

A zengőlegyek (*Diptera: Syrphidae*) szerepe a beporzásban és a biológiai védekezésben

Földesi Rita

MTA Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, "Lendület" Ökoszisztéma
Szolgáltatás Kutatócsoport
Vácrátót 2163, Alkotmány u. 2-4.
E-mail: foldesri@gmail.com

Összefoglalás: Az ökológiai kutatások során az elmúlt években egyre inkább a figyelem középpontjába került az ökoszisztéma szolgáltatások vizsgálata. Az ökoszisztéma szolgáltatások, mint például a pollináció vagy a biológiai védekezés, azok a hasznok, amelyekhez az emberiség jut az ökoszisztémák működése során. Azonban az emberi beavatkozások (pl. intenzív földhasználat) miatt csökken a természetes élőhelyek száma, amely negatívan hat a pollinátorok és a természetes ellenségek előfordulására, s ezáltal az ökoszisztéma egészséges működésére. A zengőlegyek többszörösen részt vesznek az ökoszisztéma szolgáltatásokban: az imágók beporzó szervezetként, a levéltetű fogyasztó lárvák biokontrollként. Hazánkban mintegy 400 fajuk él.

Kulcsszavak: ökoszisztéma szolgáltatások, pollinátorok, levéltetű predáció, biodiverzitás, levéltetvek kártétele, zengőlegyek élőhelyei

Bevezetés

Ökoszisztéma szolgáltatások alatt értjük azokat az "előnyöket és hasznokat", amelyeket az emberiség az ökoszisztémáktól kap (Báldi 2011). A biodiverzitás csökkenése, az élő rendszerek degradálódása negatívan befolyásolja az ökoszisztéma szolgáltatásokat, melynek eredményeképpen az emberiség ellátása, jóléte is veszélybe kerülhet (Díaz *et al.* 2005). Ennek tulajdonítható, hogy nemzetközi szinten az elmúlt években megnőtt azoknak a kutatásoknak a száma, amelyek ezzel a témával foglalkoznak (Worm *et al.* 2006, Sandhu *et al.* 2008, Winfree & Kremen 2009, Bennett *et al.* 2009, Pejchar & Mooney 2009, Breeze *et al.* 2011, Prager *et al.* 2012).

Ökológusok számára a legfontosabb ökoszisztéma szolgáltatásként említhető a rovarok általi beporzás és a biológiai védekezés, melyek alapvetőek az ökoszisztémák működésében, és amelyeknek a mezőgazdasági termelés hatékonyságának növelésében is szerepe van (Kremen 2005).

A beporzás

A beporzás (pollináció) a növényi ivaros szaporodás egyik formája, amikor a virágpór (pollen) a bibére kerül. A virágos növények legnagyobb része, a hazai fajoknak hozzávetőleg 82 %-a állatok révén porzódik be (Kertészeti Lexikon 2001¹). A pollinációt hazánkban a rovarok végzik, amelyek közül a méhek töltik be a legfontosabb szerepet.

Az agráriumban alkalmazott intenzív földhasználati kezelések (Goulson *et al.* 2008), a természetes élőhelyek eltűnéséhez, illetve a biodiverzitás csökkenéséhez vezetnek (Díaz *et al.* 2005, Sahney & Benton 2008, Török 2009, Pereira *et al.* 2010), beleértve a pollinátorok számának csökkenését is (Steffan-Dewenter *et al.* 2005, Biesmeijer *et al.* 2006, Rands & Whitney 2010), amely mind a természetes ökoszisztémák működését, mind a termesztett növények beporzásának sikerességét veszélyezteti.

A biokontroll

A mezőgazdasági termelés során egyre nagyobb szerepet kap a természeti környezet és a táj védelme, hiszen ezek degradációja, kizsákmányolása a termelést is veszélyezteti. Az intenzív kezelésű területeken nemcsak a kártevők, de azok természetes ellenségei is elpusztulnak, illetve elhagyják a területet (Freemark & Boutin 1995, Filippi-Codaccioni *et al.* 2010). Továbbá míg a kártevők populációjánál hamarabb alakulhat ki rezisztencia a kemikáliák ellen, addig a táplálékhálózat magasabb szintjein helyet foglaló predátorok populációi sérülékenyebbek, jóval lassabban regenerálódnak (Liu *et al.* 2005, Stavrínides & Mills 2009).

