

Válasz Dr. Moskát Csaba, az MTA doktora opponensi véleményére

Nagyon köszönöm Dr. Moskát Csabának a doktori értekezésem alapos bírálatát és a téma kapcsán újabb vizsgálatok elvégzésére is ösztönző kérdéseit. Köszönöm továbbá, hogy értekezésemet pozitívan értékelte. A bírálatban megfogalmazott kérdéseire az alábbiakban válaszolok.

- 1. Egy grádiens leírásához viszonylag kevés 3 kategória. A vegetáció-ökológusok a 60-as évektől kezdve próbáltak igazi grádienseket vizsgálni, s itt a fajok eloszlását a grádiens mentén, s ezeket kvantitatívan elemezni. Persze ez egy más megközelítés, három habitat összehasonlítása jobban kiemeli a különbségeket. Ugyanakkor egy ilyen megközelítést sem ártana kipróbálni. Ugyancsak fontos lenne egy sziget-biogeográfiai megközelítés is, mivel az urbanizált területeken belül a természetes jellegű élőhelyek szigeteknek tekinthetők. Történt-e ilyen megközelítés nálunk, vagy esetleg máshol?***

Forman és Godron (1986)¹ szerint is az emberi hatások intenzitása alapján a városokban tapasztalható változatos tájhasználati típusok legalább öt főtípusát különböztethetjük meg az eredeti természetes környezettől az emberek által erőteljesen átalakított városközpontig húzódó kontinuum mentén. Az alkalmazandó egyszerű protokoll kritériumát szem előtt tartva a GLOBENET projekt keretében az urbanizációs gradiens mentén három, vizuálisan jól elkülönülő zavarási egységet (rurál, szuburbán és urbán terület) kell vizsgálni. Azért, hogy a GLOBENET projekt keretében végzett vizsgálatok eredményei összevethetőek legyen, fontos a javasolt protokoll betartása, így vizsgálatainkban mi is csak a rurál, szuburbán és urbán területen vettünk mintát. A GLOBENET projekt keretében először a magyarországi kutatások során alkalmazták a rurál, szuburbán és urbán területek kvantitatív jellemzését, az adott mintavételi területen egy random módon kiválasztott 1x1 km-es négyzetben az épített környezet (házak, utak, aszfaltozott felületek) természetes élőhelyekhez viszonyított aránya alapján. A javasolt kvantitatív mérőszám lehetőséget biztosít arra, hogy a rurál - urbán gradiens mentén több mintavételi területet jelöljünk ki.

¹ Forman R T T, Godron M (1986): *Landscape Ecology*. New York: Wiley & Sons.

A GLOBENET projekt keretében Nagy-Britanniában (Birminghamben)² és Belgiumban (Brüsszelben)³ folytak olyan kutatások, ahol a tanulmányozott erdőfoltok nagyságának futóbogarakra gyakorolt hatását is elemezték. Magyarországon a vizsgált erdőfoltok nagyjából azonos méretűek voltak, így ilyen irányú vizsgálatokra nem volt lehetőség. A Nagy-Britanniában és Belgiumban zajló vizsgálatok arra a következtetésre jutottak, hogy az erdőfoltok mérete és a futóbogár együttesek összetétele között szignifikáns kapcsolat van. Mindkét városban a kisebb méretű erdőfoltokban a generalista fajok, míg a nagyobb méretűekben az erdei specialista futóbogarak voltak többségben. Azaz, a sziget-biogeográfia törvényszerűségei csak az erdőfoltot valóban szigetként érzékelő erdei specialista futóbogarak esetén érvényesültek.

2. A dolgozatban a három habitat-kategória csapdázott anyagainak a kiértékelése dominál, minden élőlénycsoportnál, beleértve a faj és a habitat-szerkezet sokváltozós feltárásait is. Az ízeltlábú közösségek fenotípusos leírása, ill. a struktúra exploratív jellegű felderítése történt meg. Milyen lehetőséget lát a jelölt arra, hogy a szerveződés ok-okozati kapcsolatait is megvizsgálja a jövőben, pl. jól kontrollált terepkísérletek keretében?

Eredményeink szerint az urbanizáció hatására az eredeti élőhelyekben bekövetkezett változások leginkább az erdei specialista fajokat érintik hátrányosan. Az ok - okozati kapcsolatok feltárásakor a faj-populációs és a közösségi szintű hatásokra kell koncentrálni. A faj-populációs vizsgálatoknál az adott faj egyedeinek táplálkozására, kondíciójára, ivararányára, fekunditására, tojásainak, lárváinak és imágóinak mortalitására, metapopulációs dinamikájára, genetikai változatosságára kell kitérni, míg a közösségszintű vizsgálatok közül a kompetícióra kell fókuszálni. Kontrollált kísérletek alkalmazására leginkább a kompetíció kapcsán van lehetőség. Körülzárásos, jelölés-visszafogásos és manipulatív kísérletekkel megbízhatóan vizsgálható, hogy az urban területen az erdei specialista fajok imágói és/vagy lárvái kompetíciós hátrányban vannak-e a területet előzőnlő generalista fajokkal és a többi talajon aktív generalista predátor hangya és/vagy pók

² Sadler J P, Small E C, Fiszpan H, Telfer M G, Niemelä J (2006): Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban-rural gradient using woodland carabid assemblages. *Journal of Biogeography*, 33: 1126-1138.

