

Szúnyoggyérítés **ökológiai alapokon:** *egy integrált megközelítés*



Szúnyoggyérítés ökológiai alapokon: egy integrált megközelítés

SZERZŐK: Fadel Nadin, Garamszegi László Zsolt, Klein Ágnes, Nagy Gergely,
Soltész Zoltán, Szentiványi Tamara, Vásárhelyi Zsóka

SZERKESZTŐ: Garamszegi László Zsolt

KIADÓ: HUN-REN ÖKOLÓGIAI KUTATÓKÖZPONT, BUDAPEST, MAGYARORSZÁG 2026

ISBN 978-615-6375-25-4

TÁMOGATÓ: NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL,
A NEMZETI LABORATÓRIUMOK PROGRAM KERETÉBEN

AZONOSÍTÓ: RRF-2.3.1-21-2022-00006

KÉSZÍTETTE: EGÉSZSÉGBIZTONSÁG NEMZETI LABORATÓRIUM, INVÁZIÓBIOLÓGIA DIVÍZIÓ

DESIGN ÉS GRAFIKA: Endrődi Gergely

EGYÜTTMŰKÖDŐ SZAKMAI PARTNEREK:

Fekete Gábor (Corax-Bioner Zrt.)

Kenyeres Zoltán (Pannónia Központ Kft.)

Sztikler János (Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ)

BUDAPEST,
MAGYARORSZÁG
2026

Bevezető	5
A hazai csípőszúnyog-gyérítés helyzete	6
A csípőszúnyog-gyérítés szervezése	6
Alkalmazott módszerek	6
Jogszáabályi háttér	8
Új kihívások	9
Inváziós fajok megjelenése	9
A járványügyi fenyegetettség növekedése	11
A szúnyoggyérítés ökológiai vonatkozásai	12
Társadalmi igények, érzékenység és felelősség	15
Egy Egészség koncepció	15
Gyakorlati javaslatok: Integrált vektorkezelés	18
Átfogó adatgyűjtésre támaszkodó döntéshozatal	19
Járványügyi felkészültség	21
A lakosság bevonása	22
Modern technológiai lehetőségek	24
Függelék	26
Szakkifejezések	26
További információk	27

BEVEZETŐ



A csípőszúnyog-gyérítés gyakorlata Magyarországon hosszú évtizedeken át viszonylag stabil keretek között működött, elsősorban a lakossági szúnyogártalom csökkentését szem előtt tartva. Az eddig alkalmazott stratégia azonban már nem képes önmagában választ adni az újonnan jelentkező társadalmi-természeti kihívásokra. Az elmúlt években olyan, egymással összefonódó folyamatok indultak el, amelyek komoly kihívásokat támasztanak az eddigi megközelítésekkel szemben. Megváltozott az a környezet, amelyben a szúnyoggyérítési döntések megszületnek: inváziós szúnyogfajok jelentek meg, nőtt a járványügyi kockázat, átalakultak a társadalmi elvárások, erősödött a fenntartható, környezetkímélő beavatkozások iránti igény, és új technológiai lehetőségek rajzolódnak ki.

Mindezek egyértelművé teszik, hogy olyan szemléleti és gyakorlati paradigma-váltásra van szükség, amelyben újragondoljuk a szúnyoggyérítés céljait, eszközeit és döntési mechanizmusait. Egy olyan komplex, adaptív szemléletre van szükség, amely képes egyszerre kezelni a humán- és állategészségügyi fenyegetettséget, a lakossági elvárásokat és környezeti terhelést, miközben teret ad a társadalmi részvételnek és a helyi adottságokhoz igazodó megoldásoknak. Ebben a keretben különösen felértékelődik az ökológiai összefüggések ismerete, valamint az Egy Egészség szemlélet, amely az emberi és állati egészséget, illetve a környezet állapotát egységes rendszerként kezeli, míg a gyakorlatot az integrált, komplex adatokon nyugvó és az ágazati összefogásra épülő megoldások irányába tereli.

Jelen kiadványban arra teszünk kísérletet, hogy bemutassuk azokat az új kihívásokat, amelyek a változtatás szükségességét indokolják, valamint, hogy gyakorlati javaslatokat fogalmazzunk meg egy fenntarthatóbb és hosszú távon is hatékony szúnyoggyérítési stratégia irányába. Nem egy „csodamegoldás” felvázolására törekszünk, hanem egy olyan koncepcionális keretet kínálunk, amely segíthet a csípőszúnyog-gyérítés alapjainak újragondolásában.

A kiadvány két fő részből áll, amelyek külön-külön is megállják a helyüket. A problémakör teljes megértése érdekében mégis az egész szöveg áttekintését javasoljuk. Az első rész bemutatja a hazai szúnyoggyérítés jelenlegi gyakorlatát, majd részleteiben tárgyalja az aktuális társadalmi-természeti kihívásokat. A második részben fogalmazzuk meg e kihívások kezelésére adott gyakorlati javaslatainkat a nemzetközi trendek és a hazai adottságok figyelembevételével. A kiadvány számos szakkifejezést tartalmaz, amelyeket a függelékben röviden elmagyaráztunk.



A HAZAI CSÍPŐSZÚNYOG-GYÉRÍTÉS HELYZETE

A csípőszúnyog-gyérítés szervezése

Ma Magyarországon a csípőszúnyog-gyérítés elsődlegesen a lakosság komfortérzetét szolgálja, nem járványügyi megfontolásból zajlik. A központi program irányítása 2013 óta a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Gazdasági Ellátó Központjának a feladata, amely külön-külön kivitelezői és szakértői konzorciumokat bíz meg a gyérítési munkákkal és azok ellenőrzésével. A települési önkormányzatok kérhetik felvételüket a központi csípőszúnyog-gyérítési programba, melyet független szakértői csoport hagy jóvá. Emellett az önkormányzatok saját költségükön a programon kívül is rendelhetnek gyérítést. A rendszer így országos koordinációt, de települési szintű rugalmasságot biztosít.

Alkalmazott módszerek

Magyarországon a szervezett csípőszúnyog-gyérítés két fő technológián alapul: a szúnyoglárva-gyérítésen (biológiai módszer) és a kifejlett szúnyogok elleni védekezésen (kémiai módszer). Az országos programban a biológiai kezelések aránya ugyan évről évre növekszik, de ezek továbbra is csak kiegészítik, nem pedig kiváltják a kémiai eljárásokat.



A KÉMIAI SZÚNYOGGYÉRÍTÉS

A kémiai gyérítés célja a már kirepült, vérszívó nőtény szúnyogok számának gyors csökkentése. Az alkalmazott biocidot (kártévőirtó vegyszert) hígítva, köd formájában, azaz egészen apró cseppekben juttatják ki a levegőbe. Többféle piretroid tartalmú készítmény engedélyezett, amelyek közül egy hazai gyártású, deltametrin alapú termék használata a leggyakoribb. Az EU biocid felülvizsgálati programja miatt a következő években az elérhető hatóanyagok köre várhatóan tovább szűkül, ami a gyérítési stratégiák tervezését is befolyásolja.

A szer kijuttatásához két fő technológia használatos attól függően, hogy hogyan állítják elő a ködfelhőt. A melegködös eljárás során az irtószert magas hőmérsékleten finom aeroszollá alakítják, amely látványos, sűrű fehér köd formájában terjed. A másik ködképző eljárás az ULV-technológia (az angol Ultra Low Volume, azaz nagyon alacsony térfogat szókapcsolatból). Az ULV-technológia a melegköd-eljárás-hoz képest kisebb mennyiségű készítményt porlaszt rendkívül apró, 5-30 mikrométeres cseppekre, amelyek hosszabb ideig lebegnek a levegőben, és hatékonyabban érik el a repülő szúnyogokat. A köd alig látható, nem okoz jelentős lerakódást, és a környezetet is kevésbé terheli, ezért ma ez a legelterjedtebb módszer a kifejlett szúnyogok gyérítésére.



A kémiai gyérítési módszerek alkalmazása időjárásfüggő: legfeljebb gyenge szélben, csapadéktól mentes időben, jellemzően napnyugtá után alkalmazhatóak, amikor a csípőszúnyogok a legaktívabbak. Mindkét kijuttatási módszerre jellemző, hogy rövid hatástartamú, hiszen csak az aktuálisan repülő kifejlett szúnyogok számát csökkenti, és elsősorban a lakossági szúnyogártalom gyors mérséklését célozza. A kémiai gyérítés legnagyobb hátránya a környezeti terhelés, mert a hatóanyag nem specifikusan hat a csípőszúnyogokra, így más hasznos repülő rovarfajok egyedeit is pusztítja.