A biológiai kontroll (vagy biológiai védekezés) elsősorban az ökológiai gazdálkodás során jut szerephez (Minarro *et al.* 2005, Rossi *et al.* 2006, Penvern *et al.* 2010, Bereczki & Báldi 2011). A biogazdálkodás főbb jellemzői a szintetikus növényvédő szerek és trágyaanyagok nélküli gazdálkodás, a természetes úton előállítható anyagokkal történő növényvédelem, azaz a környezetkímélő növényvédelmi eljárások alkalmazása, a természetes ökoszisztémák által fenntartott egyensúlyra való törekvés, annak elősegítése.

Az egyensúly kialakulásában fontos szerepet töltenek be a kártevőket pusztító ragadozók (katicabogarak, fátyolkák, zengőlegyek) és paraziták (fürkészarazsak, fürkészlegyek). Kutatások bizonyítják, hogy a fajgazdag,

¹ <http://www.tuja.hu/kerteszeti-lexikon/index.html>

természetes közösségek visszaszorítják a kártevőket (Rieux *et al.* 1999, Thies & Tschardt 1999, Maudsley *et al.* 2002, Bianchi *et al.* 2006).

A zengőlegyek

A zengőlegyek a Kétszárnyúak (*Diptera*) rendjének egyik legnagyobb családját alkotják. Az eddig ismert fajok száma meghaladja a haterzetet. A palearktikus régióban a leírt fajok száma mintegy 1600, Európában hozzávetőleg 800 fajuk ismert (Röder 1990). Magyarországról az eddig előkerült fajok száma megközelítőleg 400 (Tóth 2008).

A közép-európai régióban élő zengőlegyek nagysága 4 és 20 mm között változik. Megjelenésükben gyakran hasonlítanak a méhekre, darazsakra, poszméhekre (lásd az online függelékben). A kutatók között vita tárgya, hogy ez a fajta mimikri mennyiben szolgálja a védelmüket (Rashed *et al.* 2008).

Élőhelyeik

A zengőlegyek olyan élőhelyekhez kötődnek, amelyek elegendő mennyiségű táplálékot nyújtanak mind az imágóknak, mind a lárváknak. Széles elterjedésükhöz az is hozzájárul, hogy kitűnő repülők, így az egyedek könnyen felkereshetnek más biotópokat is, hogy megfelelő mennyiségű tápanyagot találjanak. Ennek ellenére mégis megfigyelhető bizonyos kötődés az élőhelyekhez. Ez elsősorban a lárvák ökológiai igényeihez köthető, amely a családon belül nagyon eltérő. A levéltetvet fogyasztó fajok esetében az imágóknak olyan élőhelyet kell keresniük, amely elegendő mennyiségű levéltetű teleppel rendelkezik a tojásrakáshoz és a lárvák kifejlődéséhez, továbbá megfelelő mennyiségű és minőségű pollen- és nektárforrást nyújt, ami a peteéréshez és a repüléshez szükséges energiát is fedezi. Ennek megfelelően a zengőlegyek elterjedését számos tényező befolyásolhatja: például az erdő, illetve az erdőszegély struktúrája, a vegetáció sokszínűsége, a virágkínálat, a talaj nedvessége, a napsugárzás, a szélvédettség, a civilizációs hatások (Sarhou *et al.* 2005, Hogg *et al.* 2011). Minél változatosabb egy élőhely felépítése, annál nagyobb a zengőlégy fauna diverzitása is. A közép-európai régióban azonban számos olyan élőhely létezik, ahol kifejezetten kevés zengőlégy fordul elő. Ilyenek a túlevelű erdők, a faiskolák, a száraz fenyőerdők, a nyílt gyepek, a mezők és a tengerparti biotópok. A civilizációs hatások erősen befolyásolják a zengőlegyek előfordulását. Az intenzíven kezelt mezőgazdasági területeken, monokultúrákban vagy a nagyvárosokban jóval alacsonyabb a faj- és egyedszám. A csekély virágkínálat, a porszennyezés, a növényvédő szerek

használata negatívan befolyásolja a zengőlegyek előfordulását (Hasken & Poehling 1995, Somaggio 1999).

