, Magyarországon csak a 2000-es évektől kezdve vált általánossá a távérzékelési adatok témaspecifikus alkalmazása. Ez nem csak a nagy pontosságú helymeghatározást és területmeghatározást tette lehetővé (szemben a korábbi, rossz hatékonyságú ponttérképezéshez képest), de a létrehozott digitális, térképhelyes fedvények univerzális felhasználásának és gyors aktualizálásának feltételeit is megteremtette.

Saját eredményekre támaszkodva, a térinformatika lehetőségeit alkalmazó részletes és gyorsított térképezési módszerre egyaránt javaslatot tesz Márkus és mtsai (2010) cikke. Mindkét módszer speciális élőhely-térképezésként kezeli a tenyészőhely-térképezést, mely azt a növényzeti mintázatot, amely statisztikai vizsgálatokkal igazoltan magában foglalja a humán szempontból jelentős csípőszúnyog-együttesek tenyészőhelyeit, háttér mintázatként ábrázolja. Ennek a mintázatnak a térképezése egyben a tenyészőhelyek térképezését is jelenti. A térkép-fedvényeket – RGB légifotók, infraszínes légifotók, multispektrális úrfelvételek alapján – kézi interpretációval hozzák létre a két módszer közötti különbség az adatregisztráció mélysége és a megjelenítések komplexitása közötti különbségekben jelentkezik. A módszer jól alkalmazható (1) kiszáradó jellegű nádas, sásos mocsarak; (2) állandó jellegű nádas, sásos mocsarak; (3) időszakos vízállásokkal jellemezhető üde gyepek csípőszúnyog-tenyészőhelyeinek meghatározáshoz.

Az, hogy a nemzetközi példákhoz képest a tenyészőhely-térképezésekhez Magyarországon csak jelentős késéssel kezdtek el alkalmazni a távérzékelési adatokat, azzal a következménnyel is járt, hogy a térinformatika prediktív lehetőségeinek alkalmazására – más kutatási területekhez képest is – még később került sor. Napjainkra azonban már vannak e téren hazai eredmények is (Szabó és mtsai 2010). Ezek alapján a prediktív tenyészőhely-térképezések során a legjobb eredményt a szinképelemzésre használt állományt a gyepterületekre szűrve, részletesen mintavételezett tanulmányterületek kijelölésével (GPS-es bemérések és légifotóról történő adat-

1. táblázat

**A csípőszúnyog-együttesek fajok fidelitásán alapuló szerkezeti jellemzőinek szinoptikus táblázata**

(a fidelitás értékek feltüntetésével és a jellemzően együtt előforduló fajok jelölésével, a humán szempontból jelentős fajok félkövérrel szedve, 1–10: szerkezeti jellemzők alapján elkülöníthető együttesek)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Taxon/N<sub>minta</sub></b>	115	77	206	287	526	374	353	718	308	2516
<i>Ochlerotatus geniculatus</i>	89,5									
<i>Anopheles plumbeus</i>	83,1									
<b><i>Ochlerotatus flavescens</i></b>		<b>76,0</b>				3,0				
<b><i>Ochlerotatus cantans</i></b>			<b>49,1</b>	35,6	1,1					
<b><i>Ochlerotatus cataphylla</i></b>		3,0	<b>42,7</b>	34,6	0,4					
<i>Ochlerotatus reiki</i>		18,9	39,3							
<i>Ochlerotatus rusticus</i>		3,6	5,5	52,0	19,8					
<i>Anopheles claviger</i>			0,1		54,3				34,4	
<i>Culiseta morsitans</i>			18,8		44,7					
<b><i>Ochlerotatus annulipes</i></b>		31,9	3,3			<b>48,9</b>				
<b><i>Aedes vexans</i></b>						<b>39,3</b>		<b>60,3</b>		
<b><i>Ochlerotatus sticticus</i></b>		4,6	14,3				<b>43,3</b>	16,2		
<b><i>Aedes cinereus</i></b>						6,8	<b>39,6</b>	24,2		
<i>Culex territans</i>									70,3	3,4
<i>Anopheles maculipennis</i>								10,5	44,4	36,7
<i>Culiseta annulata</i>						3,5		6,4		42,9
<i>Culex pipiens</i>	24,3							19,0		44,5
<i>Culex modestus</i>								9,6	24,4	29,4
<i>Uranotaenia unguiculata</i>							1,7	2,1		14,8
<i>Anopheles messeae</i>							20,3	3,2	5,4	7,1
<i>Anopheles hyrcanus</i>								2,2	3,0	6,8
<i>Ochlerotatus dorsalis</i>			9,8			6,4	0,3			
<b><i>Ochlerotatus caspius</i></b>						24,1	30,1	1,1		
<b><i>Aedes rossicus</i></b>			3,8			10,3	8,7			
<i>Ochlerotatus excrucians</i>		21,9		27,5	16,9					
<i>Ochlerotatus punctor</i>		3,7	21,6							
<i>Coquillettidia richiardii</i>				0,3	7,6	0,4			0,8	3,7
<i>Culex martinii</i>									14,5	
<i>Culex hortensis</i>	19,7				3,1					0,3
<i>Ochlerotatus pulcritarsis</i>	15,3									
<i>Anopheles algeriensis</i>						1,2	0,1	7,1		5,4

