

A TOLLASCSÁPÚ ARASZOLÓ (*COLOTIS PENNARIA*), NAGY TÉLIARASZOLÓ (*ERANNIS DEFOLIARIA*) ÉS ARANYSÁRGA TÉLIARASZOLÓ (*ERANNIS AURANTIARIA*) VIZSGÁLATA JELÖLÉS-VISSZAFOGÁS MÓDSZERREL

Horváth Bálint¹ és Ambrus András²

¹ Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar

² Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság

Kivonat

Munkánk során három erdészeti jelentőségű araszoló lepkefajt vizsgáltunk jelölés-visszafogás módszerrel, a Sopron és Kópháza között található Kőfejtő-erdőben. A vizsgálat során összesen 1235 lepkét jelöltünk meg. A visszafogások aránya eltérő volt a vizsgált fajok esetében. Legmagasabb egyedszámú szuperpopulációt az *Erannis defoliaria* esetében becsültük, ezt követték az *E. aurantiaria* és *Colotis pennaria*. A napi populáció méretekből rajzolt görbék mindhárom faj esetében eltérő rajzásdinamikát ábrázoltak. Megvizsgáltuk továbbá az imágók jelölési helytől történő elmozgásának hosszát. Megállapítható, hogy az *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* a gyenge röpképességük ellenére akár több száz métert is mozognak. Következtetéseink szerint a jelölés-visszafogás módszerével pontosabb képet kaphatunk a lepkék populáció méretéről, mint a hagyományos (elvonásos) fénycsapdázás módszerével. Ugyanakkor még kevés információval rendelkezünk az éjszakai lepkék jelölés-visszafogásáról. A módszer szélesebb körben történő alkalmazása előtt további kutatások és pontosítások szükségesek.

Kulcsszavak: Geometridae, populációméret becslés, fénycsapda, Soproni-medence.

MARK-RECAPTURE STUDY ON THE FEATHERED THORN (*COLOTIS PENNARIA*), MOTTLED UMBER (*ERANNIS DEFOLIARIA*) AND SCARCE UMBER (*ERANNIS AURANTIARIA*)

Abstract

Mark-recapture (MR) study was performed on three forest defoliating Geometrid moth species in the Kőfejtő Forest between Sopron and Kópháza. In total, we marked 1235 specimens; the recapture rate differed between the study species. The highest superpopulation size was estimated for *E. defoliaria*, followed by *E. aurantiaria* and *C. pennaria*. The daily population sizes were also estimated; it shows different swarming dynamic for each species. The movements of recaptured specimens even were investigated. In spite of the weak flying capability, we detected relative long movements for *E. defoliaria* and *E. aurantiaria*. We conclude that MR study show a more precise population size than generally used light trapping. However, we have only a few information about MR study on moth species; it requires further investigations and clarification.

Keywords: Geometridae, population size estimation, light trap, Sopron Basin.

Levelező szerző/Correspondence:

Horváth Bálint, H-9495 Kópháza, Patak u. 1/6; e-mail: macrolepidoptera@gmail.com

BEVEZETÉS

Magyarországon az Erdészeti Tudományos Intézet komplex Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszert működtet annak érdekében, hogy erdővédelmi prognózisokat állíthassanak fel, segítve ezzel az erdőgazdálkodók felkészülését a várható károsításokra. Ennek egyik alappillére az országos fénycsapda hálózat, amely március elejétől december végéig napi rendszerességgel gyűjt adatokat, elsősorban a károsítóként is fellépő lepkefajok (illetve cserebogár fajok) populáció dinamikájáról. A fénycsapdák ez esetben ún. elvonásos tömeggyűjtő rendszerek – a csapdába kerülő állatok elpusztulnak; az általuk gyűjtött adatok jól jelezik egy-egy lepkefaj tömegességi viszonyait, amelyből következtetéseket vonhatunk le a következő generációt adó hernyók károsításáról. A fénycsapdák által gyűjtött adatok azonban nem alkalmasak az adott populáció méretének becsléséhez, illetve pontos nyomon követéséhez.

