

Lepkefajok napi aktivitásának vizsgálata kártevő csapdák szelektivitásának növelése céljából (Lepidoptera)

Study on the daily activity of moth pest species in order to increase specificity of feeding attractant baited traps (Lepidoptera)

Májér Péter, Szanyi Szabolcs, Tóth Miklós & Nagy Antal

Citation: Májér P., Szanyi Sz., Tóth M., & Nagy A. 2021: Lepkefajok napi aktivitásának vizsgálata kártevő csapdák szelektivitásának növelése céljából (Lepidoptera) | Study on the daily activity of moth pest species in order to increase specificity of feeding attractant baited traps. – e-Acta Naturalia Pannonica 22: 47–57.

Abstract. The European corn borer (*Ostrinia nubilalis*), the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) and the silver Y (*Autographa gamma*) are amongst the most important pests of crops in Hungary. Their monitoring and plant protection forecast can be solved with light-, sex pheromone or phenylacetaldehyde-based feeding attractant traps. Contrary to sex pheromone traps feeding attractant baited traps can also catch females, which allows for more precise timing of spraying and in the case of the European corn borer they are more effective than the pheromone traps. However, the feeding attractant traps also catch non-target species such beneficial insects as honeybees, bumblebees, and other pollinators, which limits their use near bee pastures and hives. Most pest moths are mainly active at night, but their daily activity against feeding attractant traps is not known. In this study the daily activity of the above main pests and of pollinators (especially honeybees) were compared in case of phenylacetaldehyde based feeding attractant or sex pheromone traps. Excepting cotton bollworm both European corn borer and silver Y showed obvious night activity, while cotton bollworm showed activity during the night and also during the day. In contrast, honeybees and other bees were active only at daytime, thus the time-sequenced use of traps can solve the environmental risk caused by non-target catches and after further development could allow for their use in mass-trapping technologies.

Keywords. *Autographa gamma*, bumblebees Cotton bollworm, European corn borer, feeding attractant trap, *Helicoverpa armigera*, honeybees, mass-trapping, monitoring, Noctuidae, *Ostrinia nubilalis*, pest, phenylacetaldehyde, pheromone, Silver Y, trapping

Author's address. Májér Péter | Szanyi Szabolcs | Nagy Antal | Debreceni Egyetem MÉK Növényvédelmi Intézet | 4032 Debrecen, Böszörményi út 138. | Hungary | E-mail. majerp97@gmail.com | szanyi.szabolcs@agr.unideb.hu | nagyanti@agr.unideb.hu | Tóth Miklós ATK Növényvédelmi Intézet | Budapest | toth.miklos@atk.hu

Bevezetés

Az integrált növényvédelmi (Integrated Pest Management) technológiák alkalmazása a fenntartható mezőgazdaság egyik alapja, mely során a károsítók elleni védekezést mindig okszerűen, lehetőség szerint előrejelzésre alapozva végezzük. Ez a rovarkártevők esetén legtöbbször csapdázást, a rajzásdinamika megfigyelését jelenti. A kártevő csapdák ezen túl a tömegcsapdázás (mass-trapping), révén közvetlenül védekezésben is felhasználhatók (El-Sayed et al. 2006, 2009).

A kukoricamolyt (*Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796), a gyapottok-bagolylepkét (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1805) és a gamma-bagolylepkét (*Autographa gamma* Linnaeus, 1758) hazánk legjelentősebb polifág kártevői közé soroljuk, melyek rendszeresen károsítják szántóföldi és kertészeti növényeinket egyaránt. Jelentőségük a klímaváltozás hatásai miatt egyre növekvő, így az ellenük való hatékony védekezés kulcsfontosságúvá válhat a közeljövőben. Előrejelzésük a fénycsapdák túl megoldható feromon csapdákkal, illetve fenilacetaldehid alapú illatanyag csapdákkal is (Tóth et al. 2016, 2019, 2020)

A táplálkozási attraktáns a feromoncsapdával ellentétben mindkét ivar egyedeit hatékonyan vonzza, melynek köszönhetően pontosabban következtethetünk a peterakás időpontjára is. Számos előnye mellett hátránya, hogy nem-célszervezetet, köztük hasznos rovarokat, például háziméheket (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758), vagy poszméheket (*Bombus* spp.) is fog, ami korlátozza használhatóságát méhlegelő, kaptárak közelében (Tóth et al. 2018). A méhek csapdákból való távoltartására eddig tesztelt kémiai komponensek (méhrepellens anyagok) nem működtek megfelelően az illatanyag csapdákban alkalmazva (Nagy et al. 2020). Az eddig elvégzett tesztekben a méhrepellens szín és a csapdatest alakjának módosítása hozta a legbiztosabb eredményeket, a keleti gyümölcsmoly (*Grapholita molesta* Busck, 1916) (Preti et al. 2019) ill. a kukoricamoly esetében (Májér et al. 2020).

