

Zárójelentés az *Összegző esettanulmány egy legelői légyegyüttes abundancia struktúrájának megállapítására és biometriai elemzésére* című, 43 168 OTKA azonosítójú kutatási pályázatról

Viszonylag ritkán kerül sor olyan faunisztikai gyűjtőmunkára, melyet már a tervezés szintjén a faunisztikai és cönológiai célkitűzések szempontjainak, valamint biostatistikai célkitűzéseknek az együttes figyelembe vételével végeznek. Jelentésünkben ilyen vizsgálatok eredményeiről számolhatunk be. Emellett mind a légy kollektciók kialakítására, mind a statisztikai elemzésre több évtizedes tapasztalat birtokában került sor. Éppen azért vállalkoztunk az OTKA pályázatban vállalt kutatómunkára, hogy a korábbi vizsgálati eredmények és tapasztalatok birtokában lezárhatóan tekinthető megfigyeléseket végezhesünk. A következőkben először a gyűjtőmunka részleteiről és a faunisztikai eredményekről számolunk be (Papp László). Ezt követően foglaljuk össze a biostatistikai elemzés eredményeit (Izsák János).

A legyek gyűjtésére a Hortobágyi Nemzeti Park területén, a Nagyiván határában lévő Új-kút és Mérges-kút közelében került sor. A közelben lévő itatóhelyeknek tulajdoníthatóan itt nagy számban fordultak elő marhalepények. A gyűjtést mintegy 12-24 órás lepényeken végeztük, mert ezek légyfaunája tekinthető viszonylag stabilnak és a szóbajövő fajkészletet tekintve leginkább átfogónak. A szigorú protokoll melletti gyűjtés számos egyéb körülményét a közlésre leadott (1) kéziratban részleteztük. Többek között megneveztünk fajokat, melyek jellemzően az egészen friss, fél órás, néhány órás, 1 – 2 napos, illetve több napos marhalepényen fogható. A 2002-es próbagyűjtést követően 2003-ban, 2004-ben és 2005-ben végeztünk gyűjtést, éspedig a július eleje és augusztus közepe - vége közti időszakban, több turnusban, minden gyűjtési napon 10 óra és 16 óra között, feljegyezve időjárási adatokat is. Itt jegyzendő meg, hogy ökológiai szempontból a vizsgálat már eredeti terveinkben sem a marhalepényeken *általában* fogható, hanem csupán a vázolt korlátok mellett fogható legyek közösségének tanulmányozására irányult.

A kiválasztott lepényeken tartózkodó összes légy egyedet begyűjtöttük új fejlesztésű gyűjtő eszközünkkel. Pontosabban, az eszköz fúvókájával a lepényről lefújtuk a legyeket, melyek aztán felrepülve a gyűjtőeszköz hálórészébe repültek. Az (1) kéziratban a gyűjtőeszköznek részletes, ábrákkal illusztrált leírását adjuk. A begyűjtött legyeket etilalkoholban konzerváltuk. Az igen nagy számú, mintegy 93 ezer egyed faji meghatározására az igen jelentős munkaidő ráfordítás mellett is csak azért kerülhetett sor, mert *sajátos és hatékony* meghatározási – válogatási módszert vezettünk be. Az eljárás a nagy faji dominancián alapul, amennyiben a domináns faj egy kiválasztott egyedével láthatóan azonos fajhoz tartozó egyedeket gyorsan kiválogattuk (ez sokkal gyorsabb, mint a sokszor ismételt identifikáció), majd a szubdomináns fajra és esetleg néhány további gyakori fajra vonatkozóan végezzük el ugyanezt. Végül

is a 92 680 légy egyed közül mintegy 2800 ún. bizonyító (voucher) példány került be felcímkézve a Magyar Természettudományi Múzeum Állattárának Diptera gyűjteményébe. A gyűjtési években keletkező kollektciók alapvető számadatai az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat

gyűjtés éve	összegyedszám	fajszám	elemi minták száma
2002	1146	37	15
2003	21009	80	400
2004	29525	80	300
2005	41000	83	300
összesen	92680	106	1000

Fontos körülmény, hogy az egyes lepényekről külön-külön begyűjtött legyek együtteseinek, mint *elemi mintáknak* a fajgyakorisági adatait külön-külön adminisztráltuk, megteremtve ezzel a nem kis fáradsággal járó munkával a minden korábbinál részletesebb légystatisztikai elemzés lehetőségét. Néhány esetben két kisebb méretű lepényre vonatkozó adatot összevontunk.