Az erdészeti szempontból jelentős lepkefajok közül kiemelten fontos néhány tömegszaporodásra hajlamos araszoló lepkefaj, melyek legutóbbi nagyarányú magyarországi kártételét 2004-2005 években jelezték. Az elmúlt években egyedszámuk az átlagosnál alacsonyabb volt (Hirka 2016). Az araszoló lepkék fénycsapdával történő vizsgálatával az elmúlt évtizedekben ugyan előre jelezhető volt a várható károsításuk, de nem adtak válasz olyan lényeges demográfiai jellemzőkre, mint a napi-, vagy teljes populáció létszám becsült mérete, az imágók túlélési rátája, illetve a lepkék mozgásmintázata. Ezek a jellemzők nem elhanyagolhatók a populáció dinamikai jellemzők pontosabb megismeréséhez; vizsgálatuk nem csak tudományos szempontból érdekes, de jól kiegészíthetik az erdővédelmi prognózisokat és esetlegesen hozzájárulhatnak az erdővédelmi költségek csökkentéséhez is.

Hazai viszonylatban első ízben Ambrus & Csóka (1987) végeztek éjszakai lepkéken populációméret becsléseket, munkájuk során a fenyőpohók (*Dendrolimus pini*) Paks környéki állományát vizsgálták a háromszoros jelölés-visszafogás módszerével. Ezt követően szintén Ambrus & Csóka (1988) végeztek jelölés-visszafogás vizsgálatot a kis téliaraszoló (*Operophtera brumata*) egy Sopron környéki populációján, feromon csapdák használatával. Az erdészeti jelentőségű lepkefajokon kívül két fokozottan védett éjszakai lepkefajjal végeztek hasonló kutatást: keleti lápibagoly (*Arytrura musculus*) (Ambrus et al. 2015) és villányi télibagoly (*Polymixis rufocincta isolata*) (Ambrus et al. 2016).

Nem populációméret becslési céllal éjszakai lepkéken végzett jelölés visszafogás vizsgálatot például Szeőke (1973), illetve Truxa & Fiedler (2012); kutatásuk során megjelölt lepkéket mesterséges fényforráshoz történő vonzódását vizsgálták a távolság függvényében.

Az éjszakai lepkéken végzett jelölés-visszafogás vizsgálatok alacsony száma és azok során alkalmazott módszertani különbségek miatt egyenlőre igen kevés ismerettel rendelkezünk e rovarcsoport fajainak demográfiai sajátosságairól. Kutatásunk célja az volt, hogy információkat gyűjtsünk néhány tömegszaporodásra hajlamos araszoló lepkefaj populációméretéről és mozgásmintázatáról, illetve olyan módszertant fejlesszünk, amely a későbbiekben – további tesztelések után – szabványosítható lehet a hasonló jellegű vizsgálatokhoz.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati terület

A kutatást az Alpokalja részét képező, Soproni-medencében végeztük, amely a Soproni-hegység és a Fertőmelléki-dombság között húzódó, mintegy 5600 hektár kiterjedésű kistáj. Napjainkra a terület nagy részén eltűnt a természetes vegetáció, melyet főként épített környezet váltott fel. Jelentősebb kiterjedésű erdők jelenleg elsősorban Kópháza környékén találhatóak. A természetközeli állapotú erdők nagy részét cseres-tölgyesek és gyertyános-tölgyesek alkotják (Dövényi 2010). A vizsgálatot Sopron községhatárában, a Kő-hegy, Kőfejtő-erdő, megközelítőleg 30 hektár kiterjedésű cseres-tölgyes erdőtömbjében végeztük, amely 77A, 77B, 78A és 78B erdőrészeket érinti (1. ábra).



1. ábra: A vizsgálati terület és a mintavételi pontok elhelyezkedése (A-E) a Kőfejtő-erdőben.
Figure 1: Study area and sampling sites (A-E) in the Kőfejtő Forest.

Vizsgált lepkefajok

Munkánk során 3 araszólepke-faj (Geometridae) populációját vizsgáltuk, ezek a tollascsapú araszoló (*Colotis pennaria* (Linnaeus, 1761)), nagy téliaraszoló (*Erannis defoliaria* (Clerck, 1759)) és aranyárga téliaraszoló (*Erannis aurantiaria* (Hübner, 1799)). A három lepkefaj közös jellemzője, hogy rajzáscsúcsuk ősszel-késő ősszel van, hernyóik lombos fán polifág táplálkozásúak és populációdinamikájukra jellemző a ciklikus – nagyjából 10 évente bekövetkező – tömegszaporodás (Csóka 1995; Mészáros & Szabóky 2012).



