

VÁLASZ DR. SAMU FERENC MTA DOKTORA, TUDOMÁNYOS TANÁCSADÓ BÍRÁLÓI VÉLEMÉNYÉRE

Először is szeretném megköszönni Samu Ferenc részletes, alapos bírálói véleményét és kérdéseit az akadémiai doktori cím elnyerésére benyújtott doktori művemről. Az alábbiakban a bíráló által felvetett problémákra és feltett kérdésekre azoknak a bírálói véleményben szereplő sorrendjében válaszolok, kezdve a problémák illetve kérdések rövid, kivonatos idézésével.

Cím és általános megjegyzések

(...) a vizsgálatok meglehetősen egyenetlenül a biodiverzitás szerveződési szintjei (genetikai/populációs, faji és élőhelyi/közösségi), valamint tér- és időbeli léptékei által képzett 3x3-as mátrix celláiból 6-ot töltenek ki, amit aztán az értekezés szerencsére ennél a beosztásnál pragmatikusabban 4 részben tárgyal. (...) nem könnyű megemészteni, hogy ebben a mátrixban hogyan fér meg egymás mellett [számos eltérő téma] (...) Végül is, a biodiverzitást, mint összekötő kapcsot el kell fogadnunk (nehéz lenne jobbat javasolni), hiszen azt minden befolyásolja, az evolúciós történések, egy viselkedés hátrányos konzekvenciája a populációra nézve, a természetvédelmi gyakorlat és megismerését természetesen befolyásolja, hogy milyen jól végezzük monitorozó munkánkat. (...) A bíráló pontosan érzi a jelölt dilemmáját: gazdag, de mono-tematikusnak nem mondható munkásságát szeretné egy átfogó dolgozatra szervezni. Homogénebb művet alighanem csak egész témarészek elhagyásával lehetett volna létrehozni. Erre az Egyek-Pusztakócsi anyag tekintetében véleményem meglelt volna az esély, de megérttem azt a törekvést is, hogy eddigi életművének minél nagyobb szeletét mutassa be.

Mint Moskát Csaba bírálónak írt véleményemben említettem, ennél jobban én sem tudtam volna megfogalmazni azt, amit az értekezés írásakor éreztem, ezért e helyt is köszönöm Samu Ferencnek véleményét és szavait. A vélemény pontosan rámutat a dilemmára, azaz hogy az elég heterogén munkásságom egyik részét mutassam-e csak be vagy pedig próbáljak többé-kevésbé teljes képet adni róla. Végül ez utóbbi mellett döntöttem, mivel az akadémiai doktori pályázat inkább erre helyezi a hangsúly, egyben remek lehetőséget ad az összefoglalásra, vissza- és előretekintésre. Ha pedig már megszületett ez a döntés (minthogy végül is megszületett), akkor innentől kezdve a szerkezetet ennek kellett alárendelni.

Számos témával foglalkoztam eddigi pályafutásom alatt. Ennek egyik oka, hogy számos helyen és területen dolgoztam (eddig nyolc jelentősebb egyetemi ill. akadémiai kutatócsoportban és az államigazgatásban) dolgoztam hazánkban illetve öt és fél éven át az Amerikai Egyesült Államokban. Több tudományterületen is dolgoztam, kezdve a viselkedésökológián (Debreceni Egyetem), a természetvédelmi biológián át (Hortobágyi Nemzeti Park, MTA-DE Evolúciógenetikai és Konzervációbiológiai Kutatócsoport, Debreceni Egyetem) az evolúciós ökológiáig (North Carolina State University). Már külföldi doktori képzésem idején is az evolúció, ökológia és természetvédelmi biológia „szentháromsága” érdekelt, vallom és hiszem, hogy e három terület fontos, egymástól elválaszthatatlan egységet képez a biológiai sokféleség védelmében. A másik fontos ok, hogy e széles területeken rengeteg érdekes téma található. Szinte „minden sarkon” van egy megoldatlan probléma, egy mások által még nem vagy nem azon a léptéken vizsgált probléma. Eddigi pályafutásom során számos ilyennel találkoztam, aztán egyre jobban beleásva magam egyre inkább rabjává váltam ezeknek a problémáknak. Ugyanakkor fontosnak tartom azt is, hogy tudni kell lépni, azaz mozdulni más kutatási témák felé akkor, amikor a fontos, valóban új ismereteket már sikerült megszerezniünk és amikor a további „bőrök”

lenyűzása a kutatási téma képzeletbeli „rókájáról” már nehézkes lenne. Mindezen elgondolások vezéreltek mindig újabb és újabb kutatási témák felé, mely a jelen, alapvetően összefoglalónak szánt értekezés olvasásakor esetleg „emésztési zavarokat” okozhat.

