

Opponensi vélemény Ádámné Bukor Boglárka „The effects of urbanisation on the demographic processes in bird populations” c. doktori értekezéséhez

Dr. Kőrösi Ádám

Az értekezés egy korábbi változatát volt alkalmam előzetes bírálatban részesíteni, ezért jelen bírálatomban számos helyen teszek utalást a korábbi megállapításaimra.

A dolgozat napjaink egyik leginkább szembetűnő környezeti változásának, a városok terjeszkedésének a hatását vizsgálja igen részletesen egy modellfaj, a széncinege (*Parus major*) populációin. A témaválasztás teljesen időszerű, az alkalmazott mintavételi és statisztikai módszerek megfelelőek, a feldolgozott adatok mennyisége tiszteletre méltó, ezért az eredmények is robusztusak és nagy mértékben segítik a városi énekesmadarak biológiájának megértését.

Az értekezés alapjául négy tanulmány szolgál, melyek mind nemzetközi, referált folyóiratokban jelentek meg. A négy tanulmány közül az első kettő, egymást remekül kiegészítve, a széncinegék reprodukív sikerét és éves látszólagos túlélését hasonlítja össze városi és erdei élőhelyeken. A másik két tanulmány lazábban kötődik a dolgozat címében kijelölt témához, de érdekes és értékes adalékokkal szolgál a széncinegék városi populációinak biológiájához. A dolgozat 125 számozott oldalon mutatja be a négy tanulmányt, melyeket egy általános bevezető és egy általános diszkusszió foglal keretbe. Az irodalmi áttekintés alapos és a dolgozat témájában való jártasságról tanúskodik.

Az általános bevezető nagyon szépen összefoglalja az urbanizáció ökológiai és evolúciós aspektusait és kellő mélységben tekinti át a vonatkozó szakirodalmat. A jelölt számos irodalmi példán keresztül mutatja be az urbanizáció hatásait a gerinces állatok demográfiájára. Örömmel láttam, hogy az előző változathoz képest a bevezető kiegészült az idegenhonos és inváziós fajok szerepét bemutató résszel.

Az általános diszkusszió érthetően foglalja össze és helyezi tágabb kontextusba a jelölt kutatási eredményeit. Összességében egy szépen megírt, áttekinthető, koherens és eredményekben gazdag doktori értekezésről van szó, melynek stílusa és formája nem hagy kívánnivalót maga után. Az értekezést *elfogadásra javaslom*.

Első tanulmány

Az első vizsgálatban két városi és két erdei széncinege populációban hasonlították össze a költési sikert egy sokéves adatsor alapján. Az erdei populációkban szignifikánsan magasabb fiókaszámot találtak, amit nem igazán tudott ellensúlyozni, hogy a városi populációban valamivel nagyobb arányban fordult elő másodköltés. Ezt a részt a jelölt a korábbi verzióhoz képest kiegészítette néhány ábrával, így az eredmények még világosabbak lettek.

Kérdések:

A vizsgálat eredményei szerint a fészkelést korábban elkezdő tojók több fiókat reptettek ki. Ugyanakkor a korábban költő tojóknak nagyobb eséllyel volt második költésük is és a két fészkaljat kireptető tojóknak nagyobb volt a szaporodási sikere, mint az egy fészkaljat nevelőknek. Nem teljesen világos számomra, hogy az elemzés során hogyan kontrollálták erre, magyarul hogyan választották szét a két változó hatását? Más szóval a korábban elkezdett fészkelésnek mennyi a közvetlen hatása a fióka számra és mennyi a közvetett hatása, ami a másodköltés nagyobb valószínűségéből adódik?

A diskusszióban azzal magyarázza a korábban költő egyedek magasabb fiókaszámát, hogy a táplálék mennyisége vagy minősége a szezon előre haladtával romlik. Van-e erre konkrét bizonyíték? Lehetne esetleg alternatív magyarázatokat találni? Például elképzelhető-e, hogy a korábban költő párok jobb territóriumot foglalnak? Vagy a korábban költők esetleg eleve rátermettebbek? Vagy kevésbé merítette ki a tartalékaikat az áttelelés?