Az *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* fajok diszperziós képessége igen gyenge, mivel nőtényeik szárnya elcsökevényesedett, ezért röpképtelenek. A nőtények a kikelés helyén felmásznak a legközelebbi fatörzsre, ahol a megtörténik a kopuláció, majd a rügyek hónaljába, vagy kéregrepedésekbe helyezik el tojásaikat. A hernyók tavasszal kelnek ki a tojásból, kezdetben a rügykezdeményekkel, majd a levelekkel táplálkoznak. A bábozódás május közepén-június elején a talajban történik (Vojnits 1980; Mészáros & Szabóky 2012).

A *C. pennaria* hím és nőtény egyedei is röpképesek, vagilitásuk erősebb, mint a téliaraszolóké. Fejlődésmenetük hasonló az *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* fajokéhoz, de az imágók körülbelül 3-4 héttel korábban megjelennek (Vojnits 1980; Mészáros & Szabóky 2012).

Vizsgálati módszerek

A kutatott lepkefajok demográfiai jellemzőinek vizsgálatát jelölés-visszafogással végeztük, 2016 október végétől december elejéig, összesen 23 mintavételi alkalommal. Az imágókat hordozható fénycsapdákkal gyűjtöttük (fényforrás: 7,6 W UV led; hullámhossz: 395-410 nm), amelyek nem tartalmaztak ölüszert. Egy időben 3 csapda üzemelt, alkonyattól másnap reggelig. Összesen 5 mintavételi ponton történt a vizsgálat, 1-1 csapda használatával. A mintavételi pontokat különböző távolságra jelöltük ki egymástól, a csapdák közötti átlagos távolság: 205,4 m ($\pm 68,4$ m) (1. ábra).

A kora reggeli órákban a csapdák által bevonzott imágókat egyedi azonosítóval megjelöltük (sorszámokkal, fekete alkoholos filccel az elülső szárny felszínén), majd elengedtük, illetve feljegyeztük a korábban megjelölt egyedek visszafogását. Minden alkalommal rögzítésre került továbbá a dátum és az adott mintavételi pont helye.

Kiértékelés módszere

Az adatok kiértékeléséhez a Jolly-Seber (JS) modellt használtuk, amely a napi- és szuperpopuláció (vizsgálat ideje alatt jelen lévő populáció) méretének becslésére alkalmas. A módszerrel a hímek és nőtények populációmérete külön-külön is becsülhető. Mivel az *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* nőtényeinek szárnya csökevényes, azok vizsgálata jelölés-visszafogás módszerrel, illetve fénycsapdával nem lehetséges. A *C. pennaria* nőtényei ugyan röpképesek, de a vizsgálat során csak hím egyedeket fogtunk. Ennek megfelelően mindhárom faj esetében csak a hím egyedek populáció méretét becsültük.

A JS modell négy paraméterrel dolgozik, ezek a következők: látszólagos túlélési ráta (ϕ), visszafogási valószínűség (p), a populációba történő belépés valószínűsége ($Pent$) és a szuperpopuláció mérete (N). A modell feltételezése szerint a jelölt és jelöletlen egyedek túlélési és visszafogási valószínűsége azonos (Schwarz & Arnason 1996; White & Brunham 1999). A $Pent$ paraméter esetében kizárólag időfüggő modelleket alkalmaztunk – ökológiai értelemben a populációba történő belépés mindig függ az időtől, mivel a populációt alkotó

imágók nem egyszerre jelennek meg. Az N paramétert minden esetben konstansnak tekintettük – annak ellenére, hogy a populáció méretét a két ivar együttes száma határozza meg –, mivel munkánk során csak a hím egyedek vizsgálata volt lehetséges. A modellillesztést követően Akaike (AICc) kritériumok alapján (Akaike 1973) modellszelekciót hajtottunk végre és a legkedvezőbb modell eredményeit fogadtuk el. Az *E. aurantiaria* esetében azonban a leginkább támogatott modell igen széles hibahatárokkal tudta csak megbecsülni napi-, vagy szuperpopuláció méretét; ez esetben nem a legkedvezőbb modellt használtuk a becsléshez (1. táblázat). Az adatok kiértékeléséhez a Mark 8.1 programot használtuk (White és Brunham 1999).