A dolgozat tartalmi felépítését egyfajta kényszerként elfogadva, a technikai felosztással kapcsolatban még kritikusabb vagyok. Az ennyire heterogén anyag mechanikus beosztását Bevezetés, Módszerek és Eredmények és értékelésük fejezetekben végképp megnehezítette a dolgozat érdemi olvasását. A 12 vizsgálat külön vétele helyett helyesebbnek tartottam volna legalább a tematikailag szorosan kapcsolódók (...) együtt tárgyalását, de azt végképp rossz ötletnek tartottam, hogy minden egyes vizsgálat bevezetőit egymás után egybeszerkessze egy „Bevezetés” fejezetben, ugyanígy tömbösítve a módszereket és az eredményeket is. Jelölt reméljük nem csuklott annyiszor, mint amennyiszer egy-egy vizsgálat esetében az eredményektől a módszerekhez visszalapoztam.

Ha lehet, a felvetés utolsó részére válaszolnék először, versben:

*Samu Ferencnek mondom,
csuklottam én eleget,
sajnálom az okozott
kellemetlenségeket!*

Mint azt a Moskát Csaba bírálói véleményére adott válaszban részletesebben említettem, az egyes nagy témákat azért nem csoportosítottam bevezetés-módszer-eredmény-értékelés egységekbe, mert ez inkább az MTA Doktori Szabályzata szerinti rövid értekezésre (tézises összefoglaló v. cikkgyűjtemény) lett volna jellemző, aminek az extra teendőit (habár a szigorúbb feltételeknek a pályázat megfelelt volna) szerettem volna elkerülni. További szempont volt, hogy az eredmények illetve értékelésük külön szerepelhessenek, hogy jól elkülönüljenek a módszerektől ill. a bevezetésből, azaz megfelelően látható legyen, hogy mik az új eredmények. Egyetértek bírálómmal és egyúttal sajnálatomat fejezem ki, hogy a választott formátum így nem tette könnyen követhetővé a módszereket és a hozzájuk tartozó eredményeket. A teljes széttagoltság elkerülése és az olvashatóság érdekében azonban az eredményeket és értékelésüket egybevonam, úgy érzem, hogy ez orvosolt valamit a bíráló visszalapozási és az én csuklás-problémámon.

Sokáig zavarban voltam (és részben maradtam is) abban a tekintetben, hogy vajon mely eredmények vannak konkrét megjelent cikkekben átvéve, esetlegesen melyek azok, amelyek csak a dolgozatban jelennek meg (vagy itt esetleg az eredeti cikkhez képest más analízissel, interpretációval). Végül a dolgozat vége felé eldugva találtam 2 oldalt, ahol jelölt tételeken felsorolja, hogy melyik dolgozatban közölt vizsgálat mely megjelent cikkhez tartozik, de az eredmények részében ábráknál, eredményközlő táblázatoknál segítette volna az értékelést, illetve az olvasók általi kritikai feldolgozást az önhivatkozások feltüntetése.

A dolgozat készítésekor azt az alapelvet követtem, hogy a bemutatott eredmények mindegyike konkrét, megjelent cikkből származzon. Egyetértek bírálómmal abban, hogy ezt az értekezés elején közölni kellett volna, illetve hogy az értekezésben bemutatott vizsgálatokat esetleg a dolgozat elején kellett volna megadni. Az egyes ábráknál, táblázatoknál azonban nem hivatkoztam az adott cikkre, egyrészt, mert az ábrák és táblázatok a szövegbe beszerkesztve a rájuk való

hivatkozást követően szerepelnek, azaz egyértelmű, hogy melyik vizsgálathoz tartoznak, másrészt az adott cikkre önhivatkozást az általam formai mintaként követett korábbi doktori művekben sem találtam.

Evolúciós vizsgálat

(...) Nem világos azonban számomra az értékelésben adott mechanizmus-szintű magyarázat. A magyarázat fő elemei nem az itt közölt eredményeken alapulnak, és abból indulnak ki, hogy a hangyák által való terjesztés az a távolságot tekintve rövid távú, és stabil, előnyös közegbe juttatja a magvakat, de véletlenszerűen más ágensek által néha mégis hosszabb távú diszperzió is lehetséges. Igazából ebben a magyarázatban nem látom azt a fő hangya-specifikumot, ami mondjuk megkülönböztetné ezt attól az esettől, hogy a mag/termés a növény közelében pottyán a földre, de aztán néha valami messzebbre is elviszi. Nem esett róla szó és kíváncsi vagyok, hogy mennyire fajspecifikusak a növény-hangya kapcsolatok? Vajon egy magot több hangyafaj is terjeszt-e? Az effajta többszereplős koevolúciós változások intuitív speciációs folyamatok kiindulási pontjai lehetnek – vajon mond-e erről valamit a szakirodalom?