A BIOLÓGIAI SZÚNYOGGYÉRÍTÉS

A biológiai módszer egy *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) baktérium által termelt fehérjén (toxin) alapul, amely célzottan a szúnyoglárva emésztőrendszerében fejti ki mérgező hatását. A gyakorlatban a toxint tartalmazó fehérjekészítményt juttatják a víztestekbe folyadék formában vagy granulátumként, földi vagy légi kijuttatással (repülőgép vagy drón segítségével). Ez a módszer jól alkalmazható nagy kiterjedésű tenyészhelyek esetén. Biológiai lárvagyérítésre Magyarországon jelenleg a Sumitomo Chemical által gyártott Vectobac készítmények érhetők el.

A biológiai módszeren alapuló gyérítés alkalmazhatósága a tenyészhelyek elérhetőségétől függ, továbbá kihívást jelenthet a természetvédelmi oltalom alatt álló élőhelyek kezelése is. A főként inváziós szúnyogoknak otthont adó rejtett vagy magántelkeken található mikrotenyészhelyek biológiai úton való központi kezelése nem kivitelezhető. További korlátja a biológiai szúnyoggyérítésnek, hogy nem alkalmazható az összes lárvastádiumban, így kivitelezése ezirányú szakértelmet is követel. Az alkalmazást nehezítő tényező az is, hogy a hatékony kezelés érdekében a gyérítendő területek részletes élőhely-térképezése szükséges, ami szintén megfelelő képzettséghez kötött. Ezek miatt a biológiai gyérítés egységnyi területre vonatkoztatott költségei magasabbak a kémiai gyérítés költségeinél, amelyek azonban megtérülhetnek a hatékonyság tekintetében.

GÉPJÁRMŰVEL VÉGZETT FÖLDI SZÚNYOGGYÉRÍTÉS - CORAX-BIONER ZRT.



Jogszáabályi háttér

A hazai csípőszünyog-gyérítés jogi alapját több egymásra épülő szabályrendszer adja, amelyek biztosítják, hogy a védekezési munkák szabályosan, engedélyezett készítményekkel, megfelelő szakmai felügyelet mellett történjenek. Magyarországon a szolgáltatókártevőirtó vállalkozások működését, az irtószerek forgalmazását és azok felhasználását a 16/2017. (VIII. 7.) EMMI rendelet határozza meg, amely kimondja, hogy az irtószereket kizárólag a megfelelő engedéllyel rendelkező vállalkozások használhatják, és az alkalmazásról a szakmai irányelvekben rögzített dokumentációval kell gondoskodni.

Ugyanakkor a járványügyi szempontból végzett, egészségügyi kártevők elleni intézkedések jogi keretét a 18/1998. (VI. 3.) NM rendelet teremti meg, amely többek között a települési önkormányzatok kötelezettségeit is megállapítja. Az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről rögzíti az állam feladatát az egészségvédelem és a közegészségügyi megelőzés terén. Emellett az uniós szabályozás keretét az Európai Parlament és a Tanács 528/2012/EU rendelete képezi, amely az Európai Unióban forgalmazott biocid termékek – így az irtószerek – forgalmazását, alkalmazását és szabályozását harmonizálja, előírva többek között az aktív hatóanyagok jóváhagyását és a termékek engedélyeztetését is.

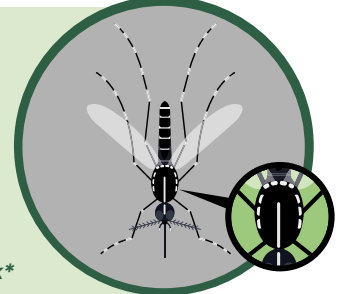
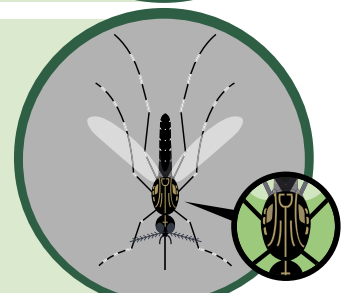
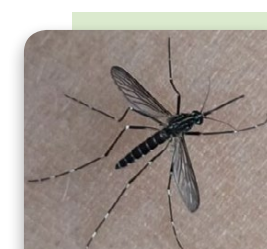
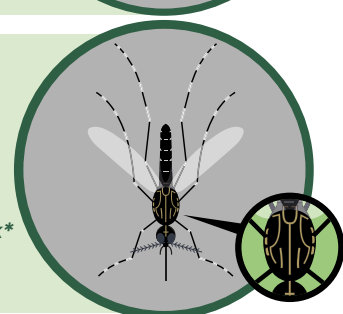
Ezek a jogszabályok együtt biztosítják, hogy a hazai szünyoggyérítések során alkalmazott készítmények engedélyezettek legyenek, a szolgáltatók megfeleljenek a működési követelményeknek, és a kezelések a technológiai és környezetvédelmi szempontok figyelembevételével történjenek. Az aktuálisan engedélyezett irtószerek listája a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ honlapján, az Irtószerek Kereshető Adatbázisában érhető el (a pontos link a Függelékben található).

ÚJ KIHÍVÁSOK

Inváziós fajok megjelenése

Az elmúlt évtizedekben az éghajlatváltozás és a globalizáció fokozódásának következtében világszerte, így Európában és Magyarországon is egyre több inváziós élőlény megjelenése és terjedése figyelhető meg. A csípőszünyogok esetében különösen jelentős az ázsiai eredetű fajok megtelepedése, amelyek közül Magyarországon három inváziós, az *Aedes* nembe tartozó faj fordul elő: az ázsiai tigrisszünyog (*Aedes albopictus*), a japán bozót-szünyog (*Aedes japonicus*), illetve a koreai szünyog (*Aedes koreicus*).

INVÁZIÓS CSÍPŐSZÜNYOGOK MAGYARORSZÁGON

	ÁZSIAI TIGRISSZÜNYOG <i>Aedes albopictus</i> Az alábbi kórokozókat terjesztheti: • chikungunya-láz vírusa • dengue-láz vírusa • japán encephalitis vírusa • nyugat-nílusi láz vírusa • sárgaláz vírusa • zika-láz vírusa • Dirofilaria fonálféreg* Megjelenés:  1972  2014	
	JAPÁN BOZÓTSZÜNYOG <i>Aedes japonicus</i> Az alábbi kórokozókat terjesztheti: • chikungunya-láz vírusa • dengue-láz vírusa • japán encephalitis vírusa • nyugat-nílusi láz vírusa • Rift Valley láz vírusa • sárgaláz vírusa Megjelenés:  2000  2012	
	KOREAI SZÜNYOG <i>Aedes koreicus</i> Az alábbi kórokozókat terjesztheti: • chikungunya-láz vírusa • japán encephalitis vírusa • <i>Brugia malayi</i> fonálféreg • Dirofilaria fonálféreg* Megjelenés:  2008  2016	

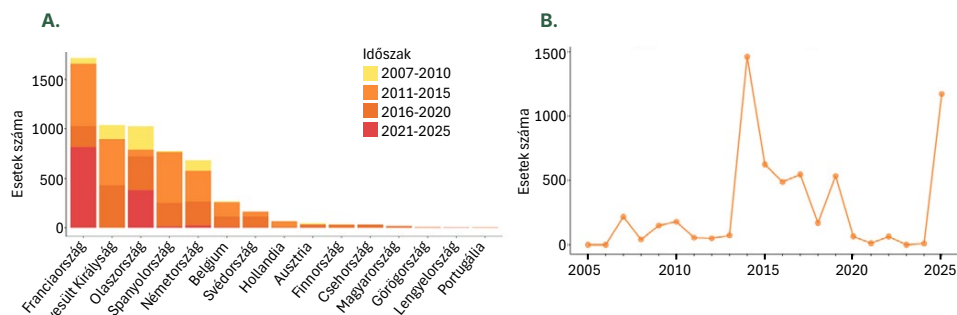
* Magyarországon EDDIG csak a jelölt kórokozókat sikerült kimutatni inváziós szünyogokból

E fajok sikeres megtelepedését és terjedését számos ökológiai tényező segíti. Jellemző rájuk az erős versengési képesség és a széles környezeti tűrőképesség: tojásaik rendkívül hideg- és szárazságtűrővé teszi a kedvezőtlen környezeti feltételek átvészelését, valamint a passzív, ember által közvetített terjedést, például használt gumibroncsok, vagy dísznövények szállítása során. Inváziójuk folyamán a városi környezetben való szaporodáshoz is jól alkalmazkodtak. Szaporodási időszakuk késő ősziig tarthat. A kifejlett egyedek egész nap aktívak, agresszíven támadják az embert.

A Magyarországon megjelent inváziós *Aedes* szűnyogfajok közös jellemzője, hogy potenciális vektor szervezetek, vagyis különböző kórokozók terjesztésére képesek. A hozzájuk köthető vírusok többsége trópusi eredetű, azonban az elmúlt években már Európában is több, helyi terjedéssel járó járvány kialakulását okozták. Ilyen kórokozók többek között a dengue-, a zika-, és a chikungunya-vírusok vagy olyan – elsősorban állati – kórokozók, mint a *Dirofilaria* nemzetségbe tartozó fonálférgék, amelyek a bőr- és szívférgesség okozói.