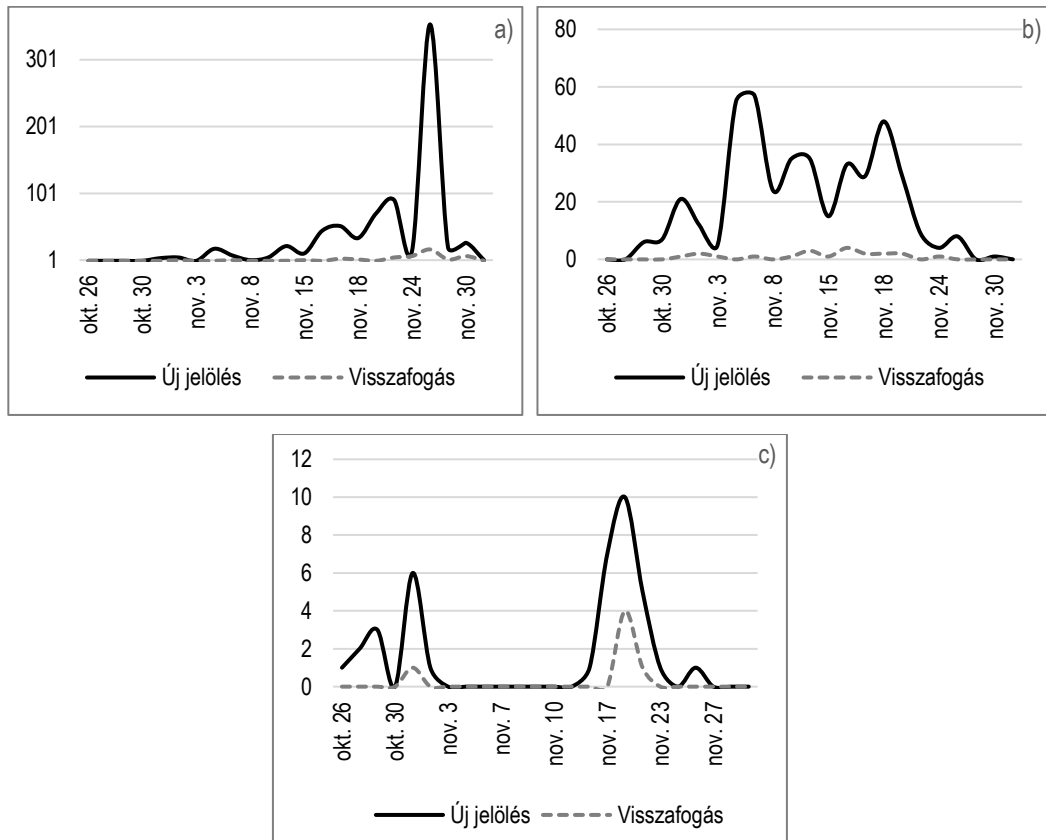
A naponta megjelölt és visszafogott egyedek számát erősen befolyásolták egyes abiotikus környezeti tényezők (pl. hőmérséklet, csapadékviszonyok, páratartalom, ködképződés), így a fénycsapdák az egyes napokon eltérő mértékben vonzhatták a lepkéket. A napi populációméret becslések eredményein ezért adat kiegyenlítést hajtottunk végre, hármas mozgó átlagos trendszámítással. Az első mintavételi nap elfogadtuk a becsült értéket; a második mintavételi naptól három egymást követő mintavételi nap becsült egyedszámát átlagoltuk (az adott mintavételi napra, azt megelőző és azt követő mintavételi napokra becsült egyedszámokból).

Megvizsgáltuk továbbá, hogy milyen arányban mozogtak a vizsgált lepkék az egyes mintavételi pontok között, illetve mekkora távolságot tettek meg a megjelölés helyétől.

EREDMÉNYEK

A vizsgálat során összesen 1235 lepkét jelöltünk meg (*C. pennaria*: 38 pld.; *E. defoliaria*: 764 pld.; *E. aurantiaria*: 433 pld.). A visszafogási arány a *C. pennaria* esetében 15,7% volt, míg az *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* visszafogási rátája ennél alacsonyabb (~5%) volt. A mintavételi napokon megjelölt és visszafogott imágók száma jelentősen különbözött mindhárom vizsgált faj esetében. Azokon a mintavételi napokon, amikor magasabb volt az új jelölések száma, a visszafogások száma is növekedett (2. ábra).