Ami a mechanizmus-szintű magyarázatot illeti, a hangyák általi magterjesztés előnyeivel számos vizsgálat foglalkozott. Terjedelmi korlátok miatt nem akartam részletes szakirodalmi áttekintést adni a témáról, de négy ilyen review (Beattie 1985, Gorb and Gorb 2003, Giladi 2006, Rico-Gray and Oliveira 2007) plusz azóta megjelent munkák alapján úgy tűnik, hogy a hangya-terjesztés igazi specifikumát valóban az adja, hogy rövid távra ugyan, de rendszeres magterjesztés történik, mely azonban nem zárja ki annak lehetőségét, hogy ritkán hosszú távú terjedés is bekövetkezzen. A terjesztési távolság új világátlaga közel 8000 vizsgálat alapján 2,2 m ($\pm 7,19$ m) körül van (Gómez and Espadaler 2013), azonban jelentős, szignifikáns különbség van az északi és a déli félteke között (mediánok: 0.53 vs. 3.30 m) és a mezofil és száraz élőhelyek között (0.62 vs. 1.54 m), mely magyarázható azzal, hogy az északi félteke myrmecochoriás növényei inkább erdei lágyszárúak, a déli félteke myrmecochoriás növényei pedig inkább szárazabb élőhelyeken élő fásszárú cserjék. Ha bármilyen denzitásfüggő mortalitás működik (predáció, patogénnel fertőzöttség, szülő-utód és utód-utód kompetíció forrásokért), akkor az anyanövénytől eltávolodást a szelekciónak előnyben kell részesítenie (Gómez and Espadaler 2013). Mivel az északi félteke myrmecochoriás növényei jóval kisebbek, mint a déli félteke myrmecochoriás növényei (lombozat sugara: $< 0,5$ m vs. 1 m, Ness et al. 2004), a terjesztési távolságban megfigyelhető különbségek (északi $<$ déli) alátámasztják a szülői kompetíció elkerüléséről szóló hipotézist. A számos közvetlen vizsgálatra egy példa Kjellson (1991) tanulmánya, mely szerint a myrmecochoriás szülőnövénytől legalább 50 cm-re vitt magvakból származó csíranövények várható élettartama és fekunditása hétszerese volt az anyanövény 50 cm-es körzetében maradó csíranövényekének.

Ami a fajspecifikusságot illeti, fontos szem előtt tartani, hogy az állat-növény magterjesztési mutualizmusok erősen aszimmetrikusak: az állat jutalmat (madarak és emlősök esetén gyümölcsöt, húsos bogyót illetve hangyák esetén a kedvelt olajsavakban gazdag elaioszómát) kap azért, hogy a magot terjessze. Míg a magterjesztés szempontjából a növények szinte kizárólagosan függenek az állatoktól, a madarak, emlősök és hangyák általában könnyen találnak alternatív táplálékot, már csak azért is, mert a gyümölcsérés és magterjesztés az év egy vagy kevés részére korlátozódik. Az állatok oldalán ezért inkább csak guild-szintű ráutaltságról beszélhetünk, azaz a kapcsolat nem fajspecifikus. A gyümölcs/bogyóevő guildbe tartozó madár és emlősfajok

táplálékspektruma, csakúgy mint az elaioszómát fogyasztó hangyafajoké, általában széles, ezért a növényeknek jelentős, erős és megbízható (pl. ritka tápanyagokban gazdag) szignálokat kell használniuk az érdeklődésük felkeltésére.

A legtöbb helyi vizsgálat szerint a magvak 80-90%-át a legtöbb vizsgált élőhelyen egy vagy kevés „kulcs” (keystone) hangyafaj terjeszti (pl. Gorb and Gorb 2003, Boulay et al. 2007, Manzaneda et al. 2007, Zelikova et al. 2008, Ness et al. 2009). Ennek ellenére a kapcsolat nem mondható kölcsönösen specifikusnak, a koevolúció inkább guild-szinten mehetett végbe, azaz egy növényfaj magját akár több hangyafaj is terjesztheti illetve egy hangyafaj akár több növényfaj magját is terjesztheti (diffúz, guild-szintű vagy többfajos koevolúció, Futuyma 1998). A mutualista kapcsolat erőssége térben és időben is változhat és ez a komplexitás megfelelhet a koevolúció földrajzi mozaik elméletének (sensu Thompson 1999). Annyi bizonyos, hogy nincs arra vonatkozó szakirodalmi bizonyíték, hogy a hangyák túlélését és rátermettségét befolyásolná az elaioszóma. Az elaioszóma tápanyagtartalmát és annak mennyiségét tekintve általában nem, de bizonyos időszakokban fontos lehet, például a hangyakolóniák ébredését követő időszakban, illetve az elaioszómák jelenléte hozzájárulhat a hangyakolóniák számára szükséges források számának növekedéséhez, mely kiválthatja a kolónia állapotának változását, pl. az egyedek tavaszi aktivizálódását és az utódok megfelelő tápanyagokkal történő ellátását az ébredést követő tápanyaghiányos állapotban (Caut et al. 2013).