Apróbb megjegyzések

802. sor: az AICc-érték nem a modell illeszkedését (model fit) méri.

Figure 3.2B Y-tengelyen: *Centered*, nem *centralized*

Második tanulmány

A második tanulmányban hosszú távú jelölés-visszalátás adatok elemzésével becsülték meg a széncinegék éves látszólagos túlélési rátáját és visszafogási valószínűségét ugyanabban a két erdei és két városi populációban, mint az első tanulmányban. Nem találtak konzisztens különbséget a városi és az erdei populációk között az évenkénti túlélésben, viszont a területek között és az évek között is igen nagy variancia volt. Ez volt az a tanulmány, amelyhez az előbírálatban a legtöbb kritikai megjegyzést fűztem. A jelölt a kritikáim nyomán végrehajtott bizonyos változtatásokat, de a kételyeimet nem sikerült maradéktalanul eloszlatni. A főbb eredmények, miszerint a túlélésben nincs konzisztens különbség a városi és erdei élőhelyek között, továbbá minimális a különbség az ivarak között, nagy valószínűséggel helytállóak, de az adatelemzés és az eredmények értelmezése több ponton erősen vitatható.

A jelölés-visszafogás adatok elemzésének alapvetően két megközelítése lehetséges. Ha megfelelő mennyiségű előzetes információval rendelkezünk a vizsgált faj biológiájáról, akkor megfogalmazhatunk *a priori* hipotéziseket, mint például hogy az erdei és városi területen élő cinegék túlélése megegyezik, vagy a hímek és tojók, vagy a fiatal és idősebb egyedek túlélése megegyezik. Ebben az esetben néhány egymásba ágyazott modellt lehet építeni és ezek összehasonlításával (pl. likelihood-ratio tesztel) eldönteni, hogy a hipotézist elutasítjuk-e. A másik, jóval gyakrabban alkalmazott megközelítés, amikor egy feltáró (exploratív) elemzést végzünk. Ilyenkor az a jó stratégia, ha minden, biológiailag értelmezhető modellt megépítünk a paraméterek és kovariánsok kombinálásával. A modellek nagy száma miatt kiemelt szerepet kap az AIC-alapú modell-szelekció és a modell-átlagolás. Amennyiben a potenciálisan megépíthető modellek száma túl magas, lehet többlépcsős modell-szelekciót végezni.

Ebben a vizsgálatban a jelölt egy köztes megoldást választott: meglehetősen sok modellt épített, de messze nem az összes lehetséges verziót. Például a területenkénti elemzésnél 150 modellt lehetett volna építeni minden területre, de ehelyett csak 57 modell lett tesztelve. Ezzel lényegében egy olyan elő-szelekciót végzett, amelynek a szempontjai nem átláthatóak és valószínűleg szubjektívek. Így nem elhanyagolható annak az esélye, hogy potenciálisan „jó” modelleket le sem futtatott. A modelleken AIC-alapú modell-szelekciót hajtott végre, ami helyes, viszont különös figyelmet szentelt azoknak a modelleknek, amelyeknél a ΔAIC -érték 2-nél kisebb volt, több helyen hivatkozott ezekre támogatott (supported) modellként, mintha a többi modellel egyáltalán nem kéne foglalkozni. A $\Delta AIC=2$ érték bővös határként való értelmezése a modell-szelekció lényegének a félreértése. Amikor nagyszámú modellt futtatunk, könnyen előfordul, hogy számos modellnek igen hasonló AIC-értéke lesz. Ez azt jelenti, hogy az adataink nem tartalmaznak elég információt ahhoz, hogy a modelleket kellően szét tudjuk választani egymástól, más szóval a modell-szelekciónak nagy a bizonytalansága.