Végül is a négy év alatti, számos, több napos kiszállást és intenzív terepi munkát, valamint hónapokig tartó identifikációt követően olyan adattáblázatokat állíthattunk elő, melyek adott gyűjtési évre vonatkozóan mintánként és fajonként tartalmazzák az esetszámokat. A táblázatokat tartalmazó Excel adatfájlok a <http://web.nhmus.hu/modules.php?name=Tar-allat&op=reszletes&op2=27> című web oldalon elérhetők.

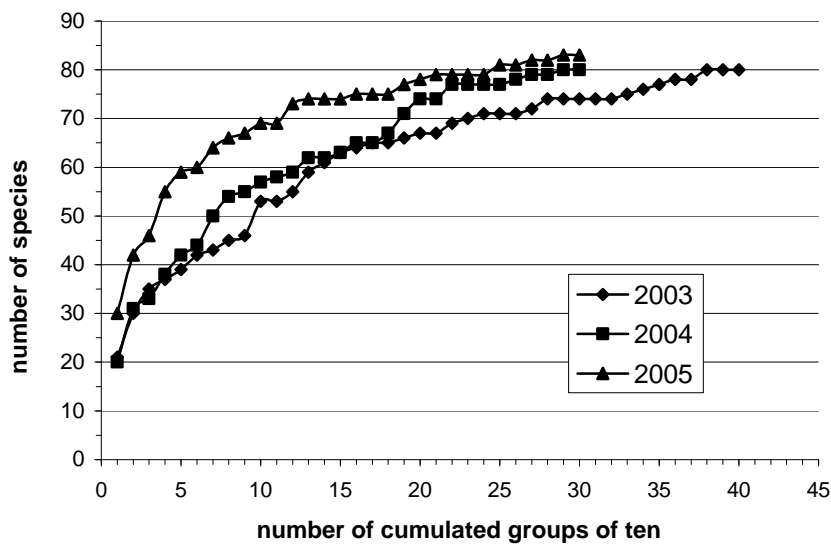
Faunisztikai megfigyelések például a következők: Három, Magyarországon új fajt fogtunk, ezek: *Desmometopa varipalpis* Malloch, 1927 (egyben Európára nézve is új faj), *Sepsis barbata* Becker, 1907 és *Sepsis fissa* Becker, 1903 (vö. Papp 2004). A Hortobágyi Nemzeti Park területére nézve 10 új fajt regisztráltunk, felsorolásukat l. az (1) kéziratban.

A regisztrált fajok együttese alapvetően a marhalepényen élő, ott táplálkozó ragadozó és alkalmilag a lepényen tartózkodó, de egy-két kivétellel áttételesen valóban a lepényekhez kötött életmódú fajok guildjének tekinthető. A fajok nagy részének igen kis gyakoriságára vagy éppen fajok adott kollektióbeli abszenciájára való tekintettel (részleteket l. alább) az éves gyűjtések egyesítése a fajok többségére nézve az adott éves fajegyüttesek *kölcsönös kiegészítésének* tekintendő, nem pedig az egyedszámok egyszerű növelésének.