A kapcsolat a partnerek egymástól függősége szempontjából erősen aszimmetrikus, ezért nehéz elképzelni, hogy az interakció speciációs folyamatok kiindulási pontja lehet a koevolúció klasszikus „escape-and-radiate” elmélete alapján (Ehrlich and Raven 1964, Thompson 1989). Mivel a hangyák számára a kapcsolat inkább bizonyos időszakokban fontos és túlélésük illetve rátermettségük nem függ tőle, nem valószínű, hogy a magterjesztési viselkedés léte vagy hiánya befolyásolja a speciációt vagy diverzifikációt a hangyák oldalán. Ezzel ellentétben a növények számára a kapcsolat jóval fontosabb, hiszen a magterjesztés közvetlenül kapcsolatban áll a mag túlélésével, így a csíranövény túlélésével és az anyanövény rátermettségével is, mely alapján várhatjuk, hogy a myrmecochoria kapcsolatban van a fajkeletkezési ill. diverzifikációs rátával, mint ahogy azt ki is mutattuk. A magasabb diverzifikációs ráta azonban nem a mutualizmus specifikusságával vagy erősségével van kapcsolatban, hanem azon általános előnyökkel, melyeket az értekezés is taglal és melyeket a következő címszavakban lehet összefoglalni: rövid távú, de rendszeres magterjesztés és eltemetés → kis, genetikailag izolált szubpopulációk, magas magtúlélés és csírázási siker (helyi extinkció alacsony esélye) → ritkán előforduló nagy távolságú terjesztés → alapító hatás, jó eséllyel található terjesztő hangya → helyi tényezőkhöz lokális adaptáció → idővel reproduktív izoláció a forráspopulációtól, majd fajkeletkezés.

A mutualista kapcsolat fennmaradásához szükséges, hogy a partnerek klímaváltozásra adott válaszai hasonlóak legyenek (Warren II and Bradford 2013). Az elmúlt évmilliók gyakori klímaingadozásainak ill. a jelenleg zajló globális klímaváltozás egyik kockázata a mutualizmusok szemszögéből az, hogy az egyik vagy mindkét partner populációs változásai vagy elterjedésterület-változásai a mutualizmus megszűnését eredményezhetik. A hangya általi magterjesztés pont azért lehetett sikeres és járulhatott hozzá a magasabb diverzifikációs rátához, mert a hangyák szinte minden szárazföldi ökológiai rendszerben megtalálhatóak (Hölldobler and Wilson 1990), azaz a növény számíthat a terjesztésre új, megváltozott élőhelyeken is. Az is

elképzelhető, hogy az elaioszóma mint adaptáció tulajdonképpen pre-adaptáció vagy exaptáció, azaz olyan jelleg, melynek funkciója megváltozik, azaz más funkció miatt lesz adaptív az evolúció során, mint amire adaptív volt kezdetben (pl. madártoll valószínű funkcióváltása hőszigetelésről repülésre). Elképzelhető, hogy eredeti funkciója csak az volt, hogy a sima felületű magot a hangyák jól meg tudják ragadni, majd később jelentek meg benne azok a vegyületek, melyeket a hangyák preferálnak. Mindenesetre az elaioszóma biztosítja azt, hogy akárhová kerül is a mag, hangya szinte bizonyosan lesz ott, amelyek közül egy vagy több faj alkalmas lehet terjesztőnek.