Ilyen esetben modell-átlagolást kell végezni, amit helyesen meg is tett a jelölt, illetve a modellek súlyát (AIC-weight) kell megvizsgálni. Ez a súly, leegyszerűsítve, azt adja meg, hogy az adott modell mekkora

valószínűséggel a legjobb modell a vizsgált modell-készletből. Például amikor a négy terület adatait egybevonva elemezte, a modell-listában (Appendix Table S4.1) az első három helyen végzett modellnek 0.22, 0.16 és 0.08 a súlya, vagyis ekkora a valószínűsége, hogy az adott modell ténylegesen a legjobb. Van továbbá négy modell (a 3-6. helyen álló modellek), amelyek AIC-értéke közel ugyanakkora, ennek megfelelően a súlyuk is 0.082 és 0.079 közötti. Vagyis ez a négy modell gyakorlatilag megkülönböztethetetlen egymástól, de mivel az egyiknek hajszállal kisebb a ΔAIC -értéke 2-nél, ezért azt támogatott modellként értelmezte, míg a többi nem. Ilyen esetben teljesen félrevezető egy-egy modellt kiválasztani és annak a becsléseit bemutatni, hiszen óriási lehet a modell-szelekciós torzítás, vagyis annak a valószínűsége, hogy nem a legjobb modell becsléseit közöljük. A példánál maradva, a három legjobb modell, amelyek ΔAIC -értéke 2-nél kisebb volt, összesített AIC súlya kb. 0.46, vagyis 54% a valószínűsége annak, hogy a legjobb modell nincs is közöttük. Ezért a 4.3-tól a 4.7-ig terjedő ábrák közlését elhibáztottnak tartom. (Ezzel részben ellentmondok annak, amit az előbírálathoz írtam, de azóta utánanéztem az irodalomban (Burnham és Anderson 2002) és revideálok az akkori véleményemet.)

Amennyiben a modellek között a szelekció során csak kis különbségeket találunk, de kíváncsiak vagyunk arra, hogy egy adott kovariánsnak (pl. ivar) milyen hatása van valamelyik paraméterre (pl. túlélés), akkor összegezni kell azoknak a modelleknek a súlyát, amelyekben a túlélés ivarfüggő és azokat, amelyekben nem ivarfüggő és ezeket kell összevetni. Ezt minden paraméterre és kovariánsra elvégezve kirajzolódhat, hogy melyik kovariánsnak mekkora szerepe van. Ezt követően az összevont elemzésben már jóval kevesebb kovariánst kéne használni. Ha pl. a területenkénti elemzés azt mutatná, hogy vajmi kevés támogatottsága van az ivarfüggő visszalátási valószínűségnek, akkor az összevont adatoknál már ki lehetne hagyni az ivart a visszafogási valószínűségnél.

Az előbírálathoz a legnagyobb hibának azt tartottam, hogy a területekre lebontott elemzésben az időfüggő modellek gyakran nem tudtak megbecsülni bizonyos paramétereket, de a modell-átlagolásba bevonták ezeket a modelleket is, ami torzította az eredményeket. Ezért azt javasoltam, hogy a modell-átlagolást úgy végezzék el, hogy zárják ki a modell-készletből azokat a modelleket, amelyek valamelyik paramétert nem tudták megbecsülni. Ehhez képest a jelölt változatlanul bent hagyta a dolgozatban a korábbi hibás elemzést és kiegészítette azzal, hogy lefuttatott minden területre 12 modellt, amelyekből teljesen hiányzott az időfüggés (a túlélésnél és a visszalátási valószínűségnél is). Itt azonban már nem végzett modell-átlagolást, csupán azokat a modelleket tárgyalta, amelyeknél a ΔAIC -érték 2-nél kisebb volt. Ráadásul ezen modellek között voltak olyanok is, amelyek a korábbi, 57 modellből álló készletben nem szerepeltek, ami teljesen inkonzisztenssé teszi az elemzést. Véleményem szerint a helyes eljárás az lenne, ha lefuttatná az összes (150) megépíthető modellt minden területre, kiszűrné közülük azokat, amelyek valamelyik paramétert nem tudják megbecsülni, és a maradék modellekre elvégeznék a modell-átlagolást illetve a modell-súlyok összegzését a fent leírt módon.