Számos szembetűnő kvalitatív sajátosság már a faunisztikai leírás kapcsán megemlíthető. A 92 680 egyed 106 fajt reprezentál, ami más légy kollektciók adataival összehasonlítva nagy fajgazdagságú lelőhelyről tanúskodik. (A teljes fajkészlet bizonyos megfontolások alapján mintegy 270 – 280, széles

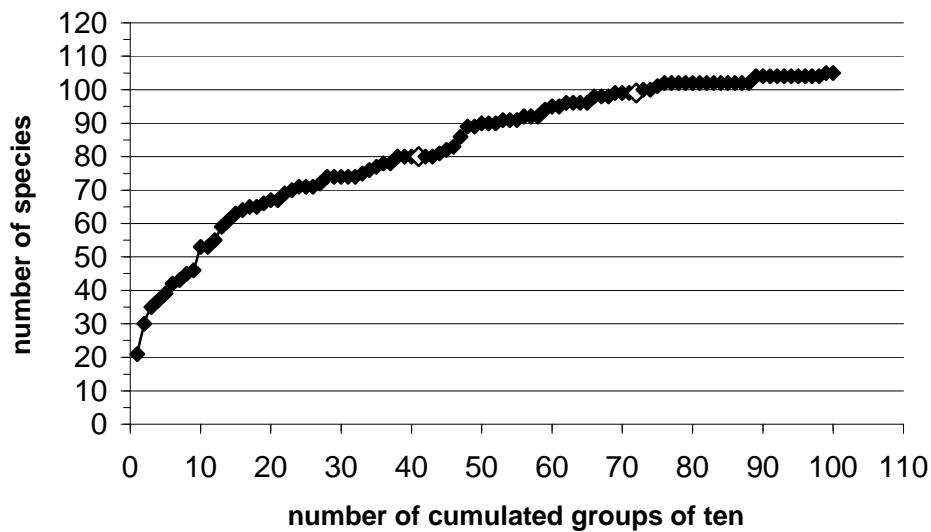
palearktikus elterjedésű fajból áll (Papp, 1992)). Szembetűnő a *Coproica lugubris* szuperdominanciája, mely a teljes kollekció szintjén 67%-os faji arányt jelent. Ugyanakkor igen nagy a különösen ritka fajok száma: 75 faj egyedszáma nem érte el a teljes kollekcióra vonatkozóan a 0,1%-os arányt, mely a ritkaság szigorú kritériumának tekinthető (Papp, 1999).

A jelentős mintanagyság és fajszaám, valamint az egyes lepényekről begyűjtött „elemi” minták (l. lentebb) elkülönített fajgyakorisági adatai nagyszámú ökostatisztikai vizsgálat elvégzését teszik lehetővé. Ugyanakkor egyes munkaterv szerinti vizsgálatokra nem volt szükség. Terveztük többek között a nagyobb (például éves) kollekciók fajmegoszlási hasonlóságának, homogenitásának vizsgálatát. Ez azonban a domináns és szubdomináns fajok arányának szemmel látható nagymértékű fluktuációja miatt feleslegesnek mutatkozott. Ezért ezekre a matematikai statisztikai vizsgálatokra nem volt szükség. Foglalkoztunk azzal a kérdéssel, hogy egy-egy fajnak a minták összességében tapasztalt egyedszámai alapján megítélve tekinthető-e a mintabeli egyedszám Poisson eloszlású valószínűségi változónak. A megfelelően leválogatott adatok alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a fajoknak mintegy 90%-ánál ez a hipotézis fenntartható. Részletesebb vizsgálattal a jövőben foglalkozunk. Részleteiben elemeztük viszont bizonyos részkollekciók egymáshoz való hasonlóságának mértékét (l. alább). Elsőként azonban azt vizsgáltuk meg, hogy melyek az időben egymást követő elemi minták folyamatos akkumulálásával járó fajszaám növekedés sajátosságai. (Emlékeztetünk arra, hogy a (mintákon alapuló) akkumulációt nem tudtuk volna végrehajtani akkor, ha a mintákat már a vizsgálat korai szakaszában összevontuk volna.) A „faj akkumulációs görbék” kérdésköre az ökostatisztika nevezetes fejezete. A vonatkozó megfigyeléseket, csakúgy, mint számos más biostatisztikai megfigyelést, a közlésre leadott (2) kéziratban leírtunk. Az 1. ábrán azt figyelhetjük meg, hogy a faj akkumulációs grafikonok a szakirodalmi adatokkal