gyűjtés együttes alkalmazása) elvégzett színképelemzés hozza (a számos vizsgált módszer közül az irányított osztályba soroláshoz tartozó minimum distance módszer bizonyult a legjobban alkalmazhatónak). A tapasztalatok szerint a színeképelemzéses predikciók jól alkalmazhatók a mocsár típusú vízállások, ill. csapadékvizes pocsolyák térképhelyes elhelyezkedésének meghatározásához gyepterületek dominálta területeken. A vizsgálatok szerint az RGB légifotó alapján készült modell tévedései 10% alatt maradnak (Szabó és mtsai 2010), ill. a tévedések infraszínes (IR) légifotók alkalmazásával nagyrészt megszüntethetők.

A távérzékelési adatok tenyészőhely-térképezésekhez való alkalmazását a hatékony és gyors munka lehetőségének megerősítése mellett több korlát is jellemzi. Sem a kézi interpretációk, sem a prediktív módszerek nem alkalmasak a nagyon kicsi (néhány m<sup>2</sup>, vagy sávszerűen keskeny) tenyészőhelyek megjelenítésére. Ezen – szervezeten amúgy nem kezelhető – tenyészőhelyek ábrázolására továbbra is a terpei GPS-es adatrögzítés és pontszerű ábrázolás mutatkozik megoldásként.

A fenti módszerek alkalmazását korlátozó másik, külföldi vizsgálatokkal (Knight és mtsai 1999) is megerősített tényező, hogy a rendelkez-



zésre álló légifotó állományok zöme nem alkalmas erdőterületekkel fedett tenyészőhelyek feltárásához (a fotósorozatok általában nagyfokú lombfedettség idején készülnek). Ennek megszüntetésére kínálkozik lehetőségként az infraszínes, egyedi készítésű légifotó-sorozat használata a fás vegetációval fedett (pl. árterek, erdőterületek) élőhelyeken. A rendkívül költséges eljárás bizonyos területeken (főképp árterek) – a pontosság csökkenésének elfogadása mellett – jórészt kiváltható a topográfiai térképek szintvonalainak használatával. Ez utóbbi a gyakorlati tapasztalataink alapján (Kenyeres és Sáringer-Kenyeres 2010) a Duna mentén látszik leginkább használhatónak. Különösen akkor, ha a terepmunkát olyan magas vízálláskor végezzük, amely elegendő nagy kiterjedésű, rendszeresen kialakuló tenyészőhelyek létrejöttéhez. Ez esetben az adott tenyészőhely vízfelületének határát minél több ponttal rögzítve megteremthető az alap a digitális topográfiaitérkép-állományok adott időszak vízborításának szélét jelentő szintvonalának meghatározásához.

Hatékony, ellenőrizhető BTI-kezelések csak digitális, térképhelyes tenyészőhelytérképek birtokában végezhetők. Magyarország csípőszűnyog-ártalom szempontjából kiemelt jelentőségű részterületei e tekintetben meglehetősen egyenletlenül feltártak. Részletes térképeink vannak a Balaton, a Velencei-tó, a Dunakanyar, a Csepel-sziget, valamint a Tisza-tó jobbparti területeiről, viszont az egyéb részterületekről még a korábbi módszerekkel (ponttérképezés képszerkesztő programok és különböző pontosságú topográfiai papírtérképek alkalmazásával) készített térképek sem állnak rendelkezésre. Ezek pótlását mielőbb megvalósítandó feladatként szükséges kezelni.