A méhkizárás másik lehetséges iránya a jelzett kártevők – még nem kellően ismert – napi aktivitásának vizsgálatában rejlik. A kukoricamoly és a veszélyes kártevő lepkék döntően éjjel aktívak, ez magyarázza, hogy fénycsapdával is hatékonyan gyűjthetők (Mészáros 1966, 1967; Rézbányai 1974; Leskő & Szabóky 1997; Leskő et al. 1998, 2001), de ezzel szemben nem ismert, hogy a táplálkozási illatanyagokra mely napszakokban válaszolnak. Amennyiben a célszervezetek és a méhek egymástól jól elkülönülő napi aktivitást mutatnak, lehetőség nyílik arra, hogy a nem-célszervezeteket mechanikus úton, a csapdatest időszakos lezárásával zárjuk ki a csapdákból. Ezzel a módszerrel úgy növelhetjük a csapdák szelektivitását, hogy azok a nem-cél hasznos szervezetekre ne jelentsenek veszélyt, és kellő szelektivitást elérve az illatanyag csapdák alkalmassá válhatnak akár a közvetlen védekezésben való felhasználásra is.

Munkánk során ennek megfelelően a kukoricamoly már kereskedelmi forgalomban kapható biszex csalétké egy kísérleti fázisban lévő virágillaton alapuló bagolylepke csalétek és a gamma-bagolylepke szexferomon csalétkének esetén vizsgáltuk a berepülő kártevők és hasznos szervezetek csalétekkel szembeni napi aktivitását a fent említett fejlesztési lehetőség megalapozása céljából.

Anyag és módszer

Kísérletünk helyszínéül egy Nyíregyháza külterületén fekvő 2,3 ha nagyságú kukoricatábla szolgált. A területen az elővetemény szintén kukorica volt. A tábla közvetlen szomszédságában idős lucerna, kalászos tarló, fás legelő és ugar volt található. CSALOMON® VARL+ varsás rovarcsapdákat használtunk, mivel a varsás csapdák kifejezetten alkalmasak a jelzett nagy méretű fajok gyűjtésére (Tóth et al. 2000; Subchev et al. 2004).

A csapdákat 1,5 méteres magasságban, egymástól 10-15 méteres távolságban helyeztük el. A teszt 2020. augusztus 4-től szeptember 6-ig tartott, mely lehetővé tette a vizsgált kártevők egy rajzásának megfigyelését. A kezelések blokkokban négy ismétlésben lettek kihelyezve, azok sorrendje a blokkokon belül azonos volt. A kísérletben három eltérő csalétek hatékonyságát vizsgáltuk. Az első kezelés (OMM) kukoricamoly biszex illatanyagot (fenilacetaldehid + 4-metoxifenetil alkohol 1:1; (Tóth et al. 2016), a második (FLO) bagolylepkék csalogatására fejlesztett illatcsalétket (összetétel: fenilacetaldehid + benzil acetat + (E)-anetol + eugenol 1:1:1:1; (Szanyi et al. 2017), a harmadik (GAM) pedig *Autographa gamma* szexferomon (gyártó: CSALOMON®; (Tóth et al., 1983) csalétket tartalmazott. Az alkalmazott csalétek csalétek nélküli kontrollhoz viszonyított hatékonysága minden esetben bizonyított, így kontroll kezelést nem alkalmaztunk. A napi aktivitás vizsgálatára, a csapdák ellenőrzésére minden nap két alkalommal került sor, reggel 6 órakor és este, a mindenkori csillagászati naplemente előtt egy órával, a „méhkímélő technológia” előírásainak megfelelően. Ezzel a fogásokat egy, a méhek aktivitási periódusának megfelelő és egy azon kívüli részre osztottuk.

A fogott rovarokat faji szinten határoztuk. A csapdák hatékonyságát a mintánkénti átlagos egyedszámmal jellemeztük (egyed/csapda/minta). Az adatok eloszlását Q-Q plot-okkal a varianciák homogenitását Levene-tesztel vizsgáltuk. Az adatok nem teljesítették a parametrikus tesztek követelményeit, ezért a napszakok fogási adatai nem parametrikus Mann-Whitney U-tesztel kerültek összevetésre (Reiczigel et al. 2007).

Eredmények

A begyűjtött anyag általános jellemzése

A kísérlet során összesen 19 lepkefaj egyedei repültek a csapdákbba. A vizsgálat során kis számban a célfajokon kívül számos egyéb lepkefaj is begyűjtésre került. Ezek között veszélyes mezőgazdasági kártevők, például *Agrotis* fajok is előfordultak. Az illatanyagcsapdák pozitív „mellékhatása” ez a jelenség, mellyel hozzájárulnak a területen élő kártevő közösség megismeréséhez. A fajok túlnyomó többségét a bagolylepkefélék (Noctuidae) tették ki, de nagyobb számban voltak jelen az araszolófélék (Geometridae) és a fügyökérrágólepke-félék (Crambidae) is. Előfordultak még a kvadrifidbagolylepke-félék (Erebidae) és a fényiloncafélék (Pyralidae) egy-egy faja is (1. táblázat).

