

DEBRECENI EGYETEM

**HANKÓCZY JENŐ NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYOK  
DOKTORI ISKOLA**

*Doktori Iskola vezető:*

**Prof. Dr. Hodossi Sándor**

egyetemi tanár

*Témavezető(k):*

**dr. Bozsik András**

egyetemi docens

**ZENGŐLÉGY EGYÜTTESEK FELVÉTELEZÉSE ÉS  
POLLENFOGYASZTÁSÁNAK ELEMZÉSE KÖZÉP-EURÓPAI  
AGROÖKOSZISZTÉMÁKBAN ÉS ERDŐSÁVOKBAN**

*Készítette:*

**Földesi Rita**

doktorjelölt

**Debrecen**

**2015**

**ZENGŐLÉGY EGYÜTTESEK FELVÉTELEZÉSE ÉS  
POLLENFOGYASZTÁSÁNAK ELEMZÉSE KÖZÉP-EURÓPAI  
AGROÖKOSZISZTÉMÁKBAN ÉS ERDŐSÁVOKBAN**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
a Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok tudományágban

Írta: Földesi Rita okleveles biológus

Készült a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és

Élelmiszertudományok doktori iskolája

(Fenntartható Növénytermesztés doktori programja) keretében

Témavezető: dr. habil. Bozsik András

A doktori szigorlati bizottság:

	név	fokozat
elnök:	Dr. Thyll Szilárd	CSc
tagok:	Dr. Szarukán István	CSc
	Dr. Markó Viktor	CSc

A doktori szigorlat időpontja: 2013. november 6.

Az értekezés bírálói:

név	fokozat	aláírás
Dr. Rácz István	CSc	
Dr. Magyarai Enikő	PhD	

A bírálóbizottság:

	név	fokozat	aláírás
elnök:			
tagok:			
titkár:			

Az értekezés védésének időpontja: 20.....

## Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS</b>	5
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b>	10
2.1. A zengőlegyek szerepe az ökoszisztémákban	10
2.1.1. Az imágók szerepe	10
2.1.2. A lárvák szerepe	11
2.1.3. A zengőlegyek pollenfogyasztása	13
2.2. Mezőgazdasági területek és a tájszerkezet hatása a termőterület zengőlégy faunájára	15
2.3. A hazai zengőlégy kutatás	17
2.4. Gyakori és az ökoszisztémákban jelentős zengőlégy fajok	17
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b>	24
3.1. A vizsgált csoport bemutatása	24
3.1.1. Morfológia	24
3.1.2. Táplálkozás	25
3.1.3. Elterjedés és élőhelyek	26
3.1.4. A zengőlegyek fejlődése, fenológiája, napi aktivitása	27
3.2. Gyűjtési módszerek	28
3.3. A magyarországi területek bemutatása	29
3.3.1. Szántóföldön végzett gyűjtések	29
DE ATK Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI)	29
3.3.2. Gyümölcsösökben végzett gyűjtések	32
Bioalma ültetvény, Harstein-kert	32
DE ATK DTTI Pallagi Génbank és Gyakorlóléhely	33
3.4. A németországi területek bemutatása	34
3.4.1. Erdőterületek	34
A 321-es terület	34
A 434-es terület	35
3.4.2. Szántóföldi területek	37
Klein-Altendorf	37

Hennef	38
3.5. Pollenpreparátumok készítése	39
3.5.1. A preparátumok készítésének menete	39
3.5.2. A pollen preparátumok kiértékelése	41
<b>4. EREDMÉNYEK</b>	43
4.1. A DE ATK DTTI szántóföldi területén végzett kutatások eredményei	43
4.2. A magyarországi gyümölcsösökben végzett kutatások eredményei	50
4.3. A németországi erdőterületeken végzett kutatás eredményei	52
4.4. A németországi szántóföldeken végzett kutatás eredményei	61
4.5. A zengőlegyek pollenfogyasztási vizsgálatának eredményei	61
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK</b>	73
5.1. Fás szegélyek, virágos sávok hatása a zengőlegyekre	73
5.2. A csapdázási módszerek összevetése	77
5.3. A vegetáció hatása az ékfoltos zengőlégy pollenfogyasztására	79
<b>6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK</b>	84
<b>7. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK</b>	85
<b>8. ÖSSZEFOGLALÁS</b>	86
<b>9. SUMMARY</b>	89
<b>10. IRODALOMJEGYZÉK</b>	92
<b>11. FÜGGELÉK</b>	118
<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</b>	147
<b>PUBLIKÁCIÓS LISTA</b>	148
<b>NYILATKOZAT</b>	153

## 1. BEVEZETÉS

Az agrárökológiai kutatások során az utóbbi években a figyelem középpontjába kerültek azok a vizsgálatok, amelyek az ökoszisztémák megőrzésével, és az azokat kímélő tájhasználati módszerekkel foglalkoznak (Worm *et al.* 2006; Sandhu *et al.* 2008; Bennett *et al.* 2009; Pejchar & Mooney 2009; Winfree & Kremen 2009; Breeze *et al.* 2011; Prager *et al.* 2012; Gonthier *et al.* 2014). A környezet degradációja és kizsákmányolása a mezőgazdasági termelést is veszélyezteti, ezért védelmük az emberiség jólétének záloga (Díaz *et al.* 2005; Gallai *et al.* 2009). Az intenzív földhasználati módszerek gyakran tönkreteszik a talajfaunát (Goulson *et al.* 2008), a növényvédő szerek szennyezik a talajt és a vizet, hatásukra a kártevők mellett sokszor a hasznos szervezetek is elpusztulnak, vagy elhagyják a területet, ezáltal csökken a biodiverzitás (Freemark & Boutin 1995; Fliessbach *et al.* 2007; Kirchmann *et al.* 2007; Filippi-Codaccioni *et al.* 2010). A folytonos növényvédőszer-használat következményeként a kártevők populációinál hamarabb alakulhat ki rezisztencia a kemikáliák ellen, míg a táplálékhálózat magasabb szintjein helyet foglaló predátorok populációi sérülékenyebbek, és jóval lassabban regenerálódnak (Liu *et al.* 2005; Stavrínides & Mills 2009). A biológiai sokféleség leromlása és az élő rendszerek degradálódása egyben az ökoszisztéma szolgáltatások kiesését is eredményezheti (Loreau *et al.* 2001; Perrings *et al.* 2006; Cumming *et al.* 2014; Austin *et al.* 2015). Ennek eredményeképpen az emberiség ellátása, jóléte is veszélybe kerülhet (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Potts *et al.* 2010; Gonthier *et al.* 2014; Palm *et al.* 2014). Ökoszisztéma szolgáltatások alatt értjük azokat az „előnyöket és hasznokat”, amelyeket az emberiség a természettől kap (Báldi 2011). Fontos példaként említhetők a rovarok általi beporzás és a biológiai védekezés, melyek alapvetőek az ökoszisztémák működésében, és a mezőgazdasági termelés hatékonyságának növelésében (Cardinale *et al.* 2012; Lundin *et al.* 2013; Mitchell *et al.* 2015).

Napjainkban a növekvő élelmiszerigények a mezőgazdasági termelés intenzifikációját és a termelés alá vont területek növekedését eredményezik (Seufert *et al.* 2012). Azonban ezek a tevékenységek gyakran a területek mellett húzódó fás szegélyek, virágos sávok, sövények pusztulásához vezetnek (Barr & Gillespie 2000), amely negatívan hat a terület biodiverzitására (Burel 1996; Croxton *et al.* 2004). Az agroökoszisztémák megőrzése

során, a fenntartható mezőgazdaság szempontjából kulcsszerepet kaphatnak a szántóföldi kultúrák mellett lévő féltermészetes élőhelyek.

A szakirodalomban sövénynek nevezik a fákból, bokrokból álló sorokat, amelyek lágyszárú vegetációval szegélyezve szeparálódnak el a művelt területtől (Hannon & Sisk 2009). Gyakran alkotnak egymással összefüggő lineáris hálózatokat a mezőgazdasági kultúrák között, mellyel lehetővé teszik a zöld folyósok kialakulását. A fás szegélyek előnye továbbá, hogy fékezik a szélesebséget, ezáltal csökkentik a deflációt, mérséklük a talaj kiszáradását, és a növények párologtatását, dombos területeken akadályozzák az eróziót (Haycock *et al.* 1993; Mérot 1999). Hatékonyabbá teszik a vegyszeres növényvédelmet, ugyanis csökkentik a permetlé cseppek elsodródását (Bozsik 2001).

A mezőgazdasági területeket elválasztó vagy határoló fás szegélyek, átmeneti biotópok jótékony szerepéről, megőrzésük előnyeiről számos nemzetközi tanulmány született (Pollard *et al.* 1974; Baudry *et al.* 2000; Dover *et al.* 2000; Dover & Sparks 2000; Hinsley & Bellamy 2000; Maudsley 2000; Freemark *et al.* 2002; Kleijn *et al.* 2006; Andersson *et al.* 2013; Gil-Tena *et al.* 2015; Staley *et al.* 2015). Hozzájárulnak a fajok megőrzéséhez a homogén mezőgazdasági tájszerkezetben, ezért pl. Angliában a '90-es évek végétől kezdve olyan agrár-természetvédelmi programok is indultak, amelyek kiemelt figyelmet fordítottak megtartásukra (Anon 1994, 1995, 1997). Ezek a biotópok „zöld folyósóként” működve élőhelyet biztosítanak a termőterületről kiszorult szervezetek számára, valamint segítik azok terjedését (Harwood *et al.* 1992; Le Coeur *et al.* 2002; Sarthou *et al.* 2014; Sardiñas & Kremen 2015). Táplálkozó- és telelőhelyet nyújtanak, így fontos szerepet játszanak az agroökoszisztémák egyensúlyának fenntartásában, és az élőhelyek diverzitásának megőrzésében (Corbet 1995; Burel *et al.* 1998; Tschardtke *et al.* 2005; Bates & Harris 2009; Fahrig *et al.* 2015).

A fás szegélyeknek a szomszédos termőterület élővilágára gyakorolt hatásait több nyugat-európai kutatás során is vizsgálták (Barr *et al.* 1995; Tischendorf *et al.* 1998; Rieux *et al.* 1999; Maudsley *et al.* 2002; Wehling & Diekmann 2009). Madarak esetében kimutatták, hogy a fás szegélyek hosszával szignifikánsan nőtt a madarak fajszáma a kezelt területeken (Batáry *et al.* 2010). A fás szegélyek növelték a futóbogarak, pókok, méhek fajgazdagságát is az adott területen, mert fészkelő, búvó és táplálkozó helyet biztosítottak (Lövei *et al.* 2002; De la Peña *et al.* 2003; Hannon & Sisk 2009). A legtöbb természetes

ellenség diverzitása is függ a mezőgazdasági kultúrák homogenitását megtörő féltermészetes élőhelyek meglététől, amelyek lehetőséget teremtenek az áttelelésre (Pffiffner & Luka 2000, 2003; Matthew *et al.* 2014), vagy éppen a tavasszal történő rajzást, széttelepülést teszik könnyebbé (Pffiffner & Wyss 2004). Az élőhelyek fragmentációja és eltűnése a természetes ellenségek faj- és egyedszámának csökkenését eredményezi, sőt, olykor a területről való eltűnésükhöz is vezet (Fahrig 1997). A hasznos szervezetek faj- és egyedszáma, a területre való betelepülési arányuk azonban növelhető a szántóföldek melletti fás szegélyek, virágos sávok megteremtésével, megóvásával (Kaule & Krebs 1989; Potts *et al.* 2003; Hannon & Sisk 2009).

A mezőgazdasági kultúrákban a biodiverzitás fenntartásának, megőrzésének egy másik lehetősége az ökológiai gazdálkodás, amely kb. 30 millió hektáron folyik a világon (Roszík 2013). Az Európai Unióban az elmúlt 25 évben az ökológiai művelés alatt álló területek nagysága 125 ezer hektárról 9,3 millió hektárra nőtt, a termelő gazdaságok száma pedig 8 ezerről 260 ezerre (<http://www.biokutatas.hu/biogazdalkodas/>). Hazánkban 2010-ben az ökológiai ellenőrzési rendszer keretében 3000 vállalkozás 600 ezer hektárnyi területen alkalmazott ökológiai gazdálkodási módszert.

Az ökológiai gazdálkodás olyan termelési rendszer, amely törekszik az élővilág védelmével az ökoszisztémák egyensúlyának és diverzitásának megőrzésére, valamint az emberek egészségének megtartására (Makkai 2008). Főbb jellemzői a szintetikus növényvédő szerek és műtrágya nélküli gazdálkodás, a rezisztens növényfajták termesztése, és a természetes úton előállítható anyagokkal, vagy az ökoszisztémában jelenlévő természetes ellenségekkel történő növényvédelem, azaz a környezetkímélő növényvédelmi eljárások alkalmazása (Radics 2001; Azadi *et al.* 2011). Ezeken a területeken kisebb az emberi zavarás, a természetes állapotok megőrzése fontos szempont, ezáltal a biodiverzitás védelme is nagyobb hatékonysággal érvényesül. Több tanulmány kimutatta, hogy az ökológiai gazdálkodás összehasonlítva az intenzív műveléssel pozitív hatással van az adott terület fajgazdagságára és abundanciájára madarak, bogarak és lepkék esetében (Freemark & Kirk 2001; Hutton & Giller, 2003; Bengtsson *et al.* 2005; Hole *et al.* 2005; Rundlöf & Smith 2006; Kremen & Miles 2012).

A biogazdálkodásban fontos szerepet kapnak a biológiai növényvédelmi módszerek, amelyek egyrészt a gyomirtók, a gomba- és rovarölő szerek költséges előállítására, a rezisztens kártevő populációk kialakulása, másrészt az élelmiszerbiztonsági kérdések és a fogyasztói igények megváltozása miatt is előtérbe kerültek (Berezki & Báldi 2011). Nem utolsó sorban indokolja ezt a lépést az ökoszisztémák kemikáliákra való érzékenysége, és a megóvásukra irányuló lépések (Sattler *et al.* 2010, Zhang & Swinton 2012).

Számos természetes ellenség található a természetben, amelyek imágóként, lárvaként vagy mindkét fejlődési állapotban kártevő szervezetekkel táplálkoznak, vagy kártevőket parazitálnak, és a biológiai növényvédelemben szerepük van. Ide tartoznak többek között a katicabogár-félék (Coccinellidae), a fátyolka fajok (*Chrysoperla* spp.), a zengőlegyek (Syrphidae), a rablópoloskák (Reduviidae), a fürkészdarázsok (Ichneumonidae) és a fürkészlégyek (Tachinidae) (Albert *et al.* 2007).

A zengőlegyek fontos szerepet töltenek be az ökoszisztémákban, mind az imágók, mind a lárvák tevékenysége révén. Előbbiek pollen- és nektárfogyasztásuk által részt vesznek a beporzásban (Carreck & Williams 2002; Jauker & Wolters 2008; Ssymank *et al.* 2008; Sattler *et al.* 2010), számos faj lárvája pedig a biológiai növényvédelemben a levéltetvek elpusztítása által (Tenhumberg & Poehling 1995; Dib *et al.* 2010; Trzciński & Piekarska-Boniecka 2013). A levéltetvekkel táplálkozó lárvákat, a szakirodalom afidofág lárvák, vagy afidofágok néven is említi (Sommaggio 1999).

Az intenzíven kezelt homogén mezőgazdasági kultúrákban nemcsak a kemikáliák használata, de a diverz táplálékforrás hiánya sem kedvez a zengőlegyeknek (Hasken & Poehling 1995; Ricou *et al.* 2014). Azonban a mezőgazdasági területek mellett húzódo virágos sávok, fás szegélyek pozitívan hatnak a területek zengőlégy diverzítésére, mert heterogénebbé teszik a vegetációt, ezáltal táplálékot nyújtanak az imágóknak, valamint a teletés és a szaporodás szinterei is (Kleijn & Verbeek 2000; Haenke *et al.* 2009; Ricou *et al.* 2014).

A zengőlegyek az ökológiai kezelésű kultúrákban is fontos szerepet töltenek be, mert a lárvák részt vesznek a levéltetű kolóniák megtizedelésében (Hickman & Wratten 1996;

Hajek 2004; Miñarro *et al.* 2005; Rossi *et al.* 2006; Raymond *et al.* 2014), az imágók pollinációs tevékenységük miatt jelentősek (Jauker *et al.* 2009).

Akár intenzív, akár ökológiai kezelésű kultúrákról van szó a zengőlegyeknek jelentős szerepük van az ökoszisztéma szolgáltatásokban, ezért a mezőgazdasági területeken való jelenlétük több szempontból is előnyös (Jauker & Wolters 2008; Iler *et al.* 2013). Mivel az imágók – többek között – pollennel táplálkoznak, így a virágos sávok meghagyása pozitív hatással van a termőterület zengőlégy közösségeire (Laubertie *et al.* 2012). Agrárterületeken virágos lágyszárúak telepítésével vagy meghagyásával, és így elegendő táplálékforrás biztosításával növelhető lenne a zengőlegyek egyedszáma a tavaszi, nyári időszakokban, ami erősíthetné a levéltetvek elleni védekezés hatékonyságát, illetve a pollinációs tevékenységet (Gilbert 1980; Irvin *et al.* 1999; Pinheiro *et al.* 2013b). Ehhez szükséges annak ismerete, hogy a zengőlégy imágók milyen növényeket preferálnak, és milyen mértékben használják azokat táplálkozásuk során.

A fentiekben leírtak alapján kutatásom során a következő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

- (i) A szántóföldi területek mellett húzódó fás szegélyek zengőlégy faunájának felmérése különböző gyűjtési módszerekkel.
- (ii) Különböző kezelésű gyümölcsösök zengőlégy faunájának felmérése.
- (iii) A zengőlegyekre, különös tekintettel az afidofág fajokra vonatkozó fenológiai adatok szolgáltatása a különböző kezelésű mezőgazdasági területekről.
- (iv) A zengőlegyek csapdázási módszereinek összehasonlítása különböző vegetációjú területeken.
- (v) A zengőlegyek pollenfogyasztásának vizsgálata virágos sávokkal ellátott mezőgazdasági területeken, s ezáltal annak megállapítása, hogy melyek voltak a táplálékforrásként használt növények.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A zengőlegyek szerepe az ökoszisztémákban

#### 2.1.1. Az imágók szerepe

Az ökoszisztéma szolgáltatásokat tekintve a zengőlegyek tevékenysége a pollinációban (Pansarin 2008; Jauker *et al.* 2009; Rader *et al.* 2011; Fenesi *et al.* 2015; Jönsson *et al.* 2015) és a biológiai védekezésben (Chambers & Adams 1986; Chambers 1988; Tenhumberg & Poehling 1995; Vogt & Weigel 1999; Powell *et al.* 2003; Rossi *et al.* 2006) nyilvánul meg.

A mezőgazdasági növények legnagyobb része, Európában közel a 84 százaléka rovarbeporzást igényel (Gallai *et al.* 2009). Hazánkban a méhek (Hymenoptera: Apoidea) töltik be a legfontosabb szerepet a pollinációban. Az agráriumban alkalmazott intenzív földhasználati kezelések a természetes élőhelyek eltűnéséhez vezetnek, amely a pollinátorok számának csökkenését eredményezi (Steffan-Dewenter *et al.* 2005; Biesmeijer *et al.* 2006; Rands & Whitney 2010). Ez mind a természetes ökoszisztémák működését, mind a termesztett növények beporzásának sikerességét veszélyezteti (Steffan-Dewenter *et al.* 2005; Báldi 2011; Holland *et al.* 2015).

A méhek mellett – és a Diptera renden belül – leginkább a zengőlegyekre jellemző, hogy gyümölcsfák, zöldségnövények, rózsafélék, vadvirágok pollenátvitelében vesznek részt (Röder 1990; Fontaine *et al.* 2006). Egyes fajok imágói akár kétszázféle növényfaj virágán is megfigyelhetők (Tóth 2001a), azonban van néhány növény, amelyet különösen szívesen látogatnak. Ilyen például a kúszó boglárka, (*Ranunculus repens* L.), a cseregalagonya (*Crataegus laevigata* (Poiret)) és a szamóca (*Fragaria* spp.) fajok. Az imágók hatékony beporzók agroökoszisztémákban (Jauker *et al.* 2009; Meyer *et al.* 2009). Repcében történt vizsgálatok során kimutatták, hogy az *E. balteatus* (De Geer 1776) különösen fontos beporzó abban az esetben, ha más beporzó szervezetek alacsony denzitással vannak jelen (Jauker & Wolters 2008). Korábbi munkák bizonyítják, hogy az *Ersitalis tenax* (L. 1758) almás kertekben (Solomon & Kendall 1970) és eper esetében (Kendall *et al.* 1971; Nye & Anderson 1974) hatékony beporzó.

Az élőhelyek leromlásával a rendelkezésre álló táplálékforrás is csökken, amely a növény-pollinátor hálózati struktúrák leépüléséhez, kapcsolati szintek megszűnéséhez

vezet, ami veszélyezteti a rovarporozta növények megtermékenyülését (Fortuna & Bascompte 2006). Az imágók pollinátor szerepével több tudományos cikk is foglalkozik (Sugiura 1996; Pansarin 2008; Rader *et al.* 2011), mert a méhek számának csökkenésével a zengőlegyek pollinációs tevékenysége nagyobb hangsúlyt kaphat (Biesmeijer *et al.* 2006; Fitzpatrick *et al.* 2006; Memmott *et al.* 2007; Jönsson *et al.* 2015).

Kimutatták, hogy azokon a területeken, ahol a méhek diverzitása csökkent, ott emelkedett a zengőlégy fajszám, és míg a méhek által beporzott növények száma csökkent, addig a zengőlegyek, illetve egyéb pollinátorok által beporzott növények száma növekedett (Potts *et al.* 2010). A zengőlegyekről nem áll rendelkezésre nagyléptékű állománycsökkenést igazoló tanulmány, de az intenzifikáció és a féltermészetes élőhelyek eltűnése negatívan befolyásolja faj- és egyedszámukat (Gallai *et al.* 2009; Potts *et al.* 2010). Az agrárterületek kezelése meghatározza a zengőlegyek fajgazdagságát és egyedszámát, mert a virágban szegény monokultúrákban, ahol a féltermészetes élőhelyek hiányoznak, a pollen- és a nektárforrás korlátozott mennyiségben és ideig áll a zengőlegyek imágóinak rendelkezésére, ezért azok elhagyják a területet (MacLeod 1999). Kutatások kimutatták, hogy a virágzó növények diverzitása pozitívan hatott a zengőlegyek fajgazdagságára és egyedszámára (Schweiger *et al.* 2007; Meyer *et al.* 2009; Thomson & Hoffmann 2009). Ugyanakkor mivel az imágók nem kötődnek lárváik fejlődési helyéhez, és táplálniuk sem kell azokat, ellentétben a méhekkal, így élőhelyükön nagyobb távolságokat képesek megtenni, és ott hasznos tevékenységüket kifejteni.

### **2.1.2. A lárvák szerepe**

Mivel táplálkozásuk igen széles spektrumon mozog, ennek megfelelően a lárvák szerepe is sokféle.

A fitofág lárvák részt vesznek a növények lebontásában. Egyes fajok túlszaporodva növénykártevővé is válhatnak. Az *Eumerus strigatus* Fallén, 1817 például a természetett hagymát, illetve dísznövények rizómáját károsíthatja. Egyes feltevések szerint csak másodlagos kártevő, azaz rovarok által már megtámadott hagymán képes maga is kárt okozni (Darvas & Papp 1994). A szaprofág lárvák – mind a szárazföldi, mind a vízi életmódot folytatók – a bomló szerves anyagok lebontásában vesznek részt (pl. xylofág lárvák, *Eristalis* spp.). A legjelentősebb szerepe a ragadozó lárváknak van, amelyek

többsége levéltetvekkel táplálkozik, így a biológiai védekezés fontos szereplői. A magyarországi fajok kétharmada ebbe a csoportba tartozik (Basky 2005). A biológiai védekezés (vagy biológiai kontroll) Eilenberg és mtsai (2001) szerint élő szervezetek használata abból a célból, hogy egy specifikus kártevő szervezet populációjának az egyedszáma vagy kártétele csökkenjen a kontroll nélküli állapothoz képest. A biológiai kontroll előnyei, hogy specifikusabban hatnak, mint a kemikáliák, nem károsítják a környezetet és az emberi szervezetet, nem akumulálódnak a talajban, vagy a vizekben. Célja, hogy visszaállítsa az ökoszisztéma egyensúlyát a természetes ellenség elterjesztésével (Hajek 2004).

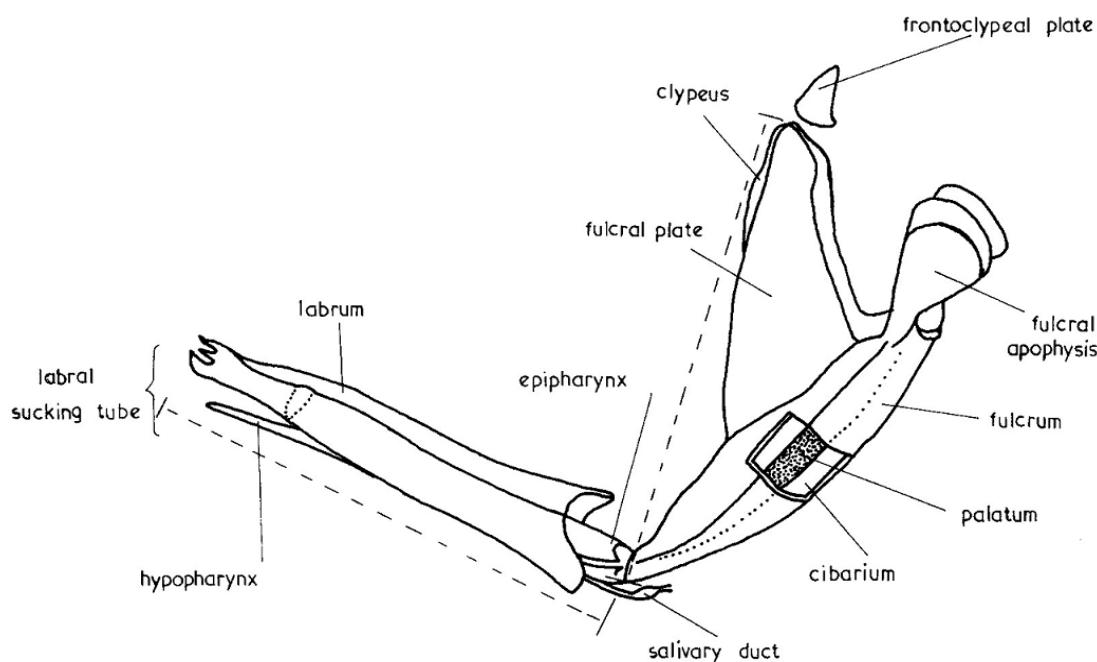
A természetben betöltött növényvédelmi szerepük révén a levéltetvekkel táplálkozó zengőlégy fajok fontossága a levéltetvek általi igen jelentős károkozására vezethető vissza. A levéltetvek komoly károkat okoznak a kertek, gyümölcsösök, szántóföldek fáin, bokrain, lágyszárú növényein, az élelmiszer-, ipari- és dísznövényeken egyaránt. Szívogatásukkal csökkentik a növényekben a tápanyagok mennyiségét, befolyásolhatják a növényi nedvek összetételét, csökkentik a termés hozamot (Basky 2005). 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 termésveszteség elkerülése érdekében. Angliában a gabona-levéltetvek által okozott termésveszteséget 70-120 millió angol fontra becsülik évtől 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.

Az afidofág zengőlégy lárvák a biológiai védekezés fontos szereplői (Basky 2005; Rossi *et al.* 2006; Almohamad *et al.* 2010). Egy *Episyrphus balteatus* lárva 200 levéltetvet is elpusztíthat egy éjszaka alatt (Röder 1990), tíz napig tartó fejlődése során akár 1700-at (Brauns 1953; Khan & Yunus 1970; Branquart & Hemptinne 2000). A lárvák fejlődési ideje rövid (8-14 nap), a gyakori fajok több nemzedékkel is rendelkeznek egy évben. Ennek köszönhetően levéltetű-tizedelő hatásuk jelentős (Kevan 1999; Michaud & Belliure 2001; Pascual-Villalobos *et al.* 2006; Leroy *et al.* 2010) és gyakran jobb, mint a növényvédő szereké, amelyekre a lárvák is érzékenyek (Niehoff & Poehling 1995; Burgio & Somaggio

2007). A levéltetvekért 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).

### 2.1.3. A zengőlegyek pollenfogyasztása

A nemzetközi szakirodalomban több publikáció is foglalkozik a zengőlegyek pollenfogyasztásának vizsgálatával (Cowgill *et al.* 1993; Ssymank & Gilbert 1993; Hickman *et al.* 1995; Irvin *et al.* 1999; Laubertie *et al.* 2012), azonban hazánkban még nem végeztek ilyen jellegű kutatásokat. A zengőlegyek viráglátogatását alapvetően meghatározza a virágok színe, formája, illata, illetve felépítése, azaz a nektár és pollen hozzáférhetősége a zengőlegyek számára (Wäckers 2004). A pollenfelvétel függ a rovarok méretétől, szipókájának hosszától, fejének szélességétől is (Drabble & Drabble 1917; Jervis & Heimpel 2005). A pollenátmérő is limitáló faktor lehet a táplálékfelvételben: az imágók csak azokat a pollenszemeket képesek felszívni, amelyek átmérője nem haladja meg a kb. 100  $\mu\text{m}$ -t (Röder 1990). Az imágók szájszervének morfológiai felépítését az 1. kép mutatja.



1. kép: A zengőlégy imágók szájszervének felépítése (Schiemenz 1957)

Új-Zélandon végzett vizsgálatokban három zengőlégy faj pollenfogyasztását vizsgálták nemtől és évszaktól függően (Irvin *et al.* 1999). Kimutatták, hogy a pete- valamint a spermaérés időszakában szignifikánsan több pollent fogyasztottak a zengőlegyek. Az nem ismert, hogy a zengőlegyeknek milyen gyakran kell táplálkozniuk ahhoz, hogy a szaporodásukhoz szükséges energia biztosítva legyen (Van Rijn *et al.* 2013). Összesen 39 pollentípust (pl. *Brassica* típus) mutattak ki a fajok bélrendszeréből. A kutatás arra is rávilágított, hogy agrárterületeken bizonyos növények ültetésével, és így elegendő táplálékforrás biztosításával növelhető lenne a zengőlegyek egyedszáma a tavaszi, nyári időszakokban, ami erősítené a levéltetvek elleni védekezés hatékonyságát. Ssymank és Gilbert (1993) zengőlegyek bélrendszerének pollentartalmát vizsgálva kimutatta, hogy az imágók táplálékforrásában számos szélporozta növény szerepel. A cikk beszámol arról is, hogy fák és bokrok pollenjével főként a kora tavasszal megjelenő zengőlegyek táplálkoznak, amely arra vezethető vissza, hogy akkor még kevés lágyszárú virágzik. Arra is rámutatnak, hogy ugyan a zengőlegyek imágói táplálkozás szempontjából generalistáknak tekinthetők, mégis bizonyos specializáció figyelhető meg, amely növény család, vagy genusz szinten nyilvánul meg. A cikk a *Cheilosia illustrata* (Harris, 1780) zengőlégy fajt említi, amely főként az zellerfélék (Apiaceae) családjába tartozó fehér virágzatú ernyősöket (Apiales) látogatja szívesen. A *Melanostoma* fajok a perjefélék (Poaceae) és a sásfélék (Cyperaceae) családokba tartozó növényfajok pollenjét preferálják. Az imágók legkevésbé a szegfűféléket (Caryophyllaceae), a keresztesvirágúakat (Brassicales) (kivéve az említett repce) és az ajakosokat (Lamiaceae) látogatják. Ennek az oka, hogy ezek a növények kevés pollent, nektárt termelnek, illetve a zengőlegyek nehezen férnek ehhez hozzá (pl. az ajakosok esetében). További érdekesség, hogy egyes zengőlégy genuszok fajai (*Xylota* spp.) a levelekről „szedik fel” a pollent, és nem a virágokból jutnak hozzá (Ssymank & Gilbert 1993).

Wratten és mtsai (1995), valamint Laubertie és mtsai (2012) zengőlegyek növény preferenciáját vizsgálták mézontófü, koriander, hajdina esetében a bélrendszer pollentartalmának feltárásával.

A zengőlegyek pollenfogyasztásának elemzése elősegítheti, hogy az imágók által preferált növények meghagyásával (esetleg telepítésével), megfelelő élőhelyet teremtve számukra, növeljük a zengőlegyek reprodukciós sikerességét, és az agrárterületek

zengőlégy faunájának diverzitását (Walton & Isaacs 2011; Blaauw & Isaacs 2014), támogatva ezáltal a természetben betöltött hasznos tevékenységüket.

## **2.2. Mezőgazdasági területek és a tájszerkezet hatása a termőterület zengőlégy faunájára**

A zengőlegyek hatékony indikátorai az agroökoszisztémáknak jelenlétük vagy hiányuk alapján (Speight 1986; Duelli & Obrist 1998; Sommaggio 1999; Speight & Castella 2001). Az intenzíven kezelt monokultúrákban, ahol gyakran alkalmaznak növényvédő és rovarölő szereket, gyomirtókat, ezáltal kevés a virágos lágyszárú növény és a levéltetvek elpusztulnak, az imágók nem találnak megfelelő minőségű és mennyiségű táplálékot maguk számára, illetve tojásrakó helyet levéltetvekkel, ahol a lárvák fejlődhetnek (Boutin & Jobin 1998; Burgio & Sommaggio 2007). A kemikáliákra érzékeny lárvák könnyen elpusztulnak a rovarölő szerrel kezelt területeken (Hasken & Poehling 1995). Egy kísérlet során pirimikarb származékokkal kezelt búzában a dózis emelésével csökkent a zengőlégy lárvák száma (Niehoff & Poehling 1995), míg a kontroll területen, ahol nem használtak növényvédő szert, a lárvák hatékonyan csökkentették a levéltetű populációt.

Azonban a kezelt területek zengőlégy faunája is gazdagabbá válhat, ha fás szegélyek és virágos sávok húzódnak a terület mellett (Garbarkiewicz & Trojanowski 1998; Rossi *et al.* 2006; Bennewicz 2011; Trzcíński & Piekarska-Boniecka 2013). Számos kutatás foglalkozik ezen élőhelyek zengőlégy faunára kifejtett pozitív hatásával (Kleijn & Verbeek 2000; Haenke *et al.* 2009; Ricou *et al.* 2014). Ezek a területek fontos színterei a táplálkozásnak, a szaporodásnak, a lárvák fejlődésének, valamint telelőhelyet is nyújtanak (Cowgill 1989; Dennis & Fry 1992; Hickman & Wratten 1996; Landis *et al.* 2000; Marshall & Moonen 2002; Lanzoni *et al.* 2003; Bostanian *et al.* 2004; Schweiger *et al.* 2007; Griffiths *et al.* 2008; Sattler *et al.* 2010).

Burgio és Sommaggio (2007) munkája szerint a fás szegélyekkel, virágos sávokkal tarkított mezőgazdasági területekről több zengőlégy faj került elő, mint a monokultúrákból. A mezőgazdasági területeken lévő féltermészetes élőhelyek pozitív hatását mutatta ki Kleijn és Langevelde (2006) a zengőlegyek faj- és egyedszámára. Ökológiai kezelésű búzaföldeken a virágos növények megléte a pollinátorok – köztük a zengőlegyek –

magasabb egyed- és fajszámát eredményezte (Holzschuh *et al.* 2007). Hazai vizsgálatok során nagy számban fogtak zengőlegyeket ökológiai gazdálkodású almás kertben (Földesi & Medgyessy 2009), illetve kezeletlen, ugaron hagyott gyümölcsösökben (Rasztik & Mészáros 1997). Ezek alapján elmondható, hogy a területek kezelése, illetve a tájszerkezet függvényében változhat a terület zengőlégy populációja (Bugg 1992; Wratten *et al.* 2003; Meyer *et al.* 2009; Clough *et al.* 2014). Weibull és mtsai (2000), Purtauf és mtsai (2005), valamint Brittain és mtsai (2010) vizsgálatai kimutatták, hogy nem a helyi kezelés, hanem a terület körüli tájszerkezet volt hatással a pollinátorok biodiverzítására hagyományos és ökológiai kezelésű szőlőskertekben. A tájszerkezet hatása azonban – ahogy a szerzők hozzáteszik – erősen függött a termesztett növénytől (Brittain *et al.* 2010). Ugyanakkor a tájszerkezet és a kezelés összefüggésére mutatott rá Andersson és mtsai (2013) munkája, mely szerint egy homogén tájszerkezetű, de ökológiai kezelésű területen először azok a fajok tűntek el, amelyeknek rokon fajai még megtalálhatók voltak a területen. Azonban az intenzíven kezelt homogén területekről elsődlegesen eltűnő fajokra jellemző volt, hogy azok rokon fajai már korábban eltűntek a területről, így ott nemcsak fajszám csökkenés, de úgynevezett taxonómiai „elszegényedés” is fellépett. Ezáltal egy ökológiai módszerekkel kezelt területnek nagyobb volt a pollinációs potenciálja egy hagyományosan kezelt homogén tájszerkezetű területhez képest (Andersson *et al.* 2012, 2013).

Gyepeken végzett vizsgálatok szerint azokon a gyepeken, amelyek környezetében magasabb volt a szántóföldek száma, ott a zengőlegyek fajszáma is növekedett (Öckinger *et al.* 2012; Ekroos *et al.* 2013).

Összegzésképpen elmondható, hogy a területkezelés és a tájszerkezet hatása a zengőlegyekre nem teljesen tisztázott, de a kutatások többségében a heterogén tájszerkezet növelte a pollinátorok diverzitását, köztük a zengőlegyekét is. A mezőgazdasági kultúrák mellett lévő fás, virágos sávok pollenforrást nyújtanak a zengőlegyek imágóinak (Kleijn & Langevelde 2006; Sajjad & Saeed 2010), valamint levéltetvek megtelepedését teszik lehetővé, amelyek a zengőlegyek lárváinak nyújtanak táplálékot (Sadeghi & Gilbert 2000).

### **2.3. A hazai zengőlégy kutatás**

A hazai zengőlégy kutatás kezdete az 1800-as évek második felére tehető. Fászl István (1878) Sopron környékének zengőlégy faunájáról készített beszámolót, míg Chyzer Kornél az egykori Zemplén megyében végzett gyűjtéseket. Munkáját Kowarz Ferdinánd (1883) dolgozta fel és publikálta. Thalhammer János átvette adataikat, valamint saját gyűjtései alapján összeállította a "Fauna Regni Hungariae" *Syrphidae* fejezetét (1900). A budapesti Természettudományi Múzeumban őrzött zengőlégy gyűjtemény az 1956-os harcok okozta tűzben teljesen megsemmisült. Az országos gyűjtemény pótlását célzó későbbi gyűjtőmunkák többek között Mihályi Ferenc, Zilahi-Sebess Géza és Szilády Zoltán nevéhez fűződnek. Tóth Sándor az 1970-es években kezdett el zengőlegyeket kutatni Magyarországon a Bakonyi Természettudományi Múzeumban. Munkái az ország egyes régióira – Észak- és Nyugat-Magyarország – (1983a, 2001b, 2008a, 2009), illetve egészére (2011) kiterjedő, részletes faunisztikai adatokat szolgáltatnak a zengőlegyek elterjedéséről és életmódjáról, valamint ragadozó zengőlégy lárvák levéltetű telepeken való gyűjtéséről is beszámolnak. Meghatározó alakja a napjainkig elvégzett hazai zengőlegyekhez kapcsolódó kutatómunkának: számos publikációt, monográfiát írt, valamint feldolgozta a hazai múzeumok zengőlégy gyűjteményét. A nevéhez fűződnek a hazánkban előforduló fajokról áttekintést nyújtó irodalmak is (Tóth 1983b, 2011). Rác és Visnyovszky (1985) és Visnyovszky (1989) a fontosabb afidofág fajok jellemzőit, életmódját és jelentőségét mutatták be tudományos publikációkban. Visnyovszky (1983, 1987), Visnyovszky és Rác (1989), Rasztik és Mészáros (1997), valamint Rasztik és mtsai (1999) szántóföldek és gyümölcsösök zengőlégy közösségeit mérték fel Malaise-csapdákkal, amely eredmények szintén hozzájárultak a magyarországi zengőlégy fauna ismeretének bővítéséhez.

### **2.4. Gyakori és az ökoszisztémákban jelentős zengőlégy fajok**

Doktori kutatásom során sok olyan faj került befogásra, amelyek szélesan elterjedtek, és általában nagy számban foghatók. Néhányuk a biológiai növényvédelemben játszik fontos szerepet, más fajok pollinátor szerepük miatt említendőek. A következő néhány faj a leggyakoribbak közé tartozik, a gyűjtések alatt számos példányt fogtam belőlük.

*Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) – Ékfoltos zengőlégy

Különösen hasznos faj (2. kép), mert a megtermékenyített nőtények teletnek, amelyek kora tavasszal rajzanak, és az első levéltetűtelepek megjelenésekor lerakják petéiket. A lárvák (3. kép) az egyik legjelentősebb levéltetű-ragadozónak tekinthetők, rendkívül polifágok és agresszívek – kannibalizmus is előfordul (Röder 1990). Számottevő szerepet játszanak a levéltetű populációk megtizedelésében szántóföldön és gyümölcsösökben egyaránt. Alapvetően árnyékkedvelő faj, hazánkban többnemzedékes. Magyar nevét a potrohán lévő ék alakú fekete mintázatról kapta. Rajzási maximuma júliusra, illetve augusztus elejére esik (Tóth 2011).



**2. kép:** *Episyrphus balteatus* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)



**3. kép:** *Episyrphus balteatus* lárva (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Eristalis tenax* (Linnaeus, 1758) – Közönséges herelégy

Többszemzedékes, imágóként telél, enyhébb telek esetén, szinte egész évben látható (4. kép). Az egyik leggyakoribb faj, a legtöbb biotóp típusban előfordul. A lárvák trágyalében, pöcegödörben, szennyezett vízben is kifejlődnek (Tóth 2011). Hazánkban július második felére, augusztus elejére esik a rajzási csúcsa.



**4. kép:** *Eristalis tenax* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794) [*Metasyrphus corollae* (Fabricius, 1794)] – Gyakori mezei zengőlégy

Hazánkban általánosan elterjedt, gyakori faj (Tóth 2011) (5. kép). A nyíltabb élőhelyeket kedveli, agrárterületeken nagy számban fordul elő. Lárva, báb és imágó alakban egyaránt telelhet. Többszemzedékes, lárvája polifág, levéltetvekkel táplálkozik. Rajzási csúcsa július második felére, augusztus elejére esik.



5. kép: *Eupeodes corollae* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758) – Gyakori füzengőlégy

Többszemű faj, lárva alakban telet. Az imágó főleg nyílt területeken fordul elő (6. kép). A lárva levéltetvekkel táplálkozik, de ezek hiányában kisebb légy lárvákat is megtámad (Röder 1990). Rajzási maximuma hazánkban július második felére, augusztus elejére esik.



6. kép: *Melanostoma mellinum* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758) – Tarka darázslégy

A többnemzedékes, sokféle biotópban elterjedt faj, egyedei lárva alakban telelnek (7. kép). A lárvák jelentős szerepet játszanak a levéltetvek számának csökkentésében. Ezt a fajt kevésbé támadják a parazitoidok, mint más zengőlegyeket (Setti 1972). A hímek potroha feltűnően hosszú, vékony. Rajzási csúcsa július végére, augusztus elejére esik.



**7. kép:** *Sphaerophoria scripta* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Syritta pipiens* (Linnaeus, 1758) – Zizegő comboslégy

Hazánkban általánosan elterjedt, gyakori faj (8. kép). Lárvája bomló növényi anyagban, komposztban fejlődik. Többnemzedékes, rajzási csúcsa július végére és augusztus elejére esik (Tóth 2011). A harmadik pár láb combja feltűnően vastag.



**8. kép:** *Syrphus pipiens* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Syrphus vitripennis* Meigen, 1822 – Kis kertizengőlégy

Gyakori hazai faj, általánosan elterjedt, sokféle biotópban előfordul (9. kép). Lárvája afidofág, de rovarlárvákat is fogyasztanak (Tóth 2011). Rajzási csúcsa július második fele, augusztus eleje.



**9. kép:** *Syrphus vitripennis* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

*Xylota segnis* (Linnaeus,1758) – Gyakori fazengőlégy

Gyakori, de hazánkban főként a Dunántúlon és az Északi-középhegységben elterjedt (10. kép). Erdei biotópban élő faj, többnemzedékes. Lárvája korhadt fában fejlődik. Az imágókra jellemző, hogy nem a virágokat látogatva táplálkoznak, hanem a virágokhoz közeli levelekről szedik fel a pollent (Ssymank & Gilbert 1993) meghosszabbodott ajkaikkal.



**10. kép:** *Xylota segnis* (Fotó: Tóth Sándor, a szerző engedélyével)

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataimat magyarországi és németországi agroökoszisztémákban végeztem. A zengőlégy fauna felmérése során különböző csapdázási módszereket használtam, tesztelve azok fogási hatékonyságát.

A vizsgált területek között intenzíven kezelt és ökológiai gazdálkodású területek, valamint erdőterületek egyaránt voltak. Külföldi tartózkodásom során alkalmam nyílt olyan mintavételi módszereket, csapdákat is használnom a zengőlegyek gyűjtésére, amelyeket magyarországi körülmények között nem volt lehetőségem lopások és rongálások, valamint a csapdák eltűnése miatt.

#### **3.1. A vizsgált csoport bemutatása**

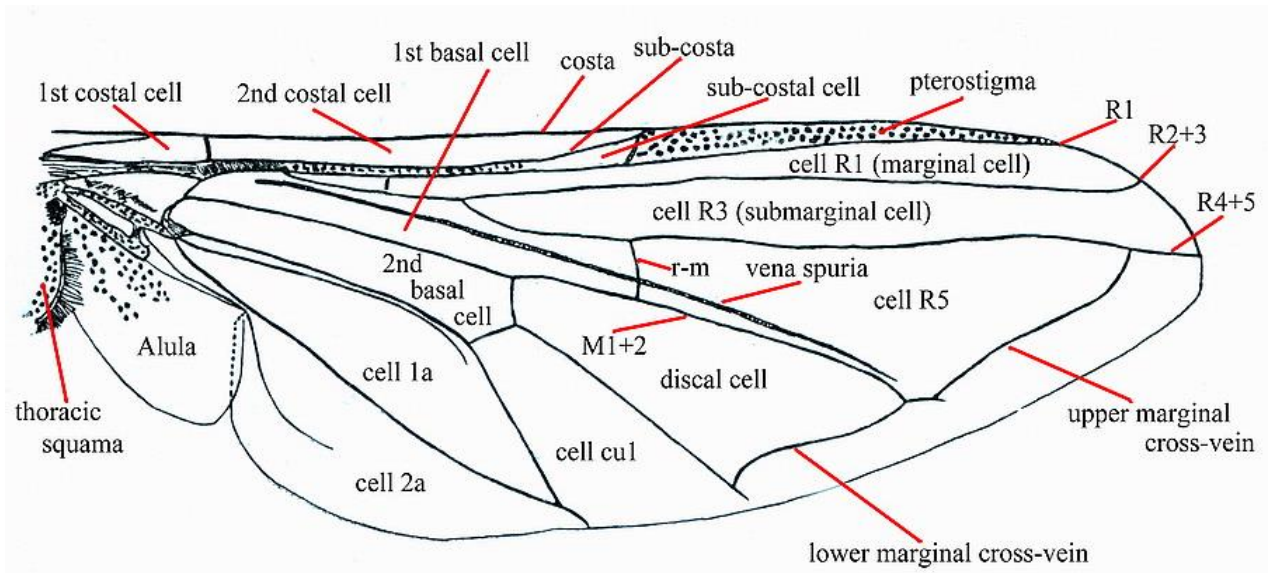
A zengőlegyek a Kétszárnyúak (Diptera) rendjének egyik legnagyobb családját alkotják. Az eddig ismert fajok száma a világon meghaladja a haterzet. A palearktikus régióban leírt zengőlégy fajok száma mintegy 1600, Európában hozzávetőleg 800 (Röder 1990). Magyarországon megközelítőleg 400 fajuk ismert (Tóth 2011). A Syrphidae családot eleinte szerzőktől függően 2-20 alcsaládra bontották (Ståhls *et al.* 2003). Thompson és Rotheray (1998) munkája alapján az imágók morfológiai bélyegeire alapozva három alcsaládot tartanak számon – Syrphinae, Microdontinae és Eristalinae.

A közép-európai régióban élő zengőlegyek nagysága 4 és 20 mm között változik; a legkisebbek a *Paragus* és *Neoascia* genuszokban találhatóak, a legnagyobbak a *Volucella* fajok közé tartoznak. Megjelenésükben gyakran hasonlítanak a méhekre, darazsakra, poszméhekre. A kutatók között vita tárgya, hogy ez a fajta mimikri mennyiben szolgálja a védelmüket (Rashed & Sheratt 2007). Repülésük során többször lebegnek egy helyben a virágok felett, ezért lebegőlegyeknek is nevezik őket.

##### **3.1.1. Morfológia**

A fejen három pontszem található a két nagy összetett szem között. A nőstényeknél ez utóbbiak mindig elválnak egymástól, a hímeknél ez változó: vagy elkülönülnek a szemek, vagy pedig jóval közelebb helyezkednek el, mint a nőstényeknél. A csápok három ízből állnak. Többnyire a harmadik íz a legnagyobb, melynek a végén helyezkedik el a

csápsörte (arista), amely lehet egyszerű vagy tollas. A csápok gyakran használt bélyegek a határozásnál. Szájszervük nyaló-szívó szájszerv. A tor közepső része a legfejlettebb, itt található a pajzsocska, vagy scutellum. Az első pár szárnyon lévő ér, a vena spuria a család egyik fontos ismertető jegye (11. kép). Jellemző még szárnyukra a hosszú, zárt végsejt. A második pár szárny a billér, azaz haltera. A szárnyak karakterisztikus erezte az egyes fajok elkülönítésénél fontos szerepet kap.



**11. kép:** A zengőlegyek szárnymorfológiája (Coe 1953)

A három pár láb közül a hátsó a legerősebb, leginkább fejlett. A lábakon gyakran található serték, szőrök, tüskék, illetve egyéb képletek, amelyek a határozásban szerepet játszanak. A potroh nyolc ízből áll, színezete, szőrözöttsége, nagysága eltérő a különböző fajoknál. A hátlemezek a hasoldal felé hajlanak, mert a haslemezek keskenyebbek. A hímek esetében az utolsó négy-öt íz alkotja az ivarszervet, amely egyes genuszoknál fontos bélyeg a rendszertani besorolásnál.

### 3.1.2. Táplálkozás

Az imágók viráglátogatók, virággal, nektárral, mézharmattal, esetenként kicsorgó növényi nedvekkel táplálkoznak. Rendkívül sokféle növényfajt látogatnak a lágyszárúaktól a cserjéken át a fás szárú növényekig.

A lárvák táplálékspektruma ennél speciálisabb. A fajok egy része ragadozó, míg mások bomló szerves anyagokkal táplálkoznak, de akadnak növényevők és mikofág lárvák is. Sok lárva életmódja még nem ismert.

A szaprofág lárvák között is megkülönböztetünk vízi életmódúakat, szárazföldi korhadékevőket és korhadó faanyaggal táplálkozókat. Egyes *Cheilisia* fajok lárvái gombákkal táplálkoznak (Sommaggio 1999). A táplálkozás szerinti csoportosítás során gyakran nem lehet éles határokat húzni, mert léteznek átmenetet képező típusok, de előfordul, hogy az utolsó stádiumban a lárva más táplálékra tér át. Lehetnek fakultatív fitofágok, amelyek csak levéltetvek hiányában fogyasztanak növényi nedveket. Az *Eristalinus* lárvák fakorhadékban, daganatos fatörzsekben, vagy lombos fák törzsén lévő sebzésekben élnek. A növényevő lárvák levelekben, szárban, gyökérben, hagymában fejlődnek, ahol a növényi nedveket szívogatják.

A mintegy 1600 palearktikus elterjedésű zengőlégy faj 30 százalékának lárvája ragadozó (Röder 1990). Ezek többségükben a Syrphinae alcsaládba tartoznak. A természetben betöltött szerepük alapján elsősorban a ragadozó életmódúakat, ezen belül is a levéltetvekkel táplálkozókat (afidofágok) érdemes megemlíteni. Egyes fajok pajzstetveket, illetve egyéb rovarok lárváit is fogyasztathatják. Az afidofág lárvák általában nem specializálódnak egy-egy levéltetű fajra, hanem generalisták, azaz széles táplálékspektrummal rendelkeznek (Sadeghi & Gilbert 2000). 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 levéltetvet, majd megemeli és kiszívja a testnedveit (Tinkeu & Hance 1998). A ragadozó lárvák leginkább alkonyatkor és éjszaka a legaktívabbak, míg nappal a levelek fonákán pihennek (Röder 1990; Tóth 2011).

### **3.1.3. Elterjedés és élőhelyek**

A zengőlegyek világszerte elterjedtek (Tóth 2011). Egyes genuszok az egész világon általánosan előfordulnak (*Episyrphus*, *Melangya*, *Scaeva*, *Syrphus*), míg mások csak a palearktikus régióban (*Didea*, *Doros*, *Leucozona*) élnek. Elég izoláltak mondható az etiópiai és a neotrópusi régió; a legtöbb dél-amerikai zengőlégy faj két olyan genuszba (*Allograpta* és *Orphnabaccha*) tartozik, amely Európában nem képviselteti magát.

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 táplálékot 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: az erdő, illetve az erdőszegély struktúrája, a vegetáció sokszínűsége, a virágkínálat, a talaj nedvessége, a napsugárzás, a szélvédetség és a civilizációs hatások (Röder 1990; Sarthou *et al.* 2005; Hogg *et al.* 2011).

A közép-európai régióban számos olyan élőhely létezik, ahol kifejezetten kevés zengőlegyek fordul elő. Ilyenek a tűlevelű erdők, a faiskolák, a száraz fenyőerdők, a nyílt gyepek és a tengerparti biotópok. Vannak kifejezetten erdei fajok, amelyek lárváinak fejlődése korhadó fához kötött, más fajok inkább a hegyvidéki területeket kedvelik, és csak kora tavasszal jelenhetnek meg alacsonyabb fekvésű területeken.

Az intenzíven kezelt mezőgazdasági területeken, monokultúrákban vagy a nagyvárosokban, jóval alacsonyabb a zengőlegyek faj- és egyedszám (Bańkowska 1980). A csekély virágkínálat, a porszennyezés, a növényvédő szerek használata negatívan befolyásolja a zengőlegyek előfordulását (Hasken & Poehling 1995; Somaggio 1999).

#### **3.1.4. A zengőlegyek fejlődése, fenológiája, napi aktivitása**

A zengőlegyek tojásai fehérek vagy sárgás színűek, alakjuk hosszúkás-ovális. A nyúlárvák alakja eltérő a különböző alcsaládokban. Élőhelyük változatos. A telelés a talajban, avar vagy kéreg alatt történik az utolsó lárvastádiumban. A bábozódás általában kora tavasszal következik be a harmadik lárvastádium után. Egyes fajok (pl. *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794)) azonban bábként, mások (pl. *Episyrphus balteatus* (De Geer 1776), *Scaeva* spp.) imágóként telelnek.

A legtöbb faj tavasztól késő nyárig, kora őszig jelen van több (2-3) generációval egy évben, de vannak kifejezetten nyári, vagy őszi fajok.

A zengőlegyek aktivitását leginkább a hőmérséklet, a relatív páratartalom, a napsugárzás intenzitása, a szélerősség, 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 (Röder 1990), akárcsak nagy hőségben.

### **3.2. Gyűjtési módszerek**

A zengőlegyek gyűjtésére három különböző módszert: Malaise-csapdát, tálcscsapdát, valamint módosított lepkehálót alkalmaztam. A Malaise-csapdát (12. kép) széles körben alkalmazzák repülő rovarok (Schauff 2001), így zengőlegyek gyűjtésére is (Sobota & Twardowski 2004; Rossi *et al.* 2006; Tóth 2009, 2011). A csapda oldalait háló alkotja, csúcsi részén fogó edény szolgál a rovarok befogására. Magassága a csúcsi részen kb. egy méter, hossza kb. másfél méter. Az edénybe 70 százalékos etilénlikolt öntöttem a rovarok tartósítása céljából.



**12. kép:** Malaise-csapda

A hálózás az egyik leggyakrabban használt módszer zengőlegyek gyűjtésére (Tóth 2011). Munkám során módosított lepkehálót alkalmaztam, amelynek a peremét megerősített anyagú szövet alkotja. A zsák anyaga tüll, átmérője 40 cm, hossza 70 cm.

A fehér és sárga szín vonzó hatása ismert a pollinátorok körében (Hickman *et al.* 2001; Mózes *et al.* 2013), így a különböző színű tálcspadák használata is elterjedt a zengőlegyek gyűjtése során. Több tanulmány szerint a sárga szín erőteljes vonzó hatást gyakorol a zengőlegyekre (Hoback *et al.* 1999; Sutherland *et al.* 1999; Hickman *et al.* 2001), így gyakran alkalmazzák ezeket a tálcspadákat gyűjtésre (Harwood *et al.* 1994; White *et al.* 1995; Tóth 2008b). Emellett fehér (Wratten *et al.* 1995), esetleg kék tálakat is használnak (Bastian 1986). Egyes kutatók a fehér színt tartják elsődlegesen hatékonynak (Ortu & Floris 1990), míg mások nem mutattak ki különbséget a sárga és fehér szín között (Barkemeyer 1984; Bastian 1986).

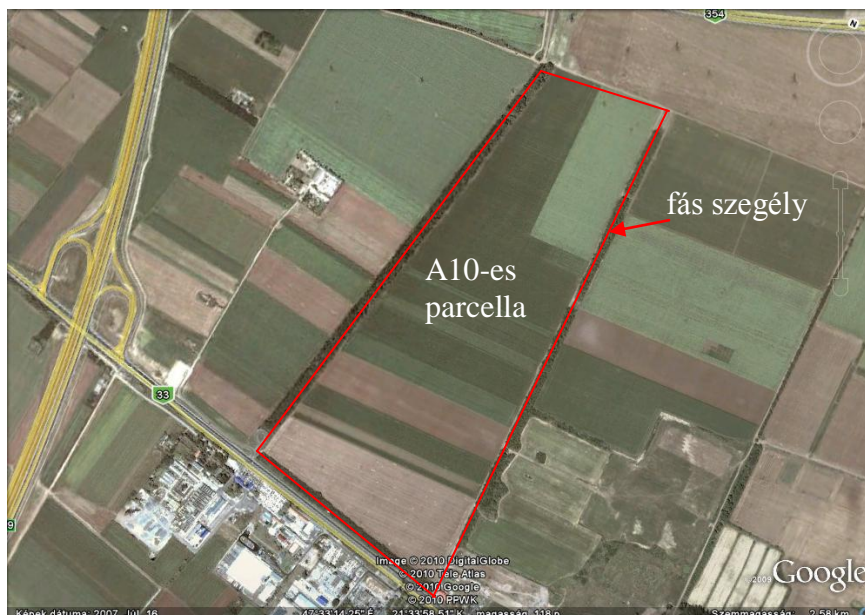
A felmérések során fehér színű tálcspadákat helyeztem ki (17x13x7 cm), amelyeket az egyik területen sárga és kék tálakkal egészítettem ki. A tálcspadákba 70 százalékos etilénlikolt öntöttem egy csepp detergens hozzáadásával, hogy csökkentse a folyadék felületi feszültségét. A tálakkal fogott zengőlégy egyedeket 70 százalékos etil-alkoholban átmostam, majd preparáltam. Az egyedek meghatározása sztereomikroszkóppal történt, határozókönyvek segítségével (Stubbs & Falk 2002; Van Veen 2004). Nevezéktan alapjául Van Veen (2004) és Tóth (2011) könyveit használtam.

### **3.3. A magyarországi területek bemutatása**

#### **3.3.1. Szántóföldön végzett gyűjtések**

##### **DE ATK Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI)**

A mintavételek 2008-ban Debrecen közelében, a DE ATK Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI) tulajdonába tartozó intenzíven kezelt szántóföldön (A10-es parcella) és a mellette húzódó 1500 m hosszú, kb. 30 éves fás szegély mentén történtek (47°55' N, 21°56' E) (13. kép).



**13. kép:** A DE ATK DTTI tulajdonába tartozó A10-es parcella és a mellette húzódó fás szegély (DE ATK DTTI, 2008) (Forrás: Google Earth)

A fás szegély észak-déli irányban húzódott két szántóföld között, amelyektől földút választotta el, ahol a munkagépek közlekedtek. A szegély átlagos szélessége 15 m, kora kb. 30 év, sűrű faállománnyal és cserjeszinttel rendelkezett. A lombkoronaszint egyes részeken 70-80 százalékban záródó, belsejében a cserjeszint helyenként átjárhatatlan volt. A szegély gyepvegetációja gazdag volt gyomnövényekben. Az A10-es parcella mérete 90 hektár volt, amelyen kukoricát és búzát termesztettek. A mintavételi területek a búza mellett voltak.

A szántóföldön Lintur 70 WG (Triaszulfuron, Dikamba, 150L/ha) gyomirtót, Macrosol tápoldatot (3L/ha), gombafertőzés ellen kénes kezelést és Artea 330 EC (ciprokonazol, Propikonazol, 0,5L/ha) növényvédő szert, valamint Karate Zeon 5 CS (Lambda-cihalotrin, 0,3L/ha) rovarölő szert (vetésfehérítő bogár, bundásbogár ellen) alkalmaztak.

A zengőlegyek gyűjtése hálózással és tálcspadázással történt április 22. és szeptember 11. között. A fás szegély mentén három, 50 méteres transzektet jelöltem ki, amelyek egymástól 400 m távolságra helyezkedtek el. A rovarok hálózása 30 percre standardizálva, heti egy alkalommal, a szegély mentén történt, mivel a fás szegély belsejében a hálózást akadályozták a cserjék, és a helyenként másfél-két méter magas lágyszárúak. A gyűjtések a délelőtti órákban történtek, elkerülve a déli hőséget, amikor a zengőlegyek nem aktívak. A

búzafieldön nem történt hálózás, mert tavasszal a területen nem volt növény, később a fiatal, nyáron pedig a sűrű vetésben a hálózás és a taposás károkat okozott volna. A hálóval fogott zengőlegyeket kloroformos üvegbe helyeztem, majd laboratóriumban preparáltam. A tálcspadázás során összesen kilenc darab fehér színű tálát alkalmaztam, amelyeket a transztekben a fás szegélyben, illetve a transztek mellett a búzafieldön helyeztem el a szegélytől 10 és 20 méterre, fakarókra erősítve a talajtól 80-100 centiméterre. A tálakat hetente ürítettem, a fogott egyedeket laboratóriumban alkohollal lemostam, majd preparáltam.

A fa- és cserjefajok felvételezése májusban történt, míg a lágyszárúaké a virágzás (április-szeptember) időpontjában. A lágyszárúak felvételezése során a transztekben minden alkalommal feljegyeztem a virágzó növényeket, amelyeket botanikus, illetve határozó könyv segítségével határoztam meg (Simon 1992). A Függelék 1. táblázata mutatja a transztek területén előforduló növényfajokat. A mintavételek során a levegő páratartalmi értékek és a hőmérsékleti adatok is rögzítve lettek.

Az elemzés során a zengőlegyeket két funkcionális csoportba osztottam attól függően, hogy lárváik levéltetvekké táplálkoznak vagy sem. Előbbieket afidofág, utóbbiakat nem-afidofág csoportnak neveztem el. A teljes gyűjtési periódust három részre osztottam: tavaszi (április 22-június 2), nyári (június 11-augusztus 1.) és késő nyári (augusztus 6-szeptember 11.) periódusra, hogy elkülönítsem a rajzási szakaszokat. Az adatelemzés során több összefüggést vizsgáltam: (i) az egyes mintavételi periódusok hatását a zengőlégy faj- és egyedszámra a hálós gyűjtések során; (ii) a tálcspadák szegélytől mért távolságának és a periódusnak, valamint ezek interakciójának hatását a zengőlégy faj- és egyedszámra; (iii) ugyanezen elemzések elvégzése külön az afidofág és nem-afidofág csoportokban. Az elemzést lineáris kevert modellekké végeztem (GLMM). A függő változók értékeit logaritmizáltam, amikor a modellreziduálisok nem normál eloszlást mutattak. Mivel az egyes transztek nem tekinthetők térben egymástól független mintavételi egységnek, ezért random faktorként voltak a modellben használva. A két csapadázási módszer összehasonlítását páros t-teszttel végeztem az összesített faj- és egyedszámra vizsgálva az egész gyűjtési periódust tekintve. Az adatok elemzéséhez R statisztikai programot (R Development Core Team 2009. version 2.13.1), *gplots*, *stats* (R

Development Core Team 2013), *multcomp* (Hothorn *et al.* 2008), *mvtnorm* (Genz *et al.* 2013) és *nlme* (Pinheiro *et al.* 2013a) elemző csomagokat használtam.

### 3.3.2. Gyümölcsösökben végzett gyűjtések

#### Bioalma ültetvény, Harstein-kert

Az első vizsgálati terület egy 12,5 hektáros bioalma ültetvény volt Debrecen külterületén, a Harstein-kertben (47°34' N, 21°35' E) (14-15. kép). Almatermesztést 1996 óta folytattak a területen, amely már a telepítés kezdetén átállt bio terület volt.



**14-15. kép:** Ökológiai kezelésű alma ültetvény Debrecen külterületén (Harstein-kert, 2008)

Az almafák 60 százaléka varasodásnak ellenálló fajta (Florina, Príma) volt. Ezenkívül Idared, Jonagold, Mutsu és Red Elstar fajtákat termesztettek. A gombák, baktériumok és vírusok okozta betegségek elleni védekezés a biogazdálkodásban megengedett természetes anyagokkal, módszerekkel történt: mechanikai úton, réz különböző formáival, mézskénlével, olajos permetezéssel. A kártevő lepke populációk visszaszorítása granulózis vírus, Dipel (*Bacillus thuringiensis* ssp.) és Isomate CLR ((Z)-9-tetradecén-1-il-acetát) felhasználásával történt, valamint sárga, kék és fehér színű ragacs lapokat helyeztek ki az egyéb kártevő rovarok ellen. 2008-ban nyolc alkalommal végeztek növényvédelmi munkákat, melyek során Tiosol (poliszulfid kén), Cuproxat FW (hárombázisú réz-szulfát) alkalmazása, és Isomate kihelyezése történt március 31-e és július 1-e között.

A terület hét százaléka bolygatatlan, sorközművelés nem volt, így a gyepnövényzet dús volt. A levéltetvek ellen nem védekeztek a vizsgált kultúrában. A fülbemászók

fészkelő-búvó helyéül műanyag cserépbe tett széna csomókat helyeztek ki. A gyümölcsöst a Biosuisse svájci társaság ellenőrzése alatt állt.

A zengőlegyek gyűjtése 2008 áprilisa és szeptembere között zajlott hálózással és tálcspadázással, heti rendszerességgel. Három 50 méteres sávot jelöltem ki, egymástól kb. 120 méterre, amelyekben 30 percre standardizálva végeztem hálóval a gyűjtést, oda-vissza sétálva a 30 perc alatt. A sávok tíz méter szélesek voltak, határaikat az almafasorok képezték. A sorokban 80-100 centiméter magasságban három-három fehér tálat (összesen kilenc) helyeztem ki, amelyeket hetente ürítettem, ezzel egészítve ki a hálós gyűjtéseket. A sorok közötti lágyszárú vegetáció sűrű, magas, virágban gazdag volt. Április és szeptember között kétszer kaszálták le. A lágyszárúak felmérését minden alkalommal elvégeztem, feljegyezve a transzektben virágzó növényeket. A területen feljegyzett lágyszárú növények (kivéve Poaceae) listáját a Függelék 3. táblázata tartalmazza.

### **DE ATK DTTI Pallagi Génbank és Gyakorlólhely**

A második vizsgálati terület a pallagi kísérleti telepen volt (47°59' N, 21°64' E) (16. kép), amely a DE ATK DTTI tulajdonába tartozik. A területen almát, körtét, szilvát termesztettek, amelyek hagyományos növényvédő szeres kezelést kaptak. A terület első harmadában egy tamariskából és egybibés galagonyából álló szegély húzódott, amely két oldalán néhány sorban almafát ültettek, amelyek nem kaptak kezelést. A kertben nem volt aljnövényzet, a talajt tárcsázták. A hálózás három darab 50 méteres transzektben történt 30 percre standardizálva, a kezeletlen almafasorok között a fás szegély két oldalán. A gyűjtést kilenc db fehér tálcspadával egészítettem ki, amelyeket 80-100 centiméter magasságban helyeztem el, és hetente ürítettem, illetve a szeptemberi időszakban a hónap elején és végén. A sorok közötti vegetáció hiánya miatt nem történt növényzeti felvételezés.



**16. kép:** A Pallag területén található intenzív kezelésű gyümölcstetvény (DE ATK DTTI, 2008)

A két gyümölcsösben végzett gyűjtésekből a zengőlégy közösségek összetételére és fenológiájára vonatkozó összevetést végeztem. Az elemzéshez M. office 2003 Excel programot használtam.

### **3.4. A németországi területek bemutatása**

#### **3.4.1. Erdőterületek**

A vizsgálatok Németország keleti részén, Sachsen (Szász) megyében a Tharandt erdőben történtek (50,92°-51° N, 13,43°-13,58° E). Az erdő területe 6000 ha, a faállományt lucfenő, illetve kevert faállományú bükk és tölgyfa alkotta.

#### **A 321-es terület**

Az első területen (50,96° N, 13,48° E) (17-18. kép) – a Geoportal Sachsen által kiadott térképi jelölése 321-es – az erdő egy része a 2007-es viharban hatalmas károkat szenvedett. A pusztítás során kidőlt fákat az ottani erdészlet elszállította, a sérült fákat kivágatta. A korábbi erdős terület helyén tisztás alakult ki, ahol a természetes szukcessziós

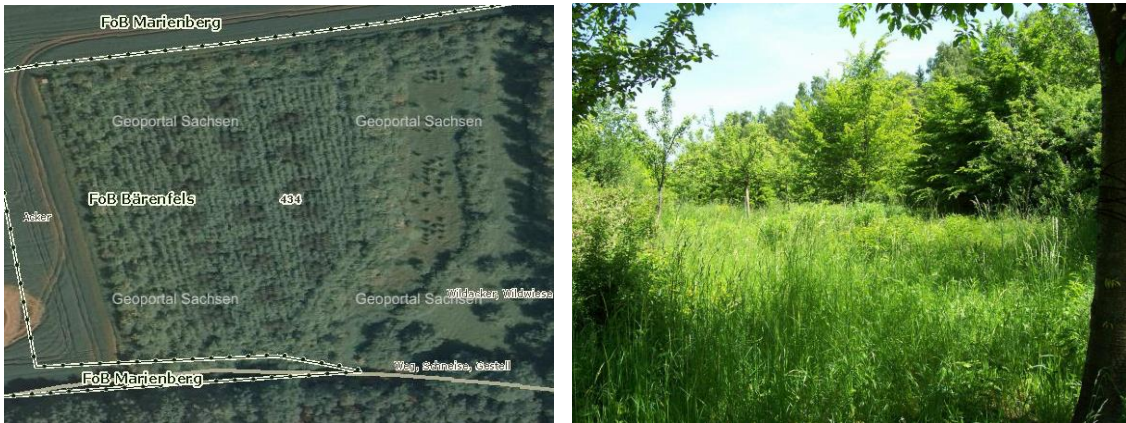
folyamat során a gyeptetáció fejlődésnek indult. Harasztok, nedvességtűrő lágyszárúak, cserjék és fiatal facsemeték alkották a növényzetet a felmérés időszakában.



**17-18. kép:** A Tharandt erdőben lévő 321-es terület (Tharandt, Németország 2009)

#### **A 434-es terület**

A második terület – a Geoportál Sachsen által kiadott térképi jelölése 434-es – a tharandti erdő nyugati részén helyezkedett el ( $50,94^{\circ}$  N,  $13,45^{\circ}$  E) (19-20. kép). A tisztást északi, keleti és déli oldalról erdő határolta, nyugatról szántóföld. Mivel az erdő természetvédelmi terület, így a szántóföldön is ökológiai gazdálkodás folyt. A tisztást fákból és cserjékből álló sor választotta el a szántóföldtől, amelyet galagonya, kutyabenge és rózsafélék alkottak. A tisztás keleti oldalán gyümölcsfák, egyéb lombos fák, cserjék alkották a fás vegetációt, a gyeptetáció sűrű és magas volt.



**19-20. kép:** A Tharandt erdőben lévő 434-es terület (Tharandt, Németország 2009)

A lágyszárú növényzet felmérése hetente történt mindkét területen, melynek során feljegyeztem a transzektben virágzó növényeket. A fás szárúakat a gyűjtési periódus elején jegyeztem fel. A területek fás és lágyszárú vegetációjának listáját a Függelék 6. táblázata tartalmazza.

A gyűjtések mindkét területen 2009. május 12. és augusztus 25. között történtek. A területeken egy-egy Malaise-csapdát állítottam fel, három-három tálcspadát helyeztem el, és hálózást végeztem. A hálózás területeként egy 50 méteres transzekt mentén történt 30 percig hetente egyszer, amikor a Malaise-csapdát és a tálcspadákat is ürítettem. A tálcspadák fehér, sárga és kék színűek voltak, elhelyezésük a talajtól 80-100 centiméteres magasságban történt, faágakra felakasztva vagy azokhoz rögzítve és mindegyik színből egy lett kihelyezve az adott területre.

Az adatok elemzéséhez a gyűjtési időszakot négy periódusra bontottam a gyűjtési hónapoknak megfelelően. Csakúgy, mint a hazai szántóföldi területen végzett vizsgálat elemzése során, itt is szétbontottam afidofág és nem-afidofág csoportra a gyűjtött zengőlegyeket. A különböző színű tálcspadák által gyűjtött zengőlégy anyagot összevontan elemeztem, mert nem volt jelentős különbség a fogott a fajkészletben, valamint az egyedszámban.

Az elemzés során több összefüggést is vizsgáltam: (i) az egyes periódusok hatását az össz faj- és egyedszámra, random faktorként használva a területet (ii); a periódus hatását az afidofág és nem-afidofág csoportok faj- és egyedszámára, random faktor a terület; (iii) a különböző csapdatípusok eredményességét szintén faj- és egyedszámra vonatkoztatva a

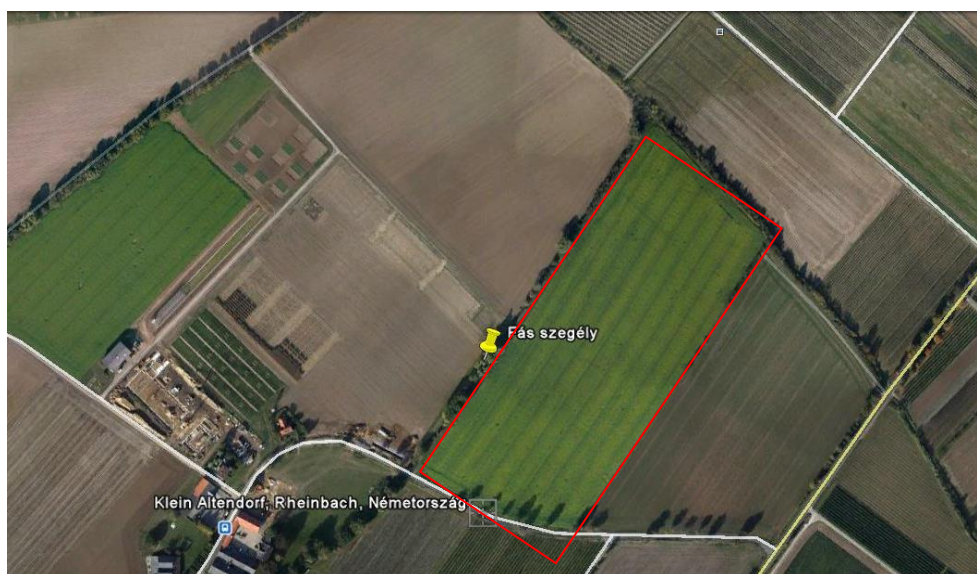
területek, illetve a periódus függvényében. A magyarázó változók értékeit logaritmizáltam, amikor a modellreziduálisok nem normál eloszlást mutattak. A csapdázási módszerek összehasonlítására páros t-tesztet használtam. Az adatok elemzéséhez R statisztikai programot (R Development Core Team 2009. version 2.13.1), *gplots*, *stats* (R Development Core Team 2013), *multcomp* (Hothorn *et al.* 2008), *mvtnorm* (Genz *et al.* 2013) és *nlme* (Pinheiro *et al.* 2013a) elemző csomagokat használtam.

### 3.4.2. Szántóföldi területek

A 2010-es felméréseket a németországi Észak-Rajna-Vesztfália tartományban végeztem, Bonn környékén.

#### Klein-Altendorf

A bonni egyetem - Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität - egyik mezőgazdasági oktató- és kutatóterülete Klein-Altendorf (50,61° N, 7,0° E) (21. kép), amely Bonntól délnyugatra fekszik Meckenheim és Wormersdorf települések között. A terület több, intenzíven kezelt mezőgazdasági parcellából áll, ahol szántóföldi növény (árpa, búza, rozs), valamint zöldség- és gyümölcsstermesztés folyt. A felmérés egy rozsföldön történt, amely nyugati oldalát fasor választotta el a szomszédos búzaföldtől, illetve egy kisebb mézontófüves (*Phacelia tanacetifolia*) parcellától.



21. kép: A Klein-Altendorf-i szántóföldi terület, fás szegéllyel (Klein-Altendorf, Németország 2010)

## Hennef

A második terület Hennef közigazgatási körzetébe esett. Hennef Bonntól kb. 20 km-re található északkeleti irányban. A felmérések ökológiai gazdálkodású szántóföldi területen történtek ( $50,78^{\circ}$  N,  $7,27^{\circ}$  E) (22. kép), ahol rozst, fűszernövényeket (édeskömény, koriander), lóbabot és burgonyát termesztettek. A területet nyugati oldalról fás szegély határolta.



**22. kép:** A hennefi szántóföld és a mellette húzódó fás szegély (Hennef, Németország, 2010)

A gyűjtést június és szeptember eleje között végeztem. A késői kezdés a szokatlanul esős időjárásnak volt köszönhető. Mindkét területen tálcspadázást használtam a zengőlegyek gyűjtésére. A 15 db fehér tálát (17x13x7 cm) helyeztem ki három, 50 méter hosszú sorban, fakaróhoz rögzítve azokat 80-100 cm-re a talajtól. Az egyes karók 10 m távolságra voltak egymástól. Öt tálát a szántóföld mellett húzódó fasor mentén, öt-öt tálát pedig attól 10 és 20 méterre a szántóföldre helyeztem ki. A sorokat M1 (Meckenheim 1. sor a fasor mellett), M2 (10 méterre), M3 (20 méterre), illetve H1, H2 és H3 számozással láttam el. A tálakba 70 százalékos etilénlikolt öntöttem, és hetente ürítettem azokat. A zengőlegyek bélrendszeréből pollenpreparátumokat készítettem.

A növények felvételezése hetente történt. A fasor mellett kihelyezett karók mentén haladva feljegyeztem a virágzó növényeket és azok virágzási idejét (Függelék 8. és 9.

táblázat). A növények határozása botanikus segítségével történt. Az egyes fajokból egy vagy akár több példányt külön-külön zacskóba gyűjtöttem, és laboratóriumban a virágokból pollenmintát vettem, majd preparátumot készítettem.

A kutatás céljai között szerepelt: (i) a zengőlegyek béltartalmának elemzése alapján annak feltárása, hogy az imágók milyen növények pollenjével táplálkoznak; (ii) a két mintavételi terület zengőlégy faunájának feltárása; (iii) a sortávolság hatása; (iv) táplálékhálózat felrajzolása a zengőlegyek és a táplálékforrásként használt növények között.