Hazánkban jelenleg az ázsiai tigrisszűnyog rendelkezik a legnagyobb elterjedési területtel és populációmérettel. Budapesten és néhány nagyobb városban ma már ez az egyik leggyakoribb csípőszűnyogfaj, mely az embereket csípi. Ráadásul a három inváziós faj közül potenciálisan ez képes a legtöbb kórokozó terjesztésére, ezért járványügyi és közegészségügyi szempontból is kiemelt jelentőségű fajnak tekinthető. Megjelenése jellegzetes és könnyen felismerhető: teste fekete alapszínű, erősen kontrasztos, hófehér csíkozással a lábakon és a testen. Testhosszát tekintve kisebb a hazai csípőszűnyogfajoknál. Vérszívás során az emlősöket preferálja, így mivel leginkább városi környezetben fordul elő, főként embereket vagy a közelükben élő házi- és vadállatokat csípi. Ritkán hüllők, madarak és kétélűek vérével is táplálkozik. E széles táplálékspektrumból és a nagyfokú humán vérszívásból kifolyólag fontos szerepe lehet a kórokozók különböző fajok közötti terjesztésében.

CHIKUNGUNYA-ESETEK EURÓPÁBAN (BEHURCOLT + LOKÁLIS JÁRVÁNYOK). A. CHIKUNGUNYA-ESETEK A 15 LEGÉRINTETTEBB EURÓPAI ORSZÁGBAN. B. CHIKUNGUNYA-ESETEK SZÁMÁNAK ALAKULÁSA EURÓPÁBAN 2005 ÉS 2025 KÖZÖTT. FORRÁS: ECDC.



A járványügyi fenyegetettség növekedése

A csípőszűnyogok vektorszerepe világszerte hatalmas kockázatot jelent. Az olyan betegségek, mint a malária, a dengue-láz, a chikungunya-láz, a japán encephalitis, az elefantiázis és a sárgaláz együttesen évente több millió embert érintenek, és a WHO becslése szerint legalább 600.000 ember halálát okozzák. Az inváziós csípőszűnyogok térhódításával az általuk terjesztett betegségek is egyre nagyobb fenyegetést jelentenek világszerte.

A LEGISMERTEBB, CSÍPŐSZŰNYOGOK ÁLTAL TERJESZTETT KÓROKOZÓK



Európában a chikungunya-, dengue- és zika-vírussal fertőzött esetek száma ugyan összességében továbbra is alacsony, azonban emelkedő tendenciát mutat, különösen a déli régiókban. Ennek hátterében elsősorban a nemzetközi utazások, valamint az inváziós *Aedes* szűnyogfajok fokozott terjedése áll. Bár az esetek többsége továbbra is behurcolt, egyre gyakoribb az ázsiai tigrisszűnyoghoz köthető helyi járványok kialakulása is. Hazánkban jelenleg nincs járványügyi fenyegetettség e kórokozók tekintetében, mivel eddig csak behurcolt eseteket regisztráltak kis számban (évenként 2-20 eset), ugyanakkor a közvetítésükért felelős inváziós szűnyogfajok már jelen vannak az országban. A globális és európai trendek alapján ezen megbetegedések száma folyamatosan növekszik, így a közeljövőben számíthatunk az első hazai terjedésű esetekre is.

Akadnak olyan őshonos csípőszűnyogok által is terjesztett kórokozók, amelyek már hosszabb ideje jelen vannak Magyarországon, de a jövőben várhatóan ezek is komolyabb problémát jelentenek majd. A nyugat-nílusi vírus terjedésében meghatározó szerepet játszik az őshonos dalos szűnyog (*Culex pipiens*), amely a kórokozót madarak (rezervoárfajok) között terjeszti. A vírus ezt követően más csípőszűnyogfajok közvetítésével juthat el további gerinces gazdaszervezetekre, köztük emlősökre, elsősorban a lovakra és az emberre.

Hazánkban az usutu-vírus rezervoárjai szintén a madarak, a terjesztésében pedig *Culex* szúnyogfajok vesznek részt. Emberben a fertőzés többnyire enyhe tünetekkel jár, csak ritkán vezet klinikai megbetegedéshez. Mind a nyugat-nílusi vírus, mind az usutu-vírus egyes madárfajok populációiban időszakosan jelentős pusztulást okozhat.

Ma Magyarországon a fenti vírusok mellett jelen vannak csípőszúnyogok által terjesztett fonálférgek is, amelyek közül a bőrférgességet okozó *Dirofilaria repens* és a szívférgességet okozó *Dirofilaria immitis* a legfontosabbak. Ezek elsősorban kutyákat és vadon élő ragadozókat érintenek egyre növekvő mértékben, így főként állategészségügyi szempontból jelentősek, bár embereket is megfertőzhetnek. Magyarországon ezeket az *Aedes* és *Culex* nemzetségbe tartozó, őshonos és inváziós csípőszúnyogfajok terjesztik.

Magyarországon az 1950-es évekig komoly fenyegetettséget jelentett a malária, de a múlt század második felére sikerült ezt a betegséget felszámolni Európában. Mindazonáltal a malária egysejtű kórokozóját terjesztő *Anopheles* csípőszúnyogfajok (maláriaszúnyogok) továbbra is jelen vannak hazánkban. Évente jelenleg 5-20 külföldről behurcolt emberi eset fordul elő. A klímaváltozás és a fokozódó turizmus következtében várható, hogy a malária ismét reális közegészségügyi fenyegetést jelenthet Európában.

A növekvő járványügyi fenyegetettség miatt szükség van a megfelelő felkészültség kialakítására, és a szúnyoggyérítési gyakorlat alkalmazkodóképességének megteremtésére.

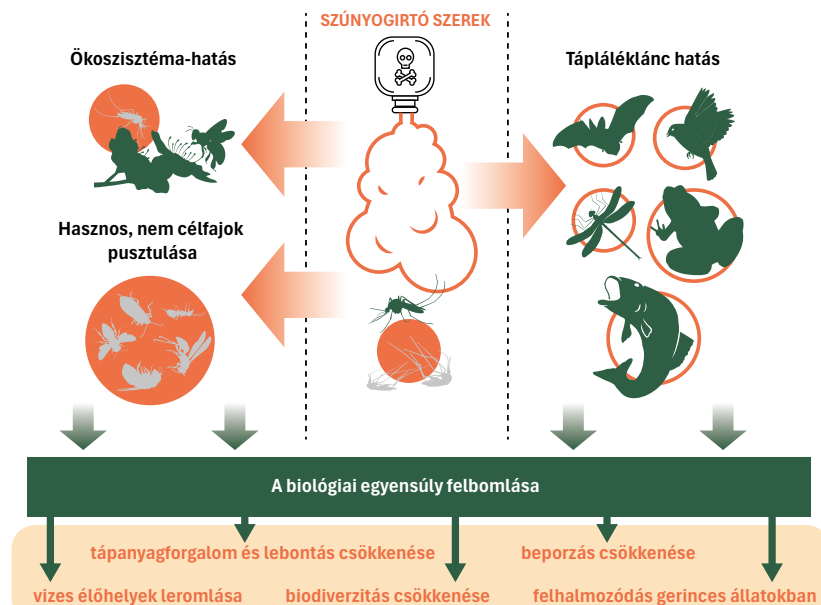
A szúnyoggyérítés ökológiai vonatkozásai

A szúnyogok az ökoszisztéma fontos szereplői, így az ellenük való védekezés az életközösségek összetételére és működésére is jelentős hatással lehet. Ennélfogva a szúnyoggyérítési stratégia kialakításakor kulcsfontosságú az ökológiai és fenntarthatósági szempontok figyelembevétele.

A csípőszúnyogok gyérítésének legfontosabb ökológiai következményei a táplálékláncot érintő hatásokon keresztül jelentkezhetnek, hiszen lárváik és kifejlett egyedeik számos gerinctelen és gerinces állat elsődleges táplálékforrásai. Populációik méretének csökkenése láncreakciót indíthat el a táplálékhálózatban, ami számos védett vagy fokozottan védett faj (pl. szitakötők, halak, kételtűek, madarak, denevérek) állományaira is kiterjedhet.

Mindemellett a szúnyogok számos olyan fontos ökoszisztéma-szolgáltatás résztvevői, amelyek a szúnyoggyérítés következményeként szintén károsodhatnak. Például a hím és nőtény szúnyogok is fogyasztanak nektárt, így részt vesznek a virágos növények beporzásában. Az egyes vízterekben fejlődő szúnyoglárvák pedig a felhalmozódó szerves anyag lebontásában segítenek, így a tápanyagok körforgásának kiemelt szereplői.