A zengőlegyek szerepe az ökoszisztéma szolgáltatásokban

A zengőlegyek mind a pollinációban, mind a biokontrollban részt vesznek, azonban eltérő életszakaszban: az imágók a pollinációban, a lárvák pedig a biokontrollban.

Az imágók viráglátogatók, virággal, nektárral, mézharmattal, esetenként kicsurgó növényi nedvekkel táplálkoznak. A *Diptera* renden belül leginkább a zengőlegyek imágóira jellemző, hogy gyümölcsfák, zöldségnövények, rózsafélék, vadvirágok pollenátvitelében vesznek részt (Röder 1990, Fontaine *et al.* 2006). Rendkívül sokféle növényfajt látogatnak a lágyszárúaktól a cserjéken át a fás szárúakig. Egyes fajok imágói akár kétszázféle növényfaj virágán is megfigyelhetők, amint táplálkoznak (Tóth 2001). Azonban van néhány növény, amelyet különösen szívesen látogatnak. Ilyen például a kúszó boglárka, (*Ranunculus repens* L.), a rózsafélék között a cseregalagonya (*Crataegus laevigata* (Poiret)) és a *Fragaria* nemzetség fajai. Hatékony beporzók kalászos gabona kultúrákban (Jauker *et al.* 2009, Meyer *et al.* 2009) és a repcében is (Jauker & Wolters 2008). Hazai vizsgálatok során nagy számban fogtak zengőlegyeket ökológiai gazdálkodású almás kertekben (Földesi & Medgyessy 2009). Legkevésbé a szegfűféléket, keresztesvirágúakat (kivéve az említett repce) és az ajakosokat látogatják. Ennek az az oka, hogy ezek a növények kevés pollent, nektárt termelnek, illetve a zengőlegyek nehezen férnek hozzá (pl. az ajakosok esetében). A pollenátmérő is meghatározza táplálékfelvételüket, ugyanis az imágók csak azokat a pollenszemeket képesek felszívni, amelyek átmérője nem haladja meg a mintegy 100 μm -t (Röder 1990).

Az imágók pollinátor szerepével több tudományos cikk is foglalkozik (Sugiura 1996, Pansarin 2008, Rader *et al.* 2011). Ez annak a ténynek tudható be, hogy a pollinátorok, elsősorban a méhek (*Apidae*) száma az utóbbi években csökkenő tendenciát mutat (Biesmeijer *et al.* 2006, Fitzpatrick *et al.* 2006, Memmott *et al.* 2007). A zengőlegyekről nem áll rendelkezésre nagyléptékű állománycsökkenést igazoló tanulmány, azonban az agrárterületek kezelése meghatározza fajgazdagságukat és egyedszámukat. A virágban szegény monokultúrákban, ahol a természetes élőhelyek is hiányoznak, a pollen- és a nektárforrás korlátozott mennyiségben áll a zengőlegyek imágóinak rendelkezésére, ezért azok kisebb faj- és egyedszámban fordulnak elő. A virágzó növények diverzitása pozitívan hat a zengőlegyek fajgazdagságára, míg magasabb egyedszámuk a zengőlegyek egyedszámát is növeli (Schweiger *et al.* 2007, Meyer *et al.* 2009). Ugyanakkor mivel a zengőlegyek imágói nem

kötődnek lárváik fejlődési helyéhez, és táplálniuk sem kell azokat, ellentétben a méhekkal, így élőhelyükön nagyobb távolságokat képesek megtenni. A méhek kevésbé mobilisak, ezért a pollinációs tevékenységük is kisebb területre terjedhet ki, mint a zengőlegyeké (Jauker *et al.* 2009).

A lárvák táplálkozása igen széles spektrumon mozog. Táplálkozásuk szerint három fő csoportot különböztethetünk meg, úgymint korhadékevők (szaprofágok), növényevők (fitofágok) és ragadozók (zoofágok). Azonban sok lárvá életmódja még nem ismert.

A fitofág lárvák közül egyes fajok túlszaporodva károsítóvá is válhatnak. Ilyen például az *Eumerus strigatus* (Fallén, 1817), ami a termesztett hagymát, illetve dísznövények rizómáját károsíthatja. Egyes feltevések szerint csak másodlagos kártevő, azaz rovarok által már megtámadott hagymán képes maga is kárt okozni. A szaprofág lárvák – mind a szárazföldi, mind a vízi életmódot folytatók – a bomló szerves anyagok degradációjában vesznek részt (pl. xylofág lárvák, *Eristalis* spp.). A legjelentősebb szerepe a ragadozó lárváknak van, amelyek többsége levéltetvekkel (*Aphis* spp.) táplálkozik.

A mintegy 1600 palearktikus elterjedésű zengőlégy faj 30%-ának lárvája ragadozó. Ezek a *Syrphinae* és a *Pipizini* alcsaládba tartoznak. A természetben betöltött biokontroll szerepük alapján elsősorban a ragadozó életmódúakat, ezen belül is a levéltetvekkel táplálkozókat érdemes megemlíteni (Basky 2005, Rossi *et al.* 2006, Almohamad *et al.* 2010). Egyes fajok pajzstetveket, illetve egyéb rovarok lárváit is fogyasztják.

A zengőlegyek fontossága a biológiai védekezésben, mint levéltetű predátorok, a levéltetű igen jelentős károkozására vezethető vissza. A levéltetvek komoly károkat okoznak a kertek, gyümölcsösök, szántóföldek fáin, bokrain, lágyszárú növényein, az élelmiszer-, ipari- és dísznövényeken egyaránt. Szívogatásukkal csökkentik a növényekben a tápanyagok mennyiségét, befolyásolhatják a növényi nedvek összetételét, csökkentik a termés hozamot. A hazai klimatikus viszonyok között egyes kalászos gabonák (őszi búza, tavaszi árpa), gumósok (burgonya) és gyümölcsök (alma, őszibarack) védelme indokolja leginkább a levéltetvek elleni évről évre történő vegyszeres védekezést a termésvesztés elkerülése érdekében. Angliában a gabona-levéltetvek által okozott termésvesztést 70-120 millió angol fontra becsülik évektől függően (Basky 2005). A levéltetveknek nemcsak közvetlen, de közvetett károsító hatásuk is van vírus- és mikoplazma vektor szerepük révén (Minks & Harrewijn 1989). Az ellenük való védekezésnek számos lehetősége van: vegyszeres, agrotechnikai és biológiai védekezés.

A növényvédő vegyszeres kezeléseket az Európai Unióban és az unióon kívüli fejlett országokban számos tényező – rezisztencia kialakulása, költséges előállítás, élelmiszerbiztonsági kérdések – miatt próbálják csökkenteni, és helyette a biológiai védekezést alkalmazni (Bereczki & Báldi 2011). Nem utolsósorban indokolja ezt a lépést az ökoszisztémák kemikáliákra való

érzékenysége, és a megóvásukra irányuló lépések (Hillocks 2012, Sattler *et al.* 2012, Zhang & Swinton 2012).

Az afidofág (azaz levéltetűvel táplálkozó) zengőlégy lárvák a biológiai védekezés fontos szereplői. Általában nem specializálódnak egy-egy levéltetű fajra, hanem generalisták, azaz széles táplálékspektrummal rendelkeznek. Ez főként a többnemzedékes zengőlégy fajokra jellemző. A lárvák lábatlanok és vakok, ezért kistestű, kevésbé mozgékony rovarokat képesek megfogni. A táplálékfelvétel során a zengőlégy lárva felszúrja a levéltetűt jól fejlett mandibulájával, majd megemeli és kiszívja a testnedveit. A ragadozó lárvák a meleg nappalokat követő alkonyatkor és éjszaka a legaktívabbak, míg nappal a levelek fonákán pihennek. A telelés a talajban, avar vagy kéreg alatt történik a lárvakor utolsó stádiumában. A bábozódás kora tavasszal következik be. Egyes fajok (pl. *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794)) azonban bábként, mások (pl. *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776), *Scaeva* spp.) pedig imágóként telelnek.

Az afidofág lárvák étvágya igen nagy: egy harmadik stádiumban lévő *E. balteatus* lárva 200 levéltetűt is elpusztíthat egy éjszaka alatt. A lárvák fejlődési ideje gyakran rövid (8-14 nap), a gyakori fajok pedig több nemzedékkel is rendelkeznek egy évben. Ennek köszönhetően levéltetű tizedelő hatásuk jelentős (Kevan 1999, Michaud & Belliure 2001, Leroy *et al.* 2010) és gyakran jobb, mint a növényvédő vegyszereké, amelyekre a lárvák is érzékenyek (Niehoff & Poehling 1995, Burgio & Somaggio 2007). A levéltetűekért folytatott harcban fontos konkurensaik a hangyák, amelyek a mézharmat miatt védik a levéltetű kolóniákat (Röder 1990, Stewart-Jones *et al.* 2008, Dib *et al.* 2010, Vantaux *et al.* 2011).

A zengőlegyek napi aktivitása

A zengőlegyek aktivitását leginkább a hőmérséklet, a relatív páratartalom, a napsugárzás intenzitása, a szél erőssége, valamint az aktivitást megelőző időjárás határozza meg (Röder 1990). Emellett a viráglátogatás függ a napszaktól és a virágok nektártermelésétől. Kora hajnalban az imágók a leveleken tartózkodnak, napfelkelte után pár órával, a hőmérséklet emelkedésével válnak aktívabbá (Keilbach 1954), és a délelőtti órákban a legaktívabbak. Esős, szeles időben nem repülnek, illetve csökken az aktivitásuk (Földesi & Medgyessy 2009), akárcsak nagy hőségben.

Konklúzió

A zengőlegyek mind imágó, mind lárva alakban fontos szereppel rendelkeznek az ökoszisztémákban. Imágóként részt vesznek a pollinációban,

lárvaként a biológiai növényvédelem hasznos szervezetei. A hazai tudományos irodalomban Rácz & Visnyovszky (1985) és Visnyovszky (1989) mutatta be a fontosabb afidofág fajok jellemzőit és jelentőségét a biológiai védekezésben. Ezen kívül Tóth Sándor munkái az ország egyes régióira (2001, 2008), illetve az egészére (2011) kiterjedő részletes faunisztikai adatokat szolgáltatnak a zengőlegyek elterjedéséről és életmódjáról, valamint ragadozó zengőlégy lárvaik levéltetű telepeken való gyűjtéséről is beszámolnak. Ahhoz, hogy az agrárterületeken a zengőlegyek által nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások hatásfoka növekedjen, a számukra kedvező habitat kialakítása vezethet. A mezőgazdasági területek és természetes élőhelyek arányának helyes megválasztása, a kezelt területek mellett lévő virágban gazdag fás szegélyek megléte, az inszekticidek használatának mellőzése, vagy mennyiségük csökkentése mind olyan tényező, amelyek kedveznek a zengőlegyek megtelepedéséhez. Nemzetközi szinten napjainkban is szélesebb körben foglalkoznak a zengőlegyek kutatásával, azonban gazdasági hasznuk kiértékeléséhez, a számukra megfelelő tájhasználati módok részletesebb ismeretéhez, és az ökoszisztéma szolgáltatásokban betöltött szerepük pontosabb meghatározásához még további kutatások szükségesek.

*

Köszönetnyilvánítás. – Köszönettel tartozom Báldi Andrásnak, az MTA ÖK ÖBI „Lendület” Ökoszisztéma Szolgáltatás Kutatócsoport vezetőjének az értékes szakmai tanácsokért, valamint a csoport valamennyi tagjának és az MTA ÖK ÖBI dolgozóinak.

Irodalomjegyzék

- Almohamad, R., Verheggen, F. J., Francis, F., Lognay, G. & Haubruge, E. (2010): Assessment of oviposition site quality by aphidophagous hoverflies reaction to conspecific larvae. – *Anim. Behav.* **79**: 589–594.
- Báldi, A. (2011): Pénzt vagy életet. – *Magyar Tudomány* **7**: 774–779.
- Basky Zs. (2005): *Levéltetvek.* – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 263 pp.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D. & Gordon, L. J. (2009): Understanding relationships among multiple ecosystem services. – *Ecol. Letters* **12**: 1394–1404.
- Berezki, K. & Báldi, A. (2011): A biológiai védekezés hazai és nemzetközi trendjei. – *Biokontroll* **2**: 12–17.
- Bianchi, F. J. J. A., Booij, C. J. H. & Tscharntke, T. (2006): Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. – *Proc. R. S. B. Biol. Sci.* **273**: 1715–1727.
- Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P. M., Reemer, M., Ohlemuehler, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J. & Kunin, W. E. (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. – *Science* **313**: 351–354.
- Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G. & Potts, S. G. (2011): Pollination services in the UK: How important are honeybees? – *Agric. Ecosyst. Environ.* **142**: 137–143.