Tiszavirág-vizsgálatok

(...) az értékelésben a szerző által valószínűsített mechanizmusban az szerepel, hogy a nagyobb energiatartalékokkal rendelkező partenogenetikus nőtények számára a híd komolyabb akadályt jelent. Számomra nem világos, hogy miért nem épp fordítva, a nagyobb energiatartalékkal rendelkező állatok képesek leküzdeni az akadályt (pl. magasabbra szállva átrepülni fölötte, amely az egyik megfigyelt leküzdési mód volt). Egyúttal arra is kíváncsi lennék, hogy hogyan is zajlik a partenogenezis a tiszavirágnál – fakultatív, vagy vannak genetikusan partenogenetikus és ivaros vonalak? Ha a partenogenetikus szaporodás eredményeként nőtények fejlődnek ki, vajon rövid távon mi akadályozza meg a populációban ennek a szaporodásmódnak (és a partenogenetikus nőtényeknek) az elterjedését?

Elképzelhető, hogy a nagyobb energiatartalékokkal rendelkező nőtények képesek lennének leküzdeni az akadályt, ám eredményeink szerint az akadály (jelen esetben a híd) általános, kondíciófüggetlen optikai barrier, azaz a legvalószínűbb, hogy a rovarok érzékelési adottságai miatt minden nőtény számára hasonlóan működik. Az általunk hipotézisként megfogalmazott magyarázat szerint a nagyobb energiatartalékokkal rendelkező partenogenetikus nőtények távolabbra tudnának repülni, mint az ivaros szaporodó, energiájuk jó részét a szaporodás során elvesztő nőtények. Mivel azonban a partenogenetikus, azaz csak nőtény utódokat létrehozni képes nőtények (is) feldúsulnak a híd alatt, ez a jelenség elvezethet a megfigyelt ivararány-eltolódáshoz.

A partenogenezisről a tiszavirág esetében nagyon keveset tudunk. Ismert az, hogy a nőtények valamilyen aránya (egyes becslések szerint akár 50%-a) nem vesz részt a párzásban és partenogenetikus szaporodik, azaz a partenogenezis fakultatív. Nincs információ arról, hogy vannak-e genetikusan partenogenetikus és ivaros vonalak. Jogos a bíráló kérdése, hogy amennyiben a partenogenetikus nőtények csak nőtény utódokat hoznak létre, miért nem terjed el ez a szaporodási mód, azaz milyen „evolúciós szükséglet” van egyáltalán a párzásra? Több elképzelés is magyarázhatja ezt, véleményem szerint a legvalószínűbb, hogy a partenogenetikus úton létrejött peték és/vagy lárvák túlélése valamilyen ok miatt alacsonyabb, mint az ivaros szaporodásból származó peték és lárvák túlélése. További találgatásokba nem szeretnék bocsátkozni, hiszen adatok híján erősen spekulatív magyarázatok merülhetnek csak fel. Adatok nem csak a tiszavirág, hanem más vízi rovarok esetében sincsenek egyelőre.

Élőhelyek helyreállítása, a gyeprekonstrukció

(...) Számomra a Módszerek részből nem derült ki egyértelműen, hogy a gyepesítésen kívül voltak-e a kérdésfelvetésből logikusan következő egyéb manipulatív kezelések, pl. különböző kaszási rezsimek.

Igen, a gyepesített területeken két kezelési kísérletet indítottunk a gyepesítést követő harmadik évben. A legeltetési kísérletben a mintavételi egységek (5*5 m-es kvadrátok) egy része körbe van kerítve a legelő állatok kizárása érdekében („karámok”). Minden mintavételi helyen 2 db kizárás és 1 db nem elzárt kvadrát található, az egyik kizárás kézzel kaszált, a másik kontroll, a nem elzárt kvadrát pedig a kezelt (legelésnek kitett) mintavételi egység. A kaszási kísérletben minden mintavételi helyen 3 db karám és 1 nem elzárt kvadrát van, melyek egyike kontroll (nem kaszált), másika kézzel évente egyszer kaszált, míg a harmadik kézzel évente kétszer kaszált. A negyedik, nem elzárt kvadrát pedig a normál gépi kaszálásnak kitett mintavételi egység. A kaszási kísérlet eredményeiből nemrég jelent meg az első botanikai cikk (Kelemen et al. 2014), mely szerint a a kaszálás szükséges a célgyepekhez hasonló fajkészlet fenntartására, míg kaszálás hiányában a holt fitomassza felhalmozódásával és a nemkívánatos fajok feldúsulásával a gyep degradációja következik be.

(...) a szűkes gyepék az évek során növényfaj készlet alapján közelítettek a célállapothoz, addig a rekonstruált löszgyepekénél ez nem volt megfigyelhető. Ugyanakkor a lucernaföldekből kiinduló vegetációfejlődési vizsgálat során a löszös gyeptelepítés is közelített a célállapothoz. Mi lehet az oka az eltérésnek? Számomra az sem derült ki (bár lehet, hogy megbújt a dolgozatban), hogy pontosan mi térbeli elkülönülés vagy átfedés a 3.7 és 3.8-as vizsgálatok közt. Lucernaföldek a 3.7-es vizsgálatban is szerepeltek, ehhez képest a 3.8-ban vizsgált lucernaföldekből kiinduló gyeprekonstrukciók vajon más földeken folytak-e?