A modellszelekció eredményei alapján a *C. pennaria* és *E. defoliaria* populációméretét a leginkább összetett modell segítségével becsültük, amelyek szerint a megfogott imágók túlélési rátája, a visszafogási valószínűsége és a populációba történő belépése időfüggő. Az *E. aurantiaria* esetében a második legkedvezőbb modell alapján becsültük a populáció méretét. Ez esetben a túlélési ráta, a visszafogási valószínűség és a szuperpopuláció mérete konstans – tehát nem függ az eltelt időtől –, a populációba történő belépés pedig időfüggő (1. táblázat).



2. ábra: Új jelölések és visszafogások száma az egyes mintavételi napokon. (a) *Erannis defoliaria*, (b) *Erannis aurantiaria*, (c) *Colotis pennaria*.

Figure 2: Number of marks and recaptures on each sampling days: (a) *Erannis defoliaria*, (b) *Erannis aurantiaria*, (c) *Colotis pennaria*.

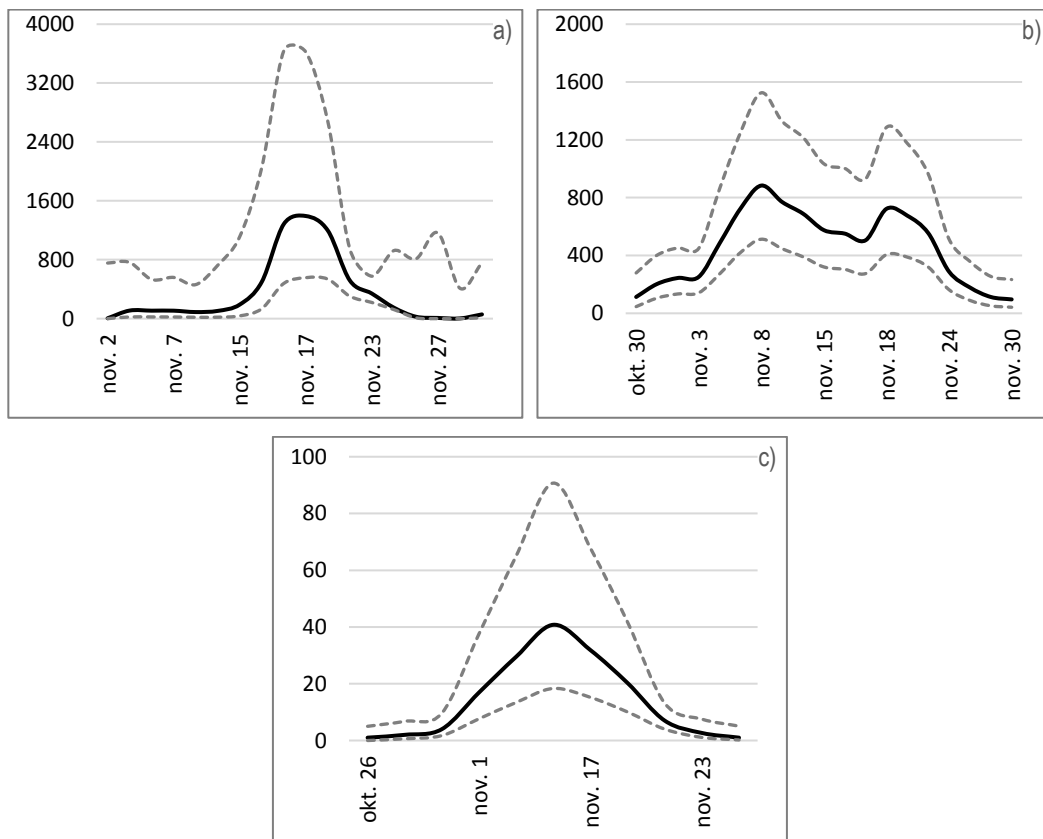
1. táblázat: A populációméret becsléshez elfogadott JS modellek.
Table 1: JS models for the estimation of population size.