- Burgio, G. & Sommaggio, D. (2007): Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **120**: 416–422.
- Dib, H., Simon, S., Sauphanor, B. & Capowiez, Y. (2010): The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (*Hemiptera: Aphididae*) in organic apple orchards in south-eastern France. – *Biol. Control* **55**: 97–109.
- Díaz, S., Tilman, D., Fargione, J., Chapin, F.S., Dirzo, R., Kitzberger, T., Gemmill, B., Zobel, M., Vilá, M., Mitchell, C., Wilby, A., Daily, G. C., Galetti, M., Laurance, W. F., Pretty, J., Naylor, R. L., Power, A. & Harvell, D. (2005): Biodiversity regulation of ecosystem services. In: Hassan, H., Scholes, R. & Ash, N. (Eds): *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*. – Island Press, Washington DC, USA, pp. 297–329.
- Filippi-Codaccioni, O., Devictor, V., Bas, Y., Clobert, J. & Julliard, R. (2010): Specialist response to proportion of arable land and pesticide input in agricultural landscapes. – *Biol. Conserv.* **143**: 883–890.
- Fitzpatrick, Ú., Murray, T. E., Paxton, R. J., Breen, J., Cotton, D., Santorum, V. & Brown, M. J. F. (2006): Rarity and decline in bumblebees – a test of causes and correlates in the Irish fauna. – *Biol. Conserv.* **136**: 185–194.
- Fontaine, C., Dajoz, I., Meriguet, J. & Loreau, M. (2006) Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *PLoS Biol* **4**:129–135.
- Földesi, R. & Medgyessy, I. (2009): Zengőlégy-együttesek (*Diptera: Syrphidae*) összetétele és szerepe egy ökológiai (bio) gazdálkodású almaültetvényben. – *Agr. Közl.* **27**: 57–61.
- Freemark, K. & Boutin, C. (1995): Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: A review with special reference to North America. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**: 67–91.
- Goulson, D., Lye, G. C. & Darvill, B. (2008): Decline and conservation of bumble bees. – *Ann. Rev. Entomol.* **53**: 191–208.
- Hasken, K. H. & Poehling, H. M. (1995): Effects of different intensities of fertilisers and pesticides on aphids and aphid predators in winter wheat. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**: 45–50.
- Hillocks, R. J. (2012): Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture. – *Crop Protection* **31**: 85–93.
- Hogg, B. N., Bugg, R. L. & Daane, K. M. (2011): Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. – *Biol. Control* **56**: 76–84.
- Jauker, F., Diekötter, T., Schwarzbach, F. & Wolters, V. (2009): Pollinator dispersal in an agricultural matrix: opposing responses of wild bees and hoverflies to landscape structure and distance from main habitat. – *Landsc. Ecol.* **24**: 547–555.
- Jauker F. & Wolters, V. (2008): Hover flies are efficient pollinators of oilseed rape. *Oecologia* **156**: 819–823.
- Keilbach, R. (1954): *Goldaugen, Schwebfliegen und Marienkäfer: Nützlinge als Blattlausfresser und Blütenbestäuber*. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 63 pp.
- Kevan, P. G. (1999): Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **74**: 373–393.
- Kremen, C. (2005): Managing for ecosystem services: what do we need to know about their ecology? – *Ecol. Letters* **8**: 468–479.
- Leroy, P. D., Verheggen, F. J., Capella, Q., Francis, F. & Haubruge, E. (2010): An introduction device for the aphidophagous hoverfly *Episyrphus balteatus* (De Geer) (*Diptera: Syrphidae*). – *Biol. Control* **54**: 181–188.
- Liu, B., Zhang, Y. & Chen, L. (2005): The dynamical behaviors of a Lotka–Volterra predator–prey model concerning integrated pest management. – *Nonlinear Analysis: Real World Applications* **6**: (2). 227–243.