1. ábra. Faj akkumulációs görbék

egyezően alulról konkáv „görbék”. Első pillantásra telítődési görbéknek látszanak, részletesebb elemzésük azonban arra utal, hogy a fajszám növekedés az adott nagy összegyedszámok mellett ugyan nagyon lelassul, azonban nem szűnik meg. Utóbbi következik már abból is, hogy az elért fajszámok 100-hoz közeli, míg a potenciális fajkészlet mintegy 270-280 fajból áll (l. fentebb). Szembetűnő és tanulságos a nagy összegyedszámú éves kollekciók fajakkumulációs grafikonjainak a 2. ábrán látható nagy eltérései. (Nézetünk szerint az összegyedszám növelésével gyakorlatilag nem is lehet stabilizálni a minták fajösszetételét és fajgyakorisági arányait.) Váratlan megfigyelés (l. a 2. ábrát), hogy a 2003–2004-2005-ös egyesített kollekció elemi mintáinak folyamatos akkumulálásakor az évhatárokon nincs ugrásszerű fajszám növekedés.



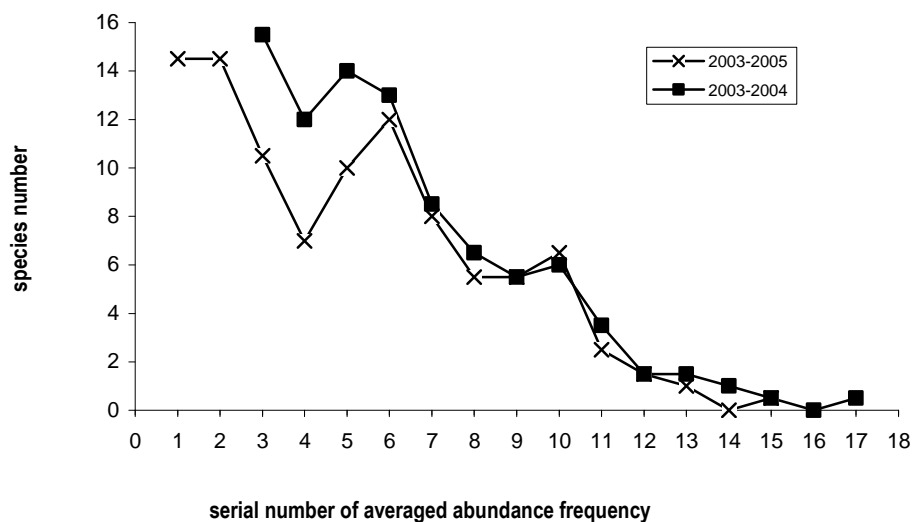
2. ábra. Faj akkumulációs görbe. Az üres szimbólum a 2004. évi első, illetve 2005. évi első minta-akkumulációt jelzi.

Mint arra utaltunk, elemeztük egyes összevont minták fajösszetétel hasonlóságának mértékét. Erre a célra egy paraméteres szimilaritási indexcsalád két tagját alkalmaztuk. Az index értékek (pontosabban jackknife becsléseik) kiszámítására a 2005-ben kifejlesztett szoftver csomagunkat használtuk. Ezen indexek közül, melyek angol megnevezése *normalized expected species shared* (NESS(m); $m=1,2,\dots$ a paraméter), az egyik használt index, NESS(1), elsősorban a domináns és szubdomináns fajgyakoriságok tartományában fennálló eltérésekre érzékeny, a másik, a NESS(100) index viszonylag érzékeny a kis fajgyakoriságok változásaira is. Konkrét vizsgálatokat időben egymást követő 50 elemi minta összevonásával képezett ún. 50-es kollektciók hasonlóságára vonatkozóan végeztünk.