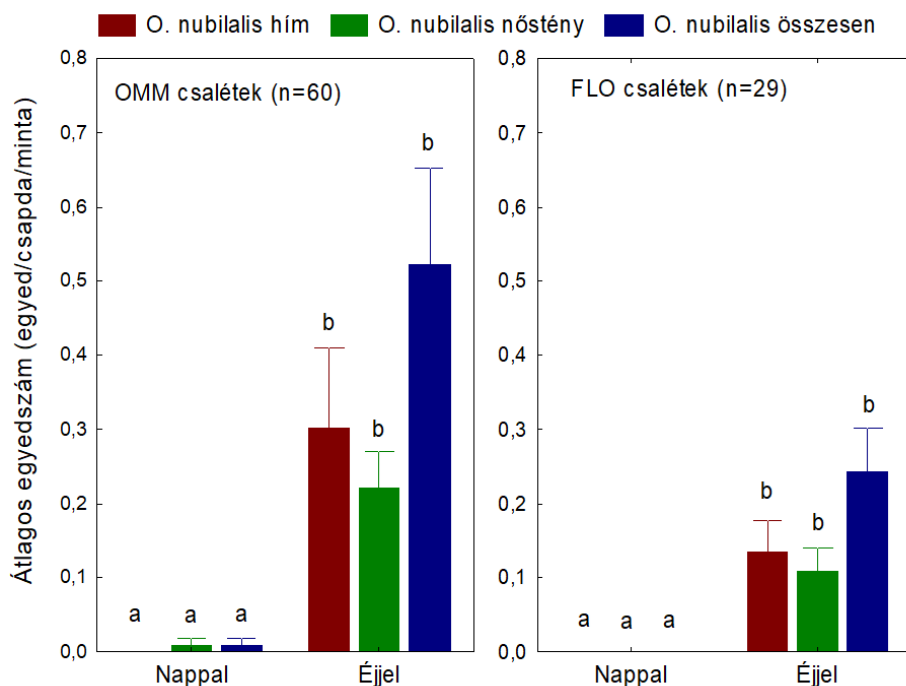
A fogott anyagban összesen 79 háziméh és 7 egyéb fajba tartozó faji szinten nem azonosított méh is bekerült.

1. táblázat. A csalétekkel szembeni válasz napi aktivitásának vizsgálata során befogott lepkefajok listája Nyíregyháza határában 2020-ban

Table 1. List of species sampled with feeding attractant-baited traps in the daily activity test in Nyíregyháza (NE Hungary) 2020.

Család	Alcsalád	Faj
Pyralidae	Phyctinae	<i>Oncocera semirubella</i> (Scopoli, 1763)
Crambidae	Pyraustinae	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Hübner, 1796)
	Spilomelinae	<i>Pleuroptya ruralis</i> (Scopoli, 1763)
Geometridae	Sterrhinae	<i>Timandra comae</i> (Schmidt, 1931)
	Larentinae	<i>Epirrhoe alternata</i> (Müller, 1764)
	Ennominae	<i>Chiasmia clathrata</i> (Linnaeus, 1758)
	Ennominae	<i>Macaria notata</i> (Linnaeus, 1758)
	Ennominae	<i>Macaria alternata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)
Erebidae	Herminiinae	<i>Paracolax tristalis</i> (Fabricius, 1794)
	Arctiinae	<i>Eilema griseola</i> (Hübner, 1803)
Noctuidae	Plusiinae	<i>Abrostola triplasia</i> (Linnaeus, 1758)
	Plusiinae	<i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)
	Plusiinae	<i>Diachrysia chrysis</i> (Linnaeus, 1758)
	Plusiinae	<i>Macdunnoughia confusa</i> (Stephens, 1850)
	Heliothinae	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808)
	Heliothinae	<i>Pyrrhia umbra</i> (Hufnagel, 1766)
	Hadeninae	<i>Caradrina morpheus</i> (Hufnagel, 1766)
	Noctuinae	<i>Agrotis exclamationis</i> (Linnaeus, 1758)
	Noctuinae	<i>Agrotis segetum</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)