- Maudsley, M., Seeley, B. & Lewis, O. (2002): Spatial distribution patterns of predatory arthropods within an English hedgerow in early winter in relation to habitat variables. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **89**: 77–89.
- Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M. & Price, M. V. (2007): Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. – *Ecol. Letters* **10**: 710–717.
- Meyer, B., Jauker F. & Dewenter, I. F. (2009): Contrasting resource-dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. – *Basic Appl. Ecol.* **10**: 178–186.
- Michaud, J. P. & Belliure, B. (2001): Impact of Syrphid Predation on Production of Migrants in Colonies of the Brown Citrus Aphid, *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). – *Biol. Control* **21**: 91–95.
- Minarro, M., Hemptinne, J. L. & Dapena, E. (2005): Colonization of apple orchards by predators of *Dysaphis plantaginea*: sequential arrival, response to prey abundance and consequences for biological control. – *Biol. Control* **50**: 403–414.
- Minks, A. K. & Harrewijn, P. (1989): *World Crop Pests, 2C, Aphids. Their biology, natural enemies and control*. – Elsevier Science Publishers B.V. 314 pp.
- Niehoff, B. & Poehling, H. M. (1995): Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**: 51–55.
- Pansarin, E. R. (2008): Reproductive biology and pollination of *Govenia utriculata*: A syrphid fly orchid pollinated through a pollen-deceptive mechanism. – *Plant Sp. Biol.* **23**: 90–96.
- Pejchar, L. & Mooney, H. A. (2009): Invasive species, ecosystem services and human well-being. – *Trends Ecol. Evol.* **24**: 497–504.
- Penvern, S., Bellon, S., Fauriel, J. & Sauphanor, B. (2010): Peach orchard protection strategies and aphid communities: Towards an integrated agroecosystem approach. – *Crop Protection* **29**: 1148–1156.
- Pereira H. M., Leadley P. W., Proenca V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarrés, J. F., Araújo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L., Chini, L., Cooper, H. D., Gilman, E. L., Guénette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace, G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R. J., Sumaila, U. S. & Walpole, M. (2010): Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. – *Science* **330**: 1496–1501.
- Prager, K., Reed, M. & Scott, A. (2012): Encouraging collaboration for the provision of ecosystem services at a landscape scale – Rethinking agri-environmental payments. – *Land Use Policy* **29**: 244–249.
- Rader, R., Edwards, W., Westcott, D. A., Cunningham, S. A. & Howlett, B. G. (2011): Pollen transport differs among bees and flies in a human-modified landscape. – *Divers. Distrib.* **17**: 519–529.
- Rands, S. A. & Whitney, H. M. (2010): Effects of pollinator density-dependent preferences on field margin visitations in the midst of agricultural monocultures: A modelling approach. – *Ecol. Model.* **221**: 1310–1316.
- Rashed, A., Khan, M. I., Dawson, J. W., Yack, J. E. & Sherratta, T. N. (2008): Do hoverflies (Diptera: Syrphidae) sound like the Hymenoptera they morphologically resemble? – *Behav. Ecol.* **20**: 396–402.
- Rácz, V. & Visnyovszky, É. (1985): Changes in the abundance of aphidophagous Heteroptera and Syrphids occurring in maize stands of different management types. – *Acta Phytopath. Acad. Sci. Hung.* **20** (1–2): 193–200.
- Rieux, R., Simon, S. & Defrance, H. (1999): Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards. – *Agric. Ecosyst. Environ.* **73**: 119–127.
- Rossi, J., Gamba, U., Pinna, M., Spagnolo, S., Visentin, C. & Alma A. (2006): Hoverflies in organic apple orchards in north-western Italy. – *Bull. Insect.* **59**: 111–114.
- Röder, G. (1990): *Biologie der Schwebfliegen Deutschlands*. – Erna Bauer Verlag, Keltern-Weiler, 575 pp.