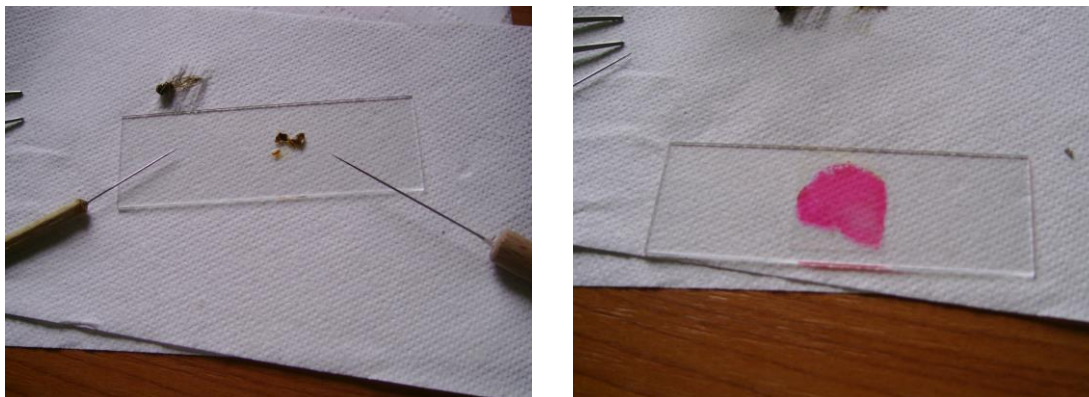
### **3.5. Pollenpreparátumok készítése**

A Bonn környéki vizsgálatok során gyűjtött zengőlegyekből pollenpreparátumokat készítettem. A preparátumok készítése egyrészt zengőlegyek bélrendszeréből (Ssymank & Gilbert 1993; Wratten *et al.* 1995; Hickman *et al.* 2001; Laubertie *et al.* 2012), másrészt növények virágaiból történt. A gyűjtési területen talált növények virágaiból készített pollen referenciaanyag nagyban segítette a zengőlegyekben talált pollenszemek meghatározását. A preparátumok készítése laboratóriumban történt. A határozás céljából preparált zengőlegyeket csak visszapuhítás (kis dobozban, vizes zsebkendőre helyezés) után volt lehetséges felboncolni. A könnyen határozható fajoknál előzetes kiszárításra nem volt szükség, azokat az alkoholból kivéve azonnal meghatároztam, majd boncoltam.

#### **3.5.1. A preparátumok készítésének menete**

A preparátumok készítéséhez szetero-, ill. biológiai mikroszkópot használtam. Első lépésben a felpuhított zengőlégy potrohát hasi oldalról a sztereomikroszkóp alatt tárgylemezen, tű segítségével felnyitottam, majd tartalmát a tűvel kihúztam (23. kép). A bélrendszert műanyag pálcika segítségével szétnyomkodtam, majd a felesleges részeket (pl. kitinszőrök, szövetdarabok, tojások) félretoltam és letöröltem a tárgylemezről. A tárgylemezre safraninnal megfestett zselatinkockát (kb. 1x1 mm) helyeztem, majd Bunsen égő felett felmelegítettem. Az olvadás pillanatában elegyítettem a zselatint a béltartalommal, majd fedőlemezzel lefedtem (24. kép). A safranin oldat általánosan használt sejtfestő anyag, amely jól láthatóan festi meg a pollenszemeket. A módszert Ssymank (1989) munkája alapján alkalmaztam. A preparátumokat biológiai mikroszkóppal

(Nikon Eclipse trinocular, Q-Capture pro software) vizsgáltam, amely 4x, 10x, 40x, 63x, 100x nagyításra képes objektívekkel rendelkezett, az okular 10x nagyítású volt. A fotókat 400-szoros vagy 1000-szeres nagyításon készítettem, fázis kontrasztot nem használtam.



**23-24. kép:** A zengőlegyek bélrendszerének feltárása és pollenpreparátum készítése

A pollenhatározáshoz a területeken fellelhető növények virágaiból referencia anyagot készítettem, amely megkönnyítette a pollenszemek felismerését. A virágok portokjait a tárgylemezre helyeztem, majd tű segítségével szétszedtem, elnyomkodtam, majd felmelegített zselatinba ágyaztam és safraninnal megfestettem, végül fedőlemezzel lefedtem. A lágyszárú növények pollenje gyakran nehezen meghatározható fénymikroszkóppal faji szinten. Különösen igaz ez a perjefélék (Poaceae) és a fészkes virágzatúak (Asteraceae) családjába tartozó növényfajokra, ahol elektronmikroszkópos fotók nélkül sokszor nehéz elkülöníteni az egyes fajokat pollenjük alapján. A pollenhatározáshoz használt irodalmak jó része (Punt 1976; Moore & Webb 1978; Punt & Clarke 1980, 1981, 1984; Faegri & Iversen 1989; Moore *et al.* 1991; Faegri & Iversen 1993; Beug 2004; Punt & Hoen 2009) acetolizált fosszilis pollenszemekről készült fény- vagy elektronmikroszkópos képeket tartalmaz. Kevés az olyan irodalom, amely „friss”, azaz kezelés nélküli pollenszemekről mutat fotókat – ilyen Zander (1935) munkája, amely mézben lévő pollenszemeket határoz meg. Éppen a fenti okoknak köszönhetően, a rovarokból történő pollenhatározáshoz jelentős segítséget nyújt a gyűjtési területeken fellelhető növények virágaiból készült pollen referenciaanyag.

### 3.5.2. A pollenpreparátumok kiértékelése

A pollenpreparátumok elemzése során a két gyűjtési területet külön kezeltem. Elsősorban a Klein-Altendorfban gyűjtött *E. balteatus* egyedeket használtam a preparátumok készítése és kiértékelése során, és minden mintavételi időpontban gyűjtött egyedeket preparáltam. Azért ezt a fajt választottam, mert a gyűjtés alatt ez került elő olyan nagy számban, amely a statisztikai értékeléshez reprezentatív mintamennyiséget nyújtott.

A zengőlegyekből származó pollenpreparátumokon lévő becsült pollenmennyiség alapján a preparátumokat kategóriákba soroltam: 1=nem tartalmazott pollent, 2= kb. 1-50, 3= kb. 51-100, 4= kb. 101-500, 5= kb. 501-1000, 6=1001-nél több pollent tartalmazó preparátum. Hasonló módszert alkalmaztak Hickman és mtsai (1995), Wratten és mtsai (1995), Irvin és mtsai (1999), valamint Laubertie és mtsai (2012) a munkáik során. A preparátumok mennyiségi értékelésekor azokon a lemezeken, ahol 100 alatt maradt a pollenszemek becsült száma, leszámoltam és meghatároztam az összes pollent, pollentípus vagy azon belül növényfajnevezés szintjén, amelyeknél ez lehetséges volt, vagy ismeretlennek jelöltem. A számolás során csak azokat a pollenszemeket számoltam meg, amelyek épek voltak, és jól láthatóan, egymástól elkülönülten álltak. A határozás akadályá lehetett a sérült pollenszem, vagy az aggregáció révén egymásra tolódo, és ezáltal nem felismerhető pollenszemek. A 100 darabot meghaladó pollenszám esetében, öt random sorban számoltam meg és jegyeztem fel a pollenszámot. A számlálást 400-szoros vagy 630-szoros nagyításon, a határozást többnyire 400-szoros vagy 1000-szeres nagyításon végeztem.

A pollenpreparátumok elemzésekor csak a Klein-Altendorfból származó preparátumokat elemeztem, mert a hennefi területen kevés volt a mintaszám, így az nem adott reprezentatív mennyiséget a statisztikai elemzéshez.

A minták elemzése során először elemeztem az összes zengőlégy fajból készült preparátumot, egyedszámra átlagolva a pollenmennyiséget, és dátum szerinti megoszlásban ábrázolva, majd csak az ékfoltos zengőlégyből (*E. balteatus*) származó preparátumok vonatkozásában jelenítettem meg ugyanezt. Az egyes növényeknél ábrázoltam a mintavételi időpontokhoz tartozó átlagos pollenmennyiséget az ékfoltos zengőlégy esetében, majd leválogattam azokat a növényeket, amelyekből a vizsgált faj a legtöbb pollent fogyasztotta, és dátum szerint ábrázoltam az átlagos eloszlást. Azokat a növényeket,

ahol az összpollenzám az egész gyűjtési periódus alatt nem érte el az 50-et, nem vettem figyelembe, illetve azokat sem, amelyek ötnél kevesebb zengőlégyről kerültek elő. A növényeket csoportosítottam beporzási típusok szerint (szél- és rovarbeporzású), majd a különböző csoportokra ábrázoltam a zengőlegyek, illetve külön az ékfoltos zengőlégy átlagos pollenfogyasztását.

Ez követően ábrázoltam a zengőlegyek és növények közötti hálózati kapcsolatokat. Az elemzésekhez és ábrázolásokhoz R statisztikai programot (R Development Core Team 2013. R version 3.1.3), és a *reshape* (Wickham 2007), valamint a *bipartite* elemző csomagot használtam (Dormann *et al.* 2014).

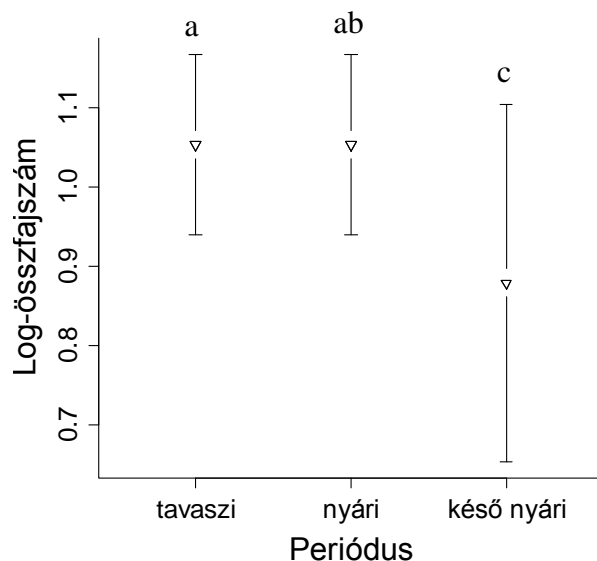
A sortávolság hatásának elemzéséhez Poisson eloszlású általánosított lineáris modellt (GLM) alkalmaztam az R statisztikai program segítségével (R Development Core Team 2009. version 2.13.1).

## 4. EREDMÉNYEK

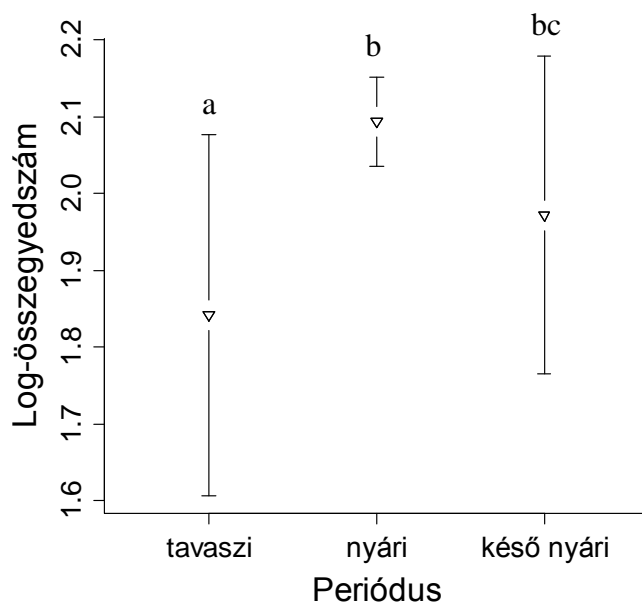
### 4.1. A DE ATK DTTI szántóföldi területén végzett kutatások eredményei

A tangazdaság A10-es parcellája melletti fás szegélyben végzett gyűjtések során 22 zengőlégy faj 1214 egyede került befogásra. 14 faj tartozott a lárvák táplálkozása alapján az afidofág csoportba, ez az egyedek 78 százalékát jelentette. Abundanciájuk alapján a domináns fajok az *E. balteatus* (42%), a *S. scripta* (16,5%), a *S. pipiens* (15,6%), az *E. corollae* (10,2%) és a *M. mellinum* (6,2%) voltak. Ezek a *S. pipiens* kivételével afidofág lárvájú fajok. A fajok listáját, abundanciájukat és a lárvák táplálkozási jellemzőit a Függelék 2. táblázata tartalmazza.

A hálós gyűjtések alapján megállapítható volt, hogy a gyűjtési periódusnak szignifikáns hatása volt mind a faj- (df=4, F=8,06, p=0,039), mind az egyedszámra (df=4, F=9,74, p=0,029). A késő nyári periódusban szignifikánsan alacsonyabb volt a zengőlégy fajszám, mint a tavaszi (páros t-teszt, p=0,039) és a nyári periódus során (páros t-teszt, p=0,039) (1. ábra). Az egyedszám a nyári periódusban szignifikánsan magasabb volt a tavaszi periódushoz képest (páros t-teszt, p=0,014), de nem különbözött szignifikánsan a késő nyárihoz viszonyítva (páros t-teszt, p=0,278) (2. ábra).

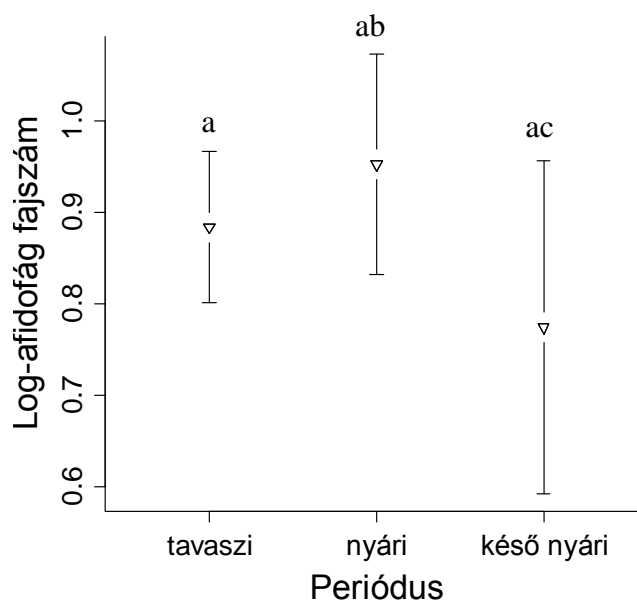


**1. ábra:** A szegély mentén hálózással gyűjtött zengőlegyek logaritmizált fajszám értékeinek változása a periódus függvényében (DE ATK DTTI, 2008)

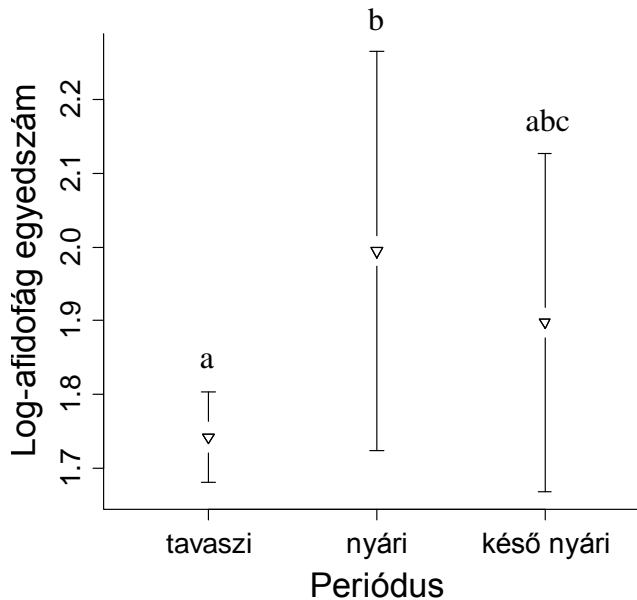


**2. ábra:** A szegély mentén hálózással gyűjtött zengőlegyek logaritmizált egyedszám értékeinek változása a periódus függvényében (DE ATK DTTI, 2008)

Az afidofág csoport faj- és egyedszáma ugyanezt a mintát mutatta, azaz a késő nyári periódusban szignifikánsan alacsonyabb fajszámmal voltak a jelen a nyári periódushoz képest (páros t-teszt,  $p=0,02$ ) (3. ábra). A nyári periódusban a legmagasabb egyedszámmal voltak jelen és ez szignifikánsan magasabb volt a tavaszi időszakhoz képest (páros t-teszt,  $p=0,03$ ) (4. ábra).



**3. ábra:** A szegély mentén hálózással gyűjtött, afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált fajszám értékeinek változása a periódus függvényében (DE ATK DTTI, 2008)



**4. ábra:** A szegély mentén hálózással gyűjtött, afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált egyedszám változása a periódus függvényében (DE ATK DTTI, 2008)

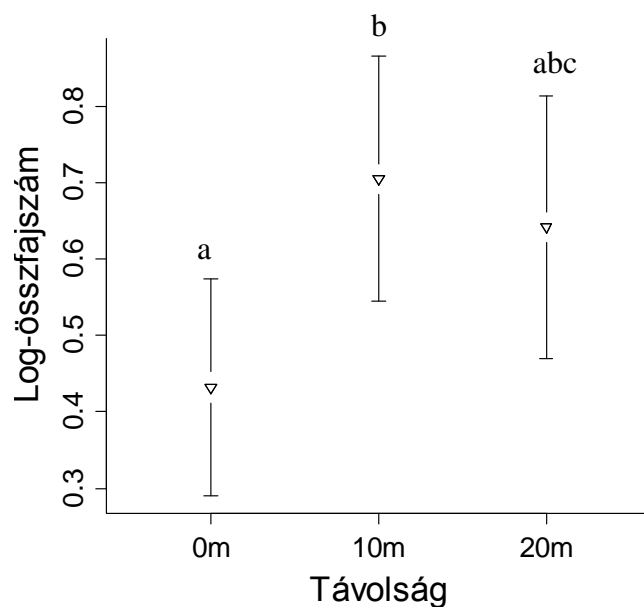
A nem-afidofág csoport faj- és egyedszámára a periódusnak nem volt szignifikáns hatása (1. táblázat).

**1. táblázat:** A gyűjtési periódus hatása a tangazdaság területén hálóval gyűjtött zengőlégy faj- és egyedszámra, valamint az afidofág és nem-afidofág funkcionális csoportjaikra ANOVA (GLMM) módszerrel (DE ATK DTTI, 2008)

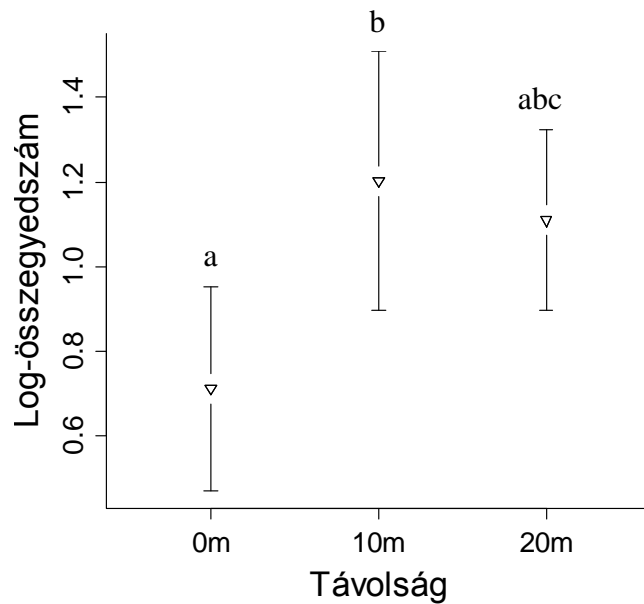
		Periódus		
		DF	F	p
Összes	Fajszaám	4	8,06	<b>0,039</b>
	Egyedszaám	4	9,74	<b>0,029</b>
Afidofág	Fajszaám	4	8,71	<b>0,034</b>
	Egyedszaám	4	9,74	<b>0,029</b>
Nem-afidofág	Fajszaám	4	3,11	0,15
	Egyedszaám	4	0,91	0,47

(Jelmagyarázat: *df* – szabadsági fok, *F* – *F*-teszt, *p* – szignifikancia érték. A szignifikáns értékek félkövérrel kiemelve)

A tálcsapdák összesen 298 afidofág és 55 nem-afidofág egyedét gyűjtötték. A tálcsapdás gyűjtések esetében a tálak kihelyezési távolsága és a gyűjtési periódus között nem volt interakció sem a zengőlégy faj- ( $df=16$ ,  $F=0,28$ ,  $p=0,882$ ), sem az egyedszámra vonatkoztatva ( $df=16$ ,  $F=0,95$ ,  $p=0,459$ ). Azonban az összes faj- és egyedszám a 10 méterre kihelyezett tálakban szignifikánsan magasabb volt a fás szegélyben kihelyezett tálakhoz képest (fajszaám: páros *t*-teszt,  $p=0,02$ ; egyedszaám: páros *t*-teszt,  $p=0,01$ ) (5. és 6. ábra).

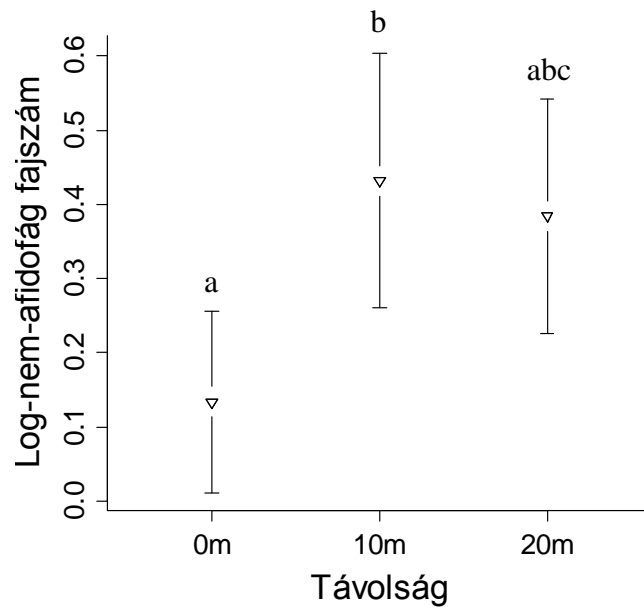


**5. ábra:** A tálak szegélytől vett távolságának hatása a zengőlegyek logaritmizált fajszám értékére (DE ATK DTTI, 2008)

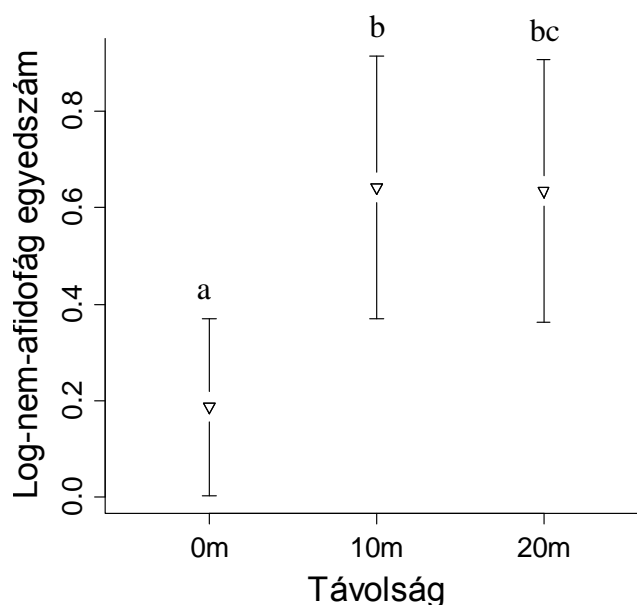


**6. ábra:** A tálak szegélytől vett távolságának hatása a zengőlegyek logaritmizált egyedszám értékeire (DE ATK DTTI, 2008)

Az afidofág csoportba tartozó fajok számára nem volt szignifikáns hatással sem a tálak távolsága, sem a gyűjtési periódus. Azonban a nem-afidofág csoport esetében szignifikánsan magasabb fajszám volt tapasztalható 10 méterre (páros t-teszt,  $p=0,01$ ) (7. ábra), valamint magasabb egyedszám 10 (páros t-teszt,  $p=0,02$ ) és 20 méterre (páros t-teszt,  $p=0,02$ ) a fás szegélyhez képest (8. ábra). A tálak hozzávetőleg egyenlő arányban fogtak afidofág és nem-afidofág fajokat.



**7. ábra:** A tálcasapkák távolságának a hatása nem-afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált fajszám értékeire (DE ATK DTI, 2008)



**8. ábra:** A tálcspadák távolságának a hatása a nem-afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált egyedszám értékeire (DE ATK DTTI, 2008)

A periódus és a tálcspadák szegélytől mért távolságának hatását a tálakkal gyűjtött zengőlegyek faj- és egyedszámára a 2. táblázat mutatja.

**2. táblázat:** A periódus és a tálcspadák szegélytől mért távolságának hatása a tálakkal gyűjtött zengőlegyek faj- és egyedszámára ANOVA (GLMM) módszerrel elemezve (DE ATK DTTI, 2008)

		Periódus			Távolság		
		DF	F	p	DF	F	p
Összes	Fajsám	20	0,83	0,448	20	5,21	<b>0,015</b>
	Egyedszám	20	1,24	0,3	20	5,74	<b>0,01</b>
Afidofág	Fajsám	20	1,15	0,336	20	1,31	0,289
	Egyedszám	20	1,6	0,226	20	2,22	0,133
Nem-afidofág	Fajsám	20	0,18	0,828	20	6,67	<b>0,006</b>
	Egyedszám	20	0,74	0,488	20	8,62	<b>0,002</b>

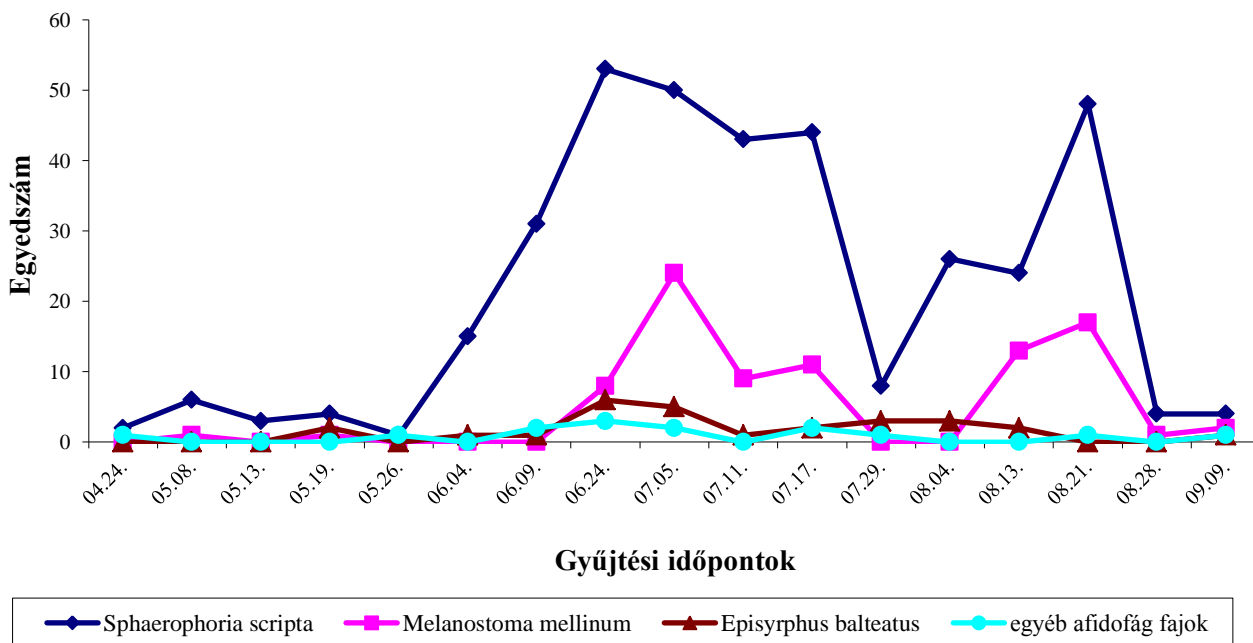
(Jelmagyarázat: df – szabadsági fok, F – F-teszt, p – szignifikancia érték. A szignifikáns értékek félkövérrel kiemelték)

A hálóval történt gyűjtésekkel összesen 861 zengőlégy egyed került befogásra, amelyek 22 fajhoz tartoztak. A tálcspadák 21 faj 353 egyedét gyűjtötték be, és a fajok mindegyike hálózással is előkerült. Mind a fajsám (páros t-teszt,  $p=0,001$ ), mind az egyedszám (páros t-teszt,  $p=0,0002$ ) szignifikánsan magasabb volt a hálós gyűjtések során.

#### **4.2. A magyarországi gyümölcsösökben végzett kutatások eredményei**

Az ökológiai kezelésű almaültetvényben (Harstein-kert) történt mintavételek során összesen 17 zengőlégy faj 525 egyede került befogásra. A fajok közül kilenc az afidofág csoportba tartozott a lárvák táplálkozása szerint. A fogott egyedszámok alapján ezek összesített relatív gyakorisága 94,1 százaléknak adódott.

A gyűjtött anyagot szinte kizárólag a hálóval fogott egyedek alkották. A tálcspadák közül összesen hét faj 14 egyede került elő. A tálakkal fogott fajok mindegyike a hálózás során is előkerült. A gyűjtött fajok hazánkban gyakoriak, általánosan elterjedtek. A Függelék 4. táblázata mutatja a fogott fajok listáját, valamint a lárvák táplálkozási módjait. Legnagyobb egyedszámban előkerült faj a tarka darázlégy (*S. scripta*) volt, mely a fogott egyedek közel 70 százalékát adta. A második leggyakoribb faj a gyakori füzengőlégy (*M. mellinum*) (16.6%), a harmadik az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) (5,1%) volt. A fennmaradó hat levéltetű-fogyasztó faj egyedeinek összesített gyakorisága 2,7 %. Ezen fajok (pl. *Eupeodes* spp., *Syrphus* spp.) lárvái szintén több száz levéltetvet is elfogyasztanak fejlődésük során, így nem elhanyagolható a levéltetűmennyiség-csökkentő tevékenységük (Visnyovszky 1989). Az afidofág fajok fenológiáját a 9. ábra mutatja. Egyedszámuk június vége és július közepe között, valamint augusztus végén volt a legmagasabb.



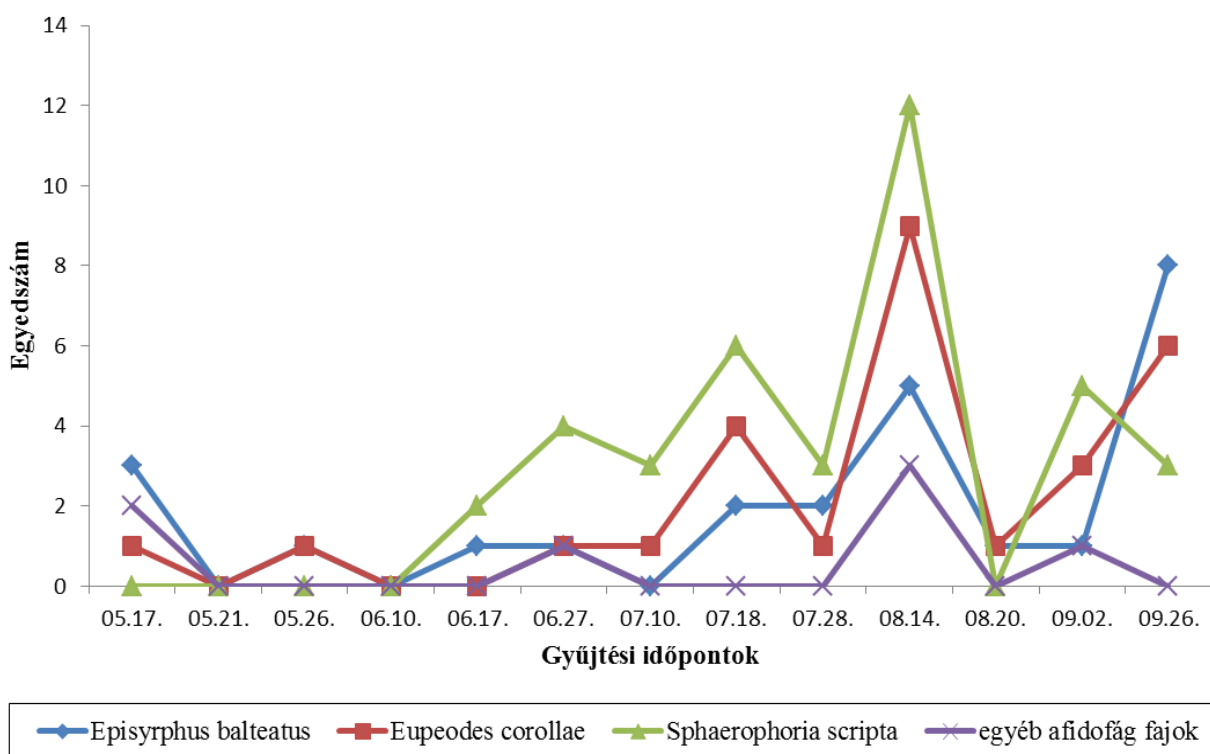
**9. ábra:** A levéltetvekkal táplálkozó zengőlegység fajok fenológiája a bioalmásban (Harsteinkert, Debrecen, 2008)

A *S. scripta* májusi rajzása idején kis egyedszámban volt jelen, majd egyedszáma június elejétől növekedett. A faj első rajzáscsúcsa július elejére esett, második augusztus végén volt. Július végén hirtelen egyedszám csökkenés következett be, amelyet a kaszálás okozhatott.

A *M. mellinum* faj kisebb egyedszámban került elő, de megjelenése az előző fajhoz hasonlóan alakult. Itt is két rajzáscsúcsot tapasztaltam, az elsőt július elején, a másodikat augusztus utolsó harmadában. Megfigyeléseim során többször tapasztaltam május és július között a közönséges levélpirosító almalevéltetű (*Dysaphis devectora* Walker) és a szürke alma-levéltetű (*Dysaphis plantaginea* Passerini) károsítását. A kártétel azonban nem volt olyan mértékű, hogy a termésmennyiséget jelentősen befolyásolta volna. A fertőzött hajtásokon többnyire megtaláltam a zengőlegység lárvaikat is.

A DDTI Pallagi Génbank és Gyakorlóléhszék kísérleti telepén végzett gyűjtések során összesen 16 zengőlegység faj 150 egyedét gyűjtöttem a kihelyezett tálakkal. A leggyakoribb fajok a *S. scripta* (25,3%), az *E. tenax* (22%), az *E. corollae* (18%) és az *E. balteatus* (16,6%) voltak. Az afidofág egyedek az összes egyedszám 65,3 százalékát tették ki. A

pallagi gyűjtések szerint az afidofág fajok egyedszáma június közepétől fokozatosan emelkedett, majd augusztus közepén volt a legmagasabb (10. ábra). Ezt követően az egyedszám csökkent, majd szeptember végén az *E. balteatus* és az *E. corollae* egyedszáma mutatott még magasabb értékeket, de összevetve a bioalmással végig nagyon alacsony volt a zengőlégy abundancia – akárcsak a fajsám – a területen. A gyűjtött fajok listáját és a lárvák táplálkozási módját a Függelék 5. táblázata tartalmazza. A hálós gyűjtések során nem sikerült zengőleget befogni, ami valószínűsíthetően a sorközi vegetáció hiányára vezethető vissza. A kezeletlen fák levéltetvekkal erősen fertőzöttek voltak, a telepeken zengőlégy lárvákat is találtam.



**10. ábra:** A levéltetvekkal táplálkozó zengőlégy fajok fenológiája a pallagi kísérleti telepen (DDTI Pallagi Génbank és Gyakorlólhely, Pallag, 2008)

#### **4.3. A németországi erdőterületeken végzett kutatás eredményei**

A tharandti erdő 321-es és 434-es területéről összesen 62 faj, 980 zengőlégy egyede került elő. Ebből 43 fajról – 731 egyed – mondható el, hogy lárvái levéltetűvel táplálkoznak, azaz afidofágok. Az egyedek 48 százaléka hálóval, 34 százaléka Malaise-

csapdával, 18 százaléka tálcsapdákkal lett begyűjtve. A leggyakoribb fajok az *E. balteatus* (24,6%), a *S. scripta* (14,8%), a *P. albimanus* (10,4%), a *M. scalare* (9,8%) és a *X. segnis* (9,3%) voltak.

Az egyes területeken a különböző csapdákkal gyűjtött faj- és egyedszámokat a 3. táblázat mutatja.

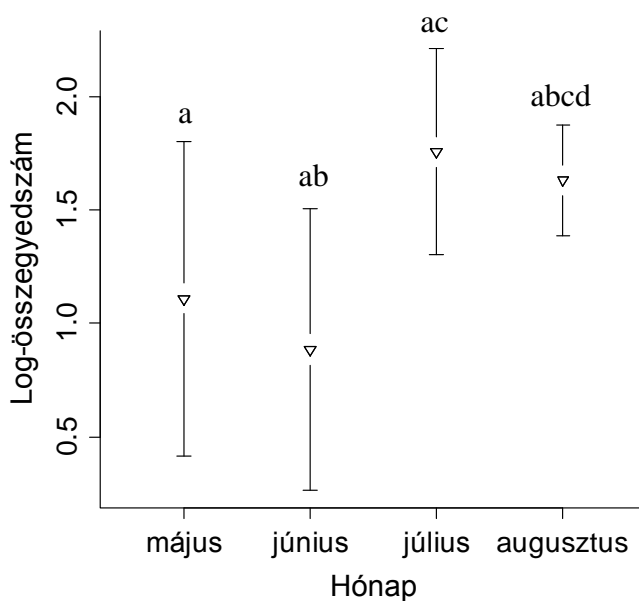
**3. táblázat:** A tharandti területeken fogott zengőlegyek faj- és egyedszámának alakulása a csapdázási módszerektől függően (Tharandt, Németország, 2009)

	Terület	Fajszám	Egyedszám
<b>Malaise</b>	321	13	39
	434	38	290
<b>Háló</b>	321	27	239
	434	25	233
<b>Tálcsapda</b>	321	13	126
	434	6	53

Néhány különleges faj is előkerült a gyűjtés során. Kiemelendőként említhető a *Platycheirus aurolateralis* Stubbs, amelyet 2002-ben írtak le először Nagy-Britanniából (Speight *et al.* 2004; Speight 2005, 2006). Azóta keleti irányú terjedése figyelhető meg: Franciaországból, Olaszországból, Németországból, Ausztriából, Szlovákiából, Törökországból is vannak gyűjtési rekordjai (Dockal *et al.* 2002), illetve északi irányban Finnországból, Norvégiából (Haarto & Kerppola 2007; Bartsch *et al.* 2009). Németország keleti faunájából még nem jelezték a fajt, amely feltételezhetően annak tudható be, hogy kevesebb faunisztikai jellegű cikk született e területről. A *P. aurolateralis* rajzási periódusa áprilistól június elejéig, majd júliustól szeptemberig zajlik, az alpesi régióban július és augusztus között van egy generációja. A faj a 434-es területen felállított Malaise-csapdából került elő május közepén, egy hím és egy nőstény példányban. Különleges fajnak számít a *Sphegina montana* Becker, 1921, amely főként az alpesi régióra jellemző, egynemzedékes, rajzási ideje április és július közé esik. Ritka fajnak számít Németországban és hazánkban

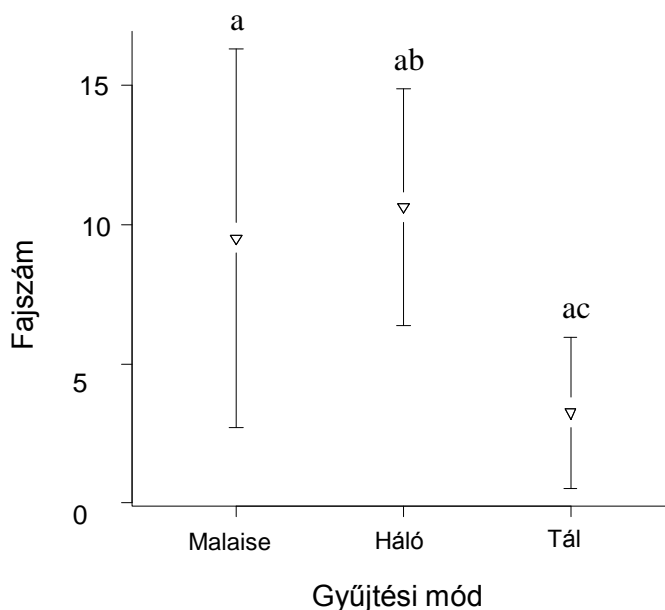
is. A gyűjtések során május közepén, a 434-es területen elhelyezett Malaise-csapdából került elő egy nőstény egyed. Említésre méltók a 321-es terület tálcspadáiból előkerült *Xylota* fajok (*Xylota florum*, *Xylota jakutorum*, *Xylota segnis*), amelyek közül kettőt csak ezen a területen fogtam. A *X. segnis* faj egyedszáma különösen magas volt a 321-es terület tálcspadáiban.

A területek között nem volt szignifikáns különbség a begyűjtött zengőlégy faj- és egyedszám tekintetében (4. táblázat). A 321-es területről 404, a 434-esről 576 egyed került befogásra. Mindkét területről hozzávetőleg ugyanazok a gyakorinak nevezhető fajok kerültek elő nagyobb egyedszámban. A kevésbé gyakori, kora tavaszi fajok kis egyedszámban voltak foghatók. Az előkerült fajok listáját a Függelék 7. táblázata tartalmazza. Az összegyedszám július végén érte el a maximumát, és szignifikánsan eltért a júniustól (páros t-teszt,  $p=0,034$ ) (11. ábra). A gyűjtési periódusnak nem volt szignifikáns hatása az összefajszámba.