A vizsgált szervezetek aktivitása a csalétekkel szemben

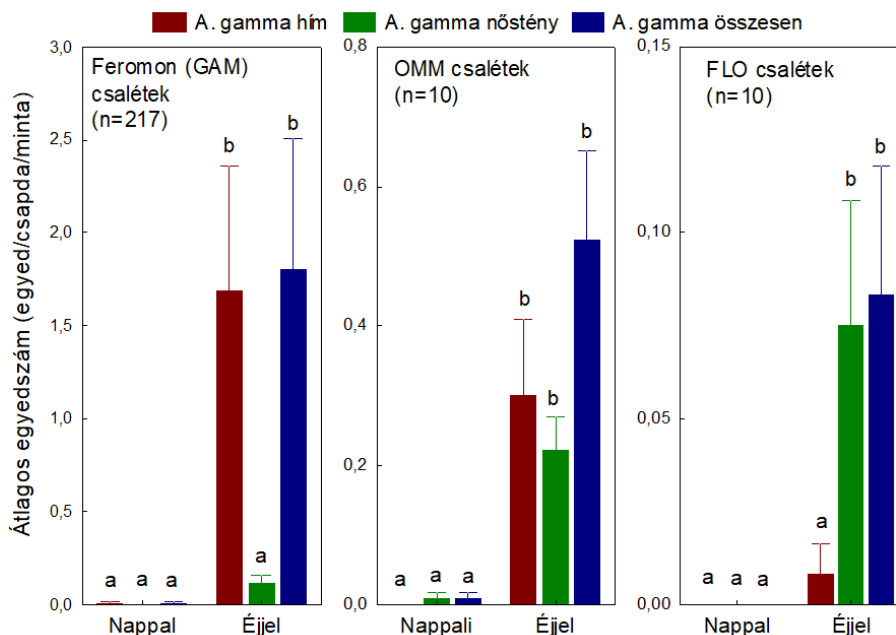


1. ábra. A kukoricamoly (*O. nubilalis*) átlagos fogási értékei (egyed/csapda/minta) az eltérő napszakokban az OMM és a FLO csalétekkel szemben. A kisbetűk a statisztikai eltérést jelzik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 1. Mean number of European corn borers (*O. nubilalis*) (individuals/trap/day) caught in traps baited with OMM or FLO baits by different sampling periods (daytime/night). Small letters show significant differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$).

Kukoricamolyból a két illatanyag kezelés (OMM és FLO) összesen 89 egyedet gyűjtött be, amiből 50 hím, 39 nőstény volt. Az egyedek többsége (60 egyed) a biszex kukoricamoly csapdába (OMM) repült. A kukoricamoly esetében az éjjeli aktivitás mindkét illatanyag esetén szignifikánsan meghaladta a nappalit mind a hímek, mind a nőstények, mind a teljes populációt figyelembe véve, azaz a kukoricamoly egyértelműen éjjeli aktivitást mutatott a vizsgált csalétekkel szemben (1. ábra).

A gamma-bagolylepkéből jóval nagyobb anyag, összesen 237 egyed került a csapdába, ám ennek több, mint 90%-át, 217 egyedet a szexferomonos csapdák (GAM) fogták. Ennek megfelelően az egyedek döntő többsége, összesen 211 egyed, hím volt. A két illatanyag kezelésben egyaránt 10-10 egyed került befogásra. Nőstények döntően ezekben a csapdában jelentek meg. Az éjjel fogott gamma-bagolylepkék száma rendre szignifikánsan meghaladta a nappali fogások átlagait. Ez alól csak a feromon által csalogatott kevés nőstény és a FLO csalétek által csalogatott szintén kis számú hím jelentett kivételt. Az eredmények alapján ez a faj is mindkét ivar esetén és összesítve is egyértelműen éjjeli aktivitású, mind az illatanyag, mind a szexferomon esetén (2. ábra). Gyapottok-bagolylepkéből összesen 265 egyed került az illatanyagokkal felszerelt csapdába. Az ivarány közel 1:1 volt (125 hím és 140 nőstény). A fogott egyedszá-

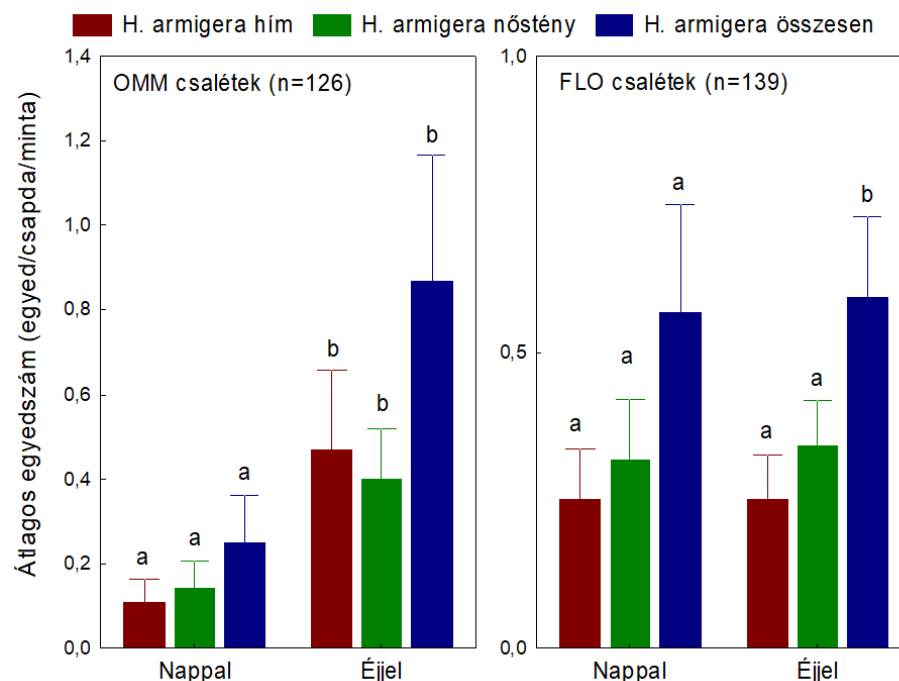


2. ábra. A gamma-bagolylepke (*A. gamma*) átlagos fogási értékei (egyed/csapda/minta) az eltérő napszakokban a feromon (GAM) és az illatanyag (OMM és FLO) csalétekkel szemben. A kisbetűk a statisztikai eltérést jelzik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0.05$).