³ Gaubomme E, Hendrickx F, Dhuyvetter H, Desender K (2008): The effects of forest patch size and matrix type on changes in carabid beetle assemblages in an urbanized landscape. *Biological Conservation*, 141: 2585-2596.

fajokkal szemben, valamint, hogy az erdei specialista fajok egyedei között megfigyelhető-e intraspecifikus kompetíció.

3. A szerző számos sokváltozós technikát alkalmazott az adatsorok elemzésére. Milyen megfontolások befolyásolták a módszerválasztást olyan esetekben, amikor számos alternatíva állt fenn?

Amennyiben a tanulmányozott ízeltlábúak egyedszáma és a vizsgált háttérváltozók közötti viszonyt detrendelt kanonikus korrespondencia analízissel (DCCA) vizsgáltuk, a detrendelés során a second order polynomials módszert használtuk és az egyedszámértékeket transzformáltuk $\log(x + 1)$ -gyel.

A vizsgált talajfelszíni ízeltlábú együttesek rurál - urbán gradiens menti kompozícióját klaszteranalízissel és nem-metrikus többdimenziós skálázással (NMDS) vizsgáltuk. A metrikus skálázás (amilyen a főkomponens analízis és a főkoordináta analízis is) lineáris adatszerkezetet feltételez. A linearitástól való kisebb eltérést még elviseli a módszer, de nagyobb eltérés már jelentősen befolyásolja az eredményt. A nem-metrikus többdimenziós skálázás ezzel szemben nem feltételez lineáris adatszerkezetet, ezért esett a választás erre a módszerre.

A futóbogár közösségek urbanizációs gradiens menti vizsgálatakor (az értekezés 3.3. fejezete) a klaszteranalízis során a Sørensen hasonlósági indexet és csoportátlag fúziós algoritmust alkalmaztuk azért, hogy eredményeink összehasonlíthatóak legyenek a GLOBENET projekt keretében legelőször publikált vizsgálatok eredményeivel. Ugyanis Niemelä és mtsai. (2002)⁴ ugyanezt a módszert használták adataik elemzésekor. Az értekezés 3.3 fejezetében a Bray-Curtis távolságfüggvényt felhasználva nem-metrikus többdimenziós skálázást is végeztünk. A széles körűen alkalmazott Bray-Curtis távolságfüggvényre azért esett a választás, mert az azonos méretű, számú és elrendezésű csapdákkal, azonos ideig folytatott mintavétel lehetővé tette, hogy a konkrét mennyiségi viszonyokkal számoló távolságfüggvényt alkalmazzunk.

A futóbogár közösségek urbanizációs gradiens menti kétéves vizsgálatakor (az értekezés 3.4. fejezete) a két év során eltérő számú futóbogár fajt és egyedet gyűjtöttünk, így a távolságfüggvények közül olyat kellett választani, amely a fajok relatív gyakorisági értékeit veszi figyelembe. Emiatt esett a választás a gyakran használt Hellinger távolságfüggvényre.

⁴ Niemelä J, Kotze J D, Venn S, Penev L, Stoyanov I, Spence J, Hartley D, Montes de Oca E. (2002). Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. *Landscape Ecology*, 17: 387-401.

A kilenc országból közölt futóbogár adatok elemzése során (az értekezés 3.5. fejezete) a klaszteranalízis és a nem-metrikus többdimenziós skálázás során a széles körben használt Sørensen hasonlósági indexet alkalmaztuk, mivel az egyes országokban eltért a csapdázások intenzitása és így a gyűjtött fajok és egyedek száma is. Emiatt csak a fajkészlet vizsgálatára adódott lehetőség.

4. Egyes populációk ún. "sink" populációkként működhetnek, azaz fokozatos csökkenés után kihalhatnak, vagy esetleg ez sztochasztikus ingadozás miatt következhet be. Mi a véleménye, a debreceni városi futóbogarakat csak egy folyamatos beáramlás tarthatja-e fenn a természetközeli élőhelyek felől, vagy ezen városi élőhely-szigetek önreprodukcióra képesek, s esetleg viszonylag izoláltaknak is tekinthetők.

A kérdés megválaszolásakor a fajok élőhelyi kötődését is figyelembe kell venni. A nyílt élőhelyekhez kötődő és a generalista fajok betelepődése a szomszédos területekről folyamatos az urbán erdőfoltokban. A betelepedés mellett azonban a reprodukciójuk is hozzájárul populációik optimális létszámának fenntartásához. Ezzel szemben, az urbán területen a fragmentálódott és aszfaltozott sétányokkal elválasztott erdőfoltokban élő erdei specialisták faj-populációi egymástól izoláltak, az egyes foltok közötti migráció, illetve a szuburbán és/vagy rurál terület felőli beáramlás jelentősen korlátozott. Így az urbán erdőfoltokban élő erdei specialista faj-populációk létszáma fokozatosan csökken, és ezek a kisméretű populációk sokkal inkább veszélyeztetettek a sztochasztikus populációs fluktuációk következtében kialakuló lokális kihalástól. Persze mindezek pontos tisztázása csak jelölés-visszafogásos vizsgálatok segítségével történhet.

Végezetül, még egyszer köszönöm Dr. Moskát Csabának, az MTA doktorának a dolgozatom alapos bírálatát és kérem, hogy a kérdéseire adott válaszaimat elfogadni szíveskedjen.

Debrecen, 2012. január 25.

Magura Tibor