A KÉMIAI CSÍPŐSZÚNYOG-GYÉRÍTÉS ÖKOLÓGIAI KÖVETKEZMÉNYEI



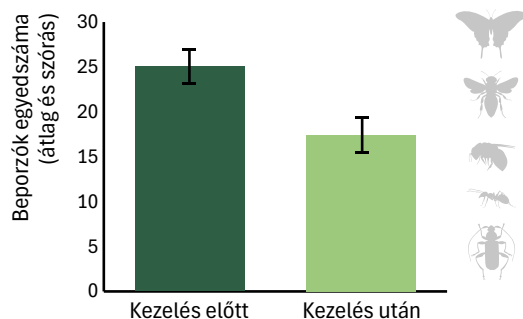
A kémiai szúnyoggyérítés során alkalmazott vegyszerek olyan idegmérgek, amelyek a csípőszúnyogok mellett számos más hasznos (beporzást, lebontást, kártevők fogyasztását végző) ízeltlábúra is mérgezően hatnak. A kémiai irtószerek kijuttatása során további veszélyeket is figyelembe kell vennünk. Ilyen az elsodródás mértéke, amelynek következtében akár természetvédelmi területek is károsodhatnak.

A biológiai módszerek alkalmazásakor egy sokkal specifikusabb bakteriális toxin (Bti) kerül a környezetbe, ami kisebb terhelést jelent az élővilág számára. Mindazonáltal ez a kezelés sem teljesen szelektív. Különösen az árvaszúnyogok lárváit érinti kedvezőtlenül, amelyek a csípőszúnyogok lárváihoz hasonlóan táplálkoznak és kulcsszerepet töltenek be a vízi táplálékhálózatban. A vizes élőhelyeken a tápanyagforgalom, az üledék lebontása, valamint más fajok élőhelyének biztosítása nagymértékben függ az olyan alacsonyabb rendű szervezetek jelenlététől, mint a csípőszúnyog- és árvaszúnyog-lárvák. A lárvákat érintő kezelések következtében fellépő biodiverzitás-csökkenés veszélyeztetheti e funkciók zavartalan működését, így hosszabb távon a teljes ökoszisztéma stabilitását is. A vizes rendszereket célzó lárvagyérítési programok ismételt alkalmazásának szélesebb körű, még nagyrészt ismeretlen következményei lehetnek az ártéri ökoszisztémák tápanyag- és energiakörforgására nézve.

Figyelembe kell vennünk továbbá, hogy minden egyes csípőszűnyogfajnak megvannak a saját ökológiai jellemzői (pl. napi aktivitási ritmus, élőhely-preferencia, szaporodási stratégia és táplálkozási sajátosságok). Ezek a tulajdonságok, illetve az egyes élőhelyek fajösszetételének szezonális mintázatai alapvetően meghatározzák, hogy egy adott gyérítési módszer mikor, hol és milyen formában lehet eredményes, illetve mikor jár felesleges környezeti terheléssel. Az ökológiai szempontok ismerete ráadásul nem csupán a beavatkozások technikai hatékonyságát javítja, hanem alapjaiban formálja át a szűnyoggyérítéssel való gondolkodást is: a mechanisztikus és bináris („van szűnyog / nincs szűnyog”) szemlélet helyett egy komplex, faj- és környezetfüggő megközelítést tesz lehetővé, amely a kockázatok, hatások és elfogadható szintek tudatos mérlegelésére épül. A megfelelő döntéshozatalhoz elengedhetetlen a helyi viszonyok alapos ismerete is, beleértve az aktuális szűnyogterhelést, a természetvédelmi értékeket, a lakossági igényeket és az adott térség ökológiai sajátosságait.

A szűnyogirtó szerek alkalmazása során fontos evolúciós ökológiai jelenség a rezisztencia kialakulása, amelynek során a populációban előforduló ellenállóbb egyedek túlélve a kezelést továbbörökítik a rezisztenciát biztosító tulajdonságaikat. Az ismételt vagy túl gyakori vegyszerhasználat erős szelekciós nyomást gyakorol a csípőszűnyogpopulációkra, így a rezisztens egyedek aránya gyorsan növekedhet, ami végső soron a készítmények hatékonyságának romlásához vezet. Ez hosszú távon több, intenzívebb vagy új típusú beavatkozást tehet szükségessé, ami tovább növelheti a többi élőlényre és az ökoszisztémákra nehezedő terhelést.

KÉMIAI CSÍPŐSZŰNYOG-GYÉRÍTÉS HATÁSA A BEPORZÁST VÉGZŐ ROVAROK EGYEDSZÁMÁNAK ALAKULÁSÁRA (2025). Egy 2025-ben végzett, a kémiai csípőszűnyog-gyérítés hatását feltáró vizsgálat kimutatta, hogy a csípőszűnyogok egyedszámában megmutatkozó csökkenéssel arányos populációméret-csökkenés detektálható a beporzást végző rovarcsoportokban is.



Társadalmi igények, érzékenység és felelősség

Az elmúlt időszakban Magyarországon is bekerült a közbeszédbe a szűnyoggyérítés fenntarthatóságának, illetve az alkalmazott szerek emberi és környezeti egészségre gyakorolt hatásainak kérdése. A társadalomban egymástól független, és sokszor egymásnak ellentmondó elvárások jelennek meg. Míg bizonyos rétegekben erős igény mutatkozik a szűnyogirtalom miatti gyakori kémiai gyérítésre, máshol évek óta aktív civil mozgalmak harcolnak a kémiai gyérítés teljes kivezetéséért. Az elmúlt néhány évben számos magyarországi önkormányzat döntött úgy, hogy felhagy a kémiai szűnyoggyérítés rutinszerű alkalmazásával. Ezeken a településeken és budapesti kerületekben a helyi illetőségű önkormányzati szervek és civil szervezetek komoly érdeklődést mutatnak az ökológiai, fenntartható szemléletbe jobban illeszkedő szűnyoggyérítési, vagy a szűnyogpopulációt más módon kontrolláló megoldások iránt. Mindemellett megnőtt azon lakosok száma is, akik felismerik az egyén felelősségét is a szűnyogok elleni védekezésben, és aktívan keresik a cselekvési lehetőségeket. Az inváziós szűnyogok esetében éppen ennek lehet a legnagyobb jelentősége, hiszen ezek a fajok kifejezetten az ember közelében élnek. Ily módon a társadalomban az egyének szintjén jelentkező cselekvési igény hatékonyan beilleszthető lenne az országos szűnyoggyérítési stratégiába.