Figure 2. Mean number of Silver Y (*A. gamma*) (individuals/trap/day) caught in case of different baits (sex pheromone (GAM) and feeding attractants (OMM and FLO) by sampling periods (daytime/night). Small letters show significant differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$).

mok alapján a két illatanyag kezelés hasonló hatékonyságot mutatott a biszex kukoricamoly csapdába (OMM) 126, a bagolylepke csalétekre 139 egyed repült. A gyapottok-bagolylepke az előző két fajjal ellentétben jelentős nappali aktivitást is mutatott, ami a Heliothinae alcsalád („napbagolylepkék”) már ismert, de illatanyagokkal szemben még nem vizsgált jellegzetessége. A két illatanyag esetén azonban eltérő napi hatékonyság mutatkozott meg. A biszex kukoricamoly csalétek (OMM) mind a hímeket mind a nőstényeket inkább éjjel gyűjtötte, míg a bagolylepke csalétek (FLO) esetén a nappali és éjjeli fogások között csak az összesített adatok esetén volt kimutatható szignifikáns eltérés az alkalmazott nem parametrikus teszt segítségével. A mért fogási átlagok között azonban ebben az esetben is csak kis számbeli eltérés mutatkozott (3. ábra).

Az eredményeket összegezve bár ez a faj is döntően éjjeli aktivitású, jelentős nappali aktivitás is megfigyelhető, különösen a 4 komponensű csalétek (FLO) esetén (3. ábra). A nőstények fogott egyedszámok alapján értékelt nappali aktivitása nagyobb volt, mint a hímeké. Ennek hátterében az állhat, hogy esetükben a hosszabb táplálkozással eltöltött idő pozitívan befolyásolhatja a szaporodás sikerességét, azaz a peték számát és sziktartalmát. E tekintetben azonban további vizsgálatok szükségesek.

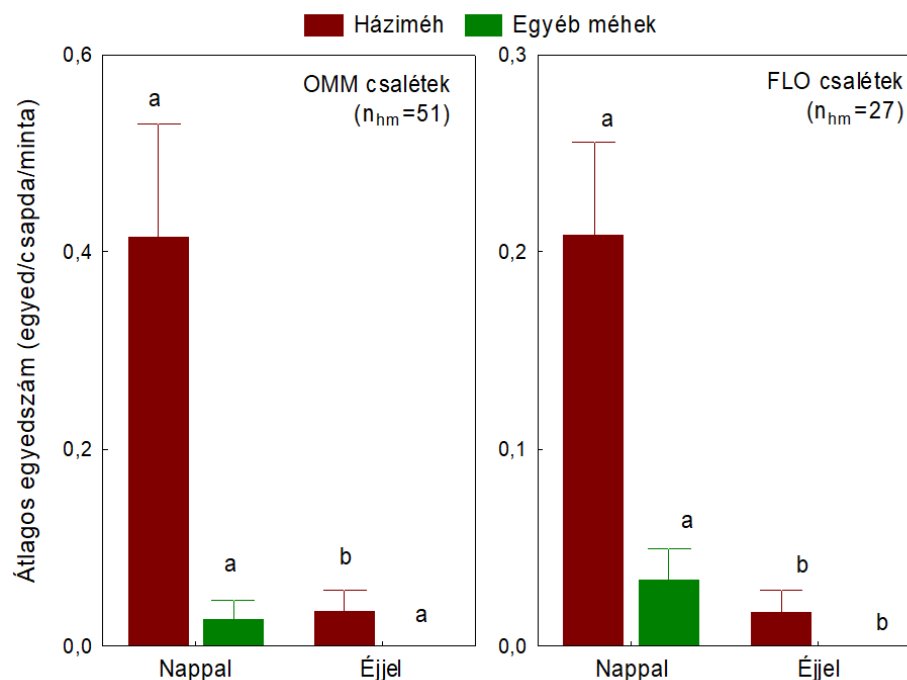


3. ábra. A gyapottok-bagolylepke (*H. armigera*) átlagos fogási értékei (egyed/csapda/minta) az eltérő napszakokban az OMM és FLO illatanyag csalétekkel szemben. A kisbetűk a statisztikai eltérést jelzik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 3. Mean number of Cotton bollworm (*H. armigera*) (individuals/trap/day) caught in case of OMM and FLO feeding attractant baited baits by sampling periods (daytime/night). Small letters show significant differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$).