Összehasonlítottuk egyrészt az első 50-es kollektciót a másodikkal, a harmadikkal, ..., huszadikkal. Azt figyelhettük meg, hogy a NESS(1) index szerinti hasonlóság az első 50-es mintával összehasonlított másik 50-es minta sorszámának növelésével, vagyis az időbeli távolság növekedésével nem csökken. Viszont a NESS(100) index esetében a hasonlóság jelentős csökkenése volt megfigyelhető. A szomszédos, tehát k -adik és $k+1$ -edik 50-es minták összevetésekor ($k=1,2,\dots,19$) egyik hasonlósági index sem mutatott trend jellegű változást. Kivételt képezett a NESS(100) index olyan esetekben, amikor az összehasonlítandó pár két tagja két különböző gyűjtési turnusokhoz tartozott. Ekkor az esetek legnagyobb részében a NESS(100) indexszel mért fajösszetétel hasonlóság jelentősen csökkent.

Vizsgálataink fő irányát a munkatervnek megfelelően a faj abundancia eloszlás (species abundance distribution, SAD) tanulmányozása képezte. Vizsgálati módszerünk a saját korábbi vizsgálatokétól eltérően szinte provokatív módon egyszerű volt, amennyiben a vizsgálatokat megfelelő körültekintéssel szerkesztett grafikonokra alapoztuk. (Saját fejlesztésű szoftverünk segítségével tájékozódó jelleggel természetesen abundancia modell illesztéseket is végeztünk, mint azt a (2) kéziratban megemlítjük. Minthogy azonban nagy összegyedszám mellett két lokális abundancia gyakorisági maximum jelenik meg (1. alább is), a szokásos khí-négyzet próba eredménye szerinti megfelelő illeszkedést nem fogadhatjuk el.) A grafikonok elemzésekor az alábbi megfigyeléseket tettük.

Az egymást követő abundancia osztályokba eső faj abundanciák száma, gyakorisága a felsőbb abundancia osztályok felé haladva még mintegy 20 ezres összegyedszám mellett is folyamatosan csökken. Mintegy 30 ezres, de még inkább 40 ezres összegyedszám mellett az előbb említett folyamatos gyakoriság csökkenés megszűnik és lokális belső maximumok kialakulásának jelei mutatkoznak. 50 ezres összegyedszámtól kezdődően világosan azonosítható két lokális maximumhely (3. ábra). Utóbbi – mint azt várhattuk is – a mintanagyság növelésével jobbra tolódott. A maximum kialakulásában szerepet játszó fajok köre azonban érdekes módon igen nagy mértékben eltért. Erre a különös jelenségre nem találtunk utalást a szakirodalomban.



3. ábra. A 2003-2004-es grafikon két egységgel jobbratolva. Részleteket l. a (2) kéziratban.

Az első maximum bizonyára kapcsolatba hozható azzal, hogy az egy vagy két, esetleg három egyeddel reprezentált fajok köre a mintaszám növelésekor is kiapadhatatlannak látszik, mint arról a szakirodalomban más fajközösségek

vizsgálata kapcsán is gyakran olvashatunk. Ezen körülmény miatt a maximumhelytől a kisebb abundanciák osztályai felé (vagyis balra) haladva az abundancia osztályok gyakoriságai mintegy „visszaemelkednek”. Arra viszont nem találtunk sem magyarázatot, sem példát a szakirodalomban, hogy miért alakul ki két abundancia gyakorisági maximum.

Az elemi minták birtokában bizonyos értelemben mesterséges kollektciók kialakítására is lehetőségünk nyílt. Ezek lehetővé tették annak részletesebb vizsgálatát, hogyan befolyásolja az összegyedszám a grafikon alakját (és így persze a faj abundancia eloszlását). Részleteket l. a (2) kéziratban.