**11. ábra:** A zengőlegyek logaritmizált összegyedszám változása a gyűjtési periódus alatt (Tharandt, Németország, 2009)

Összehasonlítva a három módszert hálózással szignifikánsan több faj volt fogható, mint tálcspadázással (páros t-teszt,  $p=0,016$ ) (12. ábra), míg az egyedszám tekintetében nem volt szignifikáns különbség a csapdázási módszerek között.

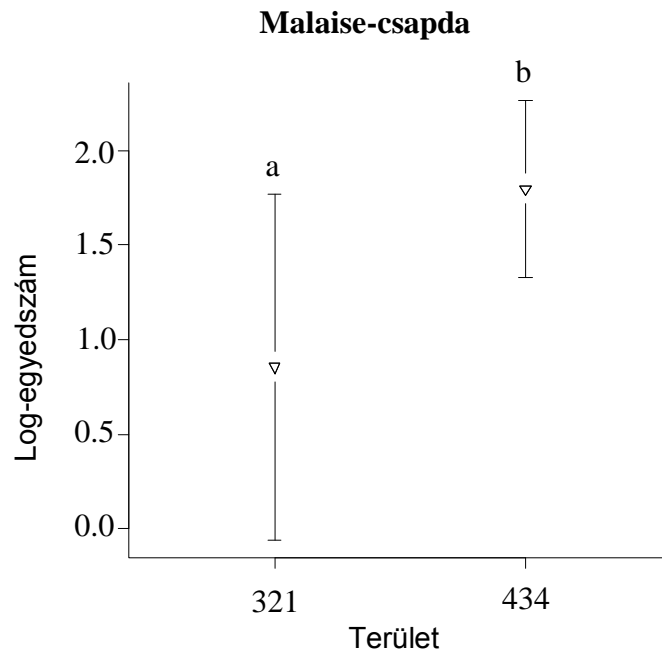


**12. ábra:** A zengőlegyek fajszám változása a gyűjtési módszer függvényében a két területre összegezve (Tharandt, Németország, 2009)

A fajszám tekintetében az adatok szignifikáns interakciót mutattak a csapda típus és a mintavételi területek között ( $df=15$ ,  $F=7,72$ ,  $p=0,005$ ). A 434-es területen tálcspadákkal szignifikánsan kevesebb fajt lehetett fogni, mint a 321-es területen ( $p=0,0014$ ). A két területen felállított Malaise-csapda által fogott fajszámok között nem volt tapasztalható szignifikáns különbség, de a 434-es területen elhelyezett tálcspadák szignifikánsan kevesebb fajt fogtak, mint az azon a területen felállított Malaise-csapda ( $p=0,005$ ).

Az egyedszámok vonatkozásában is szignifikáns interakció mutatkozott a területek és a csapdák között ( $df=15$ ,  $F=12,77$ ,  $p=0,001$ ). A 434-es területen tálcspadákkal szignifikánsan kevesebb egyedet gyűjtöttem, mint Malaise-csapdával ( $P=0,009$ ), és mint a 321-es területen a tálcspadákkal ( $p<0,001$ ). A Malaise-csapda a 434-es területen

szignifikánsan több egyedet gyűjtött, mint a 321-es területen elhelyezett Malaise-csapda ( $df=3$ ,  $F=6,06$ ,  $p=0,009$ ) (13. ábra).

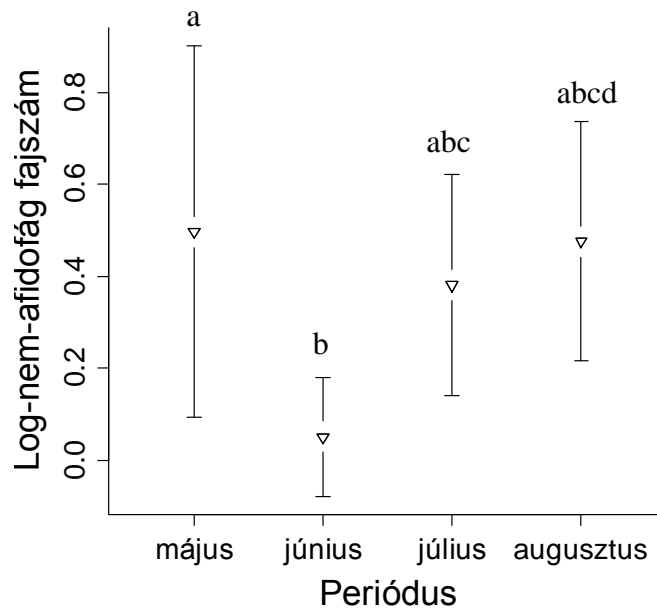


**13. ábra:** A Tharandt erdő két területén Malaise-csapdával gyűjtött zengőlegyek logaritmizált egyedszám változása (Tharandt, Németország, 2009)

A tálcspadák jóval hatékonyabb gyűjtőmódszernek bizonyultak a tarvágott területen, mint a 434-esen.

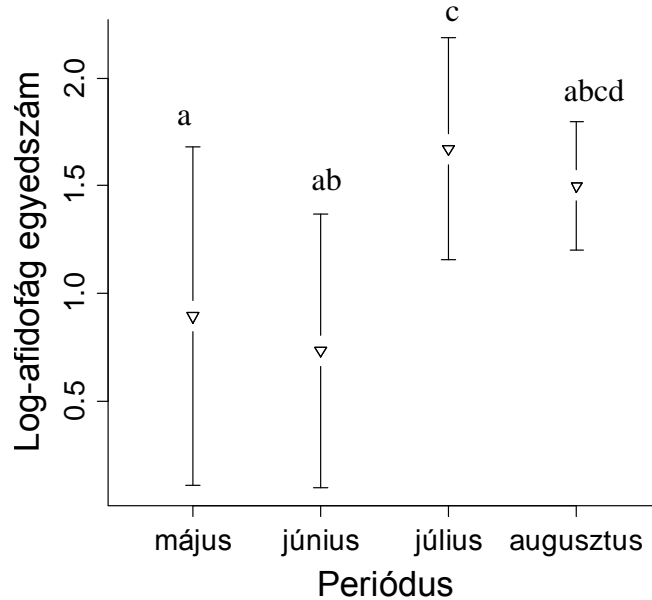
Megvizsgálva a csapdázási módszereket a periódus függvényében nem tapasztaltam szignifikáns különbséget sem faj-, sem egyedszám tekintetében ( $df=11$ ,  $F=0,95$ ,  $p=0,49$ ;  $df=11$ ,  $F=0,65$ ,  $p=0,68$ ).

Megvizsgálva a levéltetvekkel táplálkozó (afidofág) és a nem levéltetvekkel táplálkozó (nem-afidofág) funkcionális csoportokat, nem volt szignifikáns különbség az afidofág fajok számában és a periódusok között. A nem-afidofág csoport fajszáma azonban júniusban szignifikánsan kevesebb volt, mint májusban (páros t-teszt,  $p=0,05$ ) (14. ábra).



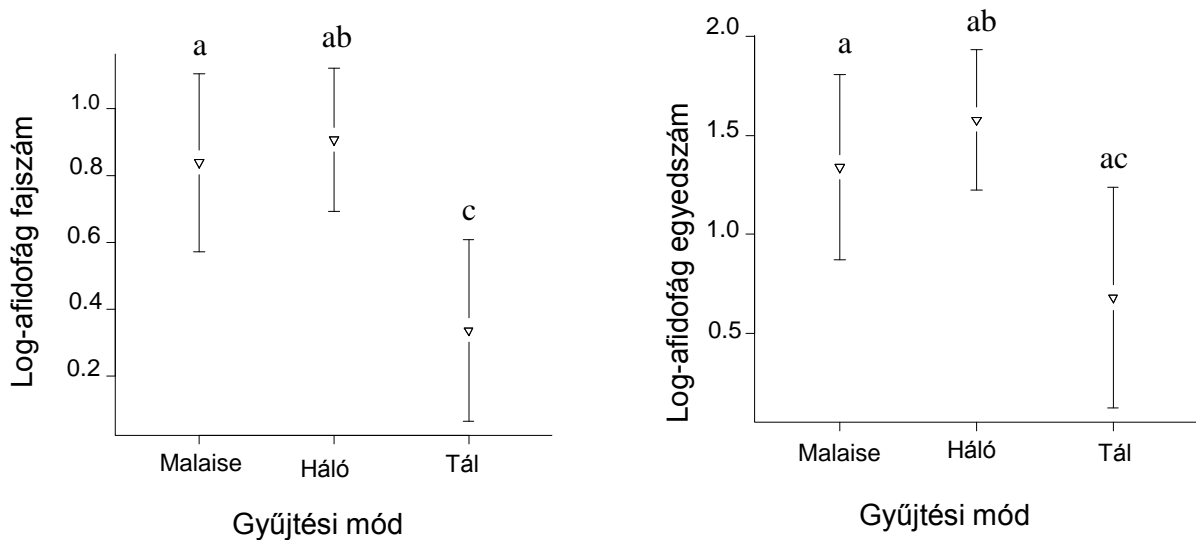
**14. ábra:** A nem-afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált fajszám értékeinek változása a periódus függvényében (Tharandt, Németország, 2009)

Az afidofág és nem-afidofág egyedszámokat tekintve a periódus függvényében, az afidofágok esetében szignifikánsan több egyed került elő júliusban, mint júniusban (páros t-teszt,  $p=0,05$ ) (15. ábra). A nem-afidofágok egyedszámai esetében nem volt szignifikáns hatása a periódusnak.



**15. ábra:** Az afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált egyedszám értékeinek változása a periódus függvényében (Tharandt, Németország, 2009)

Összehasonlítva a csapdázási módszereket a két csoportra, a tálcsapdás gyűjtésekből szignifikánsan kevesebb afidofág faj került elő, mint a hálózással (páros t-teszt,  $p=0,016$ ) vagy Malaise-csapdás gyűjtéssel (páros t-teszt,  $p=0,036$ , 16/a. ábra). Az afidofág egyedszámok esetében a tálcsapdás gyűjtésekből szignifikánsan kevesebb egyed került elő, mint hálózással (páros t-teszt,  $p=0,012$ ) (16/b. ábra). A nem-afidofág faj- és egyedszámok vonatkozásában nem volt szignifikáns eltérés a csapdázási módszerek között.



**16/a. és b. ábra:** Az afidofág csoportba tartozó zengőlegyek logaritmizált faj- és egyedszám változása a gyűjtési módszer függvényében (Tharandt, Németország, 2009)

A csapdázási módszereket összehasonlítva az egyes területeken, a 434-es területen a tálcspadák szignifikánsan kevesebb afidofág fajt gyűjtöttek ( $p=0,001$ ), mint a Malaise-csapda. A nem-afidofág csoport fajszáma esetében nem volt szignifikáns különbség ( $df=15$ ,  $F=1,7$ ,  $p=0,2$ ) ezen a területen.

Egyedszámok vonatkozásában a tálcspadák szignifikánsan kevesebb afidofág egyedet fogtak a 434-es területen, mint a Malaise-csapda ( $p=0,008$ ). A nem-afidofág csoport egyedszámának esetében nem volt szignifikáns különbség ( $df=6$ ,  $F=0,7$ ,  $p=0,5$ ).

A csapdázási módszerek és a periódus között nem volt interakció az afidofág és nem-afidofág fajok számának esetében ( $df=11$ ,  $F=0,65$ ,  $p=0,68$ ).

Az afidofágok egyedszámait elemezve a periódus függvényében a tálcspadák szignifikánsan több afidofág egyedet fogtak júliusban ( $p=0,03$ ) és augusztusban ( $p=0,01$ ), mint májusban. A nem-afidofág csoport egyedszámánál nem volt szignifikáns különbség a periódusok között ( $df=11$ ,  $F=0,7$ ,  $p=0,65$ ).

A terület, a periódus és a csapdázási módszer hatásait az összes faj- és egyedszámra, valamint az afidofág és nem-afidofág csoport faj- és egyedszámaira a 4. táblázat mutatja.

**4. táblázat:** A terület, a periódus és a csapdázási módszerek hatása a tharandti területeken gyűjtött zengőlegyek összesített faj- és egyedszámára, valamint az afidofág és nem-afidofág csoportba tartozó zengőlegyek faj- és egyedszámára ANOVA (GLMM) módszerrel elemezve (Tharandt, Németország, 2009)

		terület			periódus			csapda		
		df	F	p	df	F	p	df	F	p
összes	fajsám	19	0,09	0,76	19	2,68	0,07	14	6,76	<b>0,008</b>
	egyedszám	19	0,11	0,73	19	4,04	<b>0,02</b>	14	2,43	0,12
afidofág	fajsám	19	0,75	0,39	19	2,13	0,13	14	14,05	<b>4e-04</b>
	egyedszám	19	1,84	0,19	19	4,14	<b>0,02</b>	14	10,79	<b>0,001</b>
nem-afidofág	fajsám	19	0,78	0,38	19	3,69	<b>0,03</b>	14	0,63	0,54
	egyedszám	19	1,72	0,2	19	1,32	0,29	14	1,59	0,23

(Jelmagyarázat: df – szabadsági fok, F – F-teszt, p – szignifikancia érték. A szignifikáns értékek félkövérrel kiemelve)

#### **4.4. A németországi szántóföldeken végzett kutatás eredményei**

Összesen 25 zengőlégy faj 598 egyede került elő a Klein-Altendorf-i és a hennefi gyűjtések során. A tálakkal gyűjtött fajok listáját és relatív abundanciáját a Függelék 10. táblázata mutatja. Klein-Altendorfban 20 faj 495 egyede, Hennefben 17 faj 103 egyede került elő a tálcsapdákból. A két területről összesen a legmagasabb egyedszámmal jelen lévő fajok az afidofág csoportba tartoztak. A relatív abundanciájuk alapján a leggyakoribb fajok az *E. balteatus* (65,8%), a *S. scripta* (12,37%), az *E. corollae* (6,86%) és a *M. mellinum* (5,02%) voltak.

#### **4.5. A zengőlegyek pollenfogyasztási vizsgálatának eredményei**

Összesen 317 zengőlégy egyedét preparáltam ki a két területről. Az egyedek többsége az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) fajhoz tartozott, amely az egyedek 65,8 százalékát alkotta. A maradékot különböző fajok egyedei tették ki, mint a *S. scripta*, *E. corollae*, *M. mellinum*, *S. ribesii*, *S. vitripennis*, *E. tenax*.

A hennefi minták száma alacsony volt (44 egyed), és a gyűjtésekből sokféle, de kevés egyedszámú faj került elő, így a pollenminták elemzésétől eltekintettem, mert nem lett volna reprezentatív.

A kihelyezett tálak szegélytől mért távolsága és az összegyedszámok közötti összefüggést vizsgálva, a sortávolság erősen szignifikánsan hatott a zengőlegyek egyedszámára (Poisson eloszlás,  $p < 1,363e-15$ ). A legtávolabbi sorban (20 m) szignifikánsan magasabb volt a zengőlégy egyedek száma, mint az első sorban (0 m) (páros t-teszt,  $p = 0,002$ ).

Klein-Altendorfból összesen 244 minta került elemzésre a rajtuk lévő pollenszámok alapján. (A pollenszemekről készült fotókat a Függelék „Pollenfotók” része tartalmazza).

A 244 mintából 216 minta származott ékfoltos zengőlégyből (*E. balteatus*), amelyek többsége júliusban került a csapdádba. Ezáltal a júliusi pollenfogyasztás mintázatát döntően e faj pollenfogyasztása határozta meg.

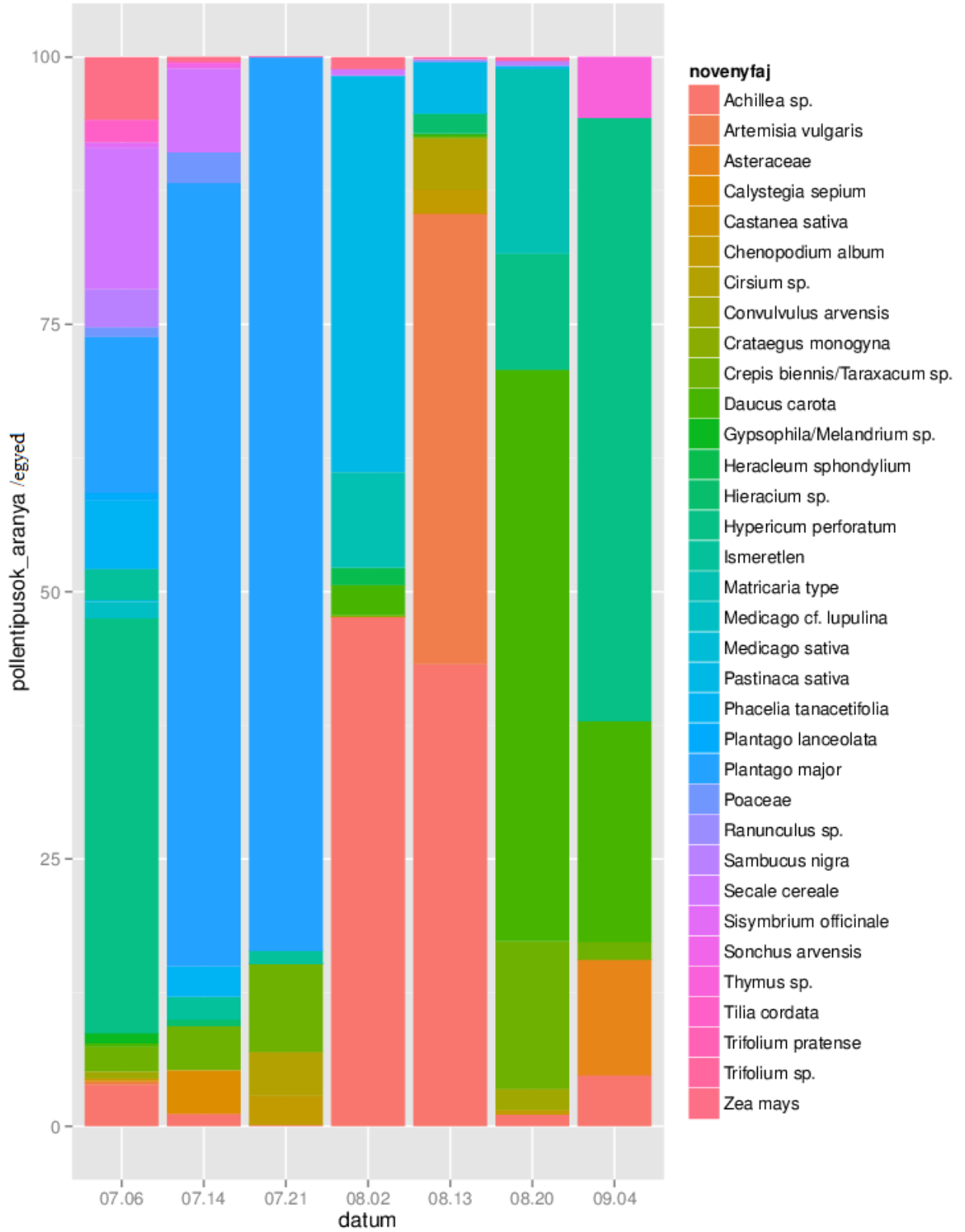
Július első hetében az orbáncfű (*Hypericum perforatum*) (Függelék 10. kép), a széles levelű útifű (*Plantago major*) (Függelék 16. kép), a rozs (*Secale cereale*) (Függelék 9. kép)

és a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) (Függelék 14. kép) pollenje dominált a mintákon. Ezek a növények akkor nagy számban virágoztak a területen (Függelék 9. táblázat). Július második és harmadik hetében szinte csak a széles levelű útifű (*Plantago major*) pollenje jelent meg a mintákon, emellett a fűfélék (Poaceae), a rozs (*Secale cereale*), a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*), a sövényszulák (*Calystegia sepium*) (Függelék 4. kép) és a réti zörgőfü/pitypang (*Crepis biennis/Taraxacum* sp.) (Függelék 6. és 7. kép) pollenje is jelen volt a fogott zengőlegyek bélrendszerében. A sövényszulák (*Calystegia sepium*) ezekben a hetekben kezdett virágozni.

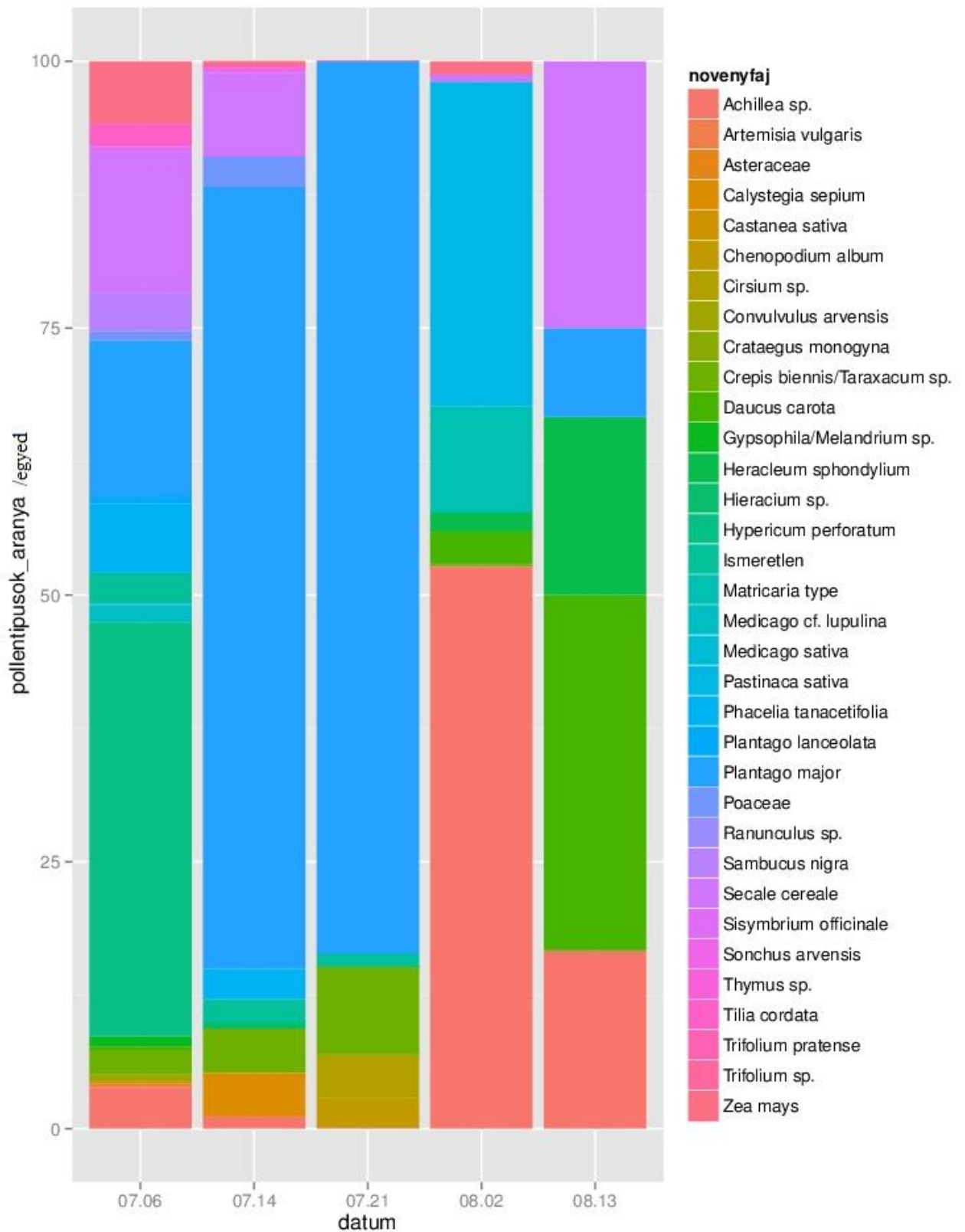
Augusztus első hetében a cickafark (*Achillea* sp.) (Függelék 11. kép) és a pasztinák (*Pastinaca sativa*) (Függelék 2. kép) virágpora jelent meg magas számban a zengőlegyekben, valamint a *Matricaria* típusba (Függelék 12. kép) tartozó pollen és vadmurom (*Daucus carota*) (Függelék 8. kép) pollen, de ezek alacsonyabb számban. Augusztus első hete volt az utolsó, amikor az ékfoltos zengőlégy magas egyedszámban volt jelen. Augusztus második hetében egy ékfoltos zengőlégy egyed került a csapdába, a pollenfogyasztása hozzávetőleg egyenletesen oszlott meg a cickafark (*Achillea* sp.), a vadmurom (*Daucus carota*) és a közönséges medvetalp (*Heracleum sphondylium*) (Függelék 1. kép) pollenje között.

Augusztus második hetétől kezdve nem került több ékfoltos zengőlégy a csapdába. A gyűjtési időszak végén más fajok jelentek meg, alacsony egyedszámmal. Ezekben a fajokban augusztus második és harmadik hetében jelentős mennyiségű volt a cickafark (*Achillea* sp.), a fekete üröm (*Artemisia vulgaris*) (Függelék 3. kép), az aszat (*Cirsium* sp./*Cirsium arvense*) (Függelék 5. kép), az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), a vadmurom (*Daucus carota*) és a réti zörgőfü/pitypang (*Crepis biennis/Taraxacum* sp.) fajok pollenje. Ezek a növények nagy mennyiségben virágoztak a területen ebben az időszakban. Szeptember első hetében döntően az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), a vadmurom (*Daucus carota*), kakukkfű fajok (*Thymus* spp.) és fészkesek (Asteraceae) pollenjét fogyasztották. Számos, a fás szegélyben virágzó növény pollenjét nem sikerült kimutatni a zengőlegyek bélrendszeréből.

A zengőlégy egyedekre számolt százalékban kifejezett átlagos pollenfogyasztást az idő függvényében a 17. ábra, csak az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) egyedeire számolt átlagos pollenfogyasztást a 18. ábra mutatja.



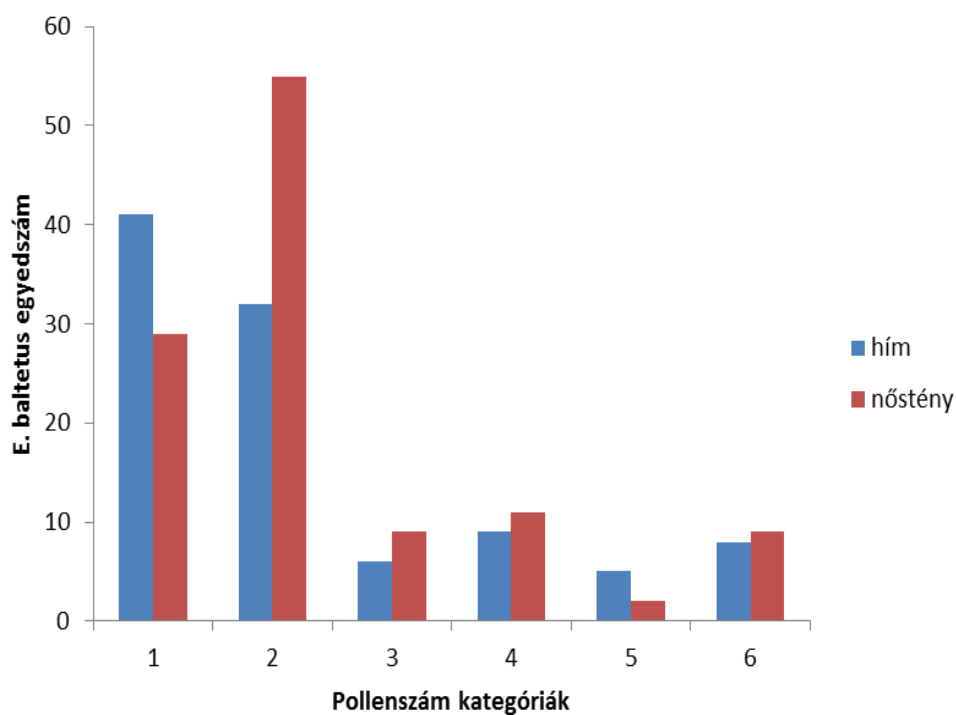
17. ábra: A zengőlegyek átlagos pollenfogyasztása (%) a Klein-Altendorfban gyűjtött minták alapján (Klein-Altendorf, Németország, 2010)



18. ábra: Az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) átlagos pollenfogyasztása (%) a Klein-Altendorfban gyűjtött minták alapján (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

A vizsgálat során az ékfoltos zengőlégyből 101 hím és 115 nőtényt preparáltam.

A nőtények esetében szinte minden alkalommal magasabb volt az egyes pollenszám kategóriákba eső egyedszám. A 2. kategóriában (n=1-50 db pollen) majdnem kétszeres volt a nőtények száma. A hímek száma a pollent nem tartalmazó minták esetében volt magasabb, illetve az 5. kategóriában (n=501-1000 db pollen) (19. ábra). A mintaszámok kategóriánkénti megoszlását az 5. táblázat mutatja.



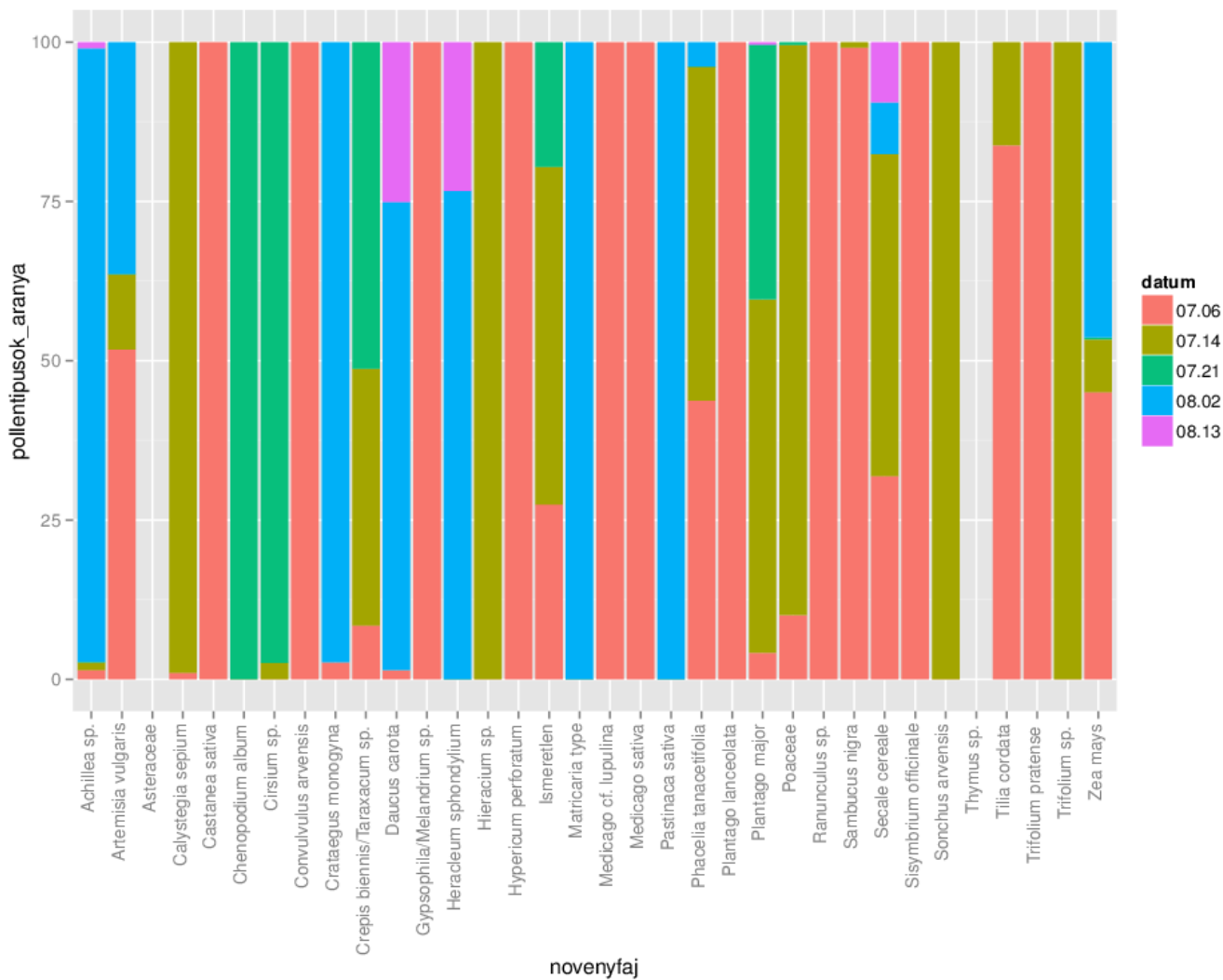
**19. ábra:** Az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) ivari megoszlása a különböző pollenszám kategóriákban (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

**5. táblázat:** Az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) fajból készült preparátumok kategóriánkénti megoszlása pollenzám alapján (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

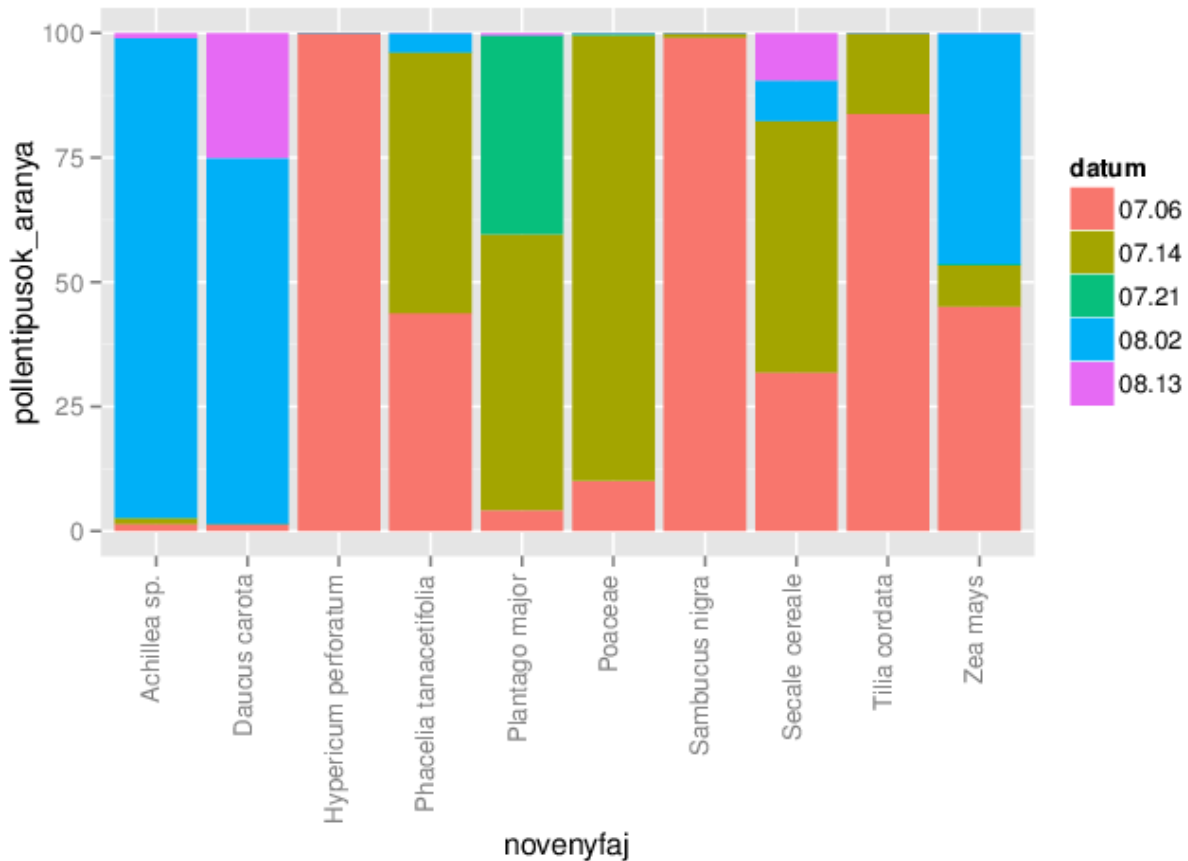
Pollenzám kategória	Preparátumszám (db)
n=0 pollen (1. kat.)	70
n=1-50 (2. kat.)	88
n=51-100 (3. kat.)	15
n=101-500 (4. kat.)	20
n=501-1000 (5. kat.)	8
n>1001 (6. kat.)	15

A legtöbbféle pollentípust (15 meghatározott, és egy ismeretlen csoport, ide soroltam a beazonosíthatatlan pollenszemeket) a 2. (1-50 pollen db) és a 4. (101-500) kategóriába tartozó minták tartalmazták. A 6. kategóriába (>1001) tartozó mintákra jellemző volt, hogy az egyes minták akár 80-90 százalékban egyféle pollent tartalmaztak.

A gyűjtési dátumok szerinti átlagos polleneloszlást az ékfoltos zengőlégy pollenfogyasztása alapján elemezve megállapítható, hogy július első hetében 23 féle növényi pollent, illetve típust sikerült kimutatni az imágókból. Július második és harmadik hetében ez a szám csökkent – 16, majd 5 típusra –, augusztus első hetében 9 pollentípust mutatott az elemzés. Augusztus második hetében 6 pollentípus jelent meg a mintákon. A százalékos polleneloszlás azt mutatta, hogy a júliusi mintákon főként a széles levelű útifű (*Plantago major*), az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) és a rozs (*Secale cereale*) pollenjei jelentek meg. Augusztusban a cickafark (*Achillea* sp.), a közönséges medvetalp (*Heracleum sphondylium*), a vadmurok (*Daucus carota*), az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a pasztinák (*Pastinaca sativa*) és a kukorica (*Zea mays*) pollenje vált fő táplálékforrássá. Az ékfoltos zengőlegyekből kimutatott összes pollentípus, valamint a legnagyobb mennyiségben előkerült pollentípusok átlagos eloszlását a mintavételi időpontok függvényében a 20. és 21. ábra mutatja.



**20. ábra:** Az ékfoltos zengőlgy (*E. baltetaus*) imágók bélrendszeréből előkerült pollentípusok átlagos eloszlása (%) az egyes mintavételi időpontok függvényében (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

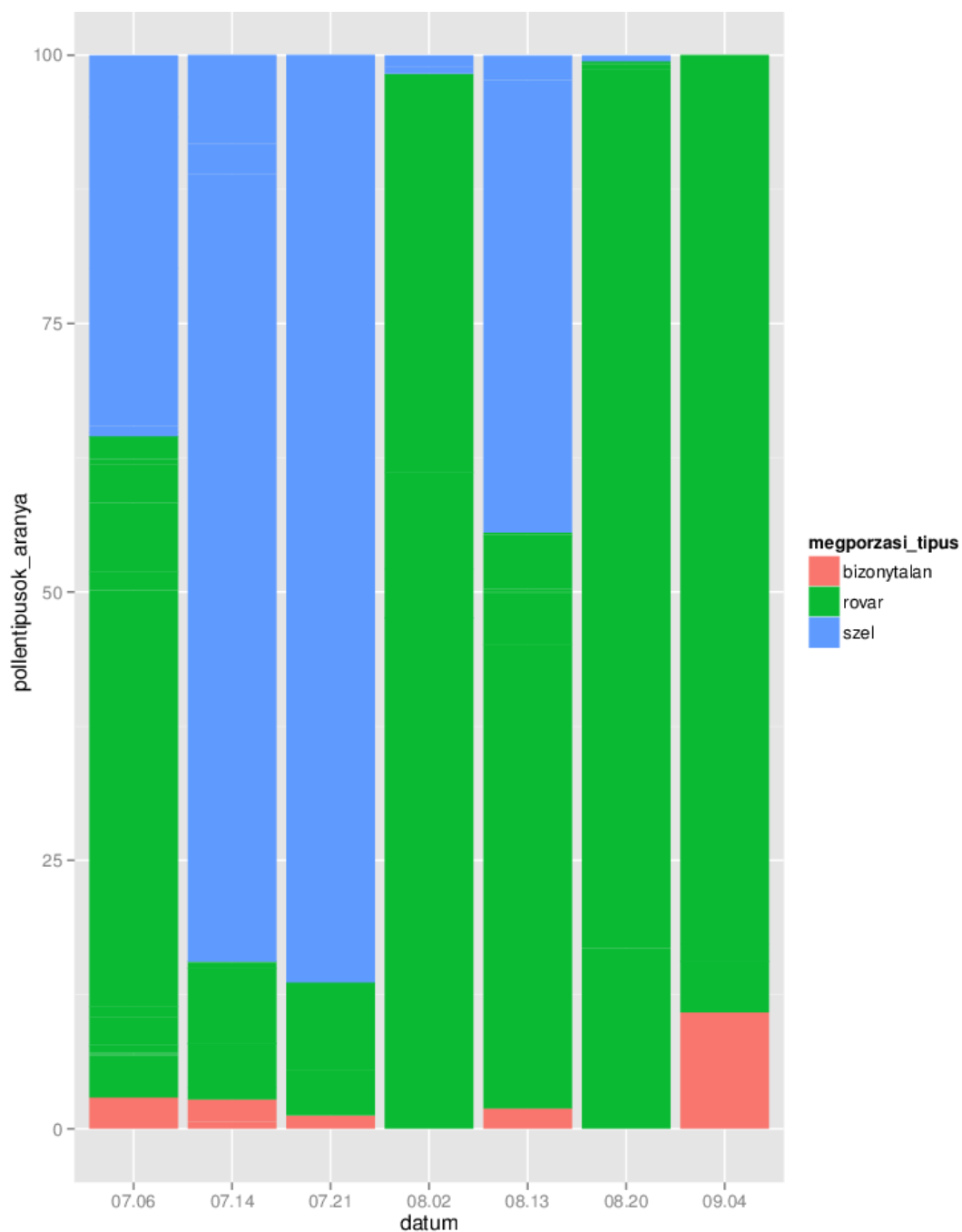


**21.ábra:** Az ékfoltos zengőleányben legnagyobb mennyiségben előforduló pollentípusok átlagos eloszlása (%) az idő függvényében (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

A zengőleányek bélrendszeréből nagyobb mennyiségben előkerült növények között szél- és rovarmegporzásúak egyaránt voltak. A mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*), az orbáncfü (*Hypericum perforatum*), a vadmurok (*Daucus carota*), a pasztinák (*Pastinaca sativa*), a sövényeszulák (*Calystegia sepium*), az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a közönséges medvetalp (*Heracleum sphondylium*), a cickafark (*Achillea*), a here (*Trifolium*), a pitypang (*Taraxacum*) és a lucerna (*Medicago*) fajok, valamint a hárs (*Tilia*) fajok rovarbeporzásúak. Az aszat (*Cirsium*) rovar- illetve önbeporzású. A fekete üröm (*Artemisia vulgaris*), az útifű (*Plantago*) fajok és a kukorica (*Zea mays*) szélbeporzásúak, a rozs (*Secale cereale*) szél- és önbeporzású.