- Sahney, S. & Benton, M. J. (2008): Recovery from the most profound mass extinction of all time. – *Proc. R. S. B. Biol. Sci.* **275**: 759–765.
- Sandhu, H. S., Wratten, S. D., Cullen, R. & Case, B. (2008): The future of farming: The value of ecosystem services in conventional and organic arable land. An experimental approach. – *Ecol. Econ.* **64**: 835–848.
- Sarthou, J. P., Ouin, A., Arrignon, F., Barreau, G. & Bouyjou, B. (2005): Landscape parameters explain the distribution and abundance of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). – *Eur. J. Entomol.* **102**: 539–545.
- Sattler, C., Stachowb, U. & Berger, G. (2012): Expert knowledge-based assessment of farming practices for different biotic indicators using fuzzy logic. – *J. Environ. Manage.* **95**: 132–143.
- Schweiger, O., Musche, M., Bailey, D., Billeter, R., Diekötter, T., Hendrickx, F., Herzog, F., Liira, J., Maelfait, J. P., Speelmans, M. & Dziock, F. (2007): Functional richness of local hoverfly communities (Diptera, Syrphidae) in response to landuse across temperate Europe. – *Oikos* **116**: 461–472.
- Sommaggio, D. (1999): Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? – *Agric. Ecosyst. Environ.* **74**: 343–356.
- Stavrínides, M. C. & Mills, N. J. (2009): Demographic effects of pesticides on biological control of Pacific spider mite (*Tetranychus pacificus*) by the western predatory mite (*Galendromus occidentalis*). – *Biol. Control* **48**: 267–273.
- Steffan-Dewenter, I., Potts, S. G. & Packer, L. (2005): Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. – *Trends Ecol. Evol.* **20**: 651–652.
- Stewart-Jones, A., Pope, T. W., Fitzgerald, J. D. & Poppy, G. M. (2008): The effect of ant attendance on the success of rosy apple aphid populations, natural enemy abundance and apple damage in orchards. – *Agric. For. Entomol.* **10**: 37–43.
- Sugiura, N. (1996): Pollination of the orchid *Epipactis thunbergii* by syrphidflies (Diptera: Syrphidae). – *Ecol. Res.* **11**: 249–255.
- Thies, C. & Tscharntke, T. (1999): Landscape structure and biological control in agroecosystems. – *Science* **285**: 893–895.
- Tóth, S. (2001): *A Bakonyvidék zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). A Bakony természettudományi kutatásának eredményei* 25. – Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc, 448 pp.
- Tóth, S. (2008): A Mecsek zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). – *Act. Nat. Pannon.* **3**: 5–138.
- Tóth, S. (2011): Magyarország zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). – *E-Act. Nat. Pannon. Suppl.* **1**: 5–408.
- Török, K. (2009): A Föld ökológiai állapota és perspektívái. – *Magyar Tudomány* **1**: 48–53.
- Vantaux, A., Van den Ende, W., Billen, J. & Wenseleers, T. (2011): Large interclone differences in melezitose secretion in the facultatively ant-tended black bean aphid *Aphis fabae*. – *J. Ins. Physiol.* **57**: 1614–1621.
- Visnyovszky, É. (1989): Kétszárnyúak. – In: Balázs, K. & Mészáros, Z. (szerk.): *Biológiai védekezés természetes ellenségekkel*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 136–144.
- Winfrey, R. & Kremen, C. (2009): Are ecosystem services stabilized by differences among species? A test using crop pollination. – *Proc. R. Soc. B. Biol. Sc.* **276**: 229–237.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., Lotze, H. K., Micheli, F., Palumbi, S. R., Sala, E., Selkoe, K. A., Stachowicz, J. J. & Watson, R. (2006): Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. – *Science* **314**: 787–790.
- Zhang, W. & Swinton, S. M. (2012): Optimal control of soybean aphid in the presence of natural enemies and the implied value of their ecosystem services. – *J. Environ. Manage.* **96**: 7–16.

A cikkhez tartozó **Online Függelék** a folyóirat honlapján találhatóak (<http://www.mbtktv.mtesz.hu/kiadvanyok.html>).

1.Függelék: Fényképek a zengőlegyek sokféleségének bemutatására.

The role of hoverflies (*Diptera: Syrphidae*) in pollination and biological control

R. Földesi

*MTA ÖK Centre for Ecological Research
H-2163 Vácrátót Alkotmány u. 2-4.*

E-mail: foldesri@gmail.com

In last years the research of ecosystem services became the centre of attention in the ecological studies. The ecosystem services, e.g. pollination and biological control are benefits for human life during the working of ecosystems. However by human disturbance (e.g. intensive agricultural landuse) the number of natural habitats is reduced, which has negatively effect on occurrence of pollinators and natural enemies, and thereby the healthy working of ecosystem. The hoverflies take part with many roles in ecosystem services: the imagoes are pollinators, the aphidophagous larvae as biocontrols. 400 species are known from Hungary.

Keywords: ecosystem services, pollinators, predacious of aphids, biodiversity, damage of aphids, habitats of hoverflies