[Ez a kérdés szerepelt Liker András bírálatában is, ezért a választ mindkét válaszban szerepeltettem:]

Löszös gyepesítést csak 2005-ben és 2006-ban végeztünk, amikor tudtunk megfelelő mennyiségben *Festuca rupicola* magot aratni. 2007-ben nem volt löszgyep-telepítésre alkalmas szántónk, míg a 2008-ban kivitelezett két löszgyep-telepítésen szénaráhordásos kísérletet végeztünk, melyek bevonása a két vizsgálatba csak még jobban összekavarta volna az eredményeket. A 3.7. vizsgálatban, mely csak a 2009-es adatokon alapult (*tér-idő helyettesítéses mintavétel*), ezért csak négy- és hároméves löszgyepesítések adatai szerepelnek (öt db 2005-ös és két db 2006-os löszgyepesítésen összesen 14 db 2*2 m-es kvadrát adatai). A 3.8. vizsgálat, ezzel szemben, hat db (öt ugyanaz és plusz egy) 2005-ben kivitelezett és jobban sikerült (ld. alább) löszgyepesítésen zajlott a gyepesítést követő első, második és harmadik évben (*ismételt mérések mintavétel*) és részletesebb, kisebb léptéken (hat hely, 24 db 1*1 m-es kiskvadrát).

A megfigyelt eltérés legfőbb oka valószínűleg az, hogy a 3.7. vizsgálatban végzett ordinációs összehasonlítás (értekezés 17. ábra) nem tartalmaz(hat)ta a gyepesítés utáni első ill. második évre jellemző fajkészletet, míg a 3.8. vizsgálatban a legjobban sikerült 2005-ös gyepesítések első, második és harmadik éves fajkészletei szerepelnek (20. ábra). Az eltérő eredmények együttes értelmezése azt mutatja, hogy a közbelső évek adatainak bevonásával viszonylag jól látszik a haladás a természetes löszgyepek felé.

További fontos különbséget okozhat az, hogy míg a 2005-ös gyepesítéseket lucernaföldeken, a 2006-ban végzett löszgyep-telepítést napraforgó és gabonaföldeken végeztük, mely utóbbiakon kevésbé volt sikeres a telepítés. A 3.7. vizsgálatban mindkét kiindulási szántótípus képviselve volt,

míg a 3.8. vizsgálatban csak lucernaföldekből kiinduló gyepesítések szerepeltek. Mivel a lucernaföldeket csak három-négyévente szántják, otthont adhat olyan növényeknek és állatoknak, melyek az évenkénti szántást nem bírják, ezért a lucernaföldekből kiinduló gyepesítések általában sikeresebbek, mint a más terményekből kiinduló telepítések.

Metodikailag fontos megjegyzés, hogy az eltérés egyébként alátámasztja azt, hogy az ismételt méréses megközelítés érzékenyebb, jobban visszaadja a bekövetkező változásokat, mint a tér-idő helyettesítéses megközelítés. Ugyanerre a következtetésre jutottunk az egyenesszárnnyúak gyeprekonstrukciót követő ötéves változásainak kétféle megközelítéssel végzett elemzésében, melyből az értekezés beadása után jelent meg cikk (Rácz et al. 2013).

A felmerült kérdésem a következő: amennyiben az affinitási értékek az egyes fajok adott élőhely-osztályozásban való előfordulásán alapul, akkor nem lesz-e tautologikus az ugyanezen fajok átlagos affinitási értékeivel jellemezni az egyes élőhely-foltokat? A jelenleg alkalmazott módszerhez képest alternatív megoldásként tudnám elképzelni, ha a faji szintű affinitási értékek független vizsgálatokból, független élőhely-foltokból (lehetőleg minél szélesebb körből) származnának.

[Ez a kérdés ugyancsak szerepelt Liker András bírálatában is, ezért a választ mindkét válaszban szerepeltetem:]

Előre kell bocsátanom, hogy a tautológia valamilyen szinten valóban benne van a vizsgálatban alkalmazott gondolatmenetben. Társszerzőinkkel sokat vitatkoztunk a tautológia fontosságán és csökkentési lehetőségein, de mivel az indexet javasló szerzők (Allegro and Sciacky 2002) is így használták, mi is ezt a gondolatmenetet követtük. Ideális esetben valóban az lenne javasolható, hogy a rekonstrukciók és kezelések által nem érintett, de a szántóktól a természetes gyepek felé irányuló gradiens mentén minél több élőhelytípusból származó független adatok alapján történjen a fajok fidelitásának és specifititásának megállapítása.