Faj	Modell	AICc	Δ AICc	Paraméterek száma
<i>C. pennaria</i>	$\phi(t)\rho(t)\text{Pent}(t)N(\cdot)$	107,07	0,00	15
<i>E. defoliaria</i>	$\phi(t)\rho(t)\text{Pent}(t)N(\cdot)$	522,57	0,00	40
<i>E. aurantiaria</i>	$\phi(\cdot)\rho(\cdot)\text{Pent}(t)N(\cdot)$	378,30	9,76	15

A becült szuperpopuláció mérete mindhárom faj esetében tág konfidencia intervallumban mozgott. A becslések alapján a *C. pennaria* egyedszáma volt a legalacsonyabb a vizsgált fajok közül (945 pld. [95% CI: 511-1749]). A legmagasabb szuperpopuláció méretet az

E. defoliaria esetében becsültünk (12452 pld. [95% CI: 3283-47235]); ezt követte az *E. aurantiaria* (5918 pld. [95% CI: 3972-8818]).

A korrigált napi populáció méretek az *E. defoliaria* és *C. pennaria* esetében nagyjából kiegyenlítették rajzáslefutást mutattak. Az *E. defoliaria* rajzáscsúcsa november 16-25 között figyelhető meg, míg a *C. pennaria* napi populációmérete november 1-18 között volt a legmagasabb. Az *E. aurantiaria* korrigált napi populációmérete kevésbé egyenletes lefutású, rajzáscsúcsa elhúzódozóbb, mint az előző fajké (3. ábra).



3. ábra: A JS modellek becsült értékeiből korrigált napi populációméret és a 95%-os konfidencia intervallum. (a) *E. defoliaria*, (b) *E. aurantiaria*, (c) *C. pennaria*.

Figure 3. Daily population size and 95% confidence intervals estimated by JS models. Values were corrected by triple moving averaging. (a) *E. defoliaria*, (b) *E. aurantiaria*, (c) *C. pennaria*.

Megvizsgáltuk, hogy a jelölt lepkéket mekkora távolságra fogtuk vissza a megjelölés helyétől. A *C. pennaria* esetében csupán két példánynál figyeltünk meg elmozdulást, így elégséges adat hiányában nem végeztünk kiértékelést. Az *E. defoliaria* imágóknál összesen 16 esetben, míg az *E. aurantiaria* esetében 8 alkalommal detektáltunk elmozdulást. A lepkék

által megtett átlagos távolság az *E. defoliaria* esetében volt hosszabb: 160m (± 83 m), az *E. aurantiaria* imágók átlagos elmozdulása: 110m (± 49 m) volt.

MEGVITATÁS

Az adatok kiértékelése során becsült populációméret tág konfidencia intervallumban mozgott. A széles hibahatárok oka a visszafogások alacsonyabb arányával magyarázható. Nappali lepkék jelölés-visszafogás vizsgálata során általában 30% körüli visszafogás, illetve hosszabb visszafogás-történet (egy jelölt példány többszöri visszafogása) esetén lehet viszonylag szűk tartományon belül megbecsülni a populáció méretét. Éjszakai lepkék esetében azonban a mintavétel nehézségei miatt jóval nehezebb magas visszafogási arányt elérni. Továbbá, a nappali lepkék vizsgálata során általában néhány hektáros mintaterületen végzünk mintavételt, amely többnyire jól lefedi az ismert és potenciális élőhelyfoltokat. Erdei ökoszisztémákhoz kötődő éjszakai lepkék esetében – így vizsgálatunk célfajai esetében is – igen nehéz kis kiterjedésű, elszigetelt erdőállományt választani a vizsgálathoz. A nagyobb kiterjedésű élőhely reprezentatív mintavételezése pedig jóval nagyobb idő, pénz és energia-befektetést igényel, valamint több ember összehangolt munkáját követeli meg. Emellett a nappali lepkék az imágó stádium jelentős részében a talajfelszíntől körülbelül 2 méteres magasságig használják élőhelyeiket; a vizsgált araszoló lepkefajok lombos fákon polifág fejlődésűek, élőhelyeiket a talajfelszíntől a lombkorona szintig használják, ami tovább nehezíti megfigyelésüket.

Eredményeink alapján, az általunk választott ~30 ha területű erdőtümbben a célfajok jelölés-visszafogás vizsgálatához és a populációméret becsléséhez ajánlott magasabb számú mintavételi pontot kijelölni. Az *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* átlagos elmozdulása alapján a mintavételi pontok egymáshoz viszonyított ajánlott távolsága 100 méter.

Tapasztalataink szerint a kutatás során alkalmazott élvefogó fénycsapdázás módszere és a használt fényforrás megfelelő lehet a vizsgált araszoló lepkefajok jelölés-visszafogás vizsgálatához.

Munkánk végső konklúziója szerint a *C. pennaria*, *E. defoliaria* és *E. aurantiaria* araszoló lepkefajok jelölés-visszafogása és populációméret becslése további kutatásokat igényel, elsősorban a mintavételi pontok és mintavételi alkalomok optimális számának meghatározásához. Ellentétben az elvonásos fénycsapdázás módszerével, a jelölés-visszafogás vizsgálat realisabb képet adhat egyes éjszakai lepkefajok populációméretéről, de jelenlegi ismereteink még nem feltétlenül elegendő ahhoz, hogy megfelelő erdővédelmi prognózis állítsunk fel a várható károsítás mértékéről.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A terepi kutatás során Kálmán Kristóf segítette munkánkat, melyet ezúton köszönünk neki. Köszönetet mondunk továbbá Szeőke Kálmán és Korompai Tamás lektorok, illetve Király Gergely szerkesztő javaslataiért. A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-4-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Akaike H. 1973: Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: Petrov B. N. & Csáki F. (eds): 2nd international symposium on information theory, Tsahkadsor, Armenia, USSR, September 2–8, 1971. Akadémiai Kiadó, Budapest, 267–281.
- Ambrus A. & Csóka Gy. 1987: A fenyőpohók (*Dendrolimus pini* L.) rajzásának vizsgálata jelöléssel (Lepidoptera). *Folia Entomologica Hungarica* 48: 289–300.
- Ambrus A. & Csóka Gy. 1988: A kis téliaraszoló (*Operophtera brumata* L.) rajzásának vizsgálata feromoncsapdával és jelöléssel. *Erdészeti Kutatások* 80-81: 167–172.
- Ambrus A., Korompai T., Szabadfalvi A., Szabóky Cs., Petrányi G., Danyik T. et al. 2016: CMR population studies on the strictly protected *Polymixis rufocincta isolata* (Ronkay & Uherkovich 1983) in Hungary. Poster presentation, International Symposium: Future 4 Butterflies in Europe, 31 March – 02 April 2016, Wageningen, The Netherlands.
- Ambrus A., Szabadfalvi A., Kőrösi Á. & Patalenszki A. 2015: A fokozottan védett keleti lápibagoly (*Arytrura musculus*) jelölés-visszafogásos populációvizsgálata egy természetkárosítási ügy kapcsán. *Természetvédelmi Közlemények* 21: 1–9.
- Csóka Gy. 1995: Lombfogyasztó lepkék tömeges fellépései tölgyeseinkben az 1961-1993 közötti időszakban. *Erdészeti Lapok* 130(11): 331–333.
- Dövényi Z. (ed) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876.
- Hirka A. (ed) 2016: A 2015. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2016-ban várható károsítások. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság.
- Mészáros Z. & Szabóky Cs. 2012: A magyarországi nagylepkék gyakorlati albuma. Szalkay József Magyar Lepkészetű Egyesület, Budapest, 185.
- Schwarz C. J. & Arnason A. N. 1996: A general methodology for the analysis of capture-recapture experiments in open populations. *Biometrics* 52: 860–873. DOI: [10.2307/2533048](https://doi.org/10.2307/2533048)
- Szeőke K. 1973: Jelölt lepkék visszafogása higanygőzlámpás fénycsapdával a kibocsátási távolság függvényében. *Növényvédelem* 9(11): 509–511.
- Truxa C. & Fiedler K. 2012: Attraction to light – from how far do moths (Lepidoptera) return to weak artificial sources of light? *European Journal of Entomology* 109: 77–84. DOI: [10.14411/eje.2012.010](https://doi.org/10.14411/eje.2012.010)
- Vojnits A. 1980: Araszolólepkék I. Geometridae I. Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae), XVI. (8.). Akadémiai Kiadó, Budapest, 157.
- White G. C. & Burnham K. P. 1999: Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46:120–138. DOI: [10.1080/00063659909477239](https://doi.org/10.1080/00063659909477239)

Érkezett: 2017. április 5.

Közlésre elfogadva: 2017. június 2.