A grafikonok alakjának az összegyedszám növelésével járó változásait mindig is az ún. függönyvonal elmélet vagy függönyvonal elv alapján, vagy legalábbis annak figyelembe vételével tárgyalta a szakirodalom. Ezen elv szerint a grafikon az összegyedszám növelésekor jobbra tolódik. Kutatásaink fontos részét képezték az ezen elvvel nem összeegyeztető megfigyelések leírása és értelmezése. A függönyvonal elv gyengéje, hogy kis, mondjuk 1-es fajgyakoriság esetén nem adhat választ arra a kérdésre, hogyan változik a fajgyakoriság akkor, ha az összegyedszámot például kétszeresére növeljük. (Az természetesen illuzórikus várákozás, hogy a fajgyakoriság 2 lesz.)

Valóban, olyan kollektciók esetében, ahol a kis fajgyakoriságok száma nagy – esetünkben ez áll fenn -, a szóbanforgó grafikon baloldalának az összegyedszám növelésével járó alaki változása a tapasztalat szerint sem egyeztethető össze a fenti elvvel. A valóságos helyzet részletesebb felderítésére olyan táblázatokat szerkesztettünk, melyekből kiolvasható, hogy hány faj gyakorisága kerül az összegyedszám növelését követően a függönyvonal elv diktálta felsőbb abundancia osztályba. A 2. táblázat például jól mutatja, hogy az alsó abundancia osztályok fajai az összegyedszám

	0	1	2-3	4-7	8-15	16-31	32-63	64-127	128-255	256-511	512-1023	1024-2047	2048-4095	4096-8191	8192-16363	16364-32787	32788-65575	Σ
0		2	3				1											6
1		8	7		2					1								18
2-3			9	4														13
4-7				6	3		1		1									11
8-15					6	2	3	2	4									17
16-31						1	6	2										9
32-63							6	1			1							8
64-127								2	3									5
128-255									1		5							6
256-511										1	3	2						6
512-1023												1						1
1024-2047												1	1					2
2048-4095														1				1
4096-8191														1				1
8192-16363																		0
16364-32787																		0
32788-65575																	1	1
Σ	0	10	19	10	11	3	17	7	9	2	9	4	1	2	0	0	1	

2. táblázat. Faj gyakoriság átmenetek, miközben az egyesített 2003-as és 2004-es, együttesen 50534 összegyedszámú kollekciónak a 2005-ös adatok hozzáadásával 91534 összegyedszámúra növeltük.

közelítő megkétszerezését követően igen nagy szórással kerülnek felsőbb abundancia osztályok valamelyikébe. Mindez közvetlen választ ad arra, miért nem alapozhatjuk a faj abundancia gyakorisági grafikonok összegyedszám-függését a függönyvonal elvre.

A felhalmozott adattömeg, illetve a mintegy 50 (!) különféle leválogatási módból adódó adatfájl és az elemi mintákban rejlő hatalmas információmennyiség számos további hasonló vizsgálatot tesz lehetővé a jövőben.

Irodalom

Papp, L. (1992) Fly communities in pasture dung: some results and problems (Diptera). Acta Zoologica hungarica 38: 75-88.

Papp,L. (1999) „Outlaws”: some evolutionary aspects of rarity in insects. *Tiscia* 31: 29-33.

Papp, L. (2004) An overview of the Sepsis species (Diptera: Sepsidae) of Hungary. *Folia Entomologica Hungarica* 65: 129-134.

(1) *kézirat*: Papp, L. (2007) A study of the cow pat Diptera on the Hortobágy, Hungary. *Folia Entomologica Hungarica* (accepted)

(2) *kézirat*: Izsák, J. and Papp, L. (2007) Species abundance distribution in a small-sized multispecies fly community. Submitted to *Oikos*

Kérjük a későbbi közlemény megjelenésekre tekintettel a 2 évvel későbbi kiegészítő bírálati eljárást is.

Dr. Izsák János

Dr. Papp László

2007. február 15.