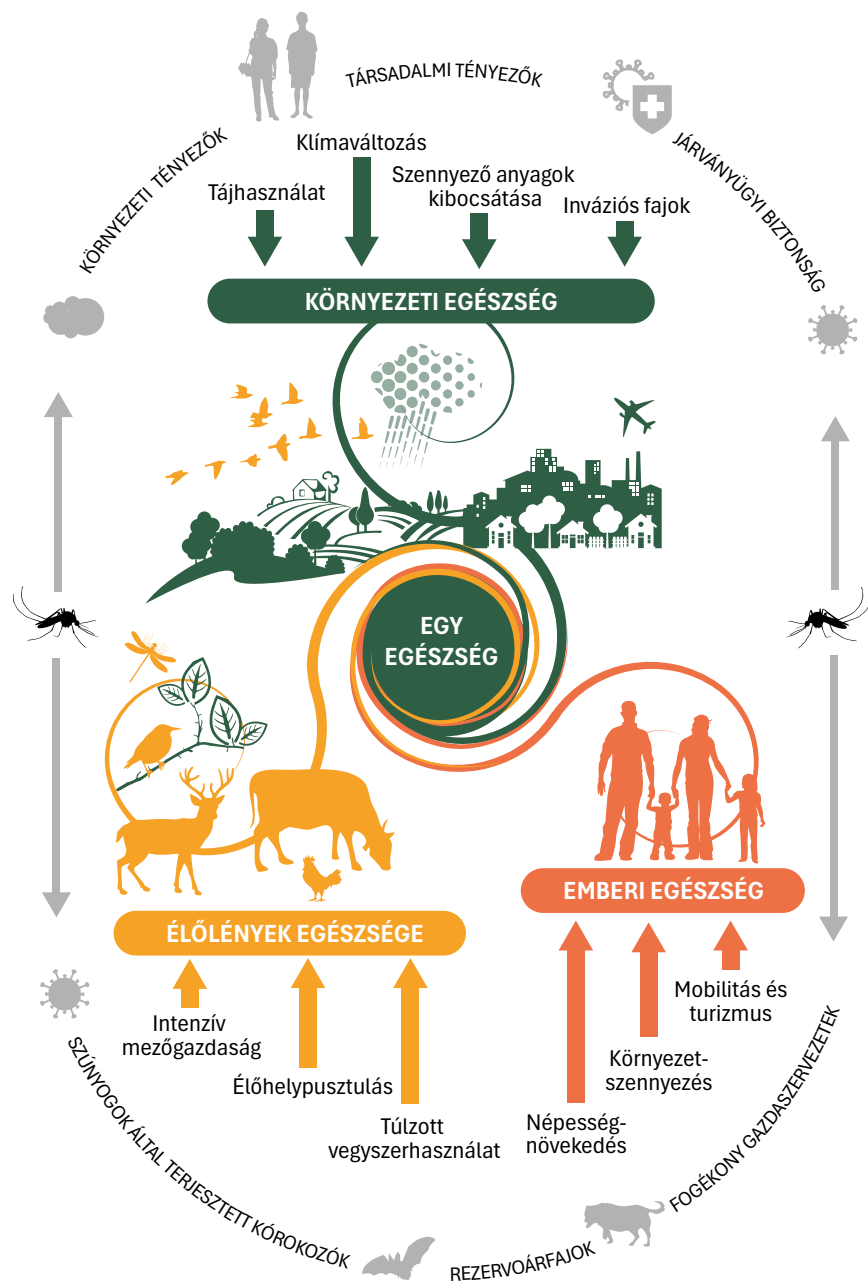
Egy Egészség koncepció

Az Egy Egészség (angolul One Health) koncepció egy olyan átfogó szemléletmód, amely felismeri az emberi jóllét, a vadon élő és háziállott élőlények, valamint a természeti környezet állapotát összekötő komplex viszonyrendszert. A megközelítés magában foglalja a különböző érdekelt felek, többek között a népegészségügyi szakemberek, állatorvosok, ökológusok, környezetvédelmi szakértők, döntéshozók és helyi közösségek közötti együttműködést. Ily módon elősegíti az emberek, állatok és a környezet egészségét egyaránt érintő kockázatok korai felismerését, megelőzését és hatékony kezelését.

A szűnyogok és az általuk terjesztett kórokozók esetében az Egy Egészség megközelítés alkalmazása kiemelten fontos, mivel egy különösen komplex ökológiai rendszerről van szó. Ez a rendszer magában foglalja a szűnyogokat, az általuk terjesztett kórokozókat, a rezervoárfajokat, a fogékony gazdaszervezeteket (például az embert és a különböző állatfajokat), valamint az ezeket érintő környezeti tényezőket, és a lakossági szempontokat is. E keretrendszerben lehetőségünk nyílik megismerni ennek a komplex hálózatnak a kölcsönhatásait és dinamikáját, miközben figyelembe vesszük a vektorok és az általuk közvetített kórokozók terjedését meghatározó összetett környezeti és társadalmi tényezőket. Ennek következtében olyan integrált stratégiák születhetnek, amelyek hatékonyabban céllozzák a vektorok és patogének terjedésének megelőzését, előrejelzését és visszaszorítását.

Ebből kifolyólag az Egy Egészség szemlélet egy olyan adaptív koncepcionális keretet kínál, amely egyidejűleg erősíti a járványügyi biztonságot, mérsékli a környezeti károkat,

EGY EGÉSZSÉG KONCEPCIÓ



és fokozza a társadalmi részvételt. Ez az integrált megközelítés segíthet abban, hogy Magyarország felkészüljön az inváziós csípőszúnyogok további terjedésére, valamint az általuk jelentett közegészségügyi kockázatok kezelésére.

AZ EGY EGÉSZSÉG ALAPÚ SZÚNYOGGYÉRÍTÉSI STRATÉGIA SZÜKSÉGES ELEMJEI ÉS CÉLJAI

Stratégiai elem	Rövid tartalmi leírás	Elsődleges cél
Szúnyogok, kórokozók és rezisztencia monitorozása	A csípőszúnyogok és az általuk terjesztett kórokozók jelenlétének rendszeres nyomon követése, valamint a csípőszúnyogok rovarölő szerekkel szembeni ellenálló képességének nyomon követése.	A kockázatok korai felismerése lehetővé teszi a célzott, időben történő beavatkozást, ezáltal a járványok megelőzését. Az inszekticid-rezisztencia ismerete elengedhetetlen a csípőszúnyogok elleni fenntartható és hatékony védekezéshez.
Tenyészőhelyek monitorozása	Az élőhelyi adottságok felmérése, a tojásrakásra alkalmas víztestek (tenyészőhelyek) feltérképezése, és térbeli, valamint időbeli változásainak nyomon követése.	Lehetővé válik az élőhelyi adottságokhoz illeszkedő, célzott szúnyoggyérítési gyakorlat.
Extrém időjárási események figyelembevétele	Hőhullámok, árvizek, aszályok hatásának előrejelzése és nyomon követése.	A szúnyogpopulációk dinamikájának, például extrém időjárás okozta robbanásszerű növekedésének előrejelzése lehetővé teszi a gyors beavatkozást.
Lakosság bevonása	A helyi közösségi akciók szervezésével és a citizen science alapú önkéntes adatgyűjtés ösztönzésével növelhető a lakossági részvétel.	A cél a mikrotenyészőhelyek felszámolása, a társadalmi részvétel ösztönzése, valamint az edukáció és a szemléletformálás.
Kockázatfelismerő adatplatform létrehozása és valós idejű kockázateértékelés	A csípőszúnyog- és kórokozó-monitoring, valamint az egészségügyi és környezeti adatok összekapcsolása egy naprakész döntéstámogató rendszerben.	A különböző forrásokból származó adatok integrálásával a kulcsfontosságú helyek megfelelő időben, célzott módszerekkel kezelhetők a környezeti terhelés minimalizálása mellett.
Szektorok közötti együttműködés	A különböző érintettek (döntéshozók, szakemberek, helyi közösségek) együttes részvétele biztosítja a szúnyoggyérítési stratégiák hatékony tervezését és végrehajtását.	Az ágazatok közötti együttműködés elősegítheti az emberi, infrastrukturális és pénzügyi erőforrások optimális felhasználását a szúnyoggyérítés tervezése és kivitelezése során.
Környezeti feltételek javítása	A csípőszúnyog-populációk szabályozásának elsődleges eleme a tenyészőhelyek számának csökkentése és a biológiai módszerek előtérbe helyezése.	Fenntartható szúnyoggyérítési gyakorlatot kell kialakítani, a kémiai módszereket pedig csak indokolt esetben és célzott módon alkalmazni.
Tájékoztatás és támogatás	Járványügyi helyzetben elengedhetetlen a helyi közösségek partnerként való kezelése, megfelelő tájékoztatása és a szükséges teendők ismertetése.	A cél a közösségek felkészítése és támogatása, valamint a bizalom kiépítésével az együttműködés ösztönzése a járványügyi intézkedések sikeres megvalósításához.
Kapacitásépítés és képzés	Folyamatosan fejleszteni kell a döntéshozók, szakemberek és helyi közösségek ismereteit és szükséges infrastruktúráját.	Lehetővé válik a csípőszúnyog-populációk hosszú távú, hatékony szabályozása.

GYAKORLATI JAVASLATOK: INTEGRÁLT VEKTORKEZELÉS

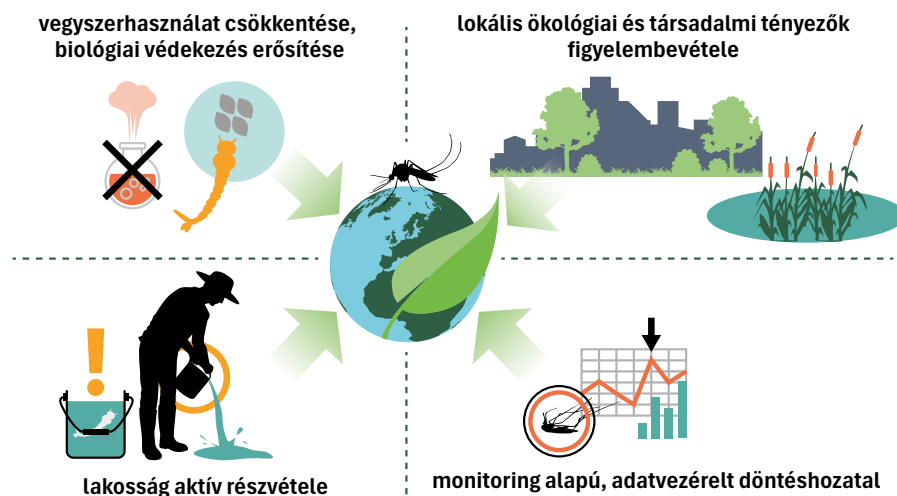
A szúnyoggyérítés akkor lehet hosszú távon sikeres, ha nem egyetlen eszközre, hanem egy összehangolt, több lábon álló megközelítésre épül, amely figyelembe veszi a társadalmi igényeket, az aktuális járványügyi helyzetet, a környezetvédelmi szempontokat és a helyi adottságokat is – ahogy azt az Egy Egészség koncepció kapcsán tárgyaltuk. Ennek a keretrendszerét ülteti át a gyakorlatba az integrált vektorkezelés (Integrated Vector Management).

A szűk értelemben vett integrált védekezés a többféle beavatkozás fenntartását és kombinált alkalmazását jelenti, amelyek adott körülmények között önállóan, de leginkább egymást kiegészítve alkalmazandók. A tenyészhelyek szabályozása, a biológiai gyérítés, a modern technológiák és szükség esetén a célzott kémiai módszerek együttesen biztosítják a leghatékonyabb és legfenntarthatóbb eredményt. A Magyarországon jelenleg domináló kémiai gyérítés helyett az alkalmazható módszerek szélesebb repertoárjára kellene építeni a gyakorlatot.