A denzitás kovariánsként való használatát az előbírálathoz is kritizáltam. Mivel a denzitás minden évben más értéket vett fel, ezért nincs értelme olyan modelleket építeni, amelyekben az idő és a denzitás egyszerre szerepelnek kovariánsként valamelyik paraméternél, mert túlpáraméterezetté válik a modell. Ezzel kapcsolatban nem láttam semmilyen változtatást a dolgozatban.

Kérdések: Az összevont elemzésnél miért a terület azonosítóját használta kovariánsként, miért nem az élőhely típusát (városi vs. erdei)? A kutatási kérdése az volt, hogy a városi és az erdei élőhelyek között van-e különbség, nem az, hogy a négy terület között van-e különbség.

A cinegék életkorának a bevonását a túlélés elemzésébe nagyszerű ötletnek tartom és megítélésem szerint helyesen is végezte el a modell-építést. Számomra a tanulmány legérdekesebb eredménye, hogy a városi területeken úgy tűnik, hogy különbözik a fiatalabb és idősebb egyedek túlélése, míg az erdei élőhelyeken nem. (Bár itt azért a balatonfüredi modelleknél nagy a bizonytalanság, mert sok

paramétert nem lehetett megbecsülni.) Milyen biológiai magyarázattal szolgálna erre a jelenségre, tehát hogy a városban korfüggő a túlélés, de az erdőben nem?

Harmadik tanulmány

Ebben a tanulmányban rádiótelemetriás jeladóval ellátott széncinege tojók táplálékszerző viselkedését követték nyomon városi környezetben, továbbá a fészkek bejáratához szerelt videokamerák felvételei alapján elemezték a fészkekbe hordott táplálék mennyiségét és minőségét. Emellett nagyon részletesen felmérték a vizsgált madarak mozgáskörzetén belül a növényzetet. Ez egy rendkívül körültekintően megtervezett és kivitelezett vizsgálat, melynek eredményei mély betekintést nyújtanak a városi széncinegék viselkedésébe.

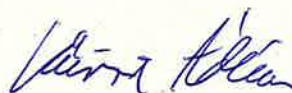
Az előbírálathoz javasoltam, hogy a diskuszióban essék szó arról, hogy az őshonos és idegenhonos fák ízeltlábú közösségei hogyan térhetnek el egymástól és ez mennyiben magyarázhatja a cinegék táplálékkereső viselkedését. Sem a tanulmány diskusziójában, sem az általános diskuszióban nem láttam erre vonatkozó változtatást.

Negyedik tanulmány

A téli madáretetők denzitását és típusait, illetve az etetőket látogató madár közösségeket hasonlították össze Veszprémben és Budapesten. Veszprémben sűrűbben fordultak elő madáretetők, mint Budapesten, de a két város között nem volt különbség az etetőkön talált madarak egyedszámában és fajszámában, továbbá a főbb etető típusok is hasonlóak voltak a két városban. Elemzéseik alapján az etető típusa és a madáritatók jelenléte befolyásolja leginkább a madarak abundanciáját és fajszámát, illetve a madarak egyedszáma negatív összefüggést mutatott a hőmérséklettel és a tél előrehaladtával is. Véleményem szerint a mintavétel elrendezése és kivitelezése, továbbá a statisztikai elemzések teljesen megfelelőek, ezért az eredményekhez nem fér kétség.

Kérdés: Mivel magyarázná a dátum negatív hatását a madarak abundanciájára, tehát hogy a szezon előrehaladtával egyre kevesebb madarat figyeltek meg az etetőkön?

Würzburg, 2026. március 23.



Dr. Körösi Ádám