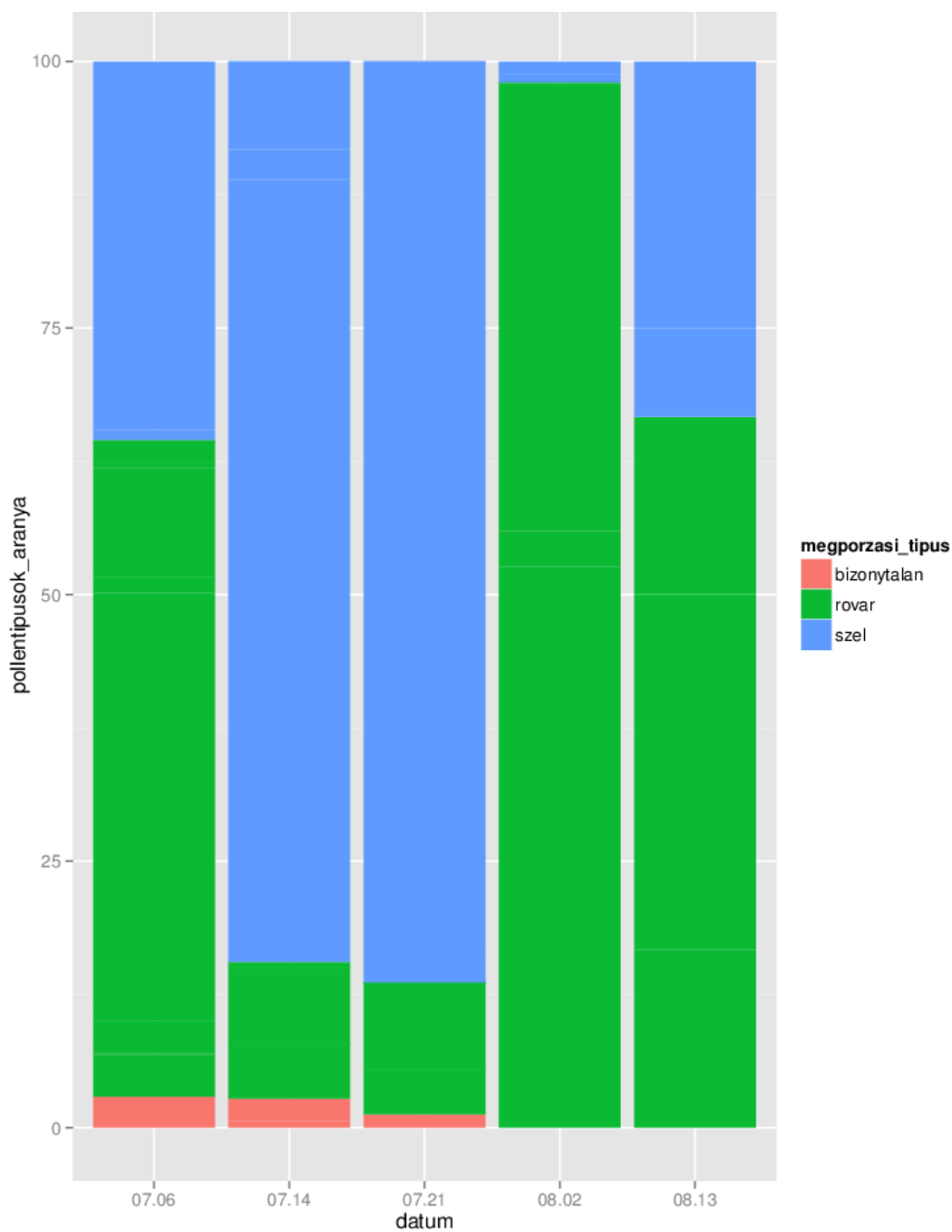
Összehasonlítva a zengőleányek bélrendszeréből készült mintákon a szél- és rovarbeporzású növények polleneloszlását, az volt tapasztalható, hogy július második és harmadik hetében főként szélbeporzású növényekből táplálkoztak az imágók. Július első

hetében, augusztusban (kivéve második hét) és szeptemberben a rovarbeporzású növények virágpóra dominált a mintákon (22. ábra).



**22. ábra:** A szél- és rovarbeporzású növények polleneloszlása (%) a zengőlegyekből származó mintákon a gyűjtési periódus alatt (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

Az ékfoltos zengőlégy imágók július második és harmadik hetében főként szélbeporzású növényekből táplálkoztak, július első hetében és augusztusban a rovarbeporzású növények pollenje került túlsúlyba (23. ábra).

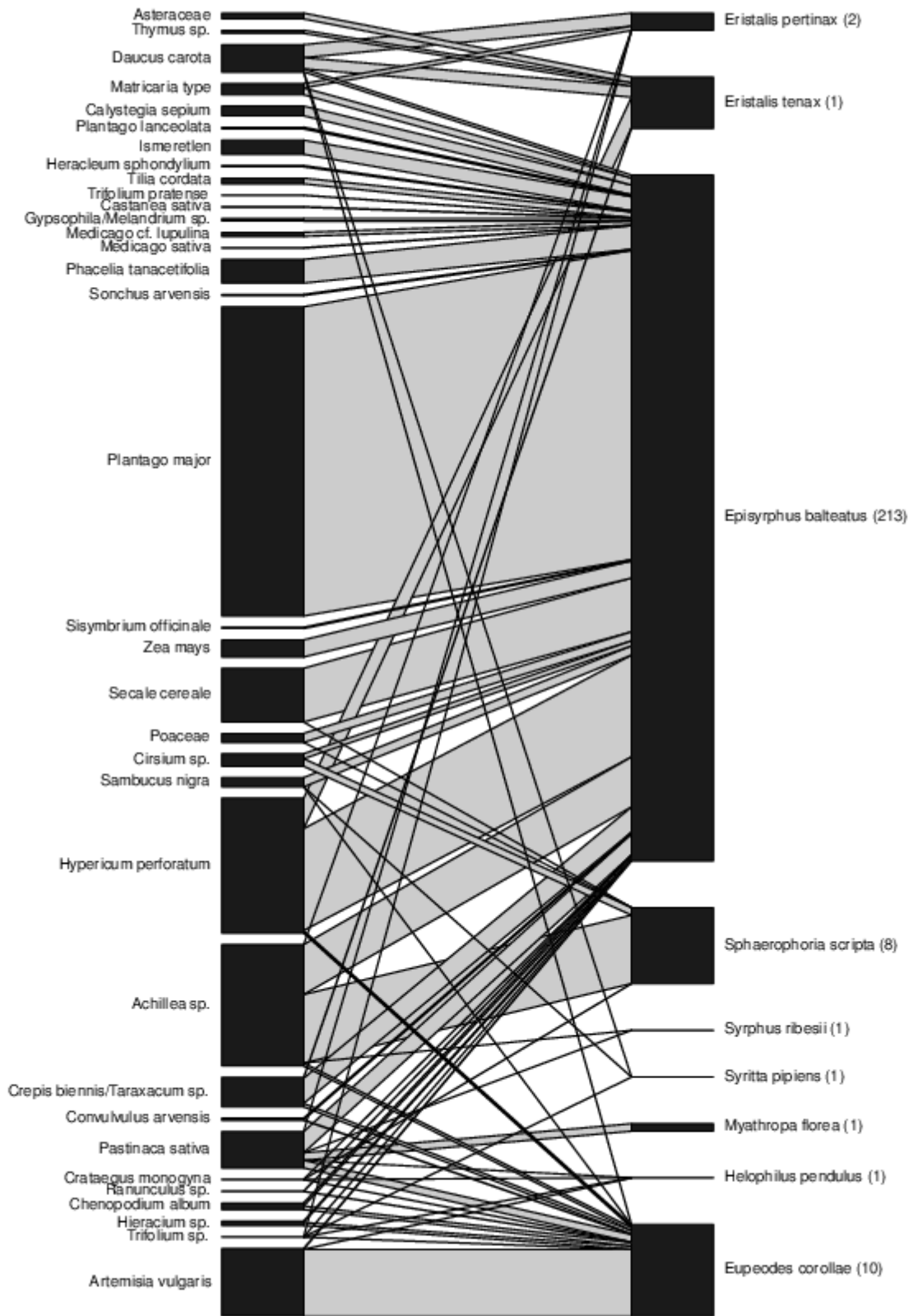


**23. ábra:** A szél- és rovarbeporzású növények átlagos polleneloszlása (%) az ékfoltos zengőlégyből (*E. balteatus*) származó mintákon (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

A zengőlégy-növény hálózati elemzés szerint az ékfoltos zengőlégy rendkívül sokféle növény virágából táplálkozott, de leginkább a széles levelű útifű (*Plantago major*), az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), a pasztinák (*Pastinaca sativa*) és a *Crepis/Taraxacum* pollenjét fogyasztotta. Fontos tápláléka volt emellett a rozs (*Secale cereale*), a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) és a cickafark (*Achillea* sp.) pollenje is, ahogy ezt a sávok szélessége mutatja az ábrán.

Az *E. corollae* zengőlégy fajnál az volt tapasztalható, hogy az egyedek döntően a fekete üröm (*Artemisia vulgaris*) virágáról táplálkoztak, míg más növények pollenjéből csak kis mennyiségek voltak az bélrendszerükben. A *S. scripta* zengőlégy faj főként cickafark (*Achillea* sp.) pollent fogyasztott, más növényeket alig látogatott. Az *Eristalis* fajok fő tápláléka a vadmurok (*Daucus carota*) volt, emellett az orbáncfű (*Hypericum perforatum*) virágát is látogatták. Egyik fogott zengőlégy faj bélrendszeréből sem került elő a széles levelű útifű (*Plantago major*), illetve a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) pollenje, csak az ékfoltos zengőlégyből. Az orbáncfünek (*Hypericum perforatum*) is kevés hálózati kapcsolata volt, mindössze három, amelyből az ékfoltos zengőlégy felé volt a legerősebb a kapcsolat. A rozs (*Secale cereale*) és a here fajok (*Trifolium* spp.) is kevés kapcsolati hálót mutattak, de a vadmurokból (*Daucus carota*), a réti zörgőfűből (*Crepis biennis*) és az egybibés galagonyából (*Crataegus monogyna*) több zengőlégy faj is táplálkozott. Bár az ékfoltos zengőlégyen kívül más fajokból kevés egyed volt a csapdáknak, de ezek pollenfogyasztásuk szerint azokat a növényeket látogatták, amelyeket az ékfoltos zengőlegyek kevésbé (24. ábra).

A zengőlegyek bélrendszeréből előkerült pollenszemek főként olyan növényekből származtak, amelyek az egész mintavételi időszakban nagy mennyiségben virágzottak a területen (Függelék 9. táblázat), kivéve a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*), amelyet augusztus másodikán lekaszáltak.



24. ábra: A zengőlegyek-növények közötti pollenfogyasztási hálózat Klein-Altendorfban (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

### 5.1. Fás szegélyek, virágos sávok hatása a zengőlegyekre

A különböző agroökoszisztémákat összevetve a tangazdaság területéről és a bioalma ültetvényről került elő a legtöbb zengőlégy faj és egyed. A vizsgált területekre jellemző volt, hogy a zengőlegyek fajgazdagsága tavasszal és nyáron érte el csúcspontját, míg a legtöbb egyed júliusban volt fogható. Ez annak köszönhető, hogy hazánkban a domináns zengőlégy fajoknak több (3-4) generációjuk van a vegetációs periódus alatt (Ssymank 2001; Tóth 2011), amelyek összemosódnak a nyár folyamán.

Összevetve a rajzáscsúcsokat a németországi erdőterületeken végzett kutatással, azt tapasztaltam, hogy utóbbi területeken a zengőlegyek rajzáscsúcsa július végére tolódott, amely a rendkívül csapadékos kora nyár miatt lehetett. A német területekről ennek ellenére háromszor annyi zengőlégy faj került elő – közöttük számos erdei faj –, mint a tangazdaságból. A német zengőlégy faunában hozzávetőleg ugyanannyi a leírt faj (kb. 400), mint Magyarországon (Röder 1990), de a gyűjtés különböző habitat típusok találkozásánál (erdő-gyep-szántó) történt, ahol mind az erdei fajok, mind a nyíltabb területek fajai megtalálják a fajfenntartáshoz szükséges feltételeket (Sarhou *et al.* 2005; Wehling & Diekmann 2009). Erdei tisztásokon gyakran nagyobb a fajgazdagság, mint egy mezőgazdasági területen, mert azok a fajok is előkerülhetnek a területről, amelyek lárvája korhadt fában fejlődik (*Xylota* spp.), vagy az árnyékos élőhelyeket kedvelik (*Platycheirus*, *Baccha* spp.).

Az erdőterületeken is magas volt az afidofág fajok és egyedek száma, amely egybeesik más németországi eredményekkel, ahol az afidofág zengőlegyek nagyobb egyedszámban kerültek elő az erdőterületekhez közvetlenül kapcsolódó fás szegélyekből, mint azokból, amelyek izolálva voltak, és az erdőtől távolabb helyezkedtek el (Haenke *et al.* 2014). Ez azt mutatja, hogy az erdőterületek növelik, növelhetik a terület zengőlégy állományát. Kimutatták továbbá, hogy az erdőszegélyek és szántóföldi területek találkozásánál szignifikánsan több a zengőlégy egyed.

A német és a hazai zengőlégy faunát összevetve ugyanazok a gyakori fajok kerültek elő a gyűjtések során (*E. balteatus*, *S. scripta*, *E. corollae*), de a német erdőterületekről

néhány különleges faj (*P. aurolateralis*, *S. montana*) is befogásra került, amelyeket a hazai faunából még nem sikerült kimutatni, vagy kifejezetten ritkának mondhatók.

A hazai agrárterületeken folytatott vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a mezőgazdasági területeken meghagyott természetes vegetáció kedvezően hatott a zengőlégy közösségekre, ahogy ezt több nemzetközi kutatás is kimutatta hasonló vizsgálatok során (Gurr *et al.* 2004; Bone *et al.* 2009; Kremen & Miles 2012; Blaauw & Isaacs 2014). A szántóföldek melletti virágokban gazdag növényzet táplálékforrást nyújt, így elősegíti a zengőlegyek betelepülését az adott területre, majd a közösség fenntartásában is szerepe van (Haenke *et al.* 2014). Schweiger és mtsai (2007) kimutatták, hogy a zengőlegyek ugyan kiválóan repülnek akár több kilométert is, hogy táplálékot találjanak, mégis megfigyelhető a területhez való kötődésük (Kleijn & Langevelde 2006). Ez annak köszönhető, hogy túlélésük szempontjából fontos, hogy redukálják a táplálékforrás és a tojásrakó hely közötti távolságot (Van Rijn *et al.* 2013), amelyektől általában néhány 100 méterre távolodnak el (Wratten *et al.* 2003). Nem építenek fészket, illetve nem táplálják utódaikat, mint a méhek, de a helyhez kötött lárvák számára elsődleges a nagy mennyiségű levéltetű (Jauker *et al.* 2009). A levéltetvek által termelt mézharmatot sokszor az imágók is fogyasztják – kiegészítve a pollen- és nektárforrást – (Van Rijn *et al.* 2013), ezért az adott területen rendelkezésre álló táplálékforrás mennyisége meghatározó faktor mind az imágók, mind a lárvák számára (Haenke *et al.* 2009).

A tangazdaság szántóföldje mellett húzódó, dús vegetációjú fás szegély sokrétű élőhelyet nyújtott a zengőlegyek számára. Virágos, nyílt részei táplálkozó helyet biztosítottak, a zártabb, védettebb részekben a fák és cserjék kérge alatt, vagy az avarban telelőhelyet találhattak az imágók (Sarhou *et al.* 2005; Gittings *et al.* 2006). Mindemellett a zengőlégy imágók nemcsak kétszikűeken, de a szántóföldi növények pollenjéből is táplálkozhattak (Hjelle 1997).

A lárvák fejlődéséhez főként a szegély levéltetű szaporulata nyújthatott elegendő táplálékforrást (Sutherland *et al.* 2001), mivel megfigyeléseim során rendkívül kevés levéltetűt találtam a búzanövényeken, ami feltehetően a növényvédő szeres kezelésnek volt köszönhető. A vegyszeres kezelések miatt a zengőlégy lárvák a szegélyben tudtak túlélni, mivel a növényvédő szeres kezelésekre a lárvák érzékenyen reagálnak, többnyire elpusztulnak (Hasken & Poehling 1995; Niehoff & Poehling 1995).

Mind a tangazdaság területén, mind a gyümölcsösökben a legnagyobb egyedszámban fogott zengőlégy fajok az afidofág csoportba tartoztak. Az afidofág lárvájú zengőlegyek fontos szerepet töltenek be a kártevők elleni védekezésben (Chambers & Aikman 1988; Michaud & Belliure 2001; Penvern *et al.* 2011; Miller *et al.* 2013), ugyanis számos olyan előnnyel rendelkeznek, amellyel más afidofág rovarcsoportok nem. Az imágók az alacsony egyedszámú levéltetű telepeket is könnyen észreveszik (Horn 1981), magas a szaporodási rátájuk (Ankersmitt *et al.* 1986), és a lárvák gyorsan elfogyasztják a zsákmányt (Scott & Barlow 1990).

Szinte minden területen nagy egyedszámban került elő a gyűjtési periódus alatt a biológiai növényvédelemben fontos szerepet játszó zengőlégy faj, az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*), hasonlóan németországi eredményekhez (Ssymank 2001), ahol különböző zengőlégy fajok dominanciáját vizsgálták szántóföldi és erdőterületeken. Általánosan elmondható, hogy más vizsgálatokban is a nyílt területeken, illetve a féltermészetes élőhelyekkel tagolt mezőgazdasági kultúrákban az *E. balteatus*, a *S. scripta* és az *E. corollae* voltak a leggyakoribb fajok (Ssymank 2001), hasonlóan az értekezésben bemutatott eredményekhez. Erdei területeken jellemző volt az *Eristalis* fajok magasabb egyedszáma, illetve az *E. balteatus* jelenléte. Ez utóbbi faj már kora tavasszal megjelenik, és késő ősziig jelen lehet a hőmérsékleti feltételektől és a csapadéktól függően (Röder 1990), ahogy az a gyűjtések során is bebizonyosodott. Akár még novemberben is előbújhatnak táplálkozni a megtermékenyített nőstények, ha a hőmérséklet eléri a 18-20 °C fokot (Visnyovszky 1989).

A bioalmásban és a pällagi gyümölcsösben a *S. scripta* volt a domináns faj. Hasonlóan a Harstein-kertben fogott összefaj és -egyedszámhoz olaszországi kutatásokban 17 zengőlégy faj 602 egyedét fogták bioalma kertekben (Rossi *et al.* 2006), ahol leggyakoribb faj szintén a *S. scripta* volt. Emellett számos afidofág fajt (*Eupeodes* sp., *Episyrphus* sp.) fogtak, amelyek a hazai vizsgálatok során is előkerültek a bioalmásból.

A Harstein-kertben és a pällagi területen is levéltetvek jelentek meg a fákon, de míg az utóbbin szinte minden vizsgált fa nagymértékben fertőzött volt, addig a Harstein-kertben lévő bioalmásban a levéltetű populációk nagysága a kártételi szint alatt maradt. A kertben levéltetvek elleni növényvédő szeres kezelés nem történt, és a fertőzött hajtásokon

többnyire megtaláltam a zengőlegyek lárváit is, bár megfigyelésüket nehezíti kis méretük és színük, amellyel szinte beleolvadnak környezetükbe. Faji szintű határozást csak a jól felismerhető fajoknál végeztem – mint pl. az *E. baltetaus* és a *S. scripta* fajoknál –, mert ott nem volt szükség a lárvák bolygatására. Az afidofág zengőlegyek megjelenése folyamatos volt májustól, így a lárvák a levéltetvek gyérítésében már korán kifejthették hasznos tevékenységüket, ezért feltételezhető, hogy jelentős szerepük lehetett a kártevő populációk megtizedelésében (Pascual-Villalobos *et al.* 2006; Van Rijn *et al.* 2013). A bioalma ültetvényben nem alkalmaztak szintetikus növényvédő szereket, továbbá a sorközök sűrű, virágos lágyszárúakban gazdag vegetációja elősegítette a zengőlegyek területen való „megtartását”. Pallagon csak a környező fákat részesítették növényvédő szeres védelemben, így a levéltetvek a néhány sor kezeletlen almafán koncentráálódtak, és hiába voltak szintén jelen a zengőlegyek lárvák, a levéltetvek oly mértékben elszaporodtak, hogy a zengőlegyek a kártételt nem tudták megakadályozni. A sorközi vegetáció hiánya miatt jóval kevesebb zengőlegyek fordult elő a területen.

A mezőgazdasági területen lévő növényzet jelentőségét, illetve az emberi zavarás hatását mutatja, hogy az almásban történt kaszálások után a zengőlegyek egyedszáma feltűnően lecsökkent. Ekkor a virágzó növények száma átmenetileg csökkent, így az imágók máshol kereshettek táplálékot, ahonnan később visszatelepülhettek. Hazai nagyüzemi és kezelés nélküli almáskertekben végzett vizsgálatok hasonló eredményt mutattak, ahol a vegyszeres kezelés hatására csökkent a zengőlegyek egyedszáma, míg a kezelés nélküli, vegetációban gazdag területen többszörös volt a faj- és egyedszám (Visnyovszky 1987).

Európa szerte számos vizsgálat alapján elmondható, hogy a fás, virágos szegélyek fontos szerepet játszanak a zengőlegyek táplálkozása és szaporodása szempontjából (Gontijo *et al.* 2013). Több országot átívelő kutatás szerint a tájszerkezet homogenizálódása a zengőlegyek fajszaám csökkenésével járt (Hendrickx *et al.* 2007; Schweiger *et al.* 2007). Ugyanakkor a féltermészetes élőhelyek száma pozitívan korrelált a terület zengőlegyek egyedszámával, amely pedig egyenes arányban csökkentette a levéltetvek mennyiségét, különösen a tavaszi periódusban (Alignier *et al.* 2014). A fás szegélyek heterogénebbé teszik a tájszerkezetet egy monokultúrás szántóföldi környezetben, és lehetőséget teremtenek a zengőlegyek megtelepedésére és túlélésére (Debras *et al.* 2008; Woltz *et al.*

2012). A féltermészetes élőhelyekkel tarkított mezőgazdasági területek zengőlégy közösségei nemcsak az adott, de a környező területeken is fontos ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtanak a pollináció (Holland *et al.* 2015), illetve a kártevők számának csökkentése révén (Alignier *et al.* 2014).

## **5.2. A csapdázási módszerek összevetése**

A csapdázási módszerek összevetése során a hazai területeken a hálózás és a tálcspadák hatékonyságát mértem össze, míg a német területeken kiegészítettem Malaise-csapdával a gyűjtést. A gyűjtési módszerek összehasonlítása során a hálózás eredményesebbnek bizonyult a virágokban gazdagabb vegetációjú területeken. A tálcspadázás esetében általánosan elmondható, hogy a fehér szín vonzó hatást gyakorol a viráglátogató rovarokra olyan területen, ahol kevés a virágos növény, amely „kompetálna” a tálakkal (Sobota & Twardowski 2004; Sarthou *et al.* 2005; Kovács-Hostyánszki *et al.* 2011). Ezzel magyarázható, hogy a tangazdaság fás szegélyében elhelyezett tálcspadák attraktív hatása kevésbé érvényesült az ott lévő virágos lágyszárúak között, azonban a fás szegélytől távolabb a tálak kulcsingerként hatottak a zengőlegyekre, így attól 10, illetve 20 méterre volt a legmagasabb a zengőlégy faj- és egyedszám (Mózes *et al.* 2013), és nem a szegélyben, ahol a hálózás volt eredményesebb. Hasonló kutatásban szántóföldön, illetve virágos sávban különböző magasságban helyeztek el tálcspadákat, és azt tapasztalták, hogy a virágok szintjében lévő csapdák kevés egyedet, a szántóföldön a növények szintje felett kihelyezett csapdák a legtöbb egyedet fogták (Hickman *et al.* 2001). Ezt azzal magyarázták, hogy a magasabban elhelyezett csapdák virágok hiányában odavonzották a zengőlegyeket, míg a virágok között lévők a jelenlévő táplálékforrás miatt nem hatottak kulcsingerként.

Az bioalmáskertben szintén a hálózás volt a hatékonyabb gyűjtési módszer. A tálcspadák rendkívül kevés egyedet fogtak, amely feltételezhetően annak volt tulajdonítható, hogy a virágokban gazdag, sűrű sorközi gyepterület, illetve az almafavirágzás idején a fák virágai – a színek és illatok révén – erőteljesebb vonzó hatást gyakoroltak a zengőlegyekre, mint a tálcspadák.

A szántóföldön a hálózás eredménytelen volt, mert a búza legkisebb mozgására is a rendkívül jól látó és gyorsan repülő legyek elrepültek, és a hálózás, valamint a taposás a

vetemény károsodásával járt. Sobota és Twardowski (2004) vizsgálata is kimutatta, hogy sárga tálakkal jóval több zengőlégy egyedet fogtak búzában, mint hálózással. A virágban szegény környezet miatt a tálak színe vonzó hatást jelentett, másrészt a zengőlegyek tojásrakóhely keresés közben gyakran keresik fel a szántóföldi kultúrát, és könnyen belerepülnek a tálcsapdába. Méhek gyűjtési módszereinek vizsgálata esetében kutatások ugyanerre az eredményre jutottak: ahol magasabb volt a virágzó növények diverzitása, ott kevesebb méh fajt és egyedet fogtak a tálcsapdák, míg a virágban szegény vegetáció megnövelte a csapdába repült méhek számát. Összegezve: szántóföldön, vagy virágokban szegény környezetben a tálak hozzájárulnak a faunisztikai felméréshez (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2011; Mózes *et al.* 2013), de kvantitatív összevetésre nem alkalmasak.

A tangazdaságban kihelyezett tálcsapdákból gyakori fajok kerültek elő (*E. balteatus*, *E. corollae*, *E. tenax*, *M. mellinum*, *S. scripta*), amely megegyezik más kutatások eredményeivel, ahol szintén ezeket a fajokat fogták nagyobb egyedszámban (Ssymank 1991; Sobota & Twardowski 2004).

A Tharandt erdőben folytatott mintavételek során is a hálózás bizonyult hatékony gyűjtési módszernek, azonban a Malaise-csapda is jelentős mennyiségű zengőlegyet fogott. Malaise-csapdát számos vizsgálatban használtak zengőlegyek gyűjtésére, melyek során minden esetben magas volt a fogott zengőlégy faj- és egyedszám (Sommaggio 1999; Rossi *et al.* 2006; Hågvar & Nielsen 2007), így faunisztikai vizsgálatra mindenképpen alkalmas.

A gyűjtési módszerek hatékonyságát tekintve a területek között is eltérés mutatkozott. Az első, 321-es területen a tálcsapdák hatékonyabbak voltak, mint a 434-esen. Azonban a Malaise-csapda a 434-es területen jóval több egyedet gyűjtött, mint a tálcsapdák, vagy mint a 321-esen a Malaise-csapda. A Malaise-csapda a 434-es területen annak mikroklimatikai viszonyai miatt működhetett eredményesebben. A terület északi, keleti és déli oldalát távolabbról az erdő, közvetlenül pedig fás, bokros szegély határolta és óvta meg a szélétől, így ez a szélvédettebb élőhely kedvezőbb volt a zengőlegyek számára akár táplálkozás, akár tojásrakás céljából (Bugg 1992; Tuzet & Wilson 2007). Másrészt dúsabb volt a virágos aljnövényzet, ami odavonzotta a zengőlegyeket, és a csapdába is nagyobb eséllyel repültek be. Ezzel szemben az első terület nyíltabb, szelesebb volt, aljnövényzetében kevesebb virágos növényvel. Ez utóbbi paraméter miatt a színes tálcsapdák hatékonyabbak

voltak a tarvágott területen, azonban kevesebb egyedet fogtak a 434-es területen, ahol a virágos növényzet hatására nem volt olyan mértékű az attraktív hatásuk (Mózes *et al.* 2013).

A csapdák által fogott zengőlegyek fajösszetételét vizsgálva mindkét területen azt tapasztaltam, hogy a Malaise-csapdákból több volt az afidofág csoportba tartozó faj (70%) és egyed (74%), mint a tálcscapdákból. Ennek az lehetett az oka, hogy a tálcscapdák inkább olyan fajokat vonzottak, amelyek lárvái vizes közegben fejlődnek, de ezek egyedszáma kevesebb volt a gyűjtött anyagban. A 321-es terület tálcscapdáiból nagy számban került elő egy erdei faj, a *X. segnis*, amely lárvája korhadó fában fejlődik. A területen nagy számban voltak farönkök, korhadó, kidőlt fák, amelyek e fajnak ideális élőhelyet nyújtottak. Ezt a fajt a Malaise-csapdákkal egyik területen sem sikerült gyűjteni. Olaszországban végzett kutatásban a Malaise-csapdák szántóföldön és erdőterületeken egyaránt nagy számban fogtak afidofág fajokat (60-70%), azonban kevésbé voltak alkalmasak szaprofág fajok gyűjtésére (Burgio & Sommaggio 2002), amelyek azonban jobban gyűjthetők tálcscapdákkal.

Tapasztalataim alapján zengőlegyek gyűjtéséhez érdemes több módszert egymás kiegészítéseként alkalmazni. Egyrészt a kora tavasszal megjelenő fajok a területen folyamatosan kint lévő csapdákkal nagyobb eséllyel foghatók, másrészt a zengőlégy közösség összetételéről pontosabb adatot kaphatunk a különböző fajokra szenzitív módszerek alkalmazásával.

### **5.3. A vegetáció hatása az ékfoltos zengőlégy pollenfogyasztására**

A virágos lágyszárúak és termesztett növények pollen- és nektárforrása esszenciális fontosságú a zengőlegyek túlélése, fejlődése és szaporodása szempontjából (Cowgill *et al.* 1993; Langoya & Van Rijn 2008; Laubertie *et al.* 2012). Az agroökoszisztémákban alkalmazott tárcsázás vagy gyomirtók használata csökkenti a virágos növények számát, amely negatívan hat a zengőlegyek számára (Walters 2011). A virágos sávok fontos táplálékforrást jelentenek az imágóknak, ezáltal növelik a terület biodiverzitását (Fiedler *et al.* 2008). A zengőlegyek sokféle növény virágán táplálkoznak, mégis több kutatás

vizsgálja, mely növények a legmegfelelőbbek számukra (Ambrosino *et al.* 2006; Pinheiro *et al.* 2013).

A Bonn közelében lévő Klein-Altendorfban és Hennefben történt mintavétel során mezőgazdasági területek zengőlégy közösségeinek pollenfogyasztását vizsgáltam. A területeken gyomsávok, virágos sávok, fás szegélyek növelték a tájszerkezet heterogenitását. A gyűjtés során főként az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) került befogásra. Annak ellenére, hogy a hennefi termőterületek ökológiai kezelésűek voltak, a Klein-Altendorf-i területek pedig hagyományos kezelést kaptak, mégis utóbbiról került elő jóval több zengőlégy egyed. Ez talán annak volt köszönhető, hogy a hennefi terület szegényebb vegetációval rendelkezett, míg Klein-Altendorfban egy mézontófüves terület húzódott a szántóföld mellett, odavonzva a pollinátorokat, és bőséges táplálékforrást nyújtva (Hickman & Wratten 1996; Wratten *et al.* 2003).

A Klein-Altendorf-i területek mintáin a pollenmennyiség nulla és több ezer között változott. A nagy számban lévő üres minták a júliusban gyűjtött egyedekből származtak, amely egyrészt annak tulajdonítható, hogy ilyenkor a zengőlegyek gyorsan feldolgozzák a táplálékot, és az abból nyert energia a szaporodásra fordítódik (Schneider 1948; Chambers 1988), nőtények esetében a tojások képződésére (Hickman *et al.* 1995), másrészt a tálcspadás módszer esetében előfordul, hogy a csapdába esett imágók azonnal kiürítik a béltartalmukat (Irvin *et al.* 1999). Ugyanakkor a nagymennyiségű pollent tartalmazó minták között magas volt a nőtények aránya, amely arra vezethető vissza, hogy a pollen aminosav tartalma hozzájárul a tojáséréshez. Új-zélandi kutatások során szintén azt mutatták ki, hogy a nőtények bélrendszere több pollent tartalmazott (Irvin *et al.* 1999), mint a hímeké.

A minták száma július első hetében volt a legmagasabb, amelyet az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) rajzási csúcspontja eredményezhetett. Ez a faj főként a széles levelű útifű (*Plantago major*), az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), a vadmurom (*Daucus carota*), illetve a területen termesztett rozs (*Secale cereale*), mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) és kukorica (*Zea mays*) pollenjét fogyasztotta. Az ékfoltos zengőlégy egyedszáma augusztus másodiktól, a mézontófü lekasználása után jelentősen lecsökkent. Ezt követően más fajok jelentek meg a csapdákbán, amelyekben rendkívül magas volt a pollenzám. Az ekkor megjelenő fajokra (*E. corollae*, *S. scripta*, *Eristalis* spp.) jellemző,

hogy lárva alakban telelnek, ezért a bélrendszerükben lévő magas pollenmennyiség feltehetően azzal magyarázható, hogy az imágóknak energiára van szüksége, hogy az ősz vége előtt le tudják rakni tojásaikat (Drabble & Drabble 1917). Táplálékforrásként főként a cickafark fajok – feltehetően a közönséges cickafark (*Achillea millefolium*), amelyet megtaláltam a területen –, a fekete üröm (*Artemisia vulgaris*), az orbáncfű (*Hypericum perforatum*) és a vadmurok (*Daucus carota*) pollenje szolgált ebben az időszakban.

A zengőlegyek pollenfogyasztását alapvetően a közvetlen környezetükben található növények határozzák meg, mivel a hímek territoriális viselkedést mutatnak – védik a területüket –, így attól nem távolodnak el (Wratten *et al.* 2003). A nőstények számára fontos, hogy a levéltetűtelepek és a megfelelő tojásrakó hely keresése közben állandó, elérhető táplálékforrásuk legyen (Sadeghi & Gilbert 2000). Ezzel magyarázható, hogy a mintákon azonosított 9-15féle pollen nagy része olyan növényekből származott, amelyek egész nyáron nagy mennyiségben virágoztak a transzekt mentén, illetve annak közelében. Azonban néhány esetben olyan pollen is előkerült a bélrendszerből, amelyeket nem találtam meg a területen (pl. kakukkfű - *Thymus* sp.). Továbbá számos olyan növényfajt jegyeztem fel, amelyek pollenjét nem sikerült kimutatni, azonban ezek a beazonosítatlan pollentípusok között is lehettek.

Összehasonlítva a kapott eredményeket más kutatásokkal, Hickman és mtsai (1995) 15 virágzó növényfaj esetében vizsgálták különböző zengőlégy fajok pollenfogyasztását. A mintákon átlagosan öt-hat pollentípus fordult elő, amelyek közül a lándzsás útifű (*Plantago lanceolata*), a mézontófü (*Phacelia tanacetifolia*) és a csorbóka fajok (*Sonchus* spp.) virágpora került elő legnagyobb mennyiségben.

Egy olaszországi kutatás során laboratóriumi körülmények között vizsgálták az ékfoltos zengőlégy pollenfogyasztását, különböző, mezőgazdasági területeken általánosan előforduló lágyszárú növények esetében. Az ültetett növények között szerepelt az erdei mályva (*Malva sylvestris*), az orbáncfű (*Hypericum perforatum*), egy kígyószisz (*Echium* sp.), egy atracél (*Anchusa* sp.) és egy mustár faj (*Hirschfeldia incana*). Az eredmények szerint az erdei mályva és a kígyószisz faj növelte legjobban a faj életciklusát (Pinheiro *et al.* 2013b), ami a kutatók szerint egyrészt a mályva nagyméretű pollenjének, másrészt a két növény nektárjához való könnyebb hozzáférésnek volt köszönhető. Az orbáncfű (*H. perforatum*) nem növelte szignifikánsan az ékfoltos zengőlegyek élettartamát, sőt, a kutatók

szerint a növény által kiválasztott hipericin nevű anyag miatt kevésbé jelentett vonzó táplálékot a zengőlegyek számára. A doktori értekezésben bemutatott kutatás eredményei szerint az orbáncfű (*H. perforatum*) az ékfoltos zengőlégy és más zengőlégy fajok (*Eristalis* sp.) számára is fontos pollenforrást jelentett. Az orbáncfű esetében a szirmokon összegyűlő extraflórális nektár is szerepet játszott abban, hogy virágát többet látogatták az imágók (Schaffner 1904).

Laubertie és mtsai (2012) kutatásukban arról számolnak be, hogy mezőgazdasági területeken mézontófüvet, koriandert, köményt és hajdinát ültettek, hogy odavonzzák a zengőlegyeket, és számukat növeljék (Colley & Luna 2000). Az eredmények szerint a koriander és a mézontófü növelte a nőtények tojásrakó képességét, valamint a hímek élettartamát.

A mézontófü pollenje könnyen hozzáférhető a zengőlegyek számára, mert a porzók hosszan kinyúlnak a virágokból (Hickman *et al.* 1995), azonban a nektárjuk túl mélyen van, így abból nem tudnak táplálkozni (Laubertie *et al.* 2012).

Az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) pollenfogyasztását a rovar- és szélbeporzású növények esetében vizsgálva elmondható, hogy július elején kb. egyenlő arányban fogyasztott a két csoport pollenjéből, de rajzása csúcsidején főként a szélbeporzású növények virágporából táplálkozott. A szélbeporzású növények (pl. az útifű fajok - *Plantago* spp.) nagy mennyiségben termelnek pollent, így megfelelő táplálékforrásként szolgálhattak a szaporodás és tojásrakás fő időszakában. Augusztusban és szeptemberben a rovarbeporzású növényekből származó pollentípusok domináltak (orbáncfű - *Hypericum perforatum*, vadmurok - *Daucus carota*, cickafark - *Achillea* sp.) mind az ékfoltos zengőlégyben, mind a többi fajban.

A zengőlégy-növény hálózati kapcsolat szerint az ékfoltos zengőlégy rendkívül sokféle növényt fel tudott használni pollenforrásként a területen lévő növényekből, azonban voltak preferált fajok (*Achillea* sp., *P. major*, *P. tanacetifolia*, *H. perforatum*, *S. cereale*), amelyek pollenjéből jóval többet fogyasztottak az egyedek. A többi zengőlégy fajból kevés egyed került a csapdába, így kevesebb növényfaj pollenjét sikerült kimutatni a bélrendszerükből. A széles levelű útifű (*P. major*) és a mézontófü (*P. tanacetifolia*)

pollenje ezekben a fajokban egyáltalán nem fordult elő, és az orbáncfű (*H. perforatum*) virágporából is csak két további faj táplálkozott. Ezzel szemben nagyszámú vadmurok (*D. carota*) és fekete üröm (*A. vulgaris*) pollen került elő bélrendszerükből. A táplálékhálózat alapján forrásfelosztás volt megfigyelhető a zengőlégy fajok között. Az ékfoltos zengőlégy által látogatott növényeket kevésbé látogatta a többi faj, azonban más növények pollenjéből többet fogyasztottak. A vadmurok (*Daucus carota*) és a pasztinák (*Pastinaca sativa*) sok zengőlégy faj által látogatott növénynek bizonyult, amely feltételezhetően az ernyős virágzat alakjának és a virágok nagy számának köszönhető, másrészt szerepe lehet annak is, hogy e növények pollenje hosszúkas és keskeny, így könnyebben felszívhatók, mint a nagyméretű pollenszemek (Drabble & Drabble 1917; Röder 1990).

Nemzetközi kutatások szerint az agroökoszisztémákban a zengőlegyek számára táplálékforrást jelentő növények ültetése elősegíti megtelepedésüket, túlélésüket, a biológiai növényvédelemben kifejtett hasznos tevékenységüket (White *et al.* 1995; Ambrosino *et al.* 2006; Pineda & Marcos-García 2008; Laubertie *et al.* 2012). A zengőlegyek pollinációs tevékenysége ugyan nem olyan jelentős, mint a méheké, de számos mezőgazdasági növény, illetve egyéb fás és lágyszárú beporzásában fontos szerepük van (Röder 1990; Fontaine *et al.* 2006; Jauker *et al.* 2009; Meyer *et al.* 2009). Egyes kutatások szerint a mikroklimatikai viszonyoktól függően a szélporozta növények megtermékenyülése is függhet a rovarok (zengőlegyek) viráglátogatásától – ahogy ezt útifű fajok (*Plantago* spp.) esetében kimutatták (Ssymank & Gilbert 1993).

Az értekezés eredményei alapján elmondható, hogy az imágók számára fontos tápanyagforrást jelentenek a mezőgazdasági területek mellett húzódó, lágyszárú virágos növényzettel tarkított fás szegélyek. A táplálékforrásként látogatott növények minden gyomtársulásban előfordulnak, mind a mezőgazdasági kultúrák szegélyében, mind a gyümölcsösök sorközi vegetációjában. Ezen élőhelyek meghagyása és minimális kezelése (kaszálás) elősegítheti, hogy a zengőlégy imágók megtalálják megfelelő életterüket a mezőgazdasági kultúrákban is.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A kutatás eredményeként új adatokkal bővült a hazai zengőlégy fauna az alföldi régióból, ami jelentős mértékben hozzájárul a hazai zengőlégy fajok elterjedésének feltérképezéséhez, valamint a hazai zengőlégy adatbázis létrehozásához.
2. A németországi gyűjtések során elsőként sikerült gyűjteni a *Platycheirus aurolateralis* zengőlégy fajt, amelyet 2002-ben írtak le Nagy-Britanniában. A faj mindkét ivarát sikerült fogni. A ritka fajnak tekinthető *Sphegina montana* is előkerült a kelet-németországi gyűjtések alatt.
3. A háromféle csapdázási módszer összevetése során megállapítottam, hogy a hálózás és Malaise-csapda használata bizonyult a legalkalmasabbnak a területek zengőlégy közösségeinek faunisztikai felmérésére. A tálcscapdázás vegetációjukban eltérő területek zengőlégy faunájának kvalitatív és kvantitatív összevetésére nem alkalmas, de hasznos kiegészítője az előző két csapdázási módszernek.
4. A zengőlegyek pollenfogyasztásának elemzése során megállapítottam, hogy a virágos sávok megőrzése a mezőgazdasági kultúrákban jelentős szereppel bír a zengőlégy közösségek számára, mert az imágóknak állandó táplálékforrást biztosítanak.

## 7. GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ EREDMÉNYEK

1. Az alföldi régió új faunisztikai adatokkal bővült a zengőlegyekre vonatkozólag, amely hozzájárul a hazai zengőlégy fauna ismeretének bővítéséhez. A gyűjtött anyag múzeumi gyűjtemények kiegészítésére szolgál.
2. A Németország keleti részéről elsőként előkerült zengőlégy faj, a *Platycheirus aurolateralis* új adatként szerepel az adott faunarégióra vonatkoztatva. A fogott példányok múzeumban megőrizve az elterjedés bizonyítékául szolgálnak.
3. A zengőlegyek csapdázási módszerei közül a hálózás és a Malaise-csapda alkalmazása bizonyult a leghatékonyabbnak. A legtöbb zengőlégy faj és egyed e két módszerrel volt fogható. A tálcspadák fontos kiegészítői a zengőlegyek csapdázásának, de ez a csapdázási technika vegetációfüggő.
4. A zengőlegyek szél- és rovarbeporzású növényeket egyaránt felhasználtak táplálékforrásként, de fontosabb tápnövényeik olyan lágyszárúak voltak, amelyek általánosan megtalálhatók minden gyomtársulásban.
5. A zengőlegyek pollenfogyasztása azt mutatta, hogy a mezőgazdasági kultúrákban lévő virágos sávok és fás szegélyek jelentős táplálékforrással szolgálnak a zengőlegyeknek. A mézontófü jelenléte különösen hasznos az imágóknak a szaporodás idején. Ennek lekaszálása után a vizsgált zengőlégy faj egyedszáma drasztikusan lecsökkent.
6. A zengőlégy-növény hálózati kapcsolatok feltárása elősegíti a zengőlegyek ökoszisztémákban betöltött szerepének pontosabb megértését.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt néhány évben megnövekedett azoknak a kutatásoknak a száma, amelyek a zengőlegyek ökoszisztémákban betöltött szerepét vizsgálják, ezek alapján túlnyomóan hasznos rovaroknak tekinthetjük őket. Az imágók részt vesznek a virágok beporzásában, a lárvák egy része ragadozóként a biológiai növényvédelemben tölt be fontos szerepet.

Munkám célja az volt, hogy feltárjam különböző agroökoszisztémák – szántóföldek és gyümölcsösök – zengőlégy közösségeinek összetételét. Különböző csapdázási módszereket alkalmaztam, amelyek hatékonyságát összevettem. További célja volt a munkámnak, hogy megvizsgáljam a zengőlégy imágók, köztük az ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*) táplálkozási szokásait. Arra a kérdésre kerestem a választ, hogy egy vegetációs periódus során az imágók milyen virágokat látogatnak olyan agroökoszisztémákban, ahol fás szegély húzódik a területek mellett.

Az ma már nem vitatott, sőt, vizsgálatokkal igazolt tény, hogy az élőhelyek fragmentálódása és az intenzív mezőgazdasági művelés csökkenti a területek biodiverzitását, amely fontos ökoszisztéma szolgáltatások kieséséhez vezet. A homogén mezőgazdasági kultúrákban a hasznos élőlények nem találnak megfelelő élőhelyet, ahol a fajfenntartásuk biztosítva lenne. Számos kutatás kimutatta, hogy a diverzebb tájszerkezet pozitívan hat a rovar közösségekre – köztük a zengőlegyekre is – azáltal, hogy több táplálékot, teledő, és szaporodó helyet biztosít számukra, mint egy homogén szerkezetű kultúra. A fás szegélyek, virágos sávok olyan hálózatot alkotnak a mezőgazdasági területek között, amelyek lehetővé teszik, hogy mind a zengőlégy imágók, mind a lárváik megtalálják az optimális feltételeket a túléléshez.

Doktori munkám első részében hazai szántóföldön és a mellette húzódó fás szegélyben, valamint különböző kezelésű gyümölcsösökben vizsgáltam a zengőlégy közösségek időbeli és térbeli mintázatát, összetételét, fenológiai viszonyait, csapdázási lehetőségeit.

Munkám második részében Németországban végeztem gyűjtéseket különböző területek zengőlégy közösségeinek összetételét, illetve azok csapdázási módszereit összehasonlítva. A gyűjtések során a magyarországi területeken módosított lepkehálót és fehér tálcspadákat alkalmaztam, melyeket Németországban Malaise-csapdával és más színű

tálcsapdákkal is kiegészítettem. A vizsgálatok során, bár különböző területeken és kultúrákban történtek, ugyanazok a gyakorinak mondható fajok kerültek elő magasabb egyedszámban, és minden esetben magas volt az afidofágok aránya az összegyedszámban. A rajzási csúcsok július-augusztus tájékára estek a különböző gyűjtési évek alatt, amely megfelelt a szakirodalomban írtaknak. A zengőlegyek az egész vegetációs periódus során jelen voltak a területeken, de a ritkább fajok kora tavasszal kerültek elő. A csapdázási módszerek összehasonlítása alapján elmondható, hogy a hálózás bizonyult az egyik leghatékonyabb gyűjtési módszernek, azonban a Malaise-csapda fontos kiegészítője a terület zengőlégy közösségeinek feltárásához. Mindkét módszerrel magas volt a fogott zengőlegyek faj- és egyedszáma, de a Malaise-csapdából olyan fajok is előkerültek, amelyeket hálóval nem gyűjtöttem. A tálcsapdák hatékonysága vitatható, mert színük alapján kulcsingerként működhetnek egy virágos vegetációban szegény élőhelyen, így jelentős vonzó hatást gyakorolnak a zengőlegyekre, míg a virágos növényekben gazdag vegetációban kevésbé eredményesek. Azonban a tálcsapdák is hozzájárulnak egy adott terület zengőlégy faunájának megismeréséhez.

A mintavételi területeken fontos faktornak bizonyult a sorközi vegetáció, vagy a fás szegélyek megléte, amelyek lehetőséget teremtettek a zengőlegyek megtelepedésére. A DE ATK DTTI szántóföldje mellett húzódó fás szegély és a Debrecen melletti bioalmás sorközi vegetációja is fontos élőhelyet biztosított mind a zengőlégy imágók, mind a lárváik számára. A pallagi gyümölcsös kevésbé volt a zengőlegyek számára kedvező habitat a környező fák kezelése, és a sorközi növényzet hiánya miatt.

Munkám harmadik részében azt vizsgáltam, hogy milyen pollent fogyaszt az egyik leggyakoribb és leghasznosabbnak mondott ékfoltos zengőlégy (*E. balteatus*), amely kora tavasszal jelenik meg és lárvája nagymértékben pusztítja a levéltetveket. A zengőlégy imágók számára a megfelelő mennyiségű táplálékforrás elengedhetetlen a szaporodási és tojásrakási időszakban. Agroökoszisztémákban a fás szegélyek és a virágos sávok biztosíthatják az imágóknak szükséges nektárt és pollent. A gyűjtéseket szántóföldi területeken végeztem, amelyek mellett fás szegélyek és virágos sávok húzódtak. A gyűjtéshez tálcsapdákat használtam, majd a fogott egyedek bélrendszeréből pollenpreparátumokat készítettem. A pollenelemzések alapján elmondható, hogy a területen virágzó növények közül számosat az imágók folyamatos táplálékforrásként használtak a

vegetációs periódus alatt, különösen a rajzási csúcsideszakban. Nagy mennyiségben fogyasztották a széles levelű útifű, az orbáncfű, a mézontófű, a cickafark fajok, a rozs, továbbá a pasztinák, a sövényszulák és a réti zörgőfű pollenjét is.

A kutatás összegzéseként elmondható, hogy a zengőlegyek számára fontos tápanyagforrást jelentenek a mezőgazdasági területek mellett húzódó lágyszárú virágos növényzettel tarkított fás szegélyek. A folyamatosan virágzó vegetáció az imágók pollenszükségleteit kielégíti, amely különösen fontos a szaporodás és a tojásrakás időszakában, és ezek az élőhelyek a lárvák fejlődéséhez is teret biztosítanak. A virágos sávok, illetve a szegélyben növő gyomnövényzet meghagyásával, elősegíthető, hogy a zengőlégy imágók megtalálják megfelelő életterüket a mezőgazdasági kultúrákban is, és kifejtsék hasznos tevékenységüket.

## 9. SUMMARY

In the past few years the number of researches focusing on hoverfly influence in ecosystems have increased; based on these hoverflies must be considered predominantly beneficial insects. Adults participate in pollination, many larvae are predators and therefore important factors in biological control. The goal of my study was to reveal the composition of hoverfly communities in different agro-ecosystems: agricultural fields and orchards. Different trapping/collecting methods were applied and their efficiencies compared. Another objective was the investigation of feeding habits in hoverfly imagoes, including *Episyrphus balteatus*, primary question being what flowers are visited during the vegetation period in those agro-ecosystems where wooded margins are along the fields.

It is no longer debated, even supported by studies, that fragmentation of habitats and intensive (agricultural) land use reduces biodiversity that leads to dropout of important ecosystem services. In homogenous agricultural crops beneficial organisms cannot find suitable habitat that could sustain them. Numerous studies showed that more diverse land structure positively influences insect communities – including hoverflies – by providing more food, overwintering and breeding sites than homogenous crops. Wooded margins, flowering strips create a network between agricultural fields enabling both imagoes and larvae of hoverflies to find optimal conditions for survival. In the first part of my doctoral (PhD) studies in Hungary, both cultivated lands with adjacent wooded strips and orchards with different management hoverfly communities were investigated for patterns in time and space, composition, phenological conditions, trapping possibilities. In the second part of my research collection was made in Germany comparing hoverfly communities of different areas and appropriate trapping methods. For the collecting in Hungary modified butterfly-net and white pan trap were used, supplemented in Germany by Malaise traps and pan traps of different colours. During the investigations – although in different locations and different cultures – the same species that may be considered as common turned up in the most numbers. Ratio of aphidophagous species was always high in the total specimen number. In the different years gradation peaks fell onto the period of roughly July-August, this matches literature data. Hoverflies were present in the investigated areas during the entire study period, but the rarer species were found during early spring. Comparing the different

collecting methods, although netting proved to be the most efficient, Malaise traps provided important supplementary data to the knowledge of hoverfly communities. Both methods captured many species and individuals of hoverflies, but Malaise traps had some species not in the netted samples. Efficiency of pan traps is debatable as by the colour they act as key stimulus in a habitat poor in flowering vegetation, and are therefore very attractive to hoverflies, but efficiency is poor in vegetations rich in flowering plants. However, even pan traps can contribute to the knowledge of the hoverfly fauna of an area.

In the sampling sites within-row vegetation or presence of wooded margins have proved to be important factors in enabling the colonization of hoverflies. Both the wooded margin beside the agricultural field of DE ATK DTTI and the within-row vegetation of the organic apple orchard near Debrecen have proved to be an important habitat for both the adults and larvae of hoverflies. The orchard at Pallag was a less favourable habitat for hoverflies because of the management of the neighbouring trees and the lack of within-row vegetation.

Adult hoverflies require adequate quantity of food in the mating and egg-laying period. In agro-ecosystems wooded margins and flowering strips can provide the necessary nectar and pollen. The third part of my research investigated what plant species' pollens are in the diet of *E. balteatus*, considered to be one of the most common and beneficial hoverfly; it appears during early spring and its larva greatly reduces the number of aphids. Collecting was done in agricultural fields along which there were wooded margins and flowering strips. For the sampling pan traps were used, then pollen preparations were made out of the digestive tracts of captured individuals. Analysis of results identifies several plant species in the area being used as continuous food source during the entire vegetation period, but especially during the gradation peak. Pollens from flowers of greater plantain (*Plantago major*), St John's wort (*Hypericum perforatum*), blue tansy (*Phacelia tanacetifolia*), yarrow species (*Achillea* spp.), rye (*Secale cereale*) and but also parsnip (*Pastinaca sativa*), larger bindweed (*Calystegia sepium*), and Rough Hawk's-beard (*Crepis biennis*) were consumed in great quantity.

As a conclusion, hoverflies are greatly dependent on the food source from wooded margins along agricultural fields and forest strips with herbaceous flowering plants. The continuously flowering vegetation covers the pollen requirement of imagoes that is

particularly important in the mating and egg-laying periods, and finally, also provide habitat for the development of larvae. Managing flowering strips and weeds in the field margin can promote the hoverfly adults to find suitable habitat in agroecosystems and increase their useful activities.

## 10. IRODALOMJEGYZÉK

- Albert R., Hassan S. A., Langenbruch G. A. (2007): Biologischer Pflanzenschutz. Aid Heft 1030. Typoplus GmbH, Hannover.
- Alignier A., Raymond L., Deconchat M., Menozzi P., Monteil C., Sarthou J. P. Vialatte A., Ouin A. (2014): The effect of semi-natural habitats on aphids and their natural enemies across spatial and temporal scales. *Biological Control* 77. 76–82.
- Almohamad R., Verheggen F. J., Francis F., Lognay G., Haubruge E. (2010): Assessment of oviposition site quality by aphidophagous hoverflies reaction to conspecific larvae. *Animal Behaviour* 79. 589–594.
- Ambrosino M. D., Luna J. M., Jepson P. C., Wratten S. D. (2006): Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects, and herbivores. *Environmental Entomology* 35. 394–400.
- Andersson G. K. S., Birkhofer K., Rundlöf M., Smith H. G. (2013): Landscape heterogeneity and farming practice alter the species composition and taxonomic breadth of pollinator communities. *Basic and Applied Ecology* 14. 540–546.
- Andersson G. K. S., Rundlöf M., Smith H. G. (2012): Organic farming improves pollination success in strawberries. *PLoS ONE* 7. 2: 3159.
- Ankersmitt G., Dijkman H., Keuning N., Mertens H., Sins A., Tacoma H. (1986): *Episyrphus balteatus* as a predator of the Aphid *Sitobion avenae* on winter wheat. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 42. 271–277.
- Anon. (1994): Planning Policy Guidance No. 9. Nature Conservation. Department of the Environment, HMSO, London.
- Anon. (1995): Biodiversity: The UK Steering Group Report, vol. II: Action Plans. HMSO, London.
- Anon. (1997): The Hedgerows Regulations 1997. Statutory Instrument 1997. No. 1160. HMSO, London.
- Austin Z., Penic M., Raffaelli D. G., White P. C. L. (2015): Stakeholder perceptions of the effectiveness and efficiency of agri-environment schemes in enhancing pollinators on farmland. *Land Use Policy* 47. 156–162.

- Azadi H., Schoonbeek S., Mahmoudi H., Derudder B., De Maeyer P., Witlox F. (2011): Organic agriculture and sustainable food production system: Main potentials. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 144. 92–94.
- Bańkowska R. (1980): Fly communities of the family Syrphidae in natural and anthropogenic habitats of Poland. *Memorabilia Zoologica* 33. 3–93.
- Barkemeyer W. (1984): Über die Syrphiden (Dipt., Syrphidae) in den Hochmoorresten der nordwestlichen Bundesrepublik Deutschland [Syrphidae (Dipt., Syrphidae) of Moor residues in nordwest part of Federal Republic of Germany]. *Zoologischer Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 111. 43–67.
- Barr C. J., Britt C. P., Sparks T. H., Churchward J. M. (1995): Hedgerow management and wildlife. A review of research on the effects of hedgerow management and adjacent land on biodiversity. Contract report to Defra. Wolverhampton.
- Barr C. J., Gillespie M. (2000): Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data. *Journal of Environmental Management* 60. 23–32.
- Bartsch H., Binkiewicz E., Rådén A., Nasibov E. (2009): Blomflugor: Syrphinae. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna, DH53a. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Basky Zs. (2005): Levéltetvek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bastian O. (1986): Schwebfliegen: Syrphidae. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Batáry P., Matthiesen T., Tscharrntke T. (2010): Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143. 2020–2027.
- Bates F. S., Harris S. (2009): Does hedgerow management on organic farms benefit small mammal populations? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 129. 124–130.
- Baudry J., Bunce R. G. H., Burel F. (2000): Hedgerows: an international perspective on their origin, function, and management. *Journal of Environmental Management* 60. 7–22.
- Báldi A. (2011): Pénzt vagy életet. *Magyar Tudomány* 7. 774–779.

- Bengtsson J., Ahnström J., Weibull A. C. (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42. 261–269.
- Bennett E. M., Peterson G. D., Gordon L. J. (2009): Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters* 12. 1394–1404.
- Bennewicz J. (2011): Aphidivorous hoverflies (Diptera: Syrphidae) at field boundaries and woodland edges in an agricultural landscape. *Polskie Pismo Entomologiczne* 80. 1: 129–149.
- Bereczki K., Báldi A. (2011): A biológiai védekezés hazai és nemzetközi trendjei. *Biokontroll* 2. 12–17.
- Beug H. J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Publisher Verlag Friedrich Pfeil, Munich.
- Biesmeijer J. C., Roberts S. P. M., Reemer M., Ohlemüller 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.
- Blaauw B. R., Isaacs R. (2014): Larger patches of diverse floral resources increase insectpollinator density, diversity, and their pollination of native wildflowers. *Basic and Applied Ecology* 15. 701–711.
- Bone N. J., Thomson L. J., Ridland P. M., Cole P., Hoffmann A. A. (2009): Cover crops in Victorian apple orchards: Effects on production, natural enemies and pests across a season. *Crop Protection* 28. 675–683.
- Bostanian N. J., Goulet H., O'hara J., Masner L., Racette G. (2004): Towards insecticide free apple orchards: flowering plants to attract beneficial arthropods. *Biocontrol Science and Technology* 14. 1: 25–37.
- Boutin C., Jobin B., (1998): Intensity of agricultural practices and effects on adjacent habitats. *Ecological Applications* 8. 544–557.
- Bozsik A. (2001): Biológiai növényvédelem: egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum Mezőgazdaságtudományi Kar Növényvédelmi Tanszék, Debrecen.

- Branquart E., Hemptinne J. L. (2000): Development of ovaries, allometry of reproductive traits and fecundity of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology* 97. 2: 165–170.
- Brauns A. (1953): Studies on the ecology and economic importance of aphidophagous species of Syrphidae. *Beiträge zur Entomologie* 3. 3: 278–303.
- Breeze T. D., Bailey A. P., Balcombe K. G., Potts S. G. (2011): Pollination services in the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 142. 137–143.
- Brittain C., Bommarco R., Vighi M., Settele J., Potts S. G. (2010): Organic farming in isolated landscapes does not benefit flower-visiting insects and pollination. *Biological Conservation* 143. 1860–1867.
- Bugg R. L. (1992): Habitat manipulation to enhance the effectiveness of aphidophagous hover flies (Diptera: Syrphidae). *Sustainable Agriculture* 5. 2: 1–9.
- Burel F. (1996): Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 15. 169–190.
- Burel F., Baudry J., Butet A., Clergeau P., Delettre Y., Le Coeur D., Dubs F., Morvan N., Paillat G., Petit S., Thenail C., Lefeuvre J. C. (1998): Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica* 19. 47–60.
- Burgio G., Sommaggio D. (2002): Diptera Syrphidae caught by Malaise trap in Bologna province and new record of *Neoascia interrupta* in Italy. *Bulletin of Insectology* 55. 1-2: 43–47.
- Burgio G., Sommaggio D. (2007): Syrphids as landscape bioindicators in Italian agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120. 416–422.
- Cardinale B. J., Duffy E., Gonzalez A., Hooper D. U., Perrings C., Venail P., Narwani A., Mace G. M., Tilman D., Wardle D. A., Kinzig A. P., Daily G. C., Loreau M., Grace J. B., Larigauderie A., Srivastava D. S., Naeem S. (2012): Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486. 49–67.
- Carreck N. L., Williams I. H. (2002): Food for insect pollinators on farmland: insect visits to flowers of annual seed mixtures. *Journal of Insect Conservation* 6. 13–23.

- Chambers R. J. (1988): Syrphidae. [In: Minks A. K., Harrewijn P. (eds) *World Crop Pests: Aphids – Their Biology, Natural Enemies and Control 2B.*] Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 259–267.
- Chambers R. J., Adams T. H. L. (1986): Quantification of the impact of hoverflies (Diptera: Syrphidae) on cereal aphids in winter wheat: an analysis of field populations. *Journal of Applied Ecology* 23. 3: 895–904.
- Chambers R. J., Aikman D. P. (1988): Quantifying the effects of predators on aphid populations. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 46. 257–265.
- Clough Y., Ekroos J., Báldi A., Batáry P., Bommarco R., Gross N., Holzschuh A., Hopfenmüller S., Knop E., Kuussaari M., Lindborg R., Marini L., Öckinger E., Potts S. G., Pöyry J., Roberts S. P. M., Steffan-Dewenter I., Smith H. G. (2014): Density of insect-pollinated grassland plants decreases with increasing surrounding land-use intensity. *Ecology Letters* 17. 9: 1168–1177.
- Coe R. L. (1953): Diptera, Syrphidae. *Handbooks for the Identification of British Insects* 10. 1: 1-98.
- Colley M. R., Luna J. M. (2000): Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Environmental Entomology* 29. 1054–1059.
- Corbet S. (1995): Insects, plants and succession: advantages of long-term set-aside. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 53. 201–217.
- Cowgill S. (1989): The role of non-crop habitats on hoverfly (Diptera: Syrphidae) foraging on arable land. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference 3.*, British Crop Protection Council, Farnham, UK.
- Cowgill S. E., Sotherton N. W., Wratten S. D. (1993): The selective use of floral resources by the hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) on farmland. *Annals of Applied Biology* 122. 223–231.
- Croxton P. J., Franssen W., Myhill D. G., Sparks T. H. (2004): The restoration of neglected hedges: a comparison. *Biological Conservation* 117. 19–23.
- Cumming G. S., Buerkert A., Hoffmann E. M., Schlecht E., von Cramon-Taubadel S., Tscharntke T. (2014): Implications of agricultural transitions and urbanization for ecosystem services. *Nature* 515. 50–57.

- Darvas B., Papp L. (1994): Kétszárnyúak – Diptera. [In: Jermy T., Balázs K. (eds) A növényvédelmi állattan kézikönyve.] Akadémiai Kiadó, Budapest, 15–21.
- De la Peña N. M., Butet A., Delettre Y., Morant P., Burel F. (2003): Landscape context and carabid beetles communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 94. 59–72.
- Debras J. F., Senoussi R., Rieux R., Buisson E., Dutoit T. (2008): Spatial distribution of an arthropod community in a pear orchard (southern France) Identification of a hedge effect. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 127. 166–176.
- Dennis P., Fry G. L. A. (1992): Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 40. 95–115.
- 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, 297–329.
- 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. *Biological Control* 55. 97–109.
- Doczkal D., Stuke J. H., Goeldlin de Tiefenau P. (2002): The species of the *Platycheirus scutatus* (Meigen) complex in central Europe, with description of *Platycheirus speighti* spec.nov.from the Alps (Diptera, Syrphidae). *Volucella* 6. 23–40.
- Dormann C. F., Fruend J., Grube B., R Development Core Team (2014): Visualising bipartite networks and calculating some (ecological) indices. R package version 2.05. 1-154.
- Dover J., Sparks T. (2000): A review of the ecology of butterflies in British hedgerows. *Journal of Environmental Management* 60. 51–63.
- Dover J., Sparks T., Clarke S., Gobbett K., Glossop S. (2000): Linear features and butterflies: the importance of green lanes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 80. 227–242.

- Drabble E., Drabble H. (1917): The syrphid visitors to certain flowers. *New Phytologist* 16. 5/6: 105–109.
- Duelli P., Obrist M. K. (1998): In search of the best correlates for local organism biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity and Conservation* 7. 297–309.
- Eilenberg J., Hajek A., Lomer C. (2001): Suggestions for unifying the terminology in biological control. *Biological Control* 46. 387–400.
- Ekroos J., Rundlöf M., Smith H. G. (2013): Trait-dependent responses of flower-visiting insects to distance to semi-natural grasslands and landscape heterogeneity. *Landscape Ecology* 28. 1283–1292.
- Faegri K., Iversen J. (1989): Textbook of pollen analysis. Typeset by Alden, London.
- Faegri K., Iversen J. (1993): Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York.
- Fahrig L. (1997): Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management* 61. 603–610.
- Fahrig L., Girard J., Duro D., Pasher J., Smith A., Javorek S., King D., Freemark K. L., Mitchell S., Tischendorf L. (2015): Farmlands with smaller crop fields have higher within-field biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 200. 219–234.
- Fászl I. S. (1878): Adatok Sopron légyfaunájához – A Pannonhalmi Szent-Benedek-Rend soproni Kath. Főgymnasiumának értesítője az 1877/78. tanévről. 1–34.
- Fenesi A., Vágási Cs. I., Beldean M., Földesi R., Kolcsár L-P., Shapiro J. T., Török E., Kovács-Hostyánszki A. (2015): *Solidago canadensis* impacts on native plant and pollinator communities in different-aged old fields. *Basic and Applied Ecology* 16. 4: 335–346.
- Fiedler A. K., Landis D. A., Wratten S. D. (2008): Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. *Biological Control* 45. 254–271.
- 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. *Biological Conservation* 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. *Biological Conservation* 136. 185–194.
- Fliessbach A., Oberholzer H. R., Gunst L., Mäder P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118. 273–284.
- Fontaine C., Dajoz I., Meriguet J., Loreau M. (2006): Functional Diversity of Plant–Pollinator Interaction Webs Enhances the Persistence of Plant Communities. *PLoS Biology* 4. 1: e1. doi:10.1371/journal.pbio.0040001.
- Fortuna M. A., Bascompte J. (2006): Habitat loss and the structure of plant–animal mutualistic networks. *Ecology Letters* 9. 281–286.
- Földesi R., Medgyessy I. (2009): Zengőlégy-együttesek (*Diptera: Syrphidae*) összetétele és szerepe egy ökológiai (bio) gazdálkodású almaültetvényben. *Agrártudományi Közlemények*. 27. 57–61.
- Freemark K. E., Boutin C. (1995): Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: A review with special reference to North America. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52. 67–91.
- Freemark K. E., Boutin C., Keddy C. J. (2002): Importance of farmland habitats for conservation of plant species. *Conservation Biology* 16. 399–412.
- Freemark K. E., Kirk D. A. (2001): Birds on organic and conventional farms in Ontario: partitioning effects of habitat and practices on species composition and abundance. *Biological Conservation* 101. 337–350.
- Gallai N., Salles J. M., Settele J., Vaissière B. E. (2009): Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68. 810–821.
- Garbarkiewicz A., Trojanowski H. (1998): Występowanie mszycożernych *Syrphidae* na miedzach i przy drogach śródpolnych. [Aspects of balks and field – ways of conservation of *Syrphidae* in agriculture habitats]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 38. 2: 631–623.

- Genz A., Bretz F., Miwa T., Mi X., Leisch F., Scheipl F., Hothorn T. (2013): mvtnorm: Multivariate Normal and t Distributions. R package version 0.9–9995. URL <http://CRAN.R-project.org/package=mvtnorm>
- Gil-Tena A., De Cáceres M., Ernoult A., Butet A., Brotons L., Burel F. (2015): Agricultural landscape composition as a driver of farmland bird diversity in Brittany (NW France). *Agriculture, Ecosystems & Environment* 205. 79–89.
- Gittings T., O’Halloran J., Kelly T., Giller P. S. (2006): The contribution of open spaces to the maintenance of hoverfly (Diptera, Syrphidae) biodiversity in Irish plantation forests. *Forest Ecology and Management* 237. 290–300
- Gonthier D. J., Ennis K. K., Farinas S., Hsieh H. Y., Iverson A. L., Batáry P., Rudolphi J., Tschardt T., Cardinale B. J., Perfecto I. (2014): Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. *Proceedings of the Royal Society B* 281. 20141358.
- Gontijo L. M., Beers E. H., Snyder W. E. (2013): Flowers promote aphid suppression in apple orchards. *Biological Control* 66. 1: 8–15.
- Goulson D., Lye G. C., Darvill B. (2008): Decline and conservation of bumble bees. *Annual Review Entomology* 53. 191–208.
- Griffiths G. J. K., Holland J. M., Bailey A., Thomas M. B. (2008): Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control* 45. 200–209.
- Gurr G., Wratten S. D., Alteri M. A. (2004): Ecological Engineering for Pest Management: Advances in Habitat Manipulation for Arthropods. CSIRO Publishing, Canberra.
- Haarto A., Kerppola S. (2007): Finnish hoverflies and some species in adjacent countries. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu.
- Haenke S., Kovács-Hostyánszki A., Fründ J., Batáry P., Jauker B., Tschardt T., Holzschuh A. (2014): Landscape configuration of crops and hedgerows drives local syrphid fly abundance. *Journal of Applied Ecology* 51. 2: 505–513.
- Haenke S., Scheid B., Schaefer M., Tschardt T., Thies C. (2009): Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs complex landscapes. *Journal of Applied Ecology* 46. 1106–1114.

- Hågvar E. B., Nielsen T. R. (2007): The hoverfly fauna (Diptera, Syrphidae) from six years of Malaise trapping in an organic barley field and its boundary in southern Norway. *Norwegian Journal of Entomology* 54. 135–145.
- Hajek A. (2004): *Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*. Cambridge University Press, New York.
- Hannon L. E., Sisk T. D. (2009): Hedgerows in an agri–natural landscape: Potential habitat value for native bees. *Biological Conservation* 142. 2140–2154.
- Harwood R. W. J., Hickman J. M., Macleod A., Sherrat T. N., Wratten S. D. (1994): Managing field margins for hoverflies. *British Crop Protection Council Monograph* 58. 147–152.
- Harwood R. W. J., Wratten S. D., Nowakowski M. (1992): The effect of managed field margins on hoverfly (Diptera: Syrphidae) distribution and within–field abundance. [In: Brighton Crop Protection Conference – Pest and Diseases.] Brighton, UK, 1033–1037.
- Hasken K. H., Poehling H. M. (1995): Effects of different intensities of fertilisers and pesticides on aphids and aphid predators in winter wheat. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52. 45–50.
- Haycock N. E., Pinay G., Walker C. (1993): Nitrogen retention in river corridors: European perspective. *Ambio* 22. 340–346.
- Hickman J. M., Lovei G. L., Wratten S. D. (1995): Pollen feeding by adults of the hover fly *Melanostoma fasciatum* (Diptera: Syrphidae). *New Zealand Journal of Zoology* 22. 387–392.
- Hickman J. M., Wratten S. D. (1996): Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. *Journal of Economic Entomology* 89. 832–840.
- Hickman J. M., Wratten S. D., Jepson P. C., Frampton C. M. (2001): Effect of hunger on yellow water trap catches of hoverfly (Diptera: Syrphidae) adults. *Agricultural and Forest Entomology* 3. 1: 35–40.
- Hinsley S. A., Bellamy P. E. (2000): The influence of hedge structure, management, and landscape context on the value of hedgerows to birds: a review. *Journal of Environmental Management* 60. 33–49.

- Hjelle K. L. (1997): Relationships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Review of Palaeobotany & Palynology* 99. 1–16.
- Hoback W. W., Svatos T. M., Spomer S. M., Higley L. G. (1999): Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91. 393–402.
- Hogg B. N., Bugg R. L., Daane K. M. (2011): Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. *Biological Control* 56. 76–84.
- Hole D. G., Perkins A. J., Wilson J. D., Alexander I. H., Grice P. V., Evans A. D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122. 113–130.
- Holland J. M., Smith B. M., Storkey J., Lutman P. J. W., Aebischer N. J. (2015): Managing habitats on English farmland for insect pollinator conservation. *Biological Conservation* 182. 215–222.
- Holzschuh A., Steffan-Dewenter I., Kleijn D., Tschardt T. (2007): Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44. 41–49.
- Horn D. (1981): Effect of weedy backgrounds on colonization of collards by Green Peach Aphid, *Myzus persicae*, and its major predators. *Environmental Entomology* 10. 285–296.
- Hothorn T., Bretz F., Westfall P. (2008): Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50. 346–363.
- <http://www.biokutatas.hu/biogazdalkodas>
- Hutton S. A., Giller P. S. (2003): The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology* 40. 994–1007.
- Iler A. M., Inouye D. W., Høye T. T., Miller-Rushing A. B., Burkle L. A., Johnston E. B. (2013): Maintenance of temporal synchrony between syrphid flies and floral resources despite differential phenological responses to climate. *Global Change Biology* 19. 2348–2359.

- Irvin N. A., Wratten S. D., Frampton C. M., Bowie M. H., Evans A. M., Moar N. T. (1999): The phenology and pollen feeding of three hover fly (Diptera: Syrphidae) species in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 26. 105–115.
- 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. *Landscape Ecology* 24. 547–555.
- Jauker F., Wolters V. (2008): Hover flies are efficient pollinators of oilseed rape. *Oecologia* 156. 819–823.
- Jervis M. A., Heimpel G. E. (2005): Phytophagy. [In: Jervis M. (ed) *Insects as Natural Enemies – A Practical Perspective.*] Springer, Dordrecht, 525–550.
- Jönsson A. M., Ekroos J., Dänhardt J., Andersson G. K. S., Olsson O., Smith H. G. (2015): Sown flower strips in southern Sweden increase abundances of wild bees and hoverflies in the wider landscape. *Biological Conservation* 184. 51–58.
- Kaule G., Krebs S. (1989): Creating new habitats in intensively used farmland. [In: Buckley G. P. (ed) *Biological Habitat Reconstruction.*] Belhaven Press, London, 161–170.
- Keilbach R. (1954): *Goldaugen, Schwebfliegen und Marienkäfer.* Published by Ziemsen, Wittenberg.
- Kendall D. A., Wilson D., Guttridge C. G., Anderson H. M. (1971): Testing *Eristalis* as a pollinator of covered crops. *Long Ashton Research Station Report* 1971. 120–121.
- Kevan P. G. (1999): Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74. 373–393.
- Khan S., Yunus M. (1970): Biology of *Syrphus baltetaus* (Diptera: Syrphidae). *Pakistan Journal of Zoology* 2. 215–217.
- Kirchmann H., Bergstrom L., Katterer T., Mattsson L., Gesslein S. (2007): Comparison of long-term organic and conventional crop-livestock systems on a previously nutrient-depleted soil in Sweden. *Agronomy Journal* 99. 960–972.
- Kleijn D., Baquero R. A., Clough Y., Diaz M., De Esteban J., Fernandez F., Gabriel D., Herzog F., Holzschuh A., Johl R., Knop E., Kruess A., Marshall E. J. P., Steffan-Dewenter I., Tscharnke T., Verhulst J., West T. M., Yela J. L. (2006):

- Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecological Letters* 9. 243–254.
- Kleijn D., Van Langevelde F. (2006): Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology* 7. 201–214.
- Kleijn D., Verbeek M. (2000): Factors affecting the species composition of arable field boundary vegetation. *Journal of Applied Ecology* 37. 256–266.
- Kovács-Hostyánszki A., Batáry P., Báldi A. (2011): Local and landscape effects on bee communities of Hungarian winter cereal fields. *Agricultural and Forest Entomology* 13. 59–66.
- Kowarz F. (1883): Adatok Zemplénmegye természetrajzi ismeretéhez (III. Dr. Chyzer Kornél gyűjteményének zemplénmegyei legyei) – A magyar orvosok és természetvizsgálók 1882. aug. 23–tól aug. 27–ig Debrecenben tartott XXII. vándorgyűlésének történeti vázlata és munkálatai, Budapest, 233–246.
- Kremen C., Miles A. (2012): Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society* 17. 4: 40.
- Landis D. A., Wratten S. D., Gurr G. M. (2000): Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45. 147–201.
- Langoya L. A., Van Rijn P. C. J. (2008): The significance of floral resources for natural control of aphids. *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting* 19. 67–74.
- Lanzoni A., Masetti A., Plankesteiner D., Burgio G. (2003): Role of field margin habitats and annual flowering plant mixture on parasitization of economic Agromyzid pests. *IOBC/wprs Bulletin* 26. 4: 95–100.
- Laubertie E., Wratten S., Hemptinne J. (2012). The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. *Biological Control* 61. 1–6.

- Le Coeur D., Baudry J., Burel F., Thenail C. (2002): Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89. 23–40.
- 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). *Biological 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.
- Loreau M., Naeem S., Inchausti P., Bengtsson J., Grime J. P., Hector A., Hooper D. U., Huston M. A., Raffaelli D., Schmid B., Tilman D., Wardle D. A. (2001): Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294. 804–808.
- Lövei G. L., Magura T., Sigsgård L., Ravn H. P. (2002): Patterns in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in single-row hedgerows in a Danish agricultural landscape. [In: Szyszko J., den Boer P., Bauer T. (eds) How to protect or what we know about Carabid Beetles. Proceedings of the 10th European Meeting of Carabidologists.] Agricultural University Press, Warsaw, Poland, 201–212.
- Lundin O., Smith H. G., Rundlöf M., Bommarco R. (2013): When ecosystem services interact: crop pollination benefits depend on the level of pest control. *Proceedings of the Royal Society B* 280. 20122243.
- MacLeod A. (1999): Attraction and retention of *Episyrphus balteatus* DeGeer (Diptera: Syrphidae) at an arable field margin with rich and poor floral resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 73. 237–244.
- Makkai G. (2008): Ökológiai gazdálkodás. Mentor Kiadó, Budapest.
- Marshall E. J. P., Moonen A. C. (2002): Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89. 5–21.
- Matthew G. E., Mitchell E., Bennett M., Gonzalez A. (2014): Agricultural landscape structure affects arthropod diversity and arthropod-derived ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 192. 144–151.

- Maudsley M. J. (2000): A review of the ecology and conservation of hedgerow invertebrates in Britain. *Journal of Environmental Management* 60. 65–76.
- 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. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89. 77–89.
- Memmott J., Craze P. G., Waser N. M., Price M. V. (2007): Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. *Ecology Letters* 10. 710–717.
- Meyer B., Jauker F., Steffan-Dewenter I. (2009): Contrasting resource–dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. *Basic and Applied Ecology* 10. 178–186.
- Mérot P. (1999): The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in a temperate climate. *Agronomie* 19. 655–669.
- 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). *Biological Control* 21. 91–95.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Miller N., Al-Dobai S., Legaspi J., Sivinski J. (2013): Estimating attraction of Syrphidae (Diptera) to flowering plants with interception traps. *Biocontrol Science and Technology* 23. 1040–1052.
- Miñarro 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. *BioControl* 50. 403–414.
- Minks A. K., Harrewijn P. (eds) (1989): Aphids: their biology, natural enemies and control. Elsevier, New York.
- Mitchell M. G. E., Suarez-Castro A. F., Martinez-Harms M., Maron M., McAlpine C., Gaston K. J., Johansen K., Rhodes J. R. (2015): Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services. *Trends in Ecology and Evolution* 30. 4: 190–198.
- Moore P. D., Webb J. A. (1978): An Illustrated Guide to Pollen Analysis. Hodder and Stoughton, London.

- Moore P. D., Webb J. A., Collinson M. E. (1991): Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Mózes E., Kovács-Hostyánszki A., Földesi R., Szirák A., Báldi A. (2013): Measuring the effects of landscape heterogeneity and agricultural management on bee communities in Transylvanian pastures and arable fields – The influence of the sampling method (Bee communities in agricultural landscapes). [In: Abstract Book, Student Conference on Conservation Science]. Cambridge, 39.
- Niehoff B., Poehling H. M. (1995): Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52. 51–55.
- Nye W. P., Anderson J. L. (1974): Insect pollinators frequenting strawberry blossoms and the effect of honeybees on yield and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 99. 40–44.
- Ortu S., Floris I. (1990): Osservazioni sul cromotropismo di alcune specie di Ditteri Sirfidi (Diptera Syrphidae). *Bollettino della Societa Entomologica Italiana* 122. 2: 151-157.
- Öckinger E., Lindborg R., Sjödin N. E., Bommarco R. (2012): Landscape matrix modifies richness of plants and insects in grassland fragments. *Ecography* 35. 259–267.
- Palm C., Blanco-Canqui H., DeClerck F., Gatere L., Grace P. (2014): Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 187. 87–105.
- Pansarin E. R. (2008): Reproductive biology and pollination of *Govenia utriculata*: A syrphid fly orchid pollinated through a pollen-deceptive mechanism. *Plant Species Biology* 23. 90–96.
- Pascual-Villalobos M. J., Lacasa A., Gonzalez A., Varo P., Garcia M. J. (2006): Effect of flowering plant strips on aphid and syrphid populations in lettuce. *European Journal of Agronomy* 24. 182–185.
- Pejchar L., Mooney H. A. (2009): Invasive species, ecosystem services and human wellbeing. *Trends in Ecology and Evolution* 24. 497–504.
- Penvern S., Bellon S., Fauriel J., Sauphanor B. (2011): Peach orchard protection strategies and aphid communities: Towards an integrated agroecosystem approach. *Crop Protection* 29. 1148-1156.

- Perrings C., Jackson L., Bawa K., Brussaard L., Brush S., Gavin T., Papa R., Pascual U., De Ruiter P. (2006): Biodiversity in agricultural landscapes: saving natural capital without losing interest. *Conservation Biology* 20. 263–264.
- Pfiffner L., Luka H. (2000): Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent seminatural habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 78. 215–222.
- Pfiffner L., Luka H. (2003): Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders in cereal crops – a paired farm approach in NW-Switzerland. *Basic and Applied Ecology* 4. 117–127.
- Pfiffner L., Wyss E. (2004): Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. [In: Gurr G. M., Wratten S. D., Altieri M. A. (eds) *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods.*] Csiro Publishing, Australia, 165–186.
- Pineda A., Marcos-García A. (2008): Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly populations (Diptera: Syrphidae). *Annales de la Société Entomologique de France* 44. 487–492.
- Pinheiro J., Bates D., DebRoy S., Sarkar D., R Development Core Team (2013a): nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3. 1–111.
- Pinheiro L. A., Torres L., Raimundo J., Santos S. A. P. (2013b): Effect of floral resources on longevity and nutrient levels of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* 67. 178–185.
- Pollard E., Hooper M. D., Moore N. W. (1974): *Hedges*. Collins, London.
- Potts S. G., Biesmeijer J. C., Kremen C., Neumann P., Schweiger O., Kunin W. E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 25. 6: 345–353.
- Potts S. G., Vulliamy B., Dafni A., Ne’Eman G., Willmer P. G. (2003): Linking bees and flowers: how do flower communities structure pollinator communities? *Ecology* 84. 2628–2642.
- Powell W., Walters K., A’hara S., Ashby J., Stevenson H., Northing P. (2003): Using field margin diversification in agri-environment schemes to enhance aphid natural enemies. *IOBC/wprs Bulletin* 26. 4: 123–128.

- 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.
- Punt W. (1976): The Northwest European Pollen Flora. I. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W., Clarke G. C. S. (1980): The Northwest European Pollen Flora. II. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W., Clarke G. C. S. (1981): The Northwest European Pollen Flora. III. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W., Clarke G. C. S. (1984): The Northwest European Pollen Flora. IV. Elsevier, Amsterdam.
- Punt W., Hoen P. P. (2009): The Northwest European Pollen Flora, 70 Asteraceae — Asteroideae. *Review of Palaeobotany and Palynology* 157. 22–183.
- Purtauf T., Roschewitz I., Dauber J., Thies C., Tschardt T., Wolters V. (2005): Landscape context of organic and conventional farms: influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 108. 165–174.
- R Development Core Team, R (2009): A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- R Development Core Team, R (2013): A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 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. *Diversity and Distributions* 17. 3: 519–529.
- Radics L. (2001): Ökológiai gazdálkodás. Dinasztia Kiadó, Budapest.
- Raymond L., Sarthou J-P., Plantegenest M., Gauffre B., Ladet S., Vialatte A. (2014): Immature hoverflies overwinter in cultivated fields and may significantly control aphid populations in autumn. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 185. 99–105.
- 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. *Ecological Modelling* 221. 1310–1316.
- Rashed A., Sherratt N. T. (2007): Mimicry in hoverflies (Diptera: Syrphidae): A field test of the competitive mimicry hypothesis. *Behavioral Ecology* 18. 337–344.

- Rasztik V., Mészáros Z. (1997): Egy kezeletlen gyümölcsös zengőlégy – (Diptera: Syrphidae) faunájának vizsgálata I. *Növényvédelem* 33. 12: 605–611.
- Rasztik V., Mészáros Z., Markó V. (1999): Egy nagyüzemi amaültetvény zengőlégy – (Diptera, Syrphidae) faunájának vizsgálata. *Növényvédelem* 35. 8: 381–385.
- Rácz V., Visnyovszky É. (1985): Changes in the abundance of aphidophagous Heteroptera and Syrphids occurring in maize stands of different management types. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 20. 1-2: 193–200.
- Ricou C., Schneller C., Amiaud B., Plantureux S., Bockstaller C. (2014): A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora. *Ecological Indicators* 45. 320–331.
- Rieux R., Simon S., Defrance H. (1999): Role of hedgerows and ground cover management on arthropod populations in pear orchards *Agriculture, Ecosystems & Environment* 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. *Bulletin of Insectology* 59. 2: 111–114.
- Roszik P. (2013): Az ökológiai gazdálkodásról gazdáknak, közérthetően. Biokontroll Hungária Nonprofit Kft, Budapest.
- Röder G. (1990): *Biologie der Schwebfliegen Deutschlands*. Verlag Erna Bauer, Keltern–Weiler.
- Rundlöf M., Smith H. G. (2006): The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context. *Journal of Applied Ecology* 43. 1121–1127.
- Sadeghi H., Gilbert F. (2000): Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology* 69. 5: 771–784.
- Sajjad A., Saeed S. (2010): Floral host plant range of syrphid flies (Syrphidae: Diptera) under natural conditions in southern Punjab, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 42. 2: 1187–1200.
- 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. *Ecological Economics* 64. 835–848.

- Sardiñas H. S., Kremen C. (2015): Pollination services from field-scale agricultural diversification may be context-dependent. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 207. 17–25.
- Sarthou J. P., Badoz A., Vaissière B., Chevallier A., Rusch A. (2014): Local more than landscape parameters structure natural enemy communities during their overwintering in semi-natural habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 194. 17–28.
- Sarthou J. P., Ouin A., Arrignon F., Barreau G., Bouyjou B. (2005): Landscape parameters explain the distribution and abundance of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology* 102. 539–545.
- Sattler C., Nagel U. J., Werner A., Zander P. (2010): Integrated assessment of agricultural production practices to enhance sustainable development in agricultural landscapes. *Ecological Indicators* 10. 49–61.
- Schaffner J. H. (1904): Ohio plants with extrafloral nectaries and other glands. *Ohio Naturalist* 4. 103–106.
- Schauff M. E. (2001): Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools. Systematic Entomology Laboratory, USDA, National Museum of Natural History, Washington D.C.
- Schiemenz H. (1957): Vergleichende funktionell-anatomische Untersuchungen der Kopfmuskulatur von *Theo baldia* und *Eristalis* (Dipt. Culicid. und Syrphid.). *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 4. 268–331.
- Schneider F. (1948): Beitrag zur Kenntnis der generationsverhältnisse und diapause rauberischer schwebfliegen. *Mitteilungen der Schweizertischen Entomologischen Gesellschaft* 21. 249–285.
- 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 land use across temperate Europe. *Oikos* 116. 461–472.
- Scott S., Barlow C. (1990): Effect of hunger on the allocation of time among pea plants by the Larvae of an Aphidophagous hover fly, *Eupeodes corollae* (Dipt.: Syrphidae). *Entomophaga* 35. 163–172.

- Setti M. (1972): Ricerche sulla attivita di alcune specie di Sirfidi (Diptera) predatori di afidi del melo. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia della Universita degli Studi di Bologna* 30. 103–132.
- Seufert V., Ramankutty N., Foley J. A. (2012): Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485. 229–232.
- Simon T. (1992): A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Sobota G., Twardowski J. (2004): Variation in species spectrum of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in arable crops depending on the collection method. <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue2/biology/art-08.html>
- Solomon M. E., Kendall D. A. (1970): Pollination by the syrphid fly, *Eristalis tenax*. *Long Ashton Research Station Report* 1970. 101–102.
- Sommaggio D. (1999): Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74. 343–356.
- Speight M. C. D. (1986): Criteria for the selection of insects to be used as bio-indicators in nature conservation research. [In: Proceedings of the 3rd European Congress on Entomology.] Amsterdam, 485–488.
- Speight M. C. D. (2005): *Platycheirus aurolateralis*, *P. scutatus* and *P. splendidus* (Diptera: Syrphidae) in a Co.Dublin garden, Ireland. *Bulletin of Irish Biogeographical Society* 29. 258–261.
- Speight M. C. D. (2006): Species accounts of European Syrphidae (Diptera), Ferrara 2006. [In: Speight M. C. D., Castella E., Sarthou J. P., Monteil C. (eds) Syrph the Net on CD, Issue 5. The database of European Syrphidae.] Syrph the Net Publications, Dublin.
- Speight M. C. D., Brown M. J. F., Stout J. C. (2004): *Platycheirus aurolateralis* and *P. splendidus* (Diptera: Syrphidae), insects new to Ireland and their separation from related species. *The Irish Naturalists' Journal* 27. 11: 413–417.
- Speight M. C. D., Castella E. (2001): An approach to interpretation of lists of insects using digitised biological information about the species. *Journal of Insect Conservation* 5. 139–1139.

- Ssymank A. (1989): Das Vegetationsmosaik eines Waldgebietes der Schwarzwaldvorbergzone und seine funktionale Bedeutung für blütenbesuchende Insekten - unter besonderer Berücksichtigung der Syrphidae (Diptera). Dissertation, I/II. Freiburg.
- Ssymank A. (1991): Die Anwendung von Farbschalen in der Biozöologie am Beispiel der Syrphiden. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 2. 119–128.
- Ssymank A. (2001): Vegetation und blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft* 64. 3–513.
- Ssymank A., Gilbert F. (1993): Anemophilous pollen in the diet of Syrphid flies with special reference to the leaf feeding strategy occurring in Xylotini. (Diptera, Syrphidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 40. 2: 245–258.
- Ssymank A., Kearns C. A., Pape T., Thompson C. (2008): Pollinating flies (Diptera): A major contribution to plant diversity and agricultural production. *Tropical Conservancy, Biodiversity* 9. 1-2: 86–89.
- Stähls G., Hippa H., Rotheray G., Muona J., Gilbert F. (2003): Phylogeny of Syrphidae (Diptera) inferred from combined analysis of molecular and morphological characters. *Systematic Entomology* 28. 433–450.
- Staley J. T., Amy S. R., Adams N. P., Chapman R. E., Peyton J. M., Pywell R. F. (2015): Re-structuring hedges: Rejuvenation management can improve the long term quality of hedgerow habitats for wildlife in the UK. *Biological Conservation* 186. 187–196.
- 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*). *Biological Control* 48. 267–273.
- Steffan-Dewenter I., Potts S. G., Packer L. (2005): Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution* 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. *Agricultural and Forest Entomology* 10. 37–43.
- Stubbs A. E., Falk S. J. (2002): British hoverflies an illustrated identification guide. Reprint of 2nd edition. British Entomological and Natural History Society, London.

- Sugiura N. (1996): Pollination of the orchid *Epipactis thunbergii* by syrphid flies (Diptera: Syrphidae). *Ecological Research* 11. 3: 249–255.
- Sutherland J. P., Sullivan M. S., Poppy G. M. (1999): The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly *Episyrphus balteatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 93. 157–164.
- Sutherland J. P., Sullivan M. S., Poppy G. M. (2001): Distribution and abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) in wildflower patches and field margin habitats. *Agricultural and Forest Entomology* 3. 1: 57–64.
- Tenhumberg B., Poehling H. M. (1995): Syrphids as natural enemies of cereal aphids in Germany: Aspects of their biology and efficacy in different years and regions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52. 39–43.
- Thalhammer J. (1900): Ordo. Diptera. [In: Fauna Regni Hungariae.] Természettud. Társulat, Budapest, 76.
- Thompson F. C., Rotheray G. E. (1998): Family Syrphidae. [In: Papp L., Darvas B. (eds) Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies economic importance) Vol. 3. Higher Brachycera] Science Herald, Budapest, 81–139.
- Thomson L. J., Hoffmann A. A. (2009): Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control* 49. 259–269.
- Tinkeu L. N., Hance T. (1998): Functional morphology of the mandibles of the larvae of *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776) (Diptera: Syrphidae). *International Journal of Insect Morphology & Embryology* 27. 2: 135–142.
- Tischendorf L., Irmeler U., Hingst R. (1998): A simulation experiment on the potential of hedgerows as movement corridors for forest carabids. *Ecological Modelling* 106. 107–118.
- Tóth S. (1983a): Simuliidae, Tipulidae, Limoniidae, Bombyliidae, Therevidae and Syrphidae (Diptera) in the Hortobágy. [In: Mahunka S. (ed) The fauna of the Hortobágy National Park.] Akadémiai Kiadó, Budapest, 293–301.
- Tóth S. (1983b): A Bakonyi Természettudományi Múzeum zengőlégy-gyűjteménye (Diptera: Syrphidae) II. – *Folia Musei Historico–naturalis Bakonyiensis* 2. 203–210.
- Tóth S. (2001a): A Bakonyvidék zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). *A Bakony természettudományi kutatásának eredményei* 25. 5–448.

- Tóth S. (2001b): Syrphidae. [In: Papp L. (ed) Checklist of the Diptera of Hungary.] Hungarian Natural History Museum, Budapest, 243–261.
- Tóth S. (2008a): A Mátravidék zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis Supplementum* 3. 5–152.
- Tóth S. (2008b): A Mecsek zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). *Acta Naturalia Pannonica* 3. 5–138.
- Tóth S. (2009): Adatok Gyűrűfű kétszárnyú (Diptera) faunájához a Biodiverzitás Napok gyűjtései alapján. *Natura Somogyiensis* 13. 179–190.
- Tóth S. (2011): Magyarország zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). *E-Acta Naturalia Pannonica, Supplementum* 1. 5–408.
- Trzcíński P., Piekarska-Boniecka H. (2013): Dynamics of predatory syrphidae in the apple orchard and neighbouring shrubberies. *Journal of Plant Protection Research* 53. 2: 119–123.
- Tscharntke T., Klein A. M., Kruess A., Steffan-Dewenter I., Thies C. (2005): Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. *Ecology Letters* 8. 857–874.
- Tuzet A., Wilson J. D. (2007): Measured winds about a thick hedge. *Agricultural and Forest Meteorology* 145. 195–205.
- Van Rijn P. C. J., Kooijman J., Wäckers F. L. (2013): The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* 67. 32–38.
- 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*. *Journal of Insect Physiology* 57. 1614–1621.
- Van Veen M. P. (2004): Hoverflies of northwest Europe. KNNV Publishing, Utrecht.
- Visnyovszky É. (1983): Data of the syrphid fauna of an apple orchard near Budapest, Hungary. *Verh. SIEEC* X: 140–142.
- Visnyovszky É. (1987): Agrárterületek – kukorica és alma – zengőlégy (Diptera: Syrphidae) faunájának összehasonlító vizsgálata. *Állattani közlemények* 74. 1–4: 159–167.

- Visnyovszky É. (1989): Kétszárnyúak. [In: Balázs K., Mészáros Z. (eds) *Biológiai védekezés természetes ellenségekkel.*] Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 136–144.
- Visnyovszky É., Rácz V. (1989): Investigation of syrphids in maize stands. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 24. 1–2: 219–223.
- Vogt H., Weigel A. (1999): Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *IOBC/wprs Bulletin* 22. 7: 39–46.
- Walters S. A. (2011): Weed management systems for no-tillage vegetable production. [In: Soloneski S., Larramendy M. L. (eds) *Herbicides, theory and applications.* InTech, 2–40.
- Walton N. J., Isaacs R. (2011): Influence of Native Flowering Plant Strips on Natural Enemies and Herbivores in Adjacent Blueberry Fields. *Environmental Entomology* 40. 3: 697-705.
- Wäckers F. L. (2004): Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control* 29. 307–314.
- Wehling S., Diekmann M. (2009): Importance of hedgerows as habitat corridors for forest plants in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 142. 2522–2530.
- Weibull A. C., Bengtsson J., Nohlgren E. (2000): Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography* 23. 743–750.
- White M. H., Wratten S. D., Berry N. A., Weigmann U. (1995): Habitat manipulation to enhance biological control of brassicae pests by hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Journal of Economic Entomology* 88. 5: 1171–1176.
- Wickham H. (2007): Reshaping Data with the reshape Package. *Journal of Statistical Software* 21. 1–20.
- Winfrey R., Kremen C. (2009): Are ecosystem services stabilized by differences among species? A test using crop pollination. *Proceedings of the Royal Society B* 276. 229–237.
- Woltz J. M., Isaacs R., Landis D. A. (2012): Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 152. 40–49.

- 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.
- Wratten S. D., Bowie M. H., Hickman J. M., Evans A. M., Sedcole J. R., Tylianakis J. M. (2003): Field boundaries as barriers to movement of hover flies (Diptera: Syrphidae) in cultivated land. *Oecologia* 134. 605–611.
- Wratten S. D., White A. J., Bowie M. H., Berry N. A., Weigmann U. (1995): Phenology and ecology of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in New-Zealand. *Environmental Entomology* 24. 3: 595–600.
- Zander E. (1935): Beiträge zur Herkunftbestimmung bei Honig. I. Pollengestaltung und Herkunftbestimmung bei Blütenhonig. Verlag der Reichsfachgruppe Imker E.V., Berlin.
- 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. *Journal of Environmental Management* 96. 7–16.

## 11. FÜGGELÉK

**1. táblázat:** A tangazdaság A10-es parcellája mellett húzódó fás szegély növényei a mintavételi transzektekben (DE ATK DTTI, 2008)

### Fák és cserjék

*Acer platanoides* L. – Korai juhar  
*Celtis occidentalis* L. – Nyugati ostorfa  
*Crataegus monogyna* Jacq. – Egybibés galagonya  
*Corylus avellana* L. – Közönséges mogyoró  
*Fraxinus ornus* L. – Virágos kőris  
*Prunus cerasifera* Ehrh. – Cseresznyeszilva  
*Quercus robur* L. – Kocsányos tölgy  
*Robinia pseudoacacia* L. – akác  
*Salix caprea* L. - Kecskefűz  
*Ulmus minor* Mill. – Mezei szil

### Lágyszárúak

A fás szegélyen belül	A fás szegély mentén
<i>Alliaria petiolata</i> M.B. Cav. et Gr. – Kányazsombor	<i>Achillea millefolium</i> L. – Közönséges cickafark
<i>Anthriscus cerefolium</i> L. Hoffm. – Zamatos turbolya	<i>Alopecurus pratensis</i> L. – Réti ecsetpázsit
<i>Ballota nigra</i> L. – Fekete peszterce	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. – Parlagfű
<i>Galium aparine</i> L. – Ragadós galaj	<i>Anthriscus cerefolium</i> L. Hoffm. – Zamatos turbolya
<i>Geum urbanum</i> L. – Erdei gyömbérgyökér	<i>Artemisia vulgaris</i> L. – Fekete üröm
<i>Lamium purpureum</i> L. – Pirosló árvacsalán	<i>Ballota nigra</i> L. – Fekete peszterce
<i>Rumex obtusifolius</i> L. – Réti lórom	<i>Bromus sterilis</i> L. – Meddő rozsnok
<i>Stellaria media</i> L. – Közönséges tyúkhúr	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L. Medicus – Pásztortáska
<i>Urtica dioica</i> L. – Nagy csalán	<i>Cichorium intybus</i> L. – Katángkóró

*Cirsium arvense* L. – Mezei aszat  
*Conium maculatum* L. – Foltos bürök  
*Convolvulus arvensis* L. – Apró szulák  
*Hordeum murinum* L. – Egérárpa  
*Lamium purpureum* L. – Pirosló  
árvacsalán  
*Lepidium draba* L. – Útszéli zsázsa  
*Matricaria maritima* L. – Kaporlevelű  
ebszékfű  
*Medicago lupulina* L. – Komlós lucerna  
*Taraxacum officinale* Weber –  
Pongyola pitypang  
*Trifolium repens* L. – Fehér here  
*Urtica dioica* L. – Nagy csalán

**2. táblázat:** A tangazdaság A10-es parcellájában, illetve a mellette húzódó fás szegély mentén végzett kutatás során gyűjtött zengölégys fajok (DE ATK DTTI, 2008)

Fajok	Relatív abundancia (%)	Lárvák tápláléka	Gyűjtőeszköz	
			Háló	Tálcsapda
<i>Chrysotoxum arcuatum</i> Linnaeus, 1758	0.08	gyökértetvek	+	-
<i>Dasysyrphus albostratus</i> (Fallén, 1817)	0.2	levéltetvek	+	-
<i>Epistrophe eligans</i> (Harris, 1780)	0.2	levéltetvek	+	-
<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Meigen, 1822)	0.2	levéltetvek	+	-
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	<b>42</b>	levéltetvek	+	+
<i>Eristalinus aeneus</i> (Scopoli, 1763)	0.4	szaprofág	+	+
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	1.9	szaprofág	+	+
<i>Eristalis pertinax</i> (Scopoli, 1763)	0.2	szaprofág	+	-
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	2.7	szaprofág	+	+
<i>Eumerus strigatus</i> (Fallén, 1817)	0.08	növényevő	+	-
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	<b>10.2</b>	levéltetvek	+	+
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	0.3	levéltetvek	+	+
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	<b>6.2</b>	levéltetvek	+	+
<i>Paragus haemorrhous</i> Meigen, 1822	0.08	gyökértetvek	+	-
<i>Pipiza festiva</i> Meigen, 1822	0.2	levéltetvek	+	-
<i>Platycheirus scutatus</i> (Meigen, 1822)	0.5	levéltetvek	+	-
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	0.6	levéltetvek	+	+
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	<b>16.5</b>	levéltetvek	+	+
<i>Syritta pipiens</i> (Linnaeus, 1758)	<b>15.6</b>	szaprofág	+	+
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	0.3	levéltetvek	+	-
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	1.0	levéltetvek	+	-
<i>Xanthogramma pedissequum</i> (Harris, (1776))	0.08	levéltetvek	+	-

**3. táblázat:** A bioalma ültetvény lágyszárú növényei a gyűjtési periódus alatt (Harstein-kert, 2008)

**Lágyszárúak**

---

- Achillea millefolium* L. – Közönséges cickafark  
*Ambrosia artemisiifolia* L. – Parlagfű  
*Artemisia vulgaris* L. – Fekete üröm  
*Capsella bursa-pastoris* L. Medicus – Pásztortáska  
*Cichorium intybus* L. – Katángkóró  
*Cirsium arvense* L. – Mezei aszat  
*Conium maculatum* L. – Foltos bürök  
*Convolvulus arvensis* L. – Apró szulák  
*Hordeum murinum* L. – Egérárpa  
*Lamium purpureum* L. – Pirosuló árvacsalán  
*Matricaria maritima* L. – Kaporlevelű ebszékfű  
*Medicago lupulina* L. – Komlós lucerna  
*Plantago lanceolata* L. – Lándzsás útifű  
*Plantago major* L. – Széles levelű útifű  
*Taraxacum officinale* Weber – Pongyola pitypang  
*Trifolium repens* L. – Fehér here  
*Urtica dioica* L. – Nagy csalán  
*Verbena officinalis* L. – Közönséges vassfű  
*Vicia villosa* Roth. – Szöszös bükköny

4. táblázat: A bioalma ültetvényben fogott zengőlégy fajok (Harstein-kert, 2008)

Fajok	Relatív abundancia (%)	Lárvák tápláléka	Gyűjtőeszköz	
			Háló	Tálcsapda
<i>Chrysotoxum arcuatum</i> (Linnaeus, 1758)	0,2	gyökértetvek	+	-
<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Meigen, 1822)	0,2	levéltetvek	+	-
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	<b>5,1</b>	levéltetvek	+	+
<i>Eristalinus aeneus</i> (Scopoli, 1763)	0,6	szaprofág	+	+
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	1	szaprofág	+	-
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	2	szaprofág	+	+
<i>Eumerus strigatus</i> (Fallén, 1817)	0,2	növényevő	+	-
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	1	levéltetvek	+	+
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	0,2	levéltetvek	+	-
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus, 1758)	0,2	szaprofág	+	-
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)	0,2	szaprofág	+	-
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	<b>16,6</b>	levéltetvek	+	+
<i>Pipizella</i> sp.	0,2	levéltetvek	+	-
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	<b>69,7</b>	levéltetvek	+	+
<i>Syritta pipiens</i> (Linnaeus, 1758)	1,7	szaprofág	+	+
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	0,4	levéltetvek	+	-
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	0,76	levéltetvek	+	-

**5. táblázat:** A DE ATK DTTI Pallagi Génbank és Gyakorlólóhely kísérleti telepén tálcspárával gyűjtött fajok (DE ATK DTTI, Pallag, 2008)

<b>Fajok</b>	<b>Relatív abundancia (%)</b>	<b>Lárvák tápláléka</b>
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	<b>17,2</b>	levéltetvek
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	1,5	szaprofág
<i>Eristalis lineata (horticola)</i> (De Geer, 1776)	0,5	szaprofág
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	<b>18,2</b>	szaprofág
<i>Eumerus strigatus</i> (Fallén, 1817)	0,5	növényevő
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	<b>18,2</b>	levéltetvek
<i>Ferdinandea cuprea</i> (Scopoli, 1763)	0,5	szaprofág
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus, 1758)	1,0	szaprofág
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)	0,5	szaprofág
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	<b>6,1</b>	levéltetvek
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	0,5	szaprofág
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	2,0	levéltetvek
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	<b>26,8</b>	levéltetvek
<i>Syritta pipiens</i> (Linnaeus, 1758)	3,0	szaprofág
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	1,0	levéltetvek
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	2,5	levéltetvek

6. táblázat: A tharandti területek fás és lágyszárú növényei (Tharandt, Németország, 2009)

	321-es terület	434-es terület
<b>Fák és cserjék</b>	<i>Betula pendula</i> Roth – Közönséges nyír	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. – Egybibés galagonya
	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten – Lucfenyő	<i>Rosa canina</i> L. – Gyepürózsa
	<i>Quercus robur</i> L. – Kocsányos tölgy	<i>Viburnum opulus</i> L. – Kányabangita
<b>Lágyszárúak</b>	<i>Agrostis capillaris</i> L. – Cérnatippán	<i>Galium mollugo</i> L. – Közönséges galaj
	<i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix) J.F. Gmel. – Szöszös nádtippán	<i>Lapsana communis</i> L. – Közönséges bojtorjansaláta
	<i>Cirsium arvense</i> L. – Mezei aszat	<i>Prunella vulgaris</i> L. – Közönséges gyíkfű
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. – Közönséges aszat	<i>Ranunculus repens</i> L. – Kúszó boglárka
	<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin. – Sédbúza	<i>Taraxacum officinale</i> Weber – Pongyola pitypang
	<i>Digitalis purpurea</i> L. – Piros gyűszűvirág	<i>Trifolium spp.</i> – Herefaj
	<i>Geranium robertianum</i> L. – Nehézszagú gólyaorr	<i>Urtica dioica</i> L. – Nagy csalán
	<i>Holcus lanatus</i> L. – Pelyhes selyemperje	<i>Veronica chamaedrys</i> L. – Ösztörűs veronika
	<i>Impatiens parviflora</i> DC. – Kisvirágú nebáncsvirág	<i>Vicia cracca</i> L. – Kaszanyűg bükköny
	<i>Juncus effusus</i> L. – Békaszittyó	<i>Vicia sepium</i> L. – Gyepübükköny
	<i>Matricaria recutita</i> L. – Orvosi székfű	
	<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench – Nyugati kékperje	

**7. táblázat:** A tharandti területeken különböző csapdázási módszerekkel gyűjtött zengőlégy fajok (Tharandt, Németország, 2009)

Fajok	Relatív abundancia (%)	Malaise	Háló	Tál	321-es terület	434-es terület
<i>Baccha elongata</i> (Fabricius, 1775)	0,10	+	-	-	-	+
<i>Cheilosia aerea</i> (Dufour, 1848)	0,10	+	-	-	-	+
<i>Cheilosia albitarsis</i> (Meigen, 1822)	0,61	+	+	-	+	+
<i>Cheilosia gigantea</i> (Zetterstedt, 1838)	0,10	+	-	-	-	+
<i>Cheilosia illustrata</i> (Harris, [1780])	0,10	+	-	-	+	-
<i>Cheilosia pagana</i> (Meigen, 1822)	0,82	+	+	-	-	+
<i>Chrysotoxum arcuatum</i> (Linnaeus, 1758)	0,10	-	+	-	+	-
<i>Chrysotoxum veralli</i> Collin, 1940	0,20	-	+	+	+	-
<i>Dasysyrphus hilaris</i> (Zetterstedt, 1843)	0,10	-	+	-	+	-
<i>Dasysyrphus pinastri</i> (De Geer, 1776)	0,10	+	-	-	-	+
<i>Dasysyrphus venustus</i> (Meigen, 1822)	0,31	+	-	-	-	+
<i>Epistrophe cryptica</i> Doczkal & Schmid, 1994	0,20	+	-	+	+	+
<i>Epistrophe eligans</i> (Harris, [1780])	0,61	-	+	-	-	+
<i>Epistrophe nitidicollis</i> (Meigen, 1822)	0,31	+	-	+	+	+
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	<b>24,59</b>	+	+	+	+	+
<i>Eristalis anthophorina</i> (Fallen, 1817)	1,63	+	+	-	-	+
<i>Eristalis arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	0,20	+	-	-	+	+

1758)						
<i>Eristalis interrupta (nemorum)</i>		-	+	-	-	+
(Poda, 1761)	0,41					
<i>Eristalis lineata (horticola)</i> (De Geer, 1776)	0,31	+	-	-	-	+
<i>Eristalis pertinax</i> (Scopoli, 1763)	0,71	+	+	-	+	+
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	0,41	-	+	+	+	-
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	0,10	-	+	-	+	+
<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macquart, 1829)	1,73	+	+	+	+	+
<i>Eupeodes nitens</i> (Zetterstedt, 1843)	0,20	+	-	+	-	+
<i>Helophilus hybridus</i> Loew, 1846	0,10	+	-	-	+	+
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus, 1758)	0,20	-	+	+	-	+
<i>Melangyna cincta</i> (Fallen, 1817)	0,10	+	-	+	-	+
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	0,20	+	-	-	+	+
<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius, 1794)	0,10	+	+	-	+	+
<i>Meliscaeva auricollis</i> (Meigen, 1822)	<b>5,31</b>	+	+	+	-	+
<i>Meliscaeva (Episyrphus) cinctellus</i> (Zetterstedt, 1843)	<b>9,80</b>	+	-	-	+	+
<i>Neocnemodon (Heringia) vitripennis</i> (Meigen, 1822)	0,10	+	-	-	-	+
<i>Paragus majoranae</i> Rondani, 1857	0,10	-	+	-	+	-
<i>Parasyrphus annulatus</i> (Zetterstedt, 1838)	0,41	+	-	-	+	+
<i>Parasyrphus lineolus</i> (Zetterstedt, 1843)	0,10	+	-	-	-	+
<i>Parasyrphus malinellus</i> (Collin, 1952)	0,10	-	+	-		+

<i>Pipiza noctiluca</i> (Linnaeus, 1758)	0,20	+	-	+	+	-
<i>Pipiza quadrimaculata</i> (Panzer, 1804)	0,51	-	+	-	+	+
<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius, 1781)	<b>10,41</b>	+	+	+	+	+
<i>Platycheirus angustatus</i> (Zetterstedt, 1843)	0,20	+	+	-	+	+
<i>Platycheirus aurolateralis</i> Stubbs, 2002	0,20	+	-	-	-	+
<i>Platycheirus clypeatus</i> (Meigen, 1822)	2,35	+	+	-	+	+
<i>Platycheirus europaeus</i> Goeldin de Tiefenau, Maibach & Speight, 1990	1,33	+	+	-	+	+
<i>Platycheirus parmatus</i> Rondani, 1857	0,10	+	-	-	-	+
<i>Platycheirus peltatus</i> (Meigen, 1822)	<b>4,90</b>	+	+	-	+	+
<i>Platycheirus scutatus</i> (Meigen, 1822)	0,41	+	-	-	-	+
<i>Platycheirus tarsalis</i> (Schummel, 1836)	0,31	+	+	-	-	+
<i>Pyrophaena granditarsa</i> (Forster, 1771)	0,10	-	+	-	-	+
<i>Rhingia campestris</i> Meigen, 1822	0,92	+	+	-	-	+
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	0,41	-	+	+	+	-
<i>Sericomyia silentis</i> (Harris, [1776])	0,71	-	+	+	+	-
<i>Sphaerophoria interrupta</i> (Fabricius, 1805)	0,10	-	+	-	-	+
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	0,61	-	+	-	+	+
<i>Sphaerophoria taeniata</i> (Meigen, 1822)	<b>14,80</b>	+	+	-	+	+

<i>Sphegina montana</i> Becker, 1921	0,10	+	-	-	-	+
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	0,20	+	+	-	+	+
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	0,41	-	+	-	+	-
<i>Volucella bombylans</i> (Linnaeus, 1758)	0,10	-	+	-	-	+
<i>Volucella pellucens</i> (Linnaeus, 1758)	0,20	-	+	-	+	-
<i>Xylota florum</i> (Fabricius, 1805)	0,20	+	-	+	+	-
<i>Xylota jakutorum</i> Bagatshanova, 1980	0,20	+	+	+	+	-
<i>Xylota segnis</i> (Linnaeus, 1758)	<b>9,29</b>	-	+	+	+	+

**8. táblázat:** Klein-Altendorf és Hennef fás és lágyszárú növényei (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

Klein-Altendorf	Hennef
<b>Fásszárúak</b>	
<i>Betula pendula</i> Roth – Közönséges nyír	<i>Cornus sanguinea</i> – Veresgyűrű som
<i>Cornus sanguinea</i> L. – Húsos som	<i>Corylus avellana</i> – Közönséges mogyoró
<i>Corylus avellana</i> L. – Közönséges mogyoró	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. – Egybibés galagonya
<i>Crataegus oxyacantha</i> L. – Cseregalagonya	<i>Rosa canina</i> L. – Gyepűrózsa
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. – Egybibés galagonya	<i>Sambucus nigra</i> L. – Fekete bodza
<i>Fraxinus excelsior</i> L. – Magas kőris	<i>Syringa vulgaris</i> – Közönséges orgona
<i>Platanus occidentalis</i> L. – Nyugati platánfa	<i>Viburnum opulus</i> L. – Kányabangita
<i>Prunus avium</i> L. – Madárcekeresznye	
<i>Quercus robur</i> L. – Kocsányos tölgy	
<i>Rosa canina</i> L. – Gyepűrózsa	
<i>Rubus fruticosus</i> L. – Vadszeder	
<i>Salix fragilis</i> L. – Törékeny fűz	
<i>Sambucus nigra</i> L. – Fekete bodza	
<i>Tilia cordata</i> L. – Kislevelű hárs	
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop. – Nagylevelű hárs	
<b>Lágyszárúak</b>	
<i>Achillea millefolium</i> L. – Közönséges cickafark	<i>Achillea millefolium</i> – Közönséges cickafark
<i>Aegopodium podagraria</i> L. – Podagrafű	<i>Artemisia vulgaris</i> – Fekete üröm
<i>Alliaria petiolata</i> M.B. Cav. et Gr. – Kányazsombor	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. – Mezei aszat
<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm. – Erdei turbolya	<i>Coriandrum sativum</i> L. – Koriander
<i>Arctium</i> sp. L. – Bojtorján faj	<i>Daucus carota</i> L. – Vadmurok
<i>Artemisia vulgaris</i> L. – Fekete üröm	<i>Erigeron canadensis</i> L. – Betyárkóró
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. – Sövényszulák	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. – Édeskömény
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. – Mezei aszat	<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) Blake – Borzas gombvirág
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. – Közönséges aszat	<i>Heracleum sphondylium</i> L. – Közönséges medvetalp

*Convulvulus arvensis* L. – Apró szulák

*Crepis biennis* L. – Réti zörgőfű

*Crepis capillaris* (L.) Wallr. –

*Daucus carota* L. – Vadmurok

*Epilobium sp.* L. – Füzike faj

*Galium aparine* L. – Ragados galaj

*Geranium dissectum* Juslen. – Sallangos gólyaorr

*Geranium pyrenaicum* Burm. – Szibériai gólyaorr

*Geranium robertianum* L. – Nehézszagú gólyaorr

*Geranium rotundifolium* L. – Kereklevelű gólyaorr

*Glechoma sp.* L. – Repkény faj

*Heracleum sphondylium* L. – Közönséges medvetalp

*Hypericum perforatum* L. – Orbáncfű

*Lamium album* L. – Fehér árvacsalán

*Lamium maculatum* L. – Foltos árvacsalán

*Lamium purpureum* L. – Pirosló árvacsalán

*Lathyrus pratensis* L. – Réti lednek

*Linaria vulgaris* Mill. – Közönséges gyújtoványfű

*Matricaria maritima* L. – Kaporlevelű ebszékfű

*Phacelia tanacetifolia* Benth. – Mézontófű

*Plantago lanceolata* L. – Lándzsás útifű

*Plantago major* L. – Széleslevelű útifű

*Polygonum aviculare* L. – Madárkeserűfű

*Rumex obtusifolius* L. – Réti lórom

*Senecia jacobaea* L. – Jakabnapi aggófű

*Senecio inaequidens* DC. –

*Solanum nigrum* L. – Erdei csucsor

*Sonchus oleraceus* L. – Szelíd csorbóka

*Stachys sylvatica* L. – Erdei tisztosfű

*Tanacetum vulgare* L. – Giliszaűző varádics

*Taraxacum officinale* Weber – Pongyola pitypang

*Hypericum perforatum* L. – Orbáncfű

*Matricaria maritima* L. – Kaporlevelű ebszékfű

*Papaver rhoas* – Pipacs

*Plantago lanceolata* L. – Lándzsás útifű

*Sambucus nigra* – Fekete bodza

*Sinapis arvensis* L. – Vadrepce

*Solidago gigantea* Ait. – Selyemkóró

*Trifolium pratense* L. – Réti here

*Urtica dioica* – Nagy csalán

*Trifolium pratense* L. – Réti here

*Trifolium repens* L. – Fehér here

*Urtica dioica* L. – Nagy csalán

*Vicia sepium* L. – Gyepűbüköny

**9. táblázat:** Klein-Altendorfban az 50 méteres transzekt mentén a mintavétel ideje alatt virágzó növények, és virágzásuk ideje (Klein-Altendorf, Németország, 2010)

(Jelmagyarázat: v: virágzik, +: kevés vagy foltokban, ++: sok virágzó egyed (>20 szál), sárgával kiemelve a rovarbeporzásúak)

		2010.07.06	2010.07.14	2010.07.21	2010.08.02	2010.08.13	2010.08.20	2010.09.04
<i>Crataegus</i>	3 bokor	v	v	-	-	-	-	-
<i>monogyna</i> Jacq. –								
<b>Egybibés galagonya</b>								
<i>Rosa canina</i> L. –	1 bokor	v	v	v	-	-	-	-
<b>Gyepúrózsa</b>								
<i>Sambucus nigra</i> L. –	2 bokor	v	-	-	-	-	-	-
<b>Fekete bodza</b>								
<i>Tilia cordata</i> L. –	1 fa	v	v	-	-	-	-	-
<b>Kislevelű hárs</b>								
<i>Tilia platyphyllus</i>	1 fa	v	v	v	-	-	-	-
Scop. – <b>Nagylevelű</b>								
<b>hárs</b>								
<i>Achillea millefolium</i>		++	++	++	++	++	++	++
L. – <b>Közönséges</b>								
<b>cickafark</b>								
<i>Aegopodium</i>		+	+	+	-	-	-	-
<i>podagraria</i> L. –								
Podagrafü								

<i>Artemisia vulgaris</i>	+	+	++	++	++	++	+
L. – Fekete üröm							
<i>Calystegia sepium</i>	+	++	++	+	++	++	++
(L.) R. Br. –							
<b>Sővényyszulák</b>							
<i>Cirsium arvense</i> (L.)	++	++	-	-	++	++	+
Scop. – Mezei aszat							
<i>Cirsium vulgare</i>	++	++	+	-	-	-	-
(Savi) Ten. –							
Közönséges aszat							
<i>Convolvulus</i>	++	++	++	+	+	+	+
<i>arvensis</i> L. – <b>Apró</b>							
<b>szulák</b>							
<i>Crepis biennis</i> L. –	++	++	++	++	++	++	++
<b>Réti zörgőfü</b>							
<i>Daucus carota</i> L. –	+	+	+	+	+	++	++
<b>Vadmurok</b>							
<i>Heracleum</i>	++	++	++	++	+	+	-
<i>sphondylium</i> L. –							
<b>Közönséges</b>							
<b>medvetalp</b>							

<i>Hypericum perforatum</i> L. – Orbánfű		+	++	++	++	++	++	++	+
<i>Lamium album</i> L. – Fehér árvacsalán		+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i> L. – Réti lednek		+	++	++	++	++	++	++	+
<i>Matricaria maritima</i> L. – Kaporlevelű ebszékfű		+	+	+	-	++	+	+	+
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth. – Mézontófű	++	++	++	++	-	-	-	-	-
<i>Plantago lanceolata</i> L. – Lándzsás útifű	++	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>Plantago major</i> L. – Széles levelű útifű	++	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>Rumex obtusifolius</i> L. – Réti lórom		-	+	++	+	+	+	+	-
<i>Senecio jacobaea</i> L. – Jakabnapj aggófű		++	++	++	++	++	++	++	++

<i>Sonchus oleraceus</i>	+	+	+	+	+	+	+
L. – Szelíd csorbóka							
<i>Tanacetum vulgare</i>	++	++	++	++	++	++	+
L. – Gilisztaúzó varádics							
<i>Taraxacum</i>	-	+	++	+	-	+	-
<i>officinale</i> Weber – Pongyola pitypang							
<i>Trifolium pratense</i>	+	++	++	+	+	+	-
L. – Réti here							
<i>Trifolium repens</i> L.	++	++	++	++	++	++	++
– Fehér here							
<i>Urtica dioica</i> L. – Nagy csalán	++	++	++	++	++	++	-
<i>Vicia sepium</i> L. – Gyepűbüköny	-	-	-	+	+	+	-

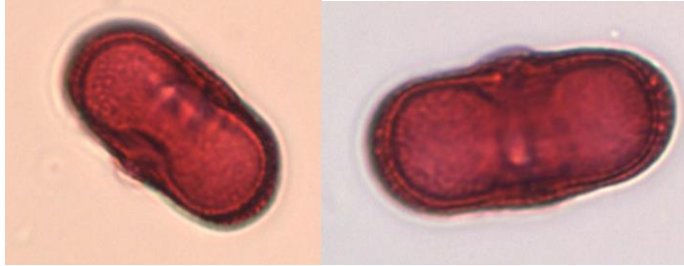
**10. táblázat:** A Klein-Altendorfban és Hennefben tálcspadákka gyűjtött zengőlégy fajok  
(Klein-Altendorf, Németország, 2010)

Fajok	Relatív abundancia (%)	Klein-Altendorf	Hennef
<i>Cheilosia variabilis</i> (Panzer, 1798)	0,50	+	-
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	<b>65,89</b>	+	+
<i>Eristalis abusiva</i> Collin, 1931	0,33	+	+
<i>Eristalis pertinax</i> (Scopoli, 1763)	0,50	+	-
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	1,17	+	+
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	<b>6,86</b>	+	+
<i>Eupeodes latifasciatus</i> (Macquart, 1829)	0,17	-	+
<i>Eupeodes lundbecki</i> (Soot Ryen 1946)	0,17	+	-
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	0,33	+	-
<i>Helophilus hybridus</i> Loew, 1846	0,84	+	+
<i>Helophilus pendulus</i> (Linnaeus, 1758)	0,17	+	-
<i>Helophilus trivittatus</i> (Fabricius, 1805)	0,33	-	+
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	<b>5,02</b>	+	+
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	0,33	+	+
<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius, 1781)	0,50	+	-
<i>Platycheirus clypeatus</i> (Meigen, 1822)	0,17	-	+
<i>Platycheirus europaeus</i> Goeldlin de Tiefenau, Maibach & Speight, 1990	0,17	-	+
<i>Platycheirus peltatus</i> (Meigen, 1822)	0,17	+	-

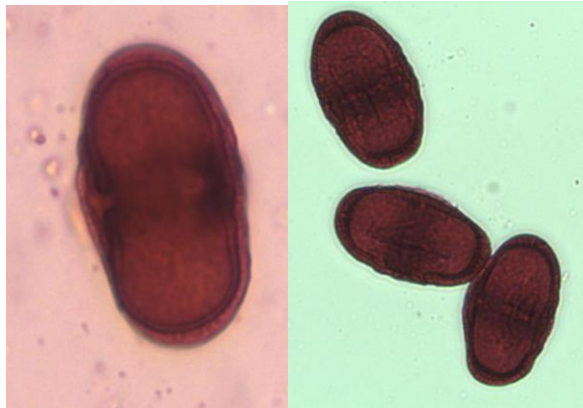
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	0,84	+	+
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	<b>12,37</b>	+	+
<i>Syrpitta pipiens</i> (Linnaeus, 1758)	0,67	+	+
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	1,00	+	+
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	1,00	+	+
<i>Tropidia scita</i> (Harris, 1780)	0,17	-	+
<i>Volucella pellucens</i> (Linnaeus, 1758)	0,17	+	-

## Pollenfotók

### Apiaceae

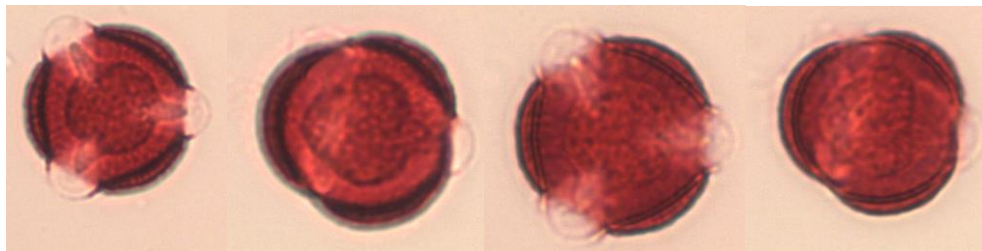


1. kép: *Heracleum sphondylium* – közönséges medvetalp pollen 400x nagyításon (d=40  $\mu\text{m}$ )



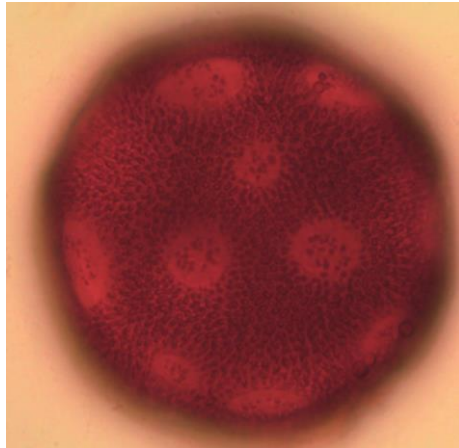
2. kép: *Pastinaca sativa* – pasztinák pollen 400x nagyításon (d=32-40  $\mu\text{m}$ )

### *Artemisia vulgaris*



3. kép: *Artemisia vulgaris* – fekete üröm pollen 400x nagyításon (d=18-24  $\mu\text{m}$ )

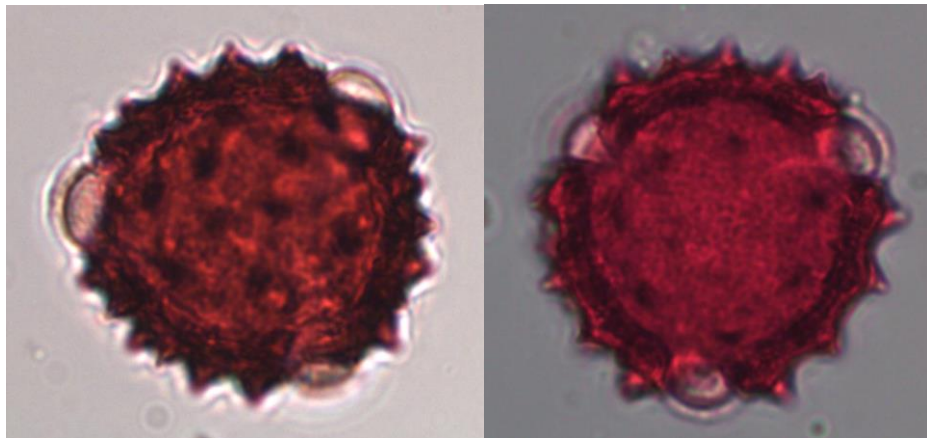
*Calystegia sepium*



4. kép: *Calystegia sepium* – sövényiszulák pollen 400x nagyításon (d=75  $\mu$ m)

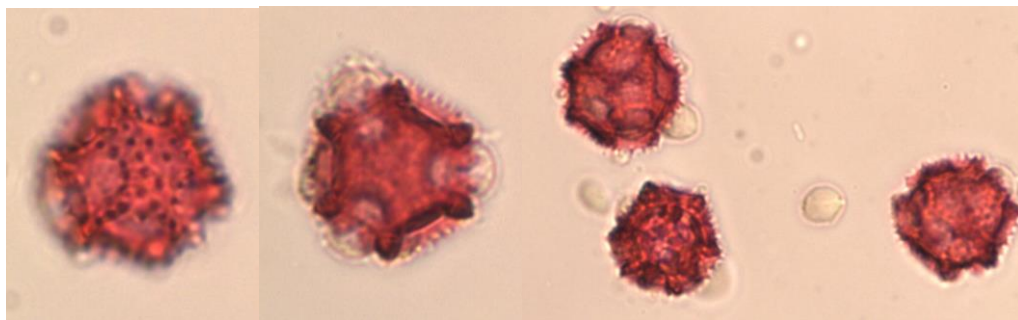
*Carduus* típus

*Cirsium*

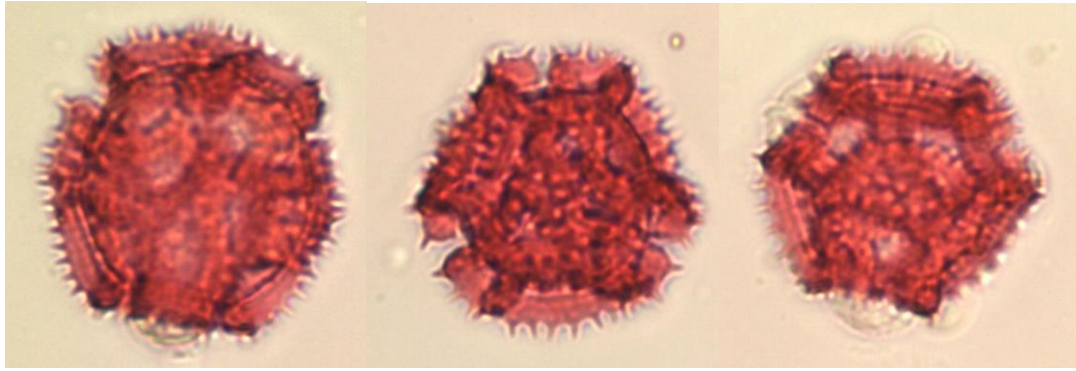


5. kép: *Cirsium* sp. – aszat faj pollen 400x nagyításon (d=40-45  $\mu$ m)

*Crepis* típus

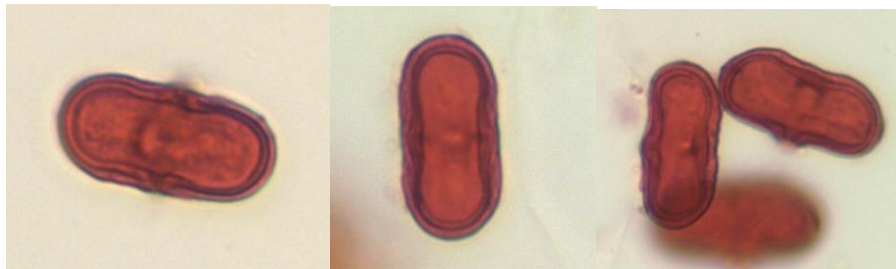


6. kép: *Crepis biennis* – réti zörgőfű pollen 400x nagyításon (d=27  $\mu$ m)



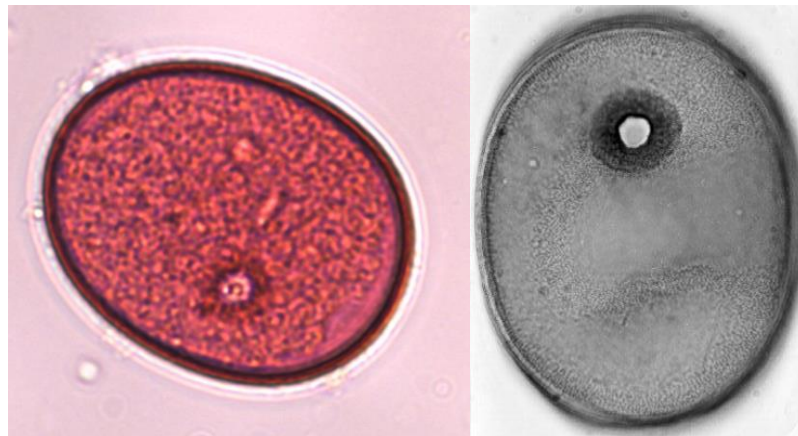
**7. kép:** *Taraxacum officinale* – pongyola pitypang pollen 400x nagyításon (d=38-47  $\mu\text{m}$ )

***Daucus* típus**



**8. kép:** *Daucus carota* – vadmurok pollen 400x nagyításon (d=25-27  $\mu\text{m}$ )

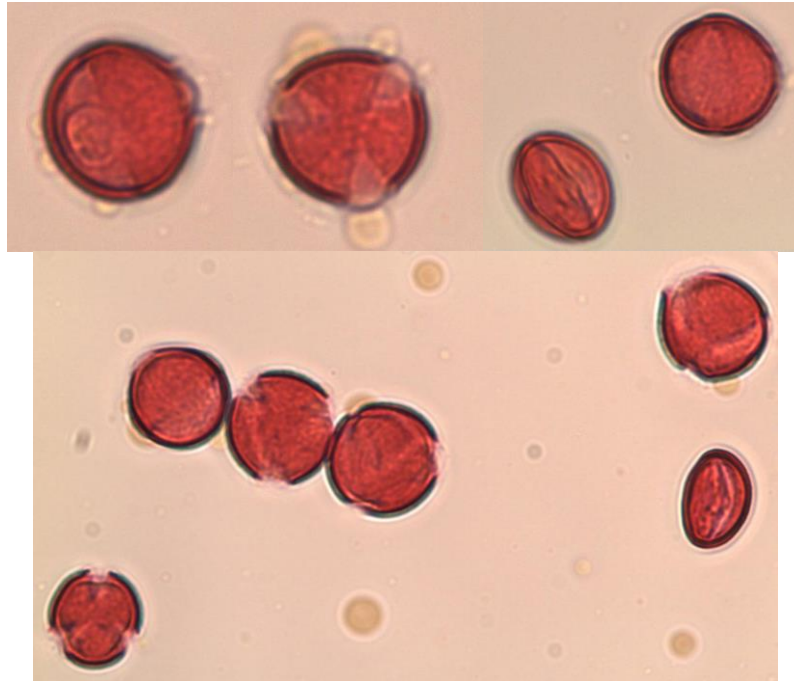
***Hordeum* típus**



**9. kép:** *Secale cereale* – rozs pollen 400x nagyításon (d=45  $\mu\text{m}$ )

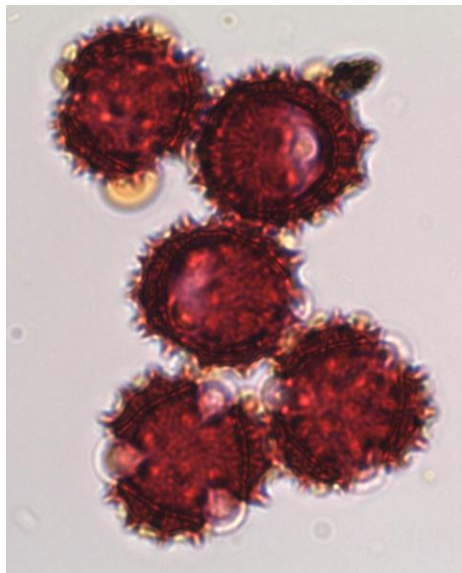
(forrás: [http://www.botany.unibe.ch/paleo/pollen\\_e/b16.htm](http://www.botany.unibe.ch/paleo/pollen_e/b16.htm))

*Hypericum perforatum* típus

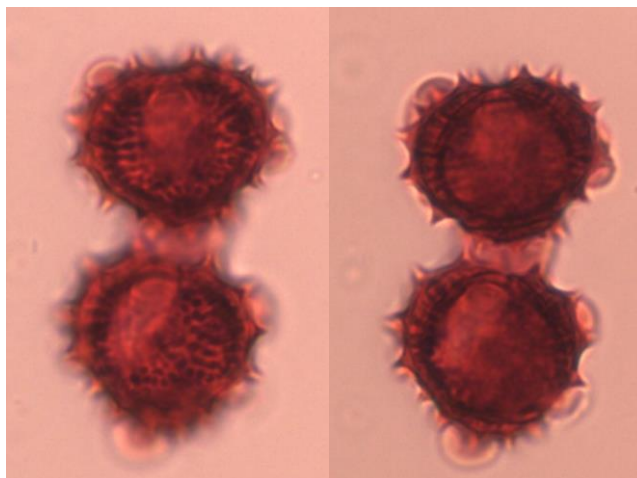


**10. kép:** *Hypericum perforatum* – orbáncfű pollen 400x nagyításon (d=18-20  $\mu\text{m}$ )

*Matricaria* típus

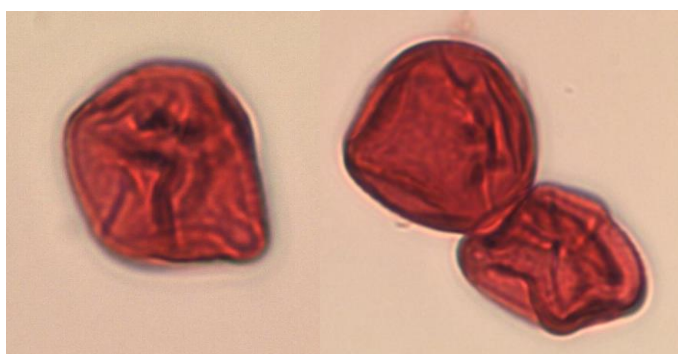


**11. kép:** *Achillea* sp. – cickafark faj pollen 400x nagyításon (d=25  $\mu\text{m}$ )



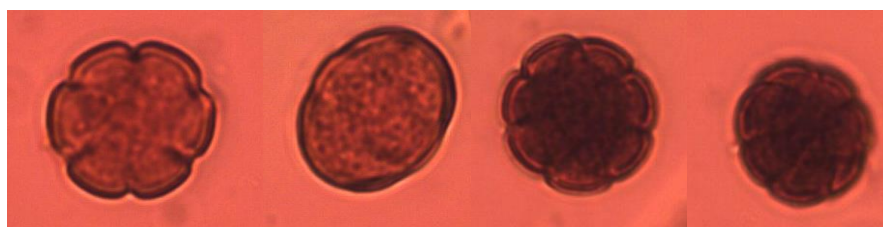
**12. kép:** *Matricaria maritima* – orvosi ebszékfű pollen 400x nagyításon (d=25-32  $\mu\text{m}$ )

***Medicago sativa* típus**



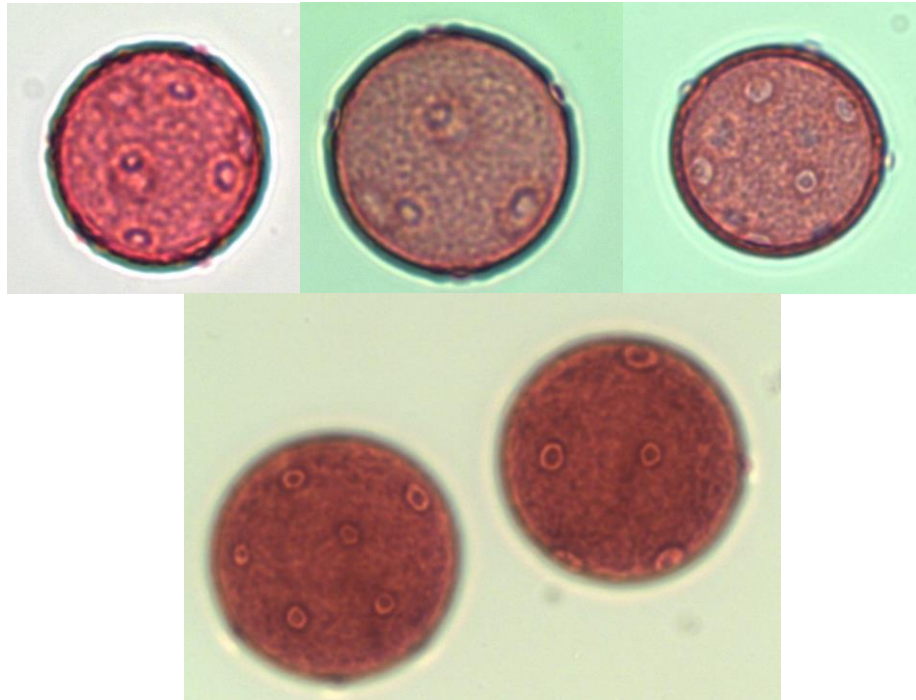
**13. kép:** *Medicago sativa* – lucerna pollen 400x nagyításon (d=33-36  $\mu\text{m}$ )

***Phacelia tanacetifolia***



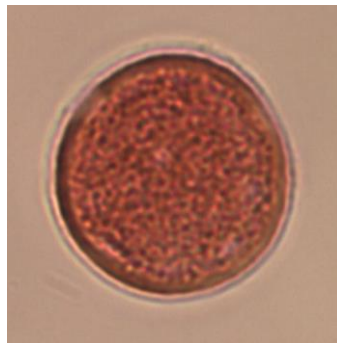
**14. kép:** *P. tanacetifolia*/*Galium* sp. pollen 400x nagyításon (d=17-23  $\mu\text{m}$ )

*Plantago lanceolata* típus



**15. kép:** *Plantago lanceolata* – lándzsás útifű pollen 400x nagyításon (d=26-33  $\mu\text{m}$ )

*Plantago major/media* típus



**16. kép:** *Plantago major* – széles levelű útifű pollen 400x nagyításon (d=25  $\mu\text{m}$ )

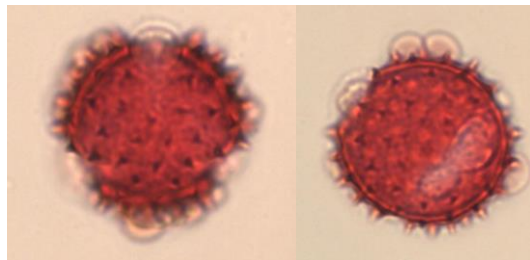
### *Sambucus nigra* típus



**17. kép:** *Sambucus nigra* – fekete bodza 400x nagyításon (d=16-23 μm)

(forrás: <http://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas>)

### *Senecio* típus



**18. kép:** *Senecio jacobaea* – jakabnapj aggófű pollen 400x nagyításon (d=29-33 μm)

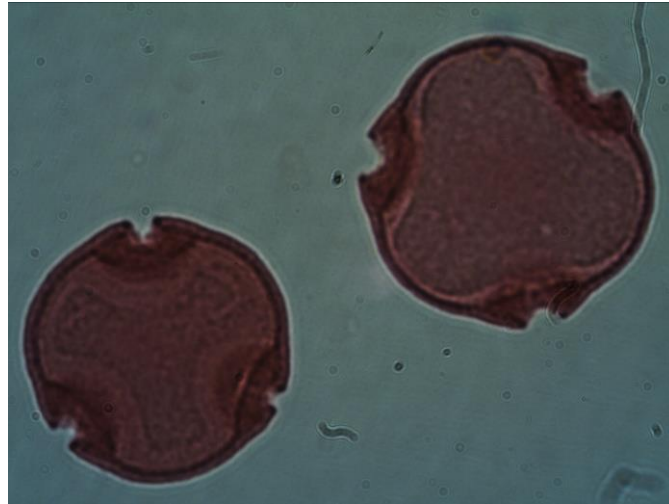
### *Sorbus* csoport



**19. kép:** *Crataegus monogyna* – egybibés galagonya 400x nagyításon (d=29,5-41,5 μm)

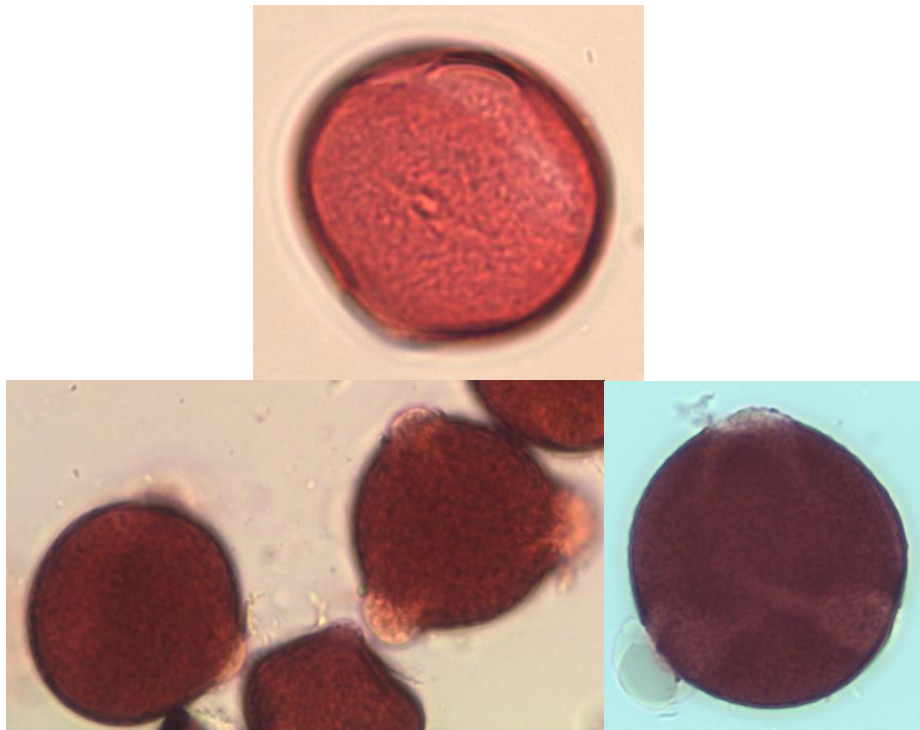
(forrás: <http://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas>)

*Tilia*



**20. kép:** *Tilia cordata* – kislevelű hárs 40x nagyításon (d=38-40  $\mu\text{m}$ )

*Trifolium pratense* típus



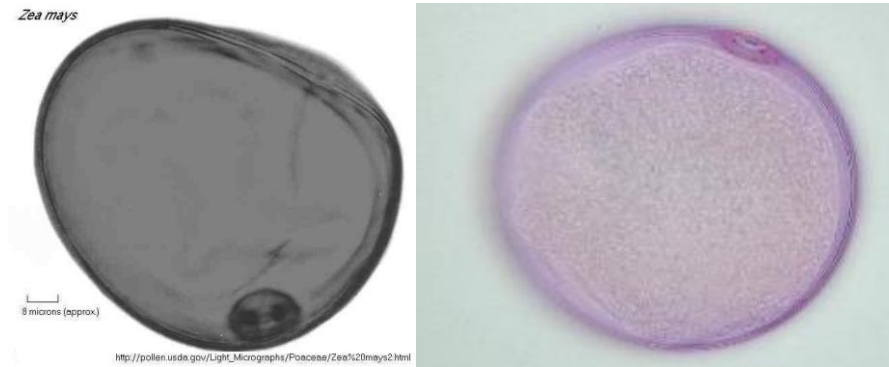
**21. kép:** *Trifolium pratense* – réti here pollen 400x nagyításon (d=39-53  $\mu\text{m}$ )

*Trifolium repens* típus



22. kép: *Trifolium repens* – mezei here pollen 400x nagyításon (d=26-34  $\mu\text{m}$ )

*Zea mays*



23. kép: *Zea mays* – kukorica pollen (d=53-138  $\mu\text{m}$ )

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, dr. Bozsik Andrásnak a kutatás során nyújtott segítségért, Dr. Szarukán István Professzor Úrnak és Dr. Kövics Györgynek, a DE ATK MÉK Növényvédelmi Intézet vezetőjének, valamint az intézet többi dolgozójának a szakmai támogatásért. Külön köszönöm Dr. Báldi Andrásnak, az MTA Ökológiai Kutatóközpont igazgatójának a szakmai tanácsokat, amelyekkel a dolgozat készítése során ellátott. Köszönet illeti dr. Kovács-Hostyánszki Anikót és dr. Czucz Bálintot, az MTA Ökológiai Kutatóközpont kutatóit a statisztikai elemzésben nyújtott segítségért, valamint az intézet többi dolgozóját, akik szakmailag támogattak a doktori disszertáció megírásában. Hálásan köszönöm dr. Tóth Sándornak, hogy idejét, energiáját nem kímélve segített beletanulnom a zengőlégy határozásba, valamint hogy rendkívül jó minőségű fotóival hozzájárult a dolgozat végleges formájához.

Köszönöm a DE ATK Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet és a Pallagi Génbank és Gyakorlóléhely dolgozóinak, továbbá Medgyessy Istvánnak, a bioalma ültetvény tulajdonosának, hogy lehetővé tették a terepi munkálatokat.

Ezúton köszönöm Dr. Michael Müllernek, a Technische Universität Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Institut für Waldbau und Forstschutz, Professur für Forstschutz tanszék vezetőjének, valamint a bonni Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Tierökologie, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz intézet vezetőjének, Prof. Dr. Dieter Wittmann-nak, hogy külföldi kutatásaimat szakmailag támogatták.

A németországi területeken végzett kutatások a Herbert-Quandt Stipendium és a DAAD kutatói pályázat révén jöhettek létre.

# PUBLIKÁCIÓS LISTA



DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



Nyilvántartási szám: DEENK/144/2015.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Földesi Rita  
Neptun kód: D2DP3J  
Doktori Iskola: Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

## A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

### Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (3)

1. **Földesi R.**: A zengőlegyek (Diptera: Syrphidae) szerepe a beporzásban és a biológiai védekezésben.  
*Termvéd. Közl.* 17, 31-41, 2011. ISSN: 1216-4585.
2. **Földesi R.**, Medgyessy I.: Zengőlégy-együttesek (Diptera: Syrphidae) összetétele és szerepe egy ökológiai (bio) gazdálkodású almaültetvényben.  
*Agrártud. Közl.* 27, 57-61, 2009. ISSN: 1587-1282.
3. **Földesi R.**, Medgyessy I.: Zengőlegyek a bioalmásban.  
*Biokultúra.* 20 (3), 11-13, 2009. ISSN: 0865-5189.

### Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (1)

4. **Földesi, R.**, Kovács-Hostyánszki, A.: Hoverfly (Diptera: Syrphidae) community of a cultivated arable field and the adjacent hedgerow near Debrecen, Hungary.  
*Biologia.* 69 (3), 381-388, 2014. ISSN: 0006-3088.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/s11756-013-0315-y>  
IF:0.827



Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. • Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. • Tel.: (52) 410-443  
E-mail: [publikaciok@lib.unideb.hu](mailto:publikaciok@lib.unideb.hu) • Honlap: [www.lib.unideb.hu](http://www.lib.unideb.hu)



Nem tudományos folyóiratközlemények (1)

5. **Földesi, R.**, Kovács-Hostyánszki, A., Müller, M.: A comparison of three sampling methods of hoverflies.  
*3rd European Congress of Conservation Biology (2012.08.28-2012.09.01.)(Glasgow, Scotland) : abstract book* , 61, 2012.

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

6. **Földesi, R.**: Faunistik und Phänologie der Schwebfliegen (Diptera: Syrphidae) im Tharandter Wald und Vergleich der Sammlungsmethoden = Fauna and phenology of hoverflies (Syrphidae) in Tharandt forest and comparison of collection methods.  
*J. Agric. Sci.* 38 (Suppl.), 96-102, 2009. ISSN: 1588-8363.





---

További Közlemények

Magyar nyelvű közlemény(ek) hazai folyóiratban (2)

7. Szirák Á., Kovács-Hostyánszki A., **Földesi R.**, Mózes E., Báldi A.: Tájszintű és növényzeti változók hatása szántók és gyepek pollinátor közösségeire.  
*Termvéd. Közl.* 19, 48-61, 2013. ISSN: 1216-4585.
8. **Földesi R.**, Móra A., Csabai Z., Dévai G.: Katonalegylárva-együttesek (Diptera: Stratiomyidae) időszakos változásai egy alföldi mocsár különböző összetételű és struktúrájú sásállományaiban.  
*Hidrol. Közlöny.* 83, 50-52, 2003. ISSN: 0018-1323.

Idegen nyelvű közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

9. **Földesi, R.**, Kovács-Hostyánszki, A., Kőrösi, Á., Somay, L., Elek, Z., Markó, V., Sárospataki, M., Bakos, R., Varga, Á., Nyisztor, K., Báldi, A.: Relationships between wild bees, hoverflies and pollination success in apple orchards with different landscape contexts.  
*Agr. Forest Entomol. Epub*, 2015. ISSN: 1461-9555.  
IF:1.818 (2014)
10. Fenesi, A., Vágási, C.I., Beldean, M., **Földesi, R.**, Kolcsár, L., Shapiro, J.T., Török, E.: *Solidago canadensis* impacts on native plant and pollinator communities in different-aged old-fields.  
*Basic Appl. Ecol.* 16 (4), 335-346, 2015. ISSN: 1439-1791.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2015.03.003>  
IF:1.942 (2014)

Nem tudományos folyóiratközlemények (1)

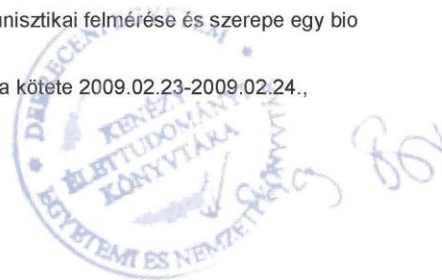
11. Kovács-Hostyánszki, A., Szirák, Á., **Földesi, R.**, Mózes, E., Báldi, A.: Plant-pollinator visitation networks in traditional agricultural landscapes of Transylvania, Romania - raising attention on the significant importance of wild bees.  
*6th ESP Conference (2013.08.26-2013.08.30)(Bali, Indonesia)*, 1, 2013.





Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (5)

12. Mózes E., Kovács-Hostyánszki A., **Földesi R.**, Szirák Á., Báldi A.: Erdélyi szántók és gyepek méhközösségeinek alakulása különböző helyi és táji léptékű környezeti változók függvényében.  
In: Szüzi 2013, 5. Szünzoológiai Szimpózium : programfüzet : előadások és posztterek összefoglalói. Szerk.: Kőrösi Ádám, Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, Szeged, 26, 2013.
13. Somay L., Kovács-Hostyánszki A., Elek Z., **Földesi R.**, Kőrösi Á., Markó V., Nyisztor K., Sárospataki M., Varga Á., Báldi A.: Tájszerkezet heterogenitásának hatása almaültetvények ökoszisztéma szolgáltatásaira.  
In: Szüzi 2013, 5. Szünzoológiai Szimpózium : programfüzet : előadások és posztterek összefoglalói. Szerk.: Kőrösi Ádám, Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, Szeged, 37, 2013.
14. Szirák Á., Kovács-Hostyánszki A., **Földesi R.**, Mózes E., Báldi A.: Táji és agrárkezelési paraméterek hatása pollinátor közösségekre és növény-pollinátor hálózatokra erdélyi mintaterületeken.  
In: Szüzi 2013, 5. Szünzoológiai Szimpózium : programfüzet : előadások és posztterek összefoglalói. Szerk.: Kőrösi Ádám, Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, Szeged, 40, 2013.
15. **Földesi R.**, Kovács-Hostyánszki A.: Egy debreceni intenzíven kezelt szántó mellett húzóó sөvény zengőlégy együttesének összetétele.  
In: VII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia : "Többfrontos természetvédelem : önkéntesek, hivatásos természetvédők és kutatók összefogása természeti értékeink megőrzéséért" : Debreceni Egyetem, 2011. november 3-6. : program és absztrakt-kötet. Szerk.: Lengyel Szabolcs, Varga Katalin, Kosztyi Beatrix, Magyar Biológiai Társaság, Budapest, 65, 2011. ISBN: 9789633181690
16. **Földesi R.**: Zengőlégy-együttesek (Diptera: Syrphidae) faunisztikai felmérése és szerepe egy bio almaültetvényben.  
In: 55. Növényvédelmi Tudományos Napok konferencia kötete 2009.02.23-2009.02.24., Budapest. 60,





Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

17. **Földesi, R.**, Kovács-Hostyánszki, A., Kőrösi, Á., Somay, L., Elek, Z., Markó, V., Sárospataki, M., Bakos, R., Varga, Á., Báldi, A.: Flower-visiting insects in apple orchards with different landscape context in Hungary.  
In: Xth European Congress Of Entomology 2014.08.03-2014.08.08, York, UK : Abstracts. 97,

Magyar nyelvű absztrakt kiadvány(ok) (1)

18. Németh N., Gulyás A., Pető K., **Földesi R.**, Takács E.I., Bráth E., Lesznyák T., Furka I., Mikó I.: Haemorheologiai mérések alkalmazása és standardizációs kérdései kísérleti sebészeti modellekben.  
*Magyar Seb.* 60 (3), 177-178, 2007. ISSN: 0025-0295.

Idegen nyelvű absztrakt kiadvány(ok) (1)

19. Furka, A., Németh, N., Gulyás, A., **Földesi, R.**, Bráth, E., Pető, K., Takács, E.I., Nagy, B., Furka, I., Sály, P., Mikó, I.: Arterio-venous and porto-hepatic hemorheological relations of intermittent pringle (baron) manoeuvre in experimental model.  
*Eur. Surg. Res.* 39 (1), 84, 2007. ISSN: 0014-312X.

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 4,587**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0,827**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.07.14.



## NYILATKOZATOK

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2015.....

.....  
a jelölt aláírása

## NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Földesi Rita doktorjelölt 2007–2010 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal/irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom/javasoljuk.

Debrecen, 2015.....

.....  
a témavezető(k) aláírása