Megjegyzendő, hogy a tautológia teljes kiiktatása független adatok (más területek, élőhelyfoltok bevonása) gyűjtésével annak plusz munkaigénye mellett további problémákat vethet fel. Egyrészt, nincs jó becslése a rekonstrukciónak (ha csak nem állnak rendelkezésre más rekonstruált területről vagy például természetes úton, spontán regenerálódó gyepekben gyűjtött adatok). Másrészt, a más területekről származó adatok esetén más lehet a fajkészlet, mások lehetnek a fajok mennyiségi viszonyai, illetve az egyes fajok előfordulását más tényezők (pl. kezelés: legeltetés, kaszálás; más tájszerkezet és élőhelyi sokféleség stb.) is befolyásolhatják, melyek felhígíthatják, elmoshatják az affinitási kapcsolatokat, amelyeket a minősítés alapjaként használunk. A két szélsőség (ugyanazon adatok vs. teljesen független adatok) közötti átmeneti megoldásként valóban ígéretes lenne a Liker András bíráló javaslata, mely csak a szántók és csak a természetes gyepek alapján számolná az affinitást és a rekonstruált területek összehasonlítása így független, de összevethető adatokon alapulna. Alternatív megoldás lehet még az adatok kettéosztása véletlenszerűen: egyik részéből megállapíthatjuk az affinitási értékeket, másik részével pedig tesztelhetjük az élőhelytípusok közötti különbségeket. Tekintettel arra, hogy vizsgálatunkban ezen új indexcsalád mindössze harmadik alkalommal került alkalmazásra, a gyepekre pedig első alkalommal, a továbbfejlesztésnek a fenti két gondolatmenet lehet a logikus iránya.

Európai élőhely-monitorozó programok vizsgálata

Az európai élőhely monitorozó programok vizsgálata kapcsán csak az a kérdés merült fel, hogy vajon sikerült-e találni olyan általános hiányosságot, problémát, amit felismerve saját vizsgálatok javíthatóak voltak, vagy esetleg lesznek?

A rövid válasz: a saját monitorozásunkból származó adatok feldolgozásának és publikálásának szintje elmarad a kívánatostól, ezen mindenképpen javítani szeretnénk a közeljövőben...

A hosszabb válasz: Az EuMon projekt egyik célja volt az európai biodiverzitás-monitorozó programok tudományos megalapozottságának vizsgálata. A tudományos „minőséget” három jellemzővel számszerűsítettük az adatbázisban szereplő metaadatok alapján: a mintavételi protokoll kidolgozottságával (0-tól 10-ig terjedő skálán), a mintavételi erőfeszítést jellemző indexszel (folytonos változó) és a statisztikai adatfeldolgozás szintjével (kvalitatív változó) illetve vizsgáltuk ezek egységnyi költségre vonatkoztatott értékét a költséghatékonyság becslésére. Az élőhelymonitorozó vizsgálatok alapját képező adatbázisban szerepel az egyek-pusztakócsi, háromévente kivitelezett állapotfelmérésünk is, melynek során a mocsárrendszer rekonstrukciók és kezelések által nem érintett részén követjük nyomon a mocsárrétek, szikes és löszös gyepek állapotváltozásait 2004 óta. Az egyek-pusztakócsi monitorozás a mintavételi erőfeszítést tekintve 150 program közül a 7. helyet érte el, míg az erőfeszítésen alapuló költséghatékonyságot tekintve a 13. helyen végzett. A program azonban holtversenyben a 80. helyen, azaz a középmezőnynél valamivel rosszabb helyen volt a mintavételi protokoll kidolgozottsága és valamivel jobb helyen (40.) annak költséghatékonysága alapján. Mindezek alapján az a következtetésünk, hogy a többi programhoz képest elsősorban a mintavételi protokoll kidolgozottságán lehetne javítani. Ennek lehetőségei a következők:

- a monitorozás minden élőhelytípusra történő kiterjesztése, azaz a a mocsárrendszer „faltól falig” történő, azaz minden élőhelytípusra kiterjedő monitorozásának megvalósítása,
- a távérzékelésből származó információk pl. légifotók térinformatikai feldolgozása az élőhelytípusok területi változásainak nyomonkövetésére,
- a karakterfajok elterjedésének pontos feltérképezése,
- terepi kísérletes megközelítések alkalmazása.