Ha többféle módszer áll rendelkezésre, akkor lehetőség van arra, hogy mindig az aktuális helyzetnek megfelelő beavatkozást vagy módszerkombinációt alkalmazzuk. A megfelelő eljárás kiválasztásánál szempont lehet, hogy milyen csípőszúnyogfajok és milyen egyedszámmal vannak jelen, milyenek az élőhelyi sajátosságok, vannak-e környezetvédelmi vonatkozások, mik a társadalmi igények, és mekkora a járványügyi fenyegetettség. De az optimalizáció során figyelembe kell venni a helyi logisztikai korlátokat és intézményi kapacitásokat is. Ha ezeket a tényezőket megfelelően mérlegeljük, és a gyakorlatot ezekhez igazítjuk, akkor egy ilyen adaptív megközelítés hatékonyra és rugalmasra teszi a rendszert, és elkerüli a felesleges, vagy aránytalanul káros beavatkozásokat.

A tágabb értelemben vett, és az Egy Egészség koncepcióra rezonáló integrált megközelítés a járványügyi kockázatok csökkentése és társadalmi igények kiszolgálása mellett kiemelten kezeli a fenntarthatóság, illetve az ökológiai terhelés minimalizálásának kérdését is. Alapvető követelmény, hogy a védekezési beavatkozások ne idézzenek elő nagyobb ökológiai kárt, mint amekkora problémát kezelni kívánnak. E célok elérése érdekében kiemelt fontosságú az integrált adatgyűjtésre támaszkodó döntéshozatal, a járványügyi felkészültség, a lakosság bevonása és a modern technológiai lehetőségek kihasználása. Ezeket a szempontokat a következő fejezetekben részletezzük.

INTEGRÁLT SZÚNYOGGYÉRÍTÉS. Az Egy Egészség koncepció mentén alkalmazott integrált csípőszúnyog-gyérítési gyakorlat nemcsak a módszerválasztásra terjed ki, hanem számos ökológiai és társadalmi tényezőt is figyelembe vesz a fenntarthatóság érdekében.



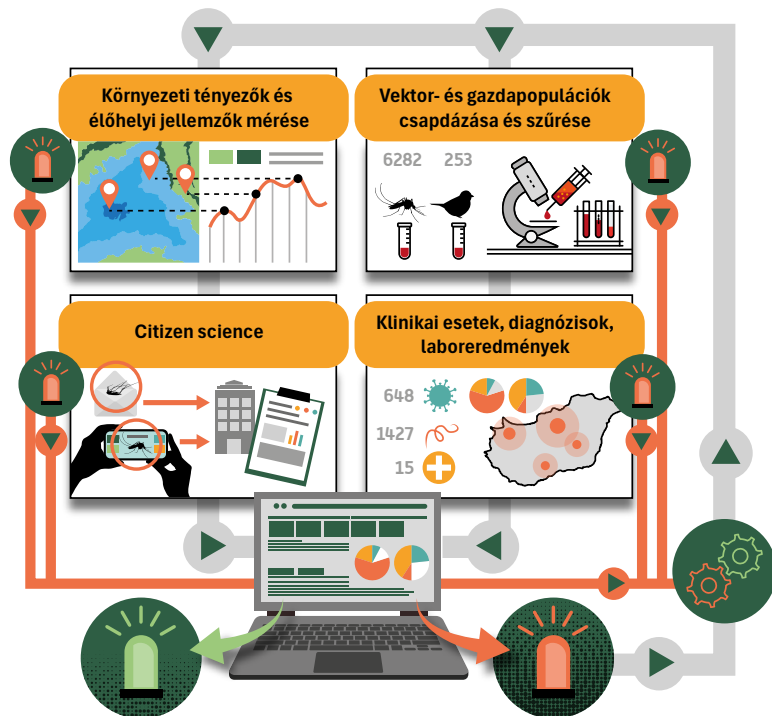
Átfogó adatgyűjtésre támaszkodó döntéshozatal

A csípőszúnyogok miatti valós kockázat megismeréséhez és az optimális gyérítési stratégia kidolgozásához hosszú távú, szisztematikusan gyűjtött, megbízható adatokra van szükség. Ehhez egy többdimenziós, országosan egységes monitoringrendszer kiépítése szükséges, amelyhez az alábbi főbb szempontok figyelembevételét javasoljuk:

ADATVEZÉRELT DÖNTÉSHOZATAL

A szúnyoggyérítési stratégiának egyszerre kell támaszkodnia ökológiai, járványügyi és környezeti adatokra. Ide tartozik a szúnyogpopulációk fajösszetételének, egyedszámának monitorozása; a tenyészhelyek térbeli és időbeli változásainak követése; a mikroklima, vízállások, zöldfelületek állapotának követése; a rovar- és gerinces gazdafajok fertőzőségének becslése; továbbá az emberi megbetegedésekre vonatkozó adatok elemzése. Mindezeket túl ide tartozik a csípőszúnyogok rovarirtó szerekkel szembeni rezisztenciájának felmérése is, amely szintén irányadó tényező a hatékony módszer kiválasztásánál. Eme különböző forrásokból származó adatok összekapcsolásával lehetővé válik a kulcsfontosságú helyek megfelelő időben és módszerekkel való kezelése, ezáltal elkerülhető a környezet indokolatlan terhelése.

INTEGRÁLT ADATGYŰJTÉS. Az integrált adatgyűjtés több forrásra támaszkodik: a terepi mintavételezésen túl épít a lakossági adatszolgáltatásra és integrálja az epidemiológiai adatokat is. Az integrált adatgyűjtés lehetővé teszi a hatékony előrejelző (early warning) rendszerek működtetését is.



UTÓMONITOROZÁS

Folyamatosan nyomon kell követni a kijuttatott szerek és alkalmazott módszerek hatását a célszervezetekre (csípőszúnyogokra) és a nem célszervezetekre (pl. baporzókra, vízi gerinctelenekre) egyaránt. Az utómonitorozásba beletartozik a kezelések ökológiai hatásainak monitorozása. Ilyenek például a biodiverzitásra, és az egyes ökoszisztéma-szolgáltatásokra gyakorolt hatások. Fontos továbbá a társadalmi következmények, például a lakossági komfortérzetet vagy az egészségügyi mutatókat érintő hatások követése is. Végül, létfontosságú a szűnyogpopulációk rezisztenciájának rendszeres vizsgálata is. Ez a visszacsatolás biztosítja, hogy a gyérítési gyakorlat folyamatosan fejlődő rendszerként működjön, és a tapasztalatok beépüljenek a következő döntési ciklusokba.

KOCKÁZATFELISMERŐ (EARLY WARNING) FUNKCIÓK

Az integrált adatgyűjtés egyik legfontosabb hozadéka, hogy lehetővé teszi a korai jelző-funkciók kialakítását. Egy ilyen rendszer nemcsak a krízisekre adott reakciók hatékonyságán javít, hanem előrejelzéseken alapuló, megelőző intézkedések bevezetését is lehetővé teszi, csökkentve a krízishelyzetek kialakulásának esélyét.

TÁRSADALMI IGÉNYEK, GAZDASÁGI SZEMPONTOK FELTÁRÁSA

A rendszernek nemcsak az ökológiai és járványtani szempontokat kell figyelembe vennie, hanem a lakossági igényeket és a gazdasági hatásokat (pl. turizmus, mezőgazdaság) is. Mindez hozzájárul a beavatkozások társadalmi elfogadottságának növeléséhez, és segít abban, hogy a döntések ne csak technikai, hanem társadalmi szempontból is megalapozottak legyenek.

Járványügyi felkészültség

A fokozódó járványügyi fenyegetettség következtében fel kell készülni az egyre valószínűbbé váló közegészségügyi kihívások kezelésére. Ennek megfelelően az alábbi szempontok figyelembevételét javasoljuk:

A JÁRVÁNYÜGYI KOCKÁZAT BEÉPÍTÉSE A GYÉRÍTÉSI GYAKORLATBA

A beavatkozásokat az aktuális fertőzöttségi helyzethez kell igazítani. Ha a járványügyi helyzet megkívánja, lehetővé kell tenni az általánosnál intenzívebb – esetlegesen az ökoszisztémát jobban terhelő – gyérítési módszer engedélyezését. Ehhez folyamatosan monitorozni szükséges a kórokozók jelenlétét a vektorokban, valamint az emberi és állati populációkban.

VÉSZHELYZETI ÉS CSELEKVÉSI TERVEK KIDOLGOZÁSA

A potenciálisan megjelenő és már jelen lévő kórokozóra és vektorfajokra szabott, részletes vészhelyzeti és erőforrás-mobilizációs tervre van szükség. Ezeknek tartalmazniuk kell a pontosan meghatározott reakcióláncokat, felelősségi köröket és előre kidolgozott beavatkozási protollokat.

MOBIL LABOROK ÉS TEREPI DIAGNOSZTIKAI KAPACITÁSOK BIZTOSÍTÁSA

Járványhelyzetben kiemelten fontos a gyors helyszíni vizsgálatok elvégzése a fertőzés-veszély folyamatos nyomon követése érdekében. Ehhez olyan mobil laborokra van szükség, amelyek lehetővé teszik a kórokozók helyben történő gyors szűrését és valós idejű adatok szolgáltatását, ezáltal azonnali információt biztosítva a döntéshozók és a védekezést végző szervezetek számára.

A lakosság bevonása

A lakosság bevonásának számos módja lehetséges, amelyek külön-külön és együtt is alkalmazhatóak:

ISMERETTERJESZTÉS

A lakosság bevonása az ismeretterjesztéssel kezdődik. Ahhoz, hogy egy jövőbeli járványhelyzetet hatékonyan kezeljünk és a szúnyoggyérítést egy fenntarthatóbb irányba fejlesszük, elengedhetetlen a tudományba vetett bizalom, amit feltétlenül erősít, ha a lakosságot partnerként kezeljük és megfelelően tájékoztatjuk. A tájékoztatás terjedjen ki a csípőszúnyogok életmódjára, betegségterjesztési képességére, a terjesztett betegségek ismeretére, és a védekezés lehetőségeire, illetve azok környezetre gyakorolt hatásaira. Az ismeretterjesztés ezen túl szervesen beágyazható a lakosság bevonásának további módjaiba.

LAKOSSÁGI ÖNKÉNTES ADATGYŰJTÉS (CITIZEN SCIENCE)

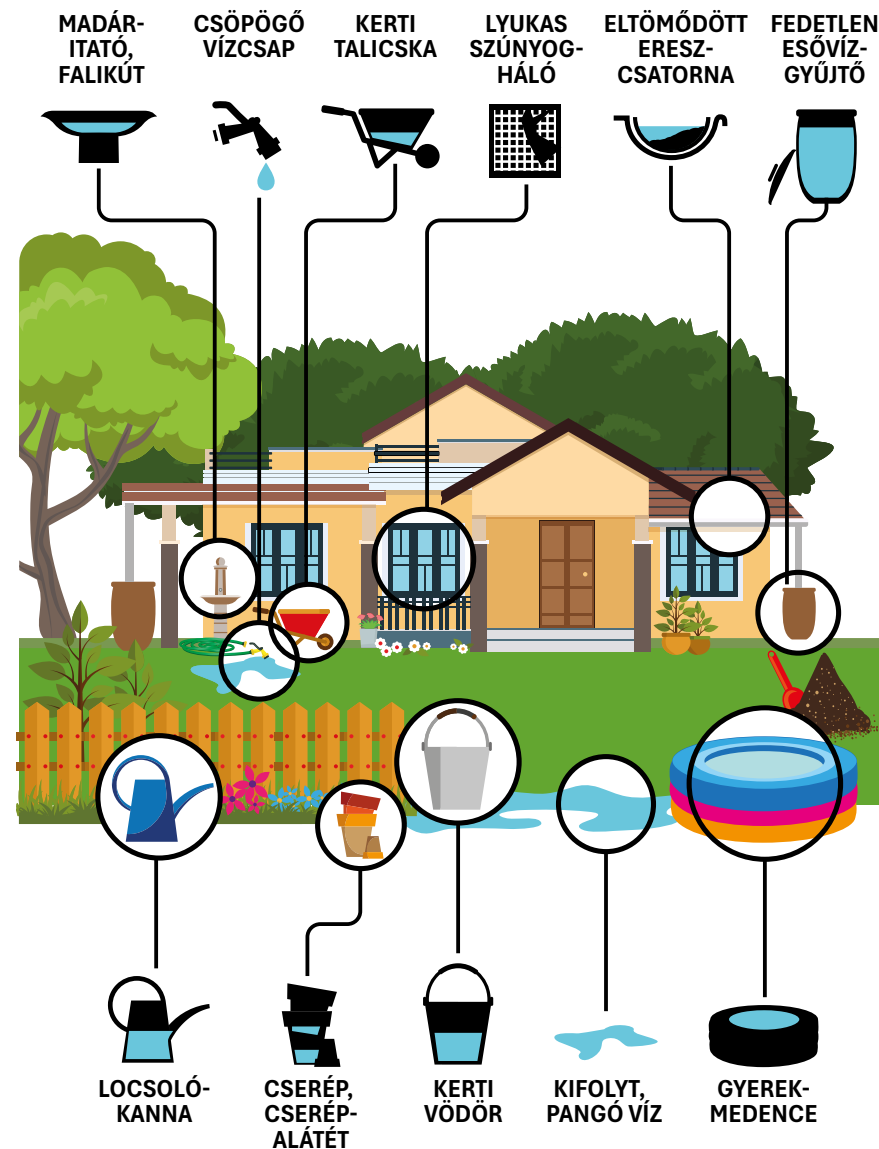
A tudományos kutatásokban ma már rutinszerűen alkalmazott módszer a lakosság bevonása az adatgyűjtés, illetve az adatfeldolgozás folyamatába. Magyarországon 2019 óta működik a Szúnyogmonitor citizen science program (szunygmonitor.hu), melynek keretében önkéntes adatgyűjtők fényképek beküldésével segítik az inváziós csípőszúnyogok elterjedésének nyomon követését. A monitorozás azonban nem csak a kifejlett szúnyogokra terjedhet ki: a lakosság segítségével a lárváállapotú szúnyogokat, sőt, a potenciális tenyészhelyeket is hatékonyabban térképezhetjük fel.

LAKOSSÁGI VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉGEK

Fontos felhívni a lakosság figyelmét arra, hogy a szúnyoghálók felhelyezésén és a változó hatékonyságú szúnyogriasztó módszereken túl is sokat tehetnek a szúnyogártalom mérséklése érdekében. A ház körüli élőhelyeken megfelelően végzett beavatkozások járnak a legkisebb környezeti terheléssel, miközben éppen ezek az inváziós csípőszúnyogok elsődleges tenyészhelyei.

A lakossági védekezés két pillérre támaszkodik. Az első pillért a szaporodóhelyek megszüntetése jelenti. Az olyan fizikai módszerek, mint a ház körül előforduló pangó vizek megszüntetése a kis víztestek (pl. itatók) rendszeres cseréje, és a csapadékelvezető-rendszerek tisztán tartása teljes mértékben vegyszermentesek és nem veszélyeztetik a kerti élővilágot. Ha valahol mégis muszáj vizet tárolni, például esővízgyűjtő hordóban, szúnyoghálós fedéssel megakadályozható a szúnyogok szaporodása. A védekezés második pillére lehet a lárvák elpusztítása. A lakosság számára elérhető, lokálisan alkalmazható biológiai vagy fizikai hatású készítmények – például a Bti-alapú vagy szilikonfilm-képző tabletták – célzottan, kis vízfelületeken fejtik ki hatásukat, így környezeti kockázatuk jóval alacsonyabb, mint a nagyobb területet érintő kémiai gyérítési eljárásoké.

A LAKOSSÁG BEVONÁSA – SZAPORODÓHELYEK A HÁZ KÖRÜL, VÉDEKEZÉSI PONTOK



DOOR-TO-DOOR (HÁZTÓL HÁZIG) KAMPÁNYOK

Az eddig vázolt lehetőségeket hatékonyan ötvözik az úgynevezett door-to-door, vagy háztól házig kampányok. Az ilyen kampányok során egy szakember személyesen keresi fel a lakosokat, és megfelelő tájékoztatást ad az otthoni védekezés lehetőségeiről. A látogatás során az adott udvarban körbejárva a lakó és a szakember együtt azonosítják a potenciális tenyészőhelyeket, a lehetséges fizikai védekezési módokat. Az ilyen személyre szabott oktatás a lakosság hosszabb távú elköteleződéséhez vezethet, és segítheti a citizen science programokban való részvételt is.

Modern technológiai lehetőségek

Az elmúlt évtizedben a csípőszűnyog-gyérítés területén világszerte olyan új technológiák kezdtek megjelenni, amelyekkel csökkenthető a vegyszerhasználat és célzottabbá tehetőek a beavatkozások. Magyarországon ezek alkalmazása ugyanakkor csak szigorú tudományos, jogi és társadalmi keretek között képzelhető el, elsősorban kísérleti jellegű, jól körülhatárolt kezelések formájában. A modern technológiák hazai alkalmazására nem elérhetetlen csodafegyverként kellene tekinteni, hanem fokozatosan beépíthető eszköztárként, ami megbízhatóbbá és hatékonyabbá tehetné az adatalapú, integrált gyérítési gyakorlatot.

AZ UTÓDOK ÉLETKEPTELENSÉGÉN ALAPULÓ TECHNOLÓGIÁK

Ezen technológiák lényege, hogy laboratóriumban tenyésztett hím szűnyogokat bocsátanak ki a természetbe, amelyek a vadon élő nőtényekkel párzanak. A tenyésztett hímek utódai azonban életképtelenek lesznek, így szabályozva a következő generáció kialakulását. Ilyenek például a steril rovar technológia (Steril Insect Technology, SIT) vagy a genetikailag módosított szervezetek létrehozása (GMO). Hasonló elven alapul a *Wolbachia*-alapú módszer, ahol egyes *Wolbachia* baktériumfajok az utódok életképességét, vagy akár a nőtény szűnyogok vírusátviteli képességét csökkentik, ezáltal mérsékelve a kórokozók terjedését. Fontos megjegyezni, hogy ezek a módszerek működési elvükből adódóan olyannyira szelektívek, hogy csak adott csípőszűnyogfajra érvényesek. Míg ez a szelektivitás ökológiai szempontból előnyös, ezeknek a módszereknek a kivitelezése rendkívüli körültekintést igényel. A fokozatosság elvét követve, első lépésként kísérleti jelleggel, egy-egy jól körülhatárolt városi negyedben vagy izolált településen alkalmazhatók, szigorú ökológiai hatásvizsgálat és társadalmi egyeztetés mellett. Ezt követően az elérni kívánt eredménytől függően további városrészek vagy települések vonhatók be a kísérleti alkalmazásba. Ezzel szemben, a genetikailag módosított szűnyogokkal történő „kezelés” jelenleg egyértelműen tilos: az EU szigorú GMO-szabályozása, valamint Magyarország GMO-mentes alkotmányos státusza miatt a GMO csípőszűnyogok hazai felhasználása kizárólag kutatási együttműködések szintjén elképzelhető.

TÉRINFORMATIKAI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI MEGOLDÁSOK

A térinformatikai és távérzékelési lehetőségek – különösen a LiDAR-alapú (Light Detection and Ranging) felszínmodellek és a korszerű GIS-rendszerek (Geographic Information System) – már most is jelentős, kiaknázatlan potenciált hordoznak. A nagy pontosságú LiDAR-felvételek segítségével nagy kiterjedésű árterek és belvizes területek aprólékos domborzati modellje készíthető el, ami megkönnyíti a potenciális tenyészőhelyek azonosítását, a vízmegállások előrejelzését és a biológiai gyérítések célterületeinek kijelölését. Ezek az adatok közvetlenül beépíthetők olyan döntéstámogató rendszerekbe, amelyek segítik a beavatkozások időzítését, a szükséges dózisok tervezését és a költségek optimalizálását. A technológia lényegében rendelkezésre áll, ám országos szinten jelenleg a finanszírozás, az adatinfrastruktúra és a szakember-kapacitás jelenti a fő korlátot.

PILÓTA NÉLKÜLI LÉGI JÁRMŰVEK (DRÓNOK) HASZNÁLATA

A drónok használata a következő évek egyik legfontosabb gyakorlati fejlesztési iránya lehet. Drónokkal precízen juttatható biológiai gyérítőszer a gépjárművel vagy gyalogosan nehezen megközelíthető, kisebb kiterjedésű tenyészőhelyekre is. A drónok emellett hatékony eszközt jelentenek a terep bejárására, a vízborítás felmérésére és a LiDAR/GIS adatok terepi validálására. Ugyanakkor fontos korlát, hogy lakott területen a drónnal történő permetezés jelenleg nem engedélyezett, és várhatóan a jövőben sem lesz az. A drón tehát kiegészítő, „precíziós kar” lehet a biológiai gyérítésben, nem pedig a meglévő technológiák teljes kiváltója. Célszerű lenne néhány régióban drónos Bti-kijuttatást tesztelő kísérleti programot indítani, egységes protokollal és ökológiai hatásvizsgálattal.

AUTOMATIZÁLT MONITORINGRENDSZEREK

A modern szűnyoggyérítés egyik kulcsfontosságú területe lehet az automatizált monitoringrendszerek fejlesztése. A szűnyogártalom valós idejű monitorozását szolgáló automatizált, ún. szűnyogszámláló csapdák már elérhetők, azonban ezek nem képesek a szűnyogfajok felismerésére, ami szükséges lenne a megfelelő védekezési stratégia megválasztásához. Az adott helyszínre telepített intelligens csapdák – kamerás és/vagy akusztikus szenzorokkal kombinálva – képesek lennének az egyedek faji szintű beazonosítására szárnycsapás-frekvencia vagy vizuális felismerés alapján. A rendszer a lokálisan feldolgozott adatokat (időpont, GPS-koordináta, környezeti szenzorok mérései) egy központi adatplatformra továbbíthatja, ahol valós idejű riasztások, hotspot-térképek és trendek készülhetnek. Ez jelentősen csökkentené a manuális mintavételi terhelést, folyamatosabb idősort biztosítana nemcsak a szűnyogok mennyiségéről, hanem a fajösszetételről is, és közvetlenül összekapcsolható prediktív kockázatmodellekkel. Ugyanakkor bevezetésük elengedhetetlen feltétele a jó minőségű, helyi tanítókészlet (fényképek és hanganyagok), a rendszeres terepi ellenőrzés, a téves azonosítások kezelése, valamint az adatvédelmi és üzemeltetési kérdések (áramellátás, mobilhálózati lefedettség, GDPR-kompatibilis adatkezelés) rendezése.

Szakkifejezések

aeroszol: Finoman eloszlott apró folyadékszemcsék levegőben lebegő felhője.

biocid: Olyan vegyi vagy biológiai szer, amely képes a kártevő élőlények elpusztítására és populációjuk visszaszorítására.

biológiai lárvagyérítés: A szúnyoglárva elpusztítása élő szervezetek (pl. *Bacillus thuringiensis israelensis*, Bti) toxinjának felhasználásával, környezetbarát módon.

citizen science: Tudományos kutatás, amelyben a lakosság aktívan részt vesz adatok gyűjtésével és/vagy elemzésével.

deltametrin: A piretroidok közé tartozó szintetikus rovarölő szer.

Egy Egészség (One Health) koncepció: Egy olyan szemlélet, amely felismeri, hogy az emberek, az állatok és a környezet egészsége szorosan összefügg, ezért az egészségügyi kihívások kezelése csak ágazatok közötti együttműködéssel lehetséges.

inszekticid: Olyan vegyi anyag, amely rovarok elpusztítására szolgál.

inszekticid-rezisztencia: A rovarpopulációban mutációk és szelekció révén megjelenő ellenállóképesség az alkalmazott inszekticidekkel szemben. Rendszerint túlzott vagy ismételt inszekticid-használat következtében alakul ki, és az adott szer hatástalanságához vezet.

integrált vektorkezelés: Olyan komplex megközelítés, amely a vektorok (pl. szúnyogok) elleni védekezést több módszer összehangolt alkalmazásával, fizikai, biológiai és szükség esetén kémiai eszközökkel valósítja meg, a kockázatok minimalizálása mellett.

kémiai szúnyoggyérítés: Szúnyogok elleni vegyszeres kezelés, például deltametrin alkalmazása kifejlett szúnyogok ellen.

LiDAR: Olyan távérzékelési technológia, amely lézersugarak segítségével méri a távolságot a környezetben annak érdekében, hogy nagy felbontású 3D modellt hozzon létre.

ökoszisztéma-szolgáltatás: Az élővilág által nyújtott, emberi szempontból hasznos funkció, például beporzás, víztisztítás vagy kártevők természetes szabályozása.

patogén: Kórokozó, olyan mikroorganizmus (például vírus, baktérium, gomba vagy parazita), amely képes betegséget okozni a gazda szervezetében.

piretroid: Szintetikus rovarölő szer, amely a rovarok idegrendszerére hat, gyakran alkalmazzák szúnyogok ellen.

rezervoárfaj: Olyan faj, amelyben a kórokozó hosszan fennmarad és szaporodik, így biztosítja a fertőzés átadását a vektoroknak és más fogékony szervezeteknek.

vektor: Olyan élőlény (például szúnyog), amely a kórokozókat a gazdaszervezetek között továbbítja.

További információk

<https://www.ecdc.europa.eu/en/mosquito-borne-diseases>

<https://www.eea.europa.eu/en>

https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/vector-borne-diseases?utm_source=chatgpt.com

<https://www.emca-online.eu/best-practices-wg>

<https://ika.nngyk.gov.hu>

<https://nnk.gov.hu/>

<https://nnk.gov.hu/index.php/jarvanyugyi-es-infekciokontroll-foosztaly/141-lakossagi-tajekoztatok/altalanos-tajekoztatok/2596-gyakran-ismetelt-kerdesek-a-szunyogirtasrol.html>

<https://www.katasztrofavedelem.hu/41/szunyoggyerites>

<https://szunyogmonitor.hu/>

https://www.who.int/health-topics/one-health#tab=tab_1



INVÁZIÓ-
BIOLOGIAI
DIVÍZIÓ



Kutatás. Innováció. Hatás.