Háziméhekből összesen 79, míg egyéb méhekből csupán 7 egyed került a csapdába. A biszex kukoricamolylepke csalétek csalogató ereje valamivel nagyobb volt. Ez 51, míg a bagolylepke csalétek összesen 27 méhet vonzott a csapdába. A csapdánkénti egyedszám méhek esetén 7,2 egyed/csapda-nak adódott a teljes vizsgálati időszakra (>1 hónap) vetítve. A háziméhek nappali aktivitása mindkét illatanyag esetén szignifikánsan meghaladta az éjjeli aktivitást. Az éjszakai időszakban csak néhány háziméh került be a csapdába, ezek feltehetően a napnyugta körüli időszakban kerülhettek befogásra. Az egyéb méhek esetén a kis fogott egyedszám miatt a statisztikai eredmények nem tekinthetők kellően megalapozottnak, de mivel az éjjeli időszakban egy egyed sem került a csapdába, ezek esetén is egyértelmű a nappali aktivitás a csalétekkel szemben (4. ábra).

Ez alapján a méhek, ahogy azt korábbi ismereteink alapján vártuk (Gary 1967; Silva & de Jong 1990; Woyke 1992; Woyke et al. 2003; Roman & Weryszko 2006; Danka & Beaman 2007) a vizsgált csalétekkel szemben egyértelműen nappali aktivitást mutatnak (4. ábra).



4. ábra. A háziméh (*A. mellifera*) és egyéb méhek átlagos fogási értékei (egyed/csapda/minta) az eltérő napszakokban az OMM és a FLO illatanyag csalétekkel szemben. A kisbetűk a statisztikai eltérést jelzik Mann-Whitney U-teszt alapján ($p < 0,05$).

Figure 4. Mean number of honeybees (*A. mellifera*) and other bees (individuals/trap/day) caught in case of OMM and FLO feeding attractant baited traps by sampling periods (daytime/night). Small letters show significant differences based on Mann-Whitney U-test ($p < 0.05$).

Háziméhekből összesen 79, míg egyéb méhekből csupán 7 egyed került a csapdába. A biszex kukoricamoly csalétek csalogató ereje valamivel nagyobb volt. Ez 51, míg a bagolylepke csalétek összesen 27 méhet vonzott a csapdába. A csapdánkénti egyedszám méhek esetén 7,2 egyed/csapda-nak adódott a teljes vizsgálati időszakra (>1 hónap) vetítve. A háziméhek nappali aktivitása mindkét illatanyag esetén szignifikánsan meghaladta az éjjeli aktivitást. Az éjszakai időszakban csak néhány háziméh került be a csapdába, ezek feltehetően a napnyugta körüli időszakban kerülhettek befogásra. Az egyéb méhek esetén a kis fogott egyedszám miatt a statisztikai eredmények nem tekinthetők kellően megalapozottnak, de mivel az éjjeli időszakban egy egyed sem került a csapdába, ezek esetén is egyértelmű a nappali aktivitás a csalétekkel szemben (4. ábra).

Ez alapján a méhek, ahogy azt korábbi ismereteink alapján vártuk (Gary 1967; Silva & de Jong 1990; Woyke 1992; Woyke et al. 2003; Roman & Weryszko 2006; Danko & Beaman 2007) a vizsgált csalétekkel szemben egyértelműen nappali aktivitást mutattak (4. ábra).

Összefoglalás

Vizsgálatunk újra igazolta, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható biszex kukoricamoly csalétek (OMM) hatékony a célfaj mindkét ivarával szemben és alkalmas annak előrejelzésére (Tóth et al. 2016). Ezen túl egyes bagolylepkeket és más kártevő lepkefajokat is csalogat, így hozzájárul az alkalmazási területen élő kártevő közösség feltérképezéséhez.

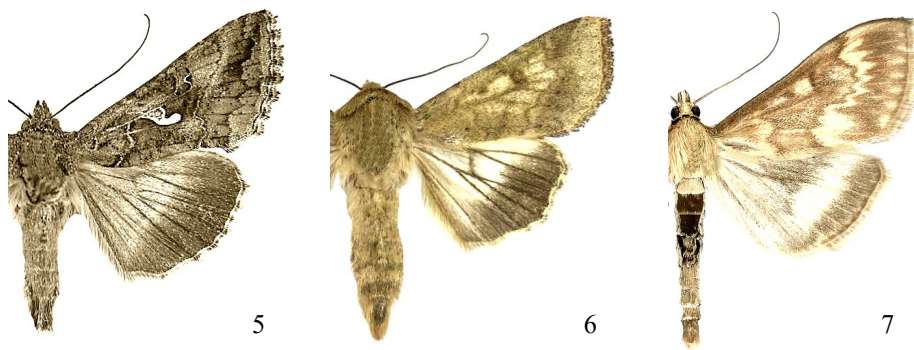
A tesztelt bagolylepkékre optimalizált illatanyag (FLO) a fenilacetaldehid ismert hatékonysága miatt (Maini and Burgio 1990) szintén vonzotta a kukoricamolyt, de hatékonysága csekélyebbnek bizonyult. A gyapottok-bagolylepke esetén azonban ez az illatanyag mutatkozott hatékonyabbnak, feltehetőleg az (E)-anethol jelenléte miatt (Tóth et al. 2020). A gamma-bagolylepke feromon szintén igazolta hatékonyságát és megmutatkozott a feromon csalétek illatanyagokhoz mért nagyobb hatékonysága is (Tóth et al. 2019).

Adataink alapján a kukoricamoly és a gamma-bagolylepke az illatanyagos és a feromon csalétekkel szemben is egyértelműen éjjel mutatott aktivitást. Ez megegyezik a korábbi, feromonokkal kapcsolatos napi aktivitás mérésekkel mindkét faj esetében (Szócs & Tóth 1979; Kárpáti et al. 2007).

A gyapottok bagolylepke viszont a Heliothinae alcsaládra jellemzően nagyfokú nappali aktivitást is mutatott különösen az erre a taxonómiai csoportra fejlesztett FLO illatanyag esetén, mindazonáltal döntően éjjeli aktivitásúnak tekinthető.

A háziméhek aktivitása ezzel szemben egyértelműen nappali, megerősítve korábbi ismereteinket (Gary 1967; Silva & de Jong 1990; Woyke 1992; Woyke et al. 2003; Roman & Weryszko 2006; Danka & Beaman 2007).

A vizsgált kártevők és a védendő, pollinátor szerepe révén jelentős háziméh illatanyag csalétekkel szembeni aktivitása egyértelműen elkülönül. Előbbiek döntően éjjel, utóbbi nappal repül a vizsgált illatanyagokra. Ez alapján a kártevő csapdák nap-szakhoz kötött időszakos működtetésével egy illatanyagokra épülő méhkímélő előrejelzési technológia alakítható ki. A csapdák be és kikapcsolása pl. a varsa nyílásának zárása révén automatikussá is tehető, így a csapdák nagy számban alkalmazva az előrejelzé-



5–7. ábra. 5) *Autographa gamma*, 6) *Helicoverpa armigera*, 7) *Ostrinia nubialis* imágók (Grafika: © Fazekas I., 2021)

Figures 5–7. Adults of 5) *Autographa gamma*, 6) *Helicoverpa armigera*, 7) *Ostrinia nubialis* (Graphics: © Fazekas I., 2021)

sen túl a tömeges csapdázás módszerén alapuló biológiai védekezésben való felhasználásra is alkalmassá tehető (Jaffe et al. 2018).

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. Szanyi Szabolcs munkáját a Nemzeti Tehetség Program NTP-NFTÖ-19-B-0288 ösztöndíja támogatta. Köszönet érte.

Irodalom – References

- El-Sayed A. M., Suckling D. M., Wearing C. H., & Byers J. A. 2006: Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. – *Journal of Economic Entomology* 2006 Oct; 99 (5): 1550–1564. doi: 10.1603/0022-0493-99.5.1550. PMID: 17066782.
- El-Sayed A. M., Suckling D. M., Byers J. A., Jang E. B. & Wearing C. H. 2009: Potential of "lure and kill" in long-term pest management and eradication of invasive species. – *Journal of Economic Entomology* 2009 Jun; 102 (3): 815–35. doi: 10.1603/029.102.0301. PMID: 19610395
- Gary N. E. 1967: Diurnal variations in the intensity of flight activity from honeybee colonies. – *Journal of Apicultural Research* 6: 65–68.
- Jaffe B. D., Guédot C. & Landolt P. J. 2018: Mass-Trapping Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), Using a Kairomone Lure Reduces Fruit Damage in Commercial Apple Orchards. – *Journal of Economic Entomology* 111: 1983–1986.
- Kárpáti Zs., Molnár B. & Szőcs G. 2007: Pheromone titer and mating frequency of E- and Z- strains of the European corn borer *Ostrinia nubilalis*: fluctuation during scotophase and age dependence. – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 42: 331–341.
- Leskő K. & Szabóky Cs. 1997: Az Alföld nagylepke-faunája az erdészeti fénycsapdák adatai alapján (1962-1996). [Macrolepidoptera fauna of the Hungarian Plain based on data of forestry light traps– In Hungarian]. – *Erdészeti Kutatások* 86–87: 171–200.
- Leskő K., Szentkirályi F. & Kádár F. 1998: Araszoló lepkefajok fluktuációmintázatának elemzése hosszú távú (1961–1997) magyarországi fénycsapdázási és kártételi idősorokban. [Analysis of fluctuation patterns of geometrid moth species on long-term (1961–1997) time series of Hungarian light trappings and damage estimations. – In Hungarian]. – *Erdészeti Kutatások* 88: 319–333.
- Leskő K., Szabóky Cs., Szentkirályi, F. & Kádár F. 2001: Az erdészeti fénycsapdahálózat hasznosítása a rovarok hosszú távú monitorozásában: Nagylepke-együttesek változásai Tompa, Felsőtárkány és Szentpéterfölde esetében 1962–2000 között. [Using the forestry light trap network in the long term monitoring: Variations in Macrolepidoptera faunas in the case of Tompa, Felsőtárkány and Szentpéterfölde between 1962 and 2000. – Research report, in Hungarian] 1–44.
- Maini S. - & Burgio G. 1990: Influence of trap design and phenylacetaldehyde upon field capture of male and female *Ostrinia nubilalis* (Hb.) (Lepidoptera Pyralidae) and other moths. – *Bollettino dell'Istituto di Entomologia „Guido Grandi” Università Bologna* 45: 157–165.
- Májner P., Szarukán I., Szalárdi T., Tóth M. & Nagy A. 2020: Háziméh-repellens illatanyagok vizsgálata kukoricamoly illatanyag csapdákban. – *Georgikon for Agriculture* 24: 31–36.

- Mészáros Z. 1966: Light trap service in plant protection. – *Növényvédelem* 2: 114–116.
- Mészáros Z. 1967: Lebensform-Gruppen schädlicher Lepidopteren und Prognose einzelner Arten mittels Lichtfallen. – *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungariae* 2: 262–270.
- Nagy A., Szarukán I., Szalárdi T., Kéki T., Pogonyi A., Gajdos G., Justyák A., Fróna F., Vasas B., Béres F., Bába A., Török E., Lutián V., Májér P., Szanyi Sz. & Tóth M. 2020: Repellens vegyületek hatékonyságának vizsgálata a méhek kukoricamolyp biszex csapdákból való kizárása érdekében. – 66. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Budapest (absztraktkötet) 25.
- Preti M., Knight A. L. & Angeli S. 2019: Improving *Grapholita molesta* monitoring in peach and nectarine orchards under mating disruption by using bisexual lures. – *PheroFlip 2019* (Lissabon Conference). 39–40.
- Roman A. & Weryszko A. 2006: Flight activity of honey bee foragers (*Apis mellifera* L.) under changeable honey flow conditions. – *Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica* 5 (1): 95–104.
- Reiczigel J., Harnos A. & Solymosi N. 2007: Biostatistika nem statisztikusoknak. [Biostatistics for Not-statisticians]. – Pars Kft. Nagykovács (in Hungarian). 433 p.
- Rézbányai L. 1974: Quantitative faunistische, ökologische und zöologische Forschungsmethode mit Lichtfallen und deren Ergebnisse bei den Schmetterlingen. – *Folia Entomologica Hungarica* 27: 183–190.
- Subchev M., Toshova T., Tóth M., Voigt E., Mikulás J. & Francke W. 2004: Catches of vine bud moth *Therapsimima ampelophaga* (Lep., Zygaenidae: Procridae) males in pheromone traps: effect of the purity and age of baits, design, colour and height of the traps, and daily sexual activity of males. – *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 128: 44–50.
- Silva M. & de Jong D. 1990: Diurnal flight activity of Africanised and European honeybees. – *Apiacta* 25: 78–80.
- Szanyi Sz., Nagy A., Molnár A., Katona K., Tóth M. & Varga Z. 2017: Night-active Macroheterocera species in traps with synthetic attractants in the Velyka Dobron Game Reserve (Ukraine, Transcarpathia). – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungariae* 63: 97–114.
- Szőcs G., Tóth M. 1979. Daily rhythm and age dependence of female calling behaviour and male responsiveness to sex pheromone in the gamma moth, *Autographa gamma* (L.). – *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungariae* 14: 453–459.
- Tóth M., Szőcs G., Majoros B., Bellas T. E. & Novák L. 1983. Experiments with a 2-component sex attractant of the silver Y moth (*Autographa gamma* L.), and some evidence for the presence of both components in natural female sex pheromone. – *Journal of Chemical Ecology* 9: 1317–1325.
- Tóth M., Imrei Z. & Szőcs G. 2000. Ragacsmentes, nem telítődő, nagy fogókapacitású új feromonos csapdák kukoricabogárra (*Diabrotica virgifera virgifera*, Coleoptera: Chrysomelidae) és gyapottok-bagolylepkére [*Helicoverpa (Heliothis) armigera*, Lepidoptera: Noctuidae]. – *Integrált Termesztés a Kertészeti és Szántóföldi Kultúrákban* 21: 44–49.
- Tóth M., Szarukán I., Nagy A., Ábri T., Katona V., Kőrösi Sz., Nagy T., Szarvas Á. & Koczor S. 2016: An improved female-targeted semiochemical lure for the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 51: 247–254.
- Tóth M., Nagy A. & Szarukán I. 2018: Kukoricamolyp biszex csapda: figyeljünk a fogást szennyező más lepkefajokra! – *Agrofórum* 29: 44–46.
- Tóth M., Landolt P., Szarukán I., Nagy A. & Jósvali J.K. 2019. Improving bisexual lures for the silver Y moth *Autographa gamma* L. and related Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae). – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 54: 137–146.

- Tóth M., Nagy A., Szarukán I., Ary K., Cserenyec A., Fenyődi B., Gombás D., Lajkó T., Merva L., Szabó J., Winkler P. & Jósmai J. K. 2020: One decade's research efforts in Hungary to develop a bisexual lure for the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* Hübner. – Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 55: 53–62.
- Woyke J. 1992: Diurnal flight activity of African bees *Apis mellifera adansonii* in different seasons and zones of Ghana. – Apidologie 23: 107–117.
- Woyke J., Wilde J. & Wilde M. 2003: Flight activity reaction to temperature changes in *Apis dorsata*, *Apis laboriosa* and *Apis mellifera*. – Journal of Apicultural Science 47 (2): 73–80.