Mindezek közül a távérzékelésből származó információk beszerzését és jobb felhasználását valamint a terepi kísérletes megközelítések alkalmazását bevezettük az alapállapotfelmérésbe és tervben van a karakterfajok elterjedésének figyelembe vétele is, azonban a monitorozás minden élőhelytípusra kiterjesztésére (pl. szántók, kaszálók, mocsarak stb.) egyelőre nem vállalkozhatunk.

Válaszaim végén pedig még egyszer szeretném megköszönni bírálóm konstruktív kritikái észrevételeit és lényegretörő kérdéseit, egyúttal tisztelettel kérem Samu Ferencet válaszaim elfogadására.

Debrecen, 2014. március 12.

dr. Lengyel Szabolcs
tudományos főmunkatárs
MTA Ökológiai Kutatóközpont
Duna-kutató Intézet, Tisza-kutató Osztály

Idézet irodalom

- Allegro, G. and R. Sciacky. 2002. Assessing the potential role of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators in poplar stands, with a newly proposed ecological index (FAI). *Forest Ecology and Management* **175**:275-284.
- Beattie, A. J. 1985. *The Evolutionary Ecology of Ant-Plant Mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Boulay, R., J. Coll-Toledano, A. J. Manzaneda, and X. Cerda. 2007. Geographic variations in seed dispersal by ants: are plant and seed traits decisive? *Naturwissenschaften* **94**:242-246.
- Caut, S., M. J. Jowers, X. Cerda, and R. R. Boulay. 2013. Questioning the mutual benefits of myrmecochory: a stable isotope-based experimental approach. *Ecological Entomology* **38**:390-399.
- Ehrlich, P. R. and P. H. Raven. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution* **18**:586-608.
- Futuyma, D. J. 1998. *Evolutionary Biology*, Third Edition. Sinauer Associates, Inc, Sunderland.
- Giladi, I. 2006. Choosing benefits or partners: a review of the evidence for the evolution of myrmecochory. *Oikos* **112**:481-492.
- Gómez, C. and X. Espadaler. 2013. An update of the world survey of myrmecochorous dispersal distances. *Ecography* **36**:1193-1201.
- Gorb, E. and S. Gorb. 2003. *Seed Dispersal by Ants in a Deciduous Forest Ecosystem*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Hölldobler, B. and E. O. Wilson. 1990. *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- Kelemen, A., P. Török, O. Valkó, B. Deák, T. Míglécz, K. Tóth, T. B. Ölvedi, and B. Tóthmérész. 2014. Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation changes after cessation of mowing. *Biodiversity and Conservation* **in press**.
- Kjellsson, G. 1991. Seed fate in an ant-dispersed sedge, *Carex pilulifera* L.: recruitment and seedling survival in tests of models for spatial dispersion. *Oecologia* **88**:435-443.
- Manzaneda, A. J., P. J. Rey, and R. Boulay. 2007. Geographic and temporal variation in the ant-seed dispersal assemblage of the perennial herb *Helleborus foetidus* L. (Ranunculaceae). *Biological Journal of the Linnean Society* **92**:135-150.
- Ness, J. H., J. L. Bronstein, A. N. Andersen, and J. N. Holland. 2004. Ant body size predicts dispersal distance of ant-adapted seeds: Implications of small-ant invasions. *Ecology* **85**:1244-1250.
- Ness, J. H., F. Morin, and I. Giladi. 2009. Uncommon specialization in a mutualism between a temperate herbaceous plant guild and an ant: are *Aphaenogaster* ants keystone mutualists? *Oikos* **118**:1793-1804.
- Rácz, I. A., E. Déri, M. Kisfali, Z. Batiz, K. Varga, G. Szabó, and S. Lengyel. 2013. Early changes of orthopteran assemblages after grassland restoration: a comparison of space-for-time substitution versus repeated measures monitoring. *Biodiversity and Conservation* **22**:2321-2335.
- Rico-Gray, V. and P. S. Oliveira. 2007. *The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions*. University of Chicago Press, Chicago.
- Thompson, J. N. 1989. Concepts of coevolution. *Trends in Ecology & Evolution* **4**:179-183.
- Thompson, J. N. 1999. Specific hypotheses on the geographic mosaic of coevolution. *American Naturalist* **153**:S1-S14.
- Warren II, R. J. and M. A. Bradford. 2013. Mutualism fails when climate response differs between interacting species. *Global Change Biology* **20**:466-474.
- Zelikova, T. J., R. R. Dunn, and N. J. Sanders. 2008. Variation in seed dispersal along an elevational gradient in Great Smoky Mountains National Park. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* **34**:155-162.