A hiperspektrális technológia (mely lehet légi lerepüléssel adatgyűjtés vagy műholdas rögzítés eredménye) terjedésével a tenyészőhely-térképezések kapcsán is további módszertani fejlesztési lehetőségek körvonalazódnak. A hiperspektrális szenzorok optimális időpontban történő légi lerepüléssel alkalmazása sikeres tesztelési eredmények esetén új távlatokat nyithat a csípőszűnyog-tenyészőhelyek térképezésben is. A fejlesztéssel kapcsolatos alapvető kérdés,

hogy a hiperspektrális szenzor fokozott érzékenysége mennyire nehezíti a csípőszűnyog-tenyészőhelyek heterogén foltmintázatának (mely a többi távérzékeléssel nyert adat esetében is nehézséget okoz) felismerését.

## Összegzés

Az előbbi áttekintésből látszik, hogy a környezetterhelés, az anyagi ráfordítás, az ökoszisztéma-védelem szempontjából egyaránt kedvező szelektív biológiai csípőszűnyog-gyérítés szer- és kijuttatás-feltételei adóttak. E mellé napjainkra a szupraindividuális biológia kutatómódszertana és szemlélete elérte azt a szintet, mely belátható időn belül képessé teszi arra, hogy – az infraindividuális és kísérleti biológia eredményei nyújtotta lehetőségeknek teret biztosítva – eredményeivel a lehető leghatékonyabban segítse elő a biológiai gyérítés sikeres és hatékony megvalósítását. Az első cél annak elérése lehet, hogy az adott évben biológiai úton kezelt területek kiterjedését az éves csapadékhullás, ill. a nagyobb folyók áradásainak mértéke határozza meg. Ez azt jelentené, hogy a kezelések már szakmai alapon, és nem az aktuális pénzügyi lehetőségek szerint történnek.

## IRODALOM

- Alfonzo, D., Grillet, M.E., Liria, J., Navarro, J.-C., Weaver, S.C. and Barrera, R. (2005): Ecological Characterization of the Aquatic Habitats of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Enzootic Foci of Venezuelan Equine Encephalitis Virus in Western Venezuela. *Journal of Medical Entomology*, 42 (3): 278–284.
- Becker, N. (1989): Life strategies of mosquitoes as an adaptation to their habitats. *Society for Vector Ecology*, 14: 6–25.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Lane, J. and Kaiser, A. (2003): Mosquitoes and their control. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA, pp. 498.
- Erdős Gy., Koncz Á. és Kecskeméti I. (2009a): A csípőszűnyogok elleni védekezés hazai történeti áttekintése. *Pannónia Füzetek*, 3: 6–27.
- Erdős Gy., Zöldi V. és Szlobodnyik J. (2009b): A hazai csípőszűnyogok elleni védekezés jelenlegi helyzete és perspektívái. *Pannónia Füzetek*, 3: 28–43.
- Fekete G. és Zöldi V. (2009): A csípőszűnyogok elleni szervezett védekezésben használható készítmények laboratóriumi és szabadföldi vizsgálati módszerei. *Pannónia Füzetek*, 3: 51–56.
- Goldberg, L.J. and Margalith, J. (1977): A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against

- Anopheles sergentii*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex univittatus*, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* complex. Mosquito News, 37 (3): 355–358.
- Hay, S.I., Snow, R.W. and Rogers, D.J.** (1998): From predicting mosquito habitat to malaria seasons using remotely sensed data: practice, problems and perspectives. Parasitology Today, 14 (8): 306–313.
- Kenyeres Z. és Tóth S.** (2010): A tenyészhely-térképezés története, aktuális helyzete, feladatai. Pannónia Füzetek, 4: 6–24.
- Kenyeres Z. és Sáringer-Kenyeres T.** (2010): Folyóártereken végzett tenyészhely-térképezések tapasztalatai. Pannónia Füzetek, 4: 71–79.
- Kenyeres Z., Bauer N. és Tóth S.** (2010): A Culicidae-lárvaegyüttesek élőhely-preferenciáinak áttekintése. Pannónia Füzetek, 4: 50–70.
- Márkus A., Kenyeres Z., Bauer N., Tóth S. és Sáringer-Kenyeres T.** (2010): Térinformatikai lehetőségek és korlátok a csipőszúnyog-tenyészhelyek háttérmentázat-feltárással történő térképezésében. Pannónia Füzetek, 4: 25–35.
- Mihályi F. és Gulyás M.** (1963): Magyarország csipőszúnyogjai, Leírásuk, életmódjuk és az ellenük való védekezés. Akadémiai kiadó, Budapest, pp. 229.
- Russel, R.C.** (1986): The mosquito fauna of Conjola State Forest on the south coast of New South Wales. Part 1. Species composition and monthly prevalence. General and Applied Entomology, 18: 53–64.
- Sáringer-Kenyeres T.** (szerk.) (2008): A környezetkímélő biológiai szúnyogirtás célterületeinek térképezése, új háttérmentázat-feltárási módszerrel a zalai Balaton-part térségében. INNOCSEKK projekt zárójelentés
- Szabó Sz., Kenyeres Z., Bauer N. és Sáringer-Kenyeres T.** (2010): Csipőszúnyog lárvá-tenyészhelyek térképezése predikciós térinformatikai módszerekkel. Pannónia Füzetek, 4: 36–49.
- Szepezzentgyörgyi Á. és Gajda Z.** (2010): A szúnyogártalom ellen szervezett védekezéssel alkalmazható hatóanyagok hatásmechanizmusainak összehasonlítása. Pannónia Füzetek, 4: 44–50.
- Tichy, L.** (2002): JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, 13: 451–453.
- Tóth S.** (2004): Magyarország csipőszúnyog-faunája (Diptera: Culicidae). Natura Somogyiensis 6., Kaposvár, 327.
- Tóth S.** (2005): Késő ősztől tavaszig fejlődő csipőszúnyog lárvák vizsgálata Zirc környékén (Diptera: Culicidae). Acta Biologica Debrecina Oecologica Hungarica, 13: 225–232.
- Tóth S.** (2006): A Bakonyvidék csipőszúnyog-faunája (Diptera: Culicidae). In: **Dévai Gy., Szabó L. J. és Tóth S.** (szerk.): Tanulmányok csipőszúnyogokról (Diptera: Culicidae) 1. rész. Acta Biologica Debrecina Oecologica Hungarica, 15: 1–240.
- Tóth S.** (2007): Csipőszúnyog határozó I. (Lárvák). Pannónia Füzetek, 1: 1–96.
- Zoltai N.** (1956): Védekezés a légy és szúnyog ellen. Az Egészségügyi Minisztérium Tájékoztatói a ráncsálók és rovarok elleni védekezésről. 4. szám „Művelt Nép” Tudományos és Ismeretterjesztő Kiadó, Budapest, 91.
- Zöldi V., Erdős Gy., Szlobodnyik J. és Gállfy Gy.** (2005): A Johann Béla Országos Epidemiológiai Központ Módszertani levele a szúnyogok elleni védekezésről. Epiinfo Epidemiológia Információs Hetilap, 12 (2): 1–56.

## FORMER AND RECENT RESULTS RELATED TO BTI-TREATMENTS OF MOSQUITO BREEDING SITES

**Z. Kenyeres<sup>1</sup>, S. Tóth<sup>2</sup> and T. Sáringer-Kenyeres<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Acrida Conservational Research L.P., H-8300 Tapolca, Deák F. u. 7.

<sup>2</sup>H-8420 Zirc, Széchenyi u. 2.

<sup>3</sup>Pannónia Központ L.C., H-8360 Keszthely, Vak Bottyán u. 37.

Extension of the preventive biological methods in the mosquito control is required by natural protection, environmental, juristic and economical point of views. Selective agent (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, BTI) has been known since 1977. It has been used in Hungary since 1988, sum of the treated areas increases. Whereas, it can be stated that annual territory of the treated areas in Hungary is not in relation to average rainfall and the floods (indirectly to the extent of the mosquito breeding sites). It refers to the defectiveness of the preliminary works pretending considerable applied researches. The paper overviews the most important quantitative ecological and GIS technological results and possibilities which are able to make basis for the optimized biological mosquito control through the precise determination of the target areas and terms of the treatments.

**Keywords:** mosquitoes, larvae, quantitative ecology, BTI, mapping

Érkezett: 2011. március 17.