Válaszok Dr. Hegyi Gergely bírálatára

SK: Ezúton is köszönöm, hogy vállalta a doktori értekezésem bírálatát és hogy időt szánt a dolgozatom átolvasására és javítására! A javaslatai alapján elvégzett módosítások jelentősen hozzájárultak a doktori munkám színvonalának emeléséhez.

Előzetes megjegyzések

A dolgozatot az elővédési folyamat során részletesen bíráltam, ezért itt igyekszem az előző kör után meg nem oldódott, valamint az azóta újonnan felfedezett problémákra koncentrálni.

Témaválasztás

A dolgozat témaválasztása dicsérendő. Mindannyian egyre élesebben tapasztaljuk az ember okozta klimatikus és más jellegű környezeti változásokat, és az utóbbi időben a városi ökoszisztémák jelentős átrendeződéseit is, például a madárközösség összetételében. De az kevésbé került a figyelem középpontjába, hogy ugyanazon faj városi és erdei populációi között jelentős különbségek vannak, amelyek akár evolúciós következményekkel is járhatnak.

Irodalmazás

A dolgozat szakirodalmi lefedettsége kiterjed szakcikkekre, könyvekre és könyvfejezetekre egyaránt, valamint korábbi és egészen récens anyagokat is tartalmaz. Az irodalom használata megfelelő, kritikai és összehasonlító jellegű, és a saját munkája kontextusba helyezése is megtörténik. A hivatkozásokban általam korábban felfedezett formai hibákat a jelölt kijavította. Van azért néhány probléma még. A legfurcsább a 34. oldal alján szereplő „S. et al. 2002" hivatkozás, amelyről kideríthetetlen, hogy ki is volt ez valójában (valójában egyébként Stephen Nowicki közismert cikkéről van szó). Ennek a cikknek a szerzői az irodalomjegyzékben is csak a kezdőbetűjükkel szerepelnek. Demeyrier et al. 2017, Senar et al. 2021 és Youngsteadt et al. 2016 cikkénél hiányzik a kötetszám, Aronson et al. 2014, Pipoly et al. 2022, Plummer et al. 2013b, Schulte-Hostedde et al. 2018, Speakman and Król 2010 cikkénél pedig hiányzik az oldalszám, illetve a cikkazonosító. Jones and Leather 2012a és b cikke ugyanazt a cikket jelenti az irodalomjegyzékben, és betűjel nélkül vannak citálva a szövegben. Meillére et al. 2015a valószínűleg 2015-ként van citálva. Liker 2020-as cikkénél nincs kötet- és oldalszám. Török János cikke Csörgő Tibor könyvében az egyik helyen Csörgő and Török 2009 hivatkozással szerepel. A Journal ofField Omithology folyóirat J. F. Omithol rövidítése nem biztos, hogy mindenkinek egyértelművé teszi az újság identitását.

Viszont jó hír, hogy nincsenek hiányzó, illetve fölös referenciák az irodalomjegyzékben.

SK: Köszönöm az észrevételeket, ezek a kisebb hibák sajnos elkerülték a figyelmem.

Módszertan, analitika

A munka kutatástervezési és módszertani színvonala átlagon felülinek mondható, az ezzel kapcsolatos konkrét megjegyzéseimet és kérdéseimet az alábbiakban ismertetem. A statisztikai elemzések lineáris modelleken alapulnak és egy sajátos megközelítést követnek, amelyet korábban már diszkutáltunk a jelölttel, ez a számomra továbbra is vitatható, de itt nem szándékozom vitatni. Mivel azonban az

elméleti elemzőkészségre nincsen külön értékelési szempont megadva, ezért ide kell az ezzel kapcsolatos meglátásomat beszúrnom. A doktori munka alapjául szolgáló nem első szerzős cikk (J Anim Ecol) egy populációpár egy évi, egyféle kísérletes kezelést alkalmazó vizsgálata, a következtetései ehhez képest drasztikusan túlzóak, és ugyanez mondható el a cikk nemzetközi fogadtatásáról is. A részleteket lásd alább a komment szekcióban. Az elővédési bírálatban felhívtam az egyértelmű helyzetre a jelölt figyelmét, aki azonban a válaszában elutasította a megjegyzéseimet, a későbbi javításaiban pedig nem orvosolta a problémákat. Mondhatni, egyáltalán nem tett javításokat a témában, ami azért megdöbbentett. Emellett egyszerűen nem tudok elmenni, mégpedig két okból. Egyrészt azért, mert sajnálatos képet fest arról, hogy a jelölt mennyire tudja, illetve mennyire hajlandó egy tudományos eredmény általánosíthatóságát megítélni és ennek megfelelően értékelni. Ez a véleményem szerint nagyon fontos kritériuma a tudományos elemzésre való alkalmasságnak. Másrészt pedig a dolognak gyakorlati relevanciája is van, mert az idézett munka alapján tömegesen indulhat meg hibás természetvédelmi kezelés a városi cinegepopulációkban.

SK: Mivel ez a felvetés, de részletesebb kérdések és megjegyzések formájában később előkerül a bíráló értékelésének „Nagyobb megjegyzések" szakaszában is, így a megjegyzésre és a kritikára, miszerint a tanulmány következtetései „drasztikusan túlzóak" lennének, ott válaszolok.

Ugyanakkor, szeretném megjegyezni, hogy az elővédés bírálatára adott válaszomban nem utasítottam el a bíráló észrevételeit, hiszen éppen azzal kezdtem, hogy egyetértek a bíráló alapvető kritikájával (idézek a korábbi válaszomból:) *„Természetesen egyetértek a bírálóval abban, hogy az ökológiai vizsgálatokat érdemes (lenne) minél több helyszínen és minél több éven át végezni – ezzel alighanem a legtöbb ökológus is egyetért."*).

Sajnálattal olvasom, hogy a bíráló véleménye szerint a tanulmány nemzetközi fogadtatása is „drasztikusan túlzó". Azonban tisztelettel arra kérném, hogy ezt ne rója fel az én hibámnak, hiszen ezt elsősorban a tudományos közösség feladata megítélni, a magas citációszám a szakterület kutatóinak pozitív értékelését tükrözi. A cikk 2020 júliusi megjelenésekor a *Journal of Animal Ecology* szerkesztői külön cikkben, önállóan szemlézték a tanulmányt (Derryberry & Coomes et al. 2020). Jelenleg (2026. június eleje) a cikk *British Ecological Society* adatlapja szerinti hivatkozások száma 117, az MTM-ben 124, a GoogleScholar szerint 189. Ez kb. 18-30 idézet/év nagyságrend, amivel a szakterületen belül időarányosan a kiemelkedően hivatkozott munkák közé sorolható; ezt a tudományos folyóirat 2020-ban „Top cited article" elismeréssel is kifejezte.

Formai szempontok, szerkezet

A dolgozat esztétikailag megfelelő, szövege érthető. Sajnos az egyik befűzött cikk (Ibis) szövegének angolsága kifogásolható és ez az anyag emiatt nehezebben olvasható. Az elővédés óta ezen lehetett volna javítani, hiszen a befűzött cikkszövegek szerkesztettek, de nem történt javítás. A kisebb, konkrét szövegjavításaimat a jelölt nagyrészt beépítette a dolgozatba. A dolgozat szerkezetét korábban kifogásoltam, mivel irodalmi összefoglalót és bevezetést, valamint általános diszkussziót is tartalmaz, de ezek mellett a módszerek és az eredmények a megjelent cikkek módosított szövegeinek befűzött fejezeteiből deríthetők ki, ami nehézkessé teszi a tájékozódást az anyagban. Még nehezebb körülményeket teremt az a tény, hogy mindegyik befűzött cikkhez tartozik külön bevezetés és diszkusszió szakasz is, ez pedig egyaránt okoz ismétlődéseket és tájékozódási zavarokat az olvasó számára. Az elővédési körben kiderült, hogy ez a szerkezet megfelel a formai elvárásoknak, azonban az egészen biztos, hogy a dolgozat olvashatóságát nem segítette elő. A kritikáim ellenére itt sem történt semmiféle változtatás.

SK: Az *Ibis*-cikk nyelvezetére vonatkozóan: sajnálom, amiért ez helyenként nehézséget okozott a bírálat elkészítése során. Az elővédés óta számos helyen javítottam a szöveg angolságán, a bíráló észrevételeit követve (ld. alább). Emellett, az elfogadást megelőzően a kéziratunk több körös szakmai és szerkesztői

bírálaton esett át, a tőlem telhető legjobb angolsággal megírva és többszörösen átdolgozva. Éppen ezért a dolgozatomba a már publikálásra elfogadott kézirat szövegét emeltem be, annyi változtatással, hogy a redundanciák csökkentése érdekében töröltem néhány olyan mondatot a bevezetésből és a diszkusszióból, amik a dolgozat általános bevezetőjében és diszkussziójában is szerepeltek. Ezen felül pedig – ahogy most a bíráló is megjegyezte –, a házi védésem alkalmával adott konkrét észrevételek alapján javítottam a szöveget, valamint az általános, angolságot kritizáló megjegyzése alapján is igyekeztem a teljes szöveget alaposan átnézni, javítani, az összetett, nehezebben érthető mondatokat szétdarabolni, egyszerűsíteni. Konkrét javaslatok nélkül sajnos nem világos számomra, hogy a bíráló milyen további szakaszokat kifogásol nyelvi szempontból, így az sem, hogy hol lehetett volna még javítani a szöveg „általános angolságán".

Végül pedig, a doktori értekezések szerkesztésénél többféle elterjedt gyakorlat is ismert. Ahogy azt a bíráló is megjegyzi, az általam választott szerkezeti forma megfelel a formai elvárásoknak és a bevett konvencióknak. Egyúttal itt szeretném jelezni, hogy az elővédésen ez a szerkezetre utaló javaslat már előkerült és a műhelyvita alkalmával megvitattuk, a válaszaim akkor a bíráló elfogadta. Idézet a jegyzőkönyvből: *„(Ti. a bíráló) A dolgozat szerkezetét elfogadja, ez a javasolt jegyet nem befolyásolja."* Ez alapján nem éreztem úgy, hogy a dolgozat szerkezetén az elővédést követően változtatnom kellene.

A táblázatokkal elégedett vagyok, az ábrákkal azonban nem. Korábban már jeleztem azt a problémámat, hogy normáleloszlású adatokat nem kellene mediánokkal, kvartilisekkel és különösen a kilógó adatok egyedi ábrázolásaival megmutatni. Ez nem felel meg az adatok és az elemzések jellegének sem, valamint egyáltalán nem mutatja meg a kapott mintázatokat. Az ábrákon alig látszik bármi, még a különbségek iránya is nehezen hüvelyezhető ki. Sajnálom, hogy ez egyáltalán nem lett megváltoztatva, vagy legalábbis informatívabb ábrák a függelékben befűzve. Ez megint egy olyan pont, ahol a konstruktív hozzáállás rengeteget jelentett volna.

SK: Köszönöm a táblázatokra irányuló pozitív véleményét! A statisztikai tesztek alapjául szolgáló átlagokat és standard hibákat (a normál eloszlású adatok két gyakran használt leíró statisztikáját) két táblázat (Table V.1 és V2.) tartalmazza, ezek ábrán való ismételt bemutatása redundáns lett volna. A táblázatok minden esetben *közvetlenül* a bírálatban hivatkozott ábrák (a dolgozatban Fig. V.2 és V.3) mellé kerültek beszerkesztésre. Az *Ibis*-cikk említett ábráin az adatokat mediánokkal és kvartilisekkel ábrázoltuk, ahol emellett a csoportok közötti különbségeket (vagy azok hiányát) minden esetben a statisztikai szignifikancia szintjét mutató, konvencionális jelölés is kommunikálja az olvasó felé. Ezek a boxplotok más szempontból mutatják be az adatokat mint a táblázatok, pl. jobban tükrözik azok eloszlását, ami szintén hasznos információ az eredmények értelmezéséhez. Habár hagyományosan valóban az átlagot mutatják leggyakrabban normál eloszlású változóknál, a boxplotok használata is gyakori és nem ütközik semmilyen általunk ismert statisztikai elvbe.

Ahogyan azt már az elővédésen is megvitattuk, a dolgozatban az ábrák és a kapcsolódó táblázatok jelen formájukban *komplementer* információt hordoznak, ezért a véleményem szerint együtt jóval teljesebb képet adnak az adatok eloszlásáról, mintázatáról és végső soron az eredményeinkről, mintha a bíráló által javasolt módot követtem volna. A bíráló elővédésen megfogalmazott javaslatát természetesen megfontoltam, de a fentiek miatt végül nem változtattam az ábrákon, mivel az a véleményem szerint nem szolgálta volna az eredményeink teljeskörűbb bemutatását. Ez részemről tehát nem a konstruktív hozzáállás hiányát tükrözi – elnézését kérem, ha ez esetleg valamiért a szándékom ellenére így tükröződött volna.

Tudományos eredmények

Ezt a szakaszt az elővédés bírálatából vettem át, mert az ezzel kapcsolatos véleményem nem változott.

A szerző új tudományos eredményeiként az alábbiakat ismerem el.

1) Kimutatja, hogy a kísérletes táplálléktöbblet egy városi és egy erdei széncinege populáció közötti fiókamorfológiai és költéssikerbeli különbségeket jelentősen tompítja, illetve kiegyenlíti.

2) Kimutatja, hogy az egyéves széncinegék városi példányainak kontúrtollai nagyobbak és ritkásabb szerkezetűek, evezőtollaik pedig gyengébb tollszárral, de erősebb ágacskaborítással rendelkeznek, mint az egyéves erdei széncinegék hasonló tollai.

3) Igazolja, hogy közepes fejlettségű énekesmadár-fiókákon a tollpászmák területe, a tollszámuk és a tollsűrűségük egyedi szinten is ismételhető módon számszerűsíthetők fotók alapján.

4) Kimutatja, hogy a fiókafázis közepén lévő városi széncinege fiókák hasoldali tollpászmájának mérete kisebb, tollsűrűsége viszont nagyobb, mint a hasonló fejlettségű erdei társaik esetében.

Következtetések és értékelés

A dolgozatban leírt kutatás szerteágazó és jelentős tudományos eredményeket produkált és publikált, újszerű és innovatív kísérletes és megfigyeléses megközelítések alkalmazásával. A dolgozat formai és főleg tartalmi jellegzetességei azonban hagytak kívánnivalókat. Ezért a PhD munkát elfogadásra javaslom, de CUM LAUDE minősítéssel.

Nagyobb megjegyzések

1) A dolgozatban szereplő első cikknek az a következtetése, hogy a táplálékellátottsági különbség okozhatja a városi és az erdei széncinege-populációk közötti szaporodási sikerbeli különbségek tetemes részét. Ezt a következtetést nem fogadom el több okból sem. Az ezzel kapcsolatos véleményemet a jelölt korábbi válaszai nem változtatták meg. A problémáim a kísérlettel az alábbiak.

A) A munka egyetlen évben, és egy-egy városi és erdei populációban került elvégzésre. Ezért nem lehet kizárni, hogy másik évben, illetve két más populációt vizsgálva teljesen eltérő lett volna a kísérlet kimenetele. Más szóval, ez egy kísérletes komparatív vizsgálat n=l-es adatszámmal, ezért az eredmények nem általánosíthatók.

SK: Teljesen egyetértek a bírálóval abban, hogy ha *önmagában* csak ennek az egy évben elvégzett, két populációt összehasonlító vizsgálatnak az eredményeit néznénk, akkor csak nagyon óvatos általánosításokat lehetne tenni. Ugyanakkor, fontos látni – és ez a disszertációmban több helyen is kifejtésre kerül –, hogy a szóban forgó kísérletes vizsgálat eredményei több, ugyanebben a vizsgálati rendszerben elvégzett vizsgálatunk eredményei alkotta keretbe illeszkednek. Ezek a következők:

1) A városi és erdei madarak szaporodási sikerében és fiókamortalitásában meglévő különbségek a vizsgálat évében és a hosszú távú adatsorokon konzisztensen kimutathatóak (lásd az értekezés 23. és 32. oldala, valamint az Appendix ezt bemutató Table S.IV.2. táblázatát; Seress et al, 2018, Bukor et al., 2021);

2) A városi és erdei madarak környezetében (fák lombkoronájában) becsült hernyó biomassza tömegessége és szezonalitása a vizsgálat évében és a hosszú távú adatsorokon, és ezek élőhelyi különbségei (33. oldal; Seress et al, 2018);

3) A városi és erdei madarak fiókakori táplálékában, videófelvételekről számszerűsített hernyók mennyisége és aránya, és ezek élőhelyi különbségei (62-63. oldal, általános diszkusszió; Sinkovics et al., 2018, 2021 és 2023).

Ezeket a megfelelő kontextushoz szükséges ismereteket a dolgozatomban is diszkutálom, a kísérletes vizsgálat eredményeit pedig mindig ezekkel együtt interpretálom. Fontos látni, hogy ezt a kísérletes vizsgálatot tehát egy olyan monitoring rendszerben végeztük, melyben 2013 óta dolgozunk, és amiből a jelen vizsgálathoz szorosan kapcsolódó témákban publikálunk rövid- és hosszú távú adatokon alapuló tanulmányokat. Az értekezésemben szereplő következtetések ezeknek a tanulmányoknak és összefüggéseknek a halmazán alapulnak, nem pedig ezen eredményeinktől függetlenül értelmezendők. A doktori dolgozatomban ezért is mertem az egyéb eredményeket is hivatkozva, a részeket összekapcsolva és közös keretben értelmezve általánosabb érvényű következtetéseket levonni – mindezt úgy, hogy ezeket egyúttal a nemzetközi szakirodalom idevágó eredményeivel is összevetem.

B) A kísérlet során az etetett fészkekben minden egyes nap a fészekalj napi becsült táplálékigényének 40-50 százalékára rúgó többletet biztosítottak, mégpedig lisztkukacból. Ennek megfelelően a fiókák a megfigyelések idején túlnyomórészt az adagolt lisztkukacokat kapták a szülőktől. Ez az egyféle kezelés lett alkalmazva, nem volt más kezelési csoport. Nem tudhatjuk, hogy ez az egyoldalú és a fiókák étrendjében egyébként nem szereplő táplálék milyen hatást gyakorolt az anyagcseréjükre és a fejlődésükre. És azt sem tudjuk, hogy mi lett volna, ha több vagy kevesebb a lisztkukac. Ezért a szerzők következtetéseivel ellentétben nem tudjuk megbecsülni az általános tápláléklimitáció mértékét. Ezt a problémát azzal lehetett volna kivédeni, ha többféle mennyiséget alkalmazó kezelések is lettek volna, már kétféle kezelt csoport is nagyon jelentősen javított volna a munka általánosíthatóságán. Egy populációpáron végzett egyéves, egy kezeléses kísérletből nem lehet általánosítani. Rendkívül sajnálatosnak tartom, hogy a dolgozat szövege ezen megjegyzésem nyomán tartalmilag egyáltalán nem változott.

Itt felsorolom az inkriminált helyeket idézetekkel. Magyar absztrakt: *I showed that the poorer reproductive success and smaller body size of nestlings in the studied urban site are mainly caused by food limitation.* Ugyanez van a magyar absztraktban. Cikkdiszkusszió 32. oldal: *Collectively, these results provide rare and strong experimental evidence that the negative effects of urbanization on avian nestling size and survival is caused by the reduced availability of invertebrate food sources, and these effects can be mitigated by providing atrhropod-based supplementary food.* Cikkdiszkusszió 34. oldal: *„urban caterpillar populations need to be doubled if urban and rural chicks are to have similar performance without supplementary food"*. Ez egyszerűen nem igaz. Lehet, hogy fele ekkora, illetve kétszer ekkora liszkukacmennyiség ugyanilyen hatást keltett volna, illetve lehet, hogy a következő évben fele ekkora lett volna a kísérletes hatás, a szomszédos városban, vagy akár ugyanabban a városban máshol pedig nem lett volna kísérletes hatás. Bár az általános diszkusszióban valamivel óvatosabbak a következtetések, mint a cikkszövegben, összességében nagyon erősen sugall a dolgozat egyfajta, éspedig hamis értelmezést, valamint az adatok jellege okozta limitációkról egy szót sem ejt.

SK: A bíráló megjegyzéseire a válaszaim az alábbiak.

(I) A kísérletben valóban nem tértünk ki külön annak a vizsgálatára, hogy az általunk alkalmazott táplálékkiegészítés **hogyan hat a fiókák anyagcseréjére és fejlődésére**. Ez különféle élettani markerek vizsgálatát, jelentős többletköltségekkel járó laboratóriumi méréseket stb. kívánt volna, ami sajnos nem állt a kutatócsoportunk rendelkezésére. Ugyanakkor ezek a felvetett vizsgálatok a jövőben, a szükséges körülmények és források megléte esetén elvégezhetők lesznek; köszönjük a javaslatokat.

(II) Ami a bíráló **többféle kezelési csoporttal** kapcsolatos javaslatát illeti. Valóban, egy újabb kezelési csoport bevonása finomabb felbontású információt adhatott volna a táplálékklimitáció hatásainak becsléséhez. Egy nagyobb vizsgálati területen, nagyobb kapacitás mellett mi is úgy döntöttünk volna, hogy több kezelési csoportot is alkalmazunk, vagy a vizsgálatot több helyszínre is kiterjesztjük, ahogy a bíráló is javasolta.

Ezen túl a felvetésre további két pontban szeretnék reagálni:

(1) A kísérlet megtervezésekor a kísérletes terepi ökológiában jól ismert, mintaszámmal kapcsolatos korlátokkal is számolnunk kellett. Azaz: várhatóan rendelkezésre áll-e annyi fészek, ami a statisztikai tesztekhez kellő mintaszámot biztosítja? Sajnos több cinegefészket nem tudunk teremteni, egy újabb kezelési csoport bevonása pedig 1/3-dal csökkentette volna a jelenlegi kezelt és kontroll csoportok mintaszámait (ld. 23. oldal). Mivel előre nem látható okok miatt így is ki kellett zárnunk néhány fészket a vizsgálatból (ld. 23. oldal), a bíráló által javasolt kísérleti elrendezéssel valószínűleg oda jutottunk volna, hogy nem marad elég mintaszám a vizsgálati csoportjainkban a kisebb mértékű hatások detektálásához. Ezért, bár ez a kísérleti dizájn a terepi kísérlet tervezési fázisban felmerült, óvatossági okok miatt elvetettük.

(2) A tervezésnél további fontos szempont volt, hogy több lehetséges zavaró változó hatására már a kísérlet kialakításánál, előzetesen kontrolláljunk. Így tehát szempont volt, hogy (i) a kezelt és kontroll fészkek kellő távolságban és ne csoportosítva helyezkedjenek el (kontrollálás a „helyhatásra"; 22. oldal); valamint, hogy (ii) csak az első költéseket felhasználva és az induló fészkeket a kontroll és kezelt csoportokba váltakozva osszuk be (kontrollálás a „szezonhatásra"; 21. oldal). Egy harmadik csoport kialakítása ezeknek a kísérleti kritériumoknak a kisebb-nagyobb mértékű csorbulásához vezetett volna, ami a lecsökkent mintaszám mellett várhatóan csak gyengébb elemzéseket (a többféle kontrollváltozó modellekbe szükséges bevonása okán), így pedig gyengébb lábakon álló konklúziókat tett volna lehetővé.

(III) **Eredmények általánosíthatósága.** Ami a bíráló azon kritikáját illeti, miszerint *„a szerzők következtetéseivel ellentétben nem tudjuk megbecsülni az általános tápláléklimitáció mértékét"*. Erre több pontban szeretnék reagálni:

(1) A kritizált általánosítást *a saját vizsgálati rendszerünkre* tesszük, ahogy ez a fejezet diszkussziójában (34. oldal) és absztraktjában (19. oldal) is szerepel: *„urban insect populations in our study system would need to be increased by…"* Elfogadom a kritikát, miszerint ezt az általánosítást a dolgozat nem minden pontján fogalmaztam meg egyforma óvatossággal, és hogy a fentieken túl további helyeken lehetett volna hangsúlyozni a vizsgálat korlátait (egy év, egy populációpár). Azonban a bíráló azon véleményét, miszerint **az eredmények értelmezése *„hamis"* volna**, túlzónak tartom. A kísérlet egyik lehetséges (és az előzetes ismereteink alapján az egyik legvalószínűbb) értelmezése mindenképpen az, hogy az elégtelen mennyiségű/minőségű táplálék limitálja a városi fiókák növekedését és túlélését. A témában publikált kis számú más kísérletes eredmények is alátámasztják ezt (Bańbura et al., 2011, Peach et al., 2014)

(2) A kísérleti elrendezésben számos zavaró változóra kontrolláltunk (ld. II. pont, valamint a fiókák száma és életkora, a nem a fokális madarak által történő táplálékelhordás), továbbá a kezelés nyomán az összes vizsgált paraméter ugyanabba az irányba mutatott, miszerint az extra rovartáplálék révén a városi madarak szaporodási sikere megközelítheti az erdei párokéit. Ezek alapján nem érzem túlzónak azt a következtetést levonni, hogy a „városi stresszorok" közül tápláléklimitáció vélhetően egy kiemelten fontos – de nem egyedüli! – tényező, ahogy azt a dolgozat 32. oldalán (diszkusszió) egy egész bekezdésében kifejtem.

(3) Fontos látni, hogy a tápláléklimitációra vonatkozó következtetést nem csak a bíráló által javasolt módon – ti. újabb kísérletes csoportok kialakításával – lehet levonni. A tápláléklimitáció mértékére vonatkozó konklúzió egy durva becslés, ami több dolgon alapul, és a dolgozat 34. oldalán kerül kifejtésre:

(i) Az extra rovartáplálékhoz jutó városi madarak a mért szaporodásbiológiai paramétereikben megközelítették az erdei kontroll madarak mutatóit.

(ii) Ez azt jelzi, hogy az alkalmazott táplálékmennyiség (ami legfeljebb kb. +50% volt) a fennálló (és tipikus) élőhelyi különbségeket megközelítőleg *nagyjából* kiegyenlíti. (Ezt fentebb a bíráló is elismerte új tudományos eredményként.)

(iii) Ez a másfélszeres táplálékmennyiség tehát még nem hozná teljesen egy szintre a városi és erdei madarakat (pl. Fig. IV.1), továbbá a városi madarak fészekaljmérete az erdeiekének csak kb. 75%-a. Tehát egyforma tojásszám esetén (feltételezve, hogy fészekalj mérete lineárisan emelkedik a táplálék elérhetőségével) a kb. azonos kirepített fiókaszámhoz további legalább kb. +25–25% táplálék kellene.

(iv) Ez tehát a táplálékmennyiség nagyjából kétszeresét jelenti. Itt azonban még nem vettük figyelembe az egyéb madárfajok kompetíciós hatását, és a városi élőhelyek egyéb negatív hatásainak kompenzációját, így a dolgozatban is írt 2,5-szörös táplálékmennyiség a véleményem szerint így is egy konzervatív becslés.

2) Az előző kommentem folytatásaként szeretnék egy konkrétabb problémát is érinteni. Aggodalommal tölt el a gondolat, hogy a jövőben városi cinegék tömegeit fogják rendszerszerűen, esetleg rövid időre szupertápra fogott lisztkukacokkal, vagy akár standard lisztkukacokkal ellátni. Ekkor a lisztkukac részben helyettesítheti, kiválthatja a fiókák étrendjében a cinegék hagyományos fiókatápját, a hernyókat.

SK: A cikk megjelenése óta (2020 július) eltelt hat év, de ilyet (ti. a cinegék tömegeinek rendszerszerű, szupertápra fogott lisztkukacokkal történő etetése) nem tapasztaltunk, és ilyen híradásokkal sem találkoztunk. De nem is vártunk ilyen hatást.

Szeretném hangsúlyozni, hogy a dolgozatban sem javaslom, hogy a madarakat lisztkukacokkal etessék, főleg nem szupertápra fogott lisztkukacokkal. Épp ellenkezőleg, a fejezet diszkussziója, mint konklúzió éppen azzal a gondolattal zárul (35. oldal), hogy a városi ízeltlábúak populációit segítő gyakorlatokkal (pl. megfelelő vegetáció kialakítása és fenntartása) a madárpopulációkat is segíthetjük. Ez a rendszerszintű(bb) problémamegközelítés a dolgozatban számos további helyen megjelenik (pl. diszkusszió, 34. oldal; általános diszkusszió 63. és 64. oldal).

Márpedig a cinegék életében alapvető szerepet játszanak a nagyrészt a hernyókból beszerzett karotinoidok, mint antioxidánsok, immunstimulánsok, és a tollazat tetemes részének színét biztosító pigmentek. Különösen így van ez a városok fiziológiai stresszt, méreganyagokat, fertőzéseket bőven rejtegető környezetében. Ez megmagyarázhatja azt a 35. oldalon említett megfigyelést is, hogy a verebek költéssikerét növelte, de a populáciméretüket nem változtatta meg a mesterséges táplálékadás, ami nyilván szintén egyféle táp volt. Tehát alapvető dolog tisztázni legalább három kérdést, amelyekre itt választ várok.

Egyrészt, a lisztkukacoknak biztosított **dúsított táp** tartalmaz-e karotinoidokat, különösen luteint? Tartalmazhatnak-e a „dúsított" lisztkukacok karotinoidokat?

SK: Egyetértek a bírálóval, a szakirodalomban a rovarevő énekesmadarak esetében főleg a lepkehernyókból származó karotinoidoknak számos jótékony hatását írták már le. A lisztbogárlárva karotinoid (lutein) tartalma ezekhez a természetes forrásokhoz (lepkehernyók) képest alapesetben nem jelentős, de a lisztkukacok étrendtől függően képesek karotinoidokat felhalmozni – bár a publikált kvantitatív adatok többnyire β-karotinra és likopinra, nem külön luteinre vonatkoznak. A karotintartalom tehát akkor emelkedhet meg, ha a lárvák ilyen tartalmú tápon (pl. sárgarépa, paradicsom) vannak nevelve. Az általunk alkalmazott táp ilyen színanyagokat nem tartalmazott, a lisztkukacok pedig semmilyen más kiegészítő táplálékot nem kaptak – ellenkező esetben erre a dolgozat módszertani szakaszában kitértem volna (Finke, 2015)

Másrészt, van-e arra vonatkozó evidencia, hogy ha a lárvafejlődésnek abban a fázisában és annyi időre megváltoztatjuk a lisztkukacok étrendjét, amint azt a szerzők tették, akkor ez jelentős hatást gyakorol a lárvák testösszetételére? Bennem ezzel kapcsolatosan nagyon komoly kétségek vannak.

SK: A dolgozat módszertani fejezetében (22. o) szerepel, hogy a kihelyezés előtt a lárvákat **legkevesebb** 2-3 napig tartottuk ezen extra táptalajon. Ez azt jelenti, hogy amikor beszereztük a lisztkukacokat, akkor ez volt az a minimum idő, amit a lárvák ezen a szubsztráton tölthettek, majd ez az időtartam napról-napra nőtt (jellemzően több hét volt, légkondicionálatlan szobahőmérsékleten) és a „kezelt" fészkek fiókái is kb. 2 héten keresztül kapták a kiegészítő táplálékot. Ilyen körülmények között a lárvák teljes fejlődési ideje (a petéből kibújás és a bebábozódás között) várhatóan 2-3 hónap, tehát a vizsgálat ideje alatt vélhetőleg elég idejük volt tápanyagokat beépíteni a szervezetükbe, de ilyen irányú méréseket nem végeztünk. A csomagban különböző fejlődési állapotban (méretben) lévő lárvák voltak, melyeknek a testösszetétele alapvetően is különbségeket mutathat, valamint abban is adódhatnak különbségek, hogy a szubsztrátról milyen sebességgel és arányban voltak képesek felvenni a tápanyagokat. Ez azonban már inkább egy rovarfejlődésbiológiai vizsgálat tárgyát képezné.

Harmadrészt, van-e arra vonatkozó adat vagy becslés, hogy a kísérletben alkalmazott etetés mennyivel csökkentette a városi, hernyóhiányos élőhelyen élő cinegék fiókáinak hernyófogyasztását?

SK: A vizsgálat során a szülőmadarak etetéséről összesen 42 fészeknél (erdei kontroll/kezelt: 11/10, városi kontroll/kezelt: 8/13) készítettünk videófelvételeket (ld. 24. oldal). A videókról a szülők etetési rátáját (fiókánként számolva) határoztuk meg, valamint a bevitt táplálékokat három fő csoportba soroltuk a kezelt fészkeknél: lisztkukac, természetes eredetű- (pl. lepkehernyó, egyéb ízeltlábúak) és meghatározhatatlan táplálék. A videófelvételek tanúsága szerint a lisztkukacok kihelyezését követő 60 perc alatt a fiókáknak bevitt táplálék városban 81, erdőben 75%-át tette ki lisztkukac (ld. 33. oldal). Ez a táplálék néhány órán belül elfogyott (erről a kihelyezett videókamerák begyűjtésekor meggyőződhettünk), ami után a szülők újra a környezetükben rendelkezésükre álló táplálékkal etettek. Erről azonban ebben a vizsgálatban nincs több adatunk, hiszen ezt más vizsgálatokban (de ugyanebben a vizsgálati rendszerben) részletesen dokumentáltuk (Sinkovics et al., 2021 és 2023). A természetes eredetű táplálékokat külön-külön nem nevesítettük, így jelenleg nem rendelkezünk ennél számszerűbb adattal arra vonatkozóan, hogy a kísérlet befolyásolta-e a fiókáknak behordott táplálék összetételét és ezáltal a lepkehernyók arányát.

Mindemellett, nincs okunk azt feltételezni, hogy a lisztkukacok elfogyasztását követően a szülőmadarak táplálékkereső viselkedése megváltozott volna, így azt sem, hogy a szülőmadarak által gyűjtött táplálék összetétele – és így fiókatáplálék lepkehernyó aránya – a kísérlet hatására számottevően megváltozott volna.

3) A tollszerkezettel kapcsolatos cikkhez van egy módszertani kérdésem. A makrofotókon megszámolták a pihés és a zászlós tollágakat. Azonban ennél a fajnál, és más fajoknál is, a kontúrtollak pihés és zászlós részei közötti határvonal keresztülszeli a tollágakat, tehát az ágak tetemes része mindkét kategóriába besorolható. Ez jól látható az V/1/a ábrán. Az a kérdésem, hogy ezeket az átmeneti tollágakat mindkét kategóriába besorolták-e, vagy melyikbe sorolták őket, illetve hogy ez a besorolhatósági probléma nem okozhatott-e valamiféle torzulást az adatokban vagy az analízisekben. Ilyen torzulást várunk például, ha az egyedek között valamilyen szisztematikus módon változik az átmeneti típusú tollágak tollon belüli aránya.

SK: Ahogyan a cikk módszereinél is leírtam (41. oldal), a pelyhes és az ágas rész közötti határvonalat annak a tollágnak a tövénél jelöltem ki, ahol az adott ágon a pelyhes rész hosszának aránya elérte a

teljes ág hosszának az 1/3-át. Ezt a módszert már más, kontúrtollakat vizsgáló cikkben is alkalmazták korábban (pl. Broggi et al, 2011, Pap et. al., 2017). Továbbá, 20-20 toll esetében ismételt méréseket is végeztem (amibe a testtollak esetében első lépésként beletartozott a pelyhes és az ágas rész közötti határvonal kijelölése is), majd statisztikailag össze is hasonlítottam ezek értékét. Minden változó esetében magas ismételhetőséget mutattak a tesztek , így nem gondolom, hogy ez a módszer torzítást vitt volna az eredményeinkbe.

A szakirodalmi ismereteim alapján eddig még senki nem vizsgálta azt, hogy a pelyhes- és ágas tollrészek között lenne-e bármilyen szisztematikus torzulás – ennek még a lehetőségét sem vetették fel –, így a vizsgálatomban én sem foglalkoztam ezzel a potenciális zavaró tényezővel.

4) Az 5.3.2-es eredmény szakasz első mondatában szerepel az alábbi kijelentés: „the wing feathers ofthe urban FY birds had significantly narrower rachis". A következő mondat szerint azonban „habitat contrasts did not indicate consistent differences in rachis width between urban and forest birds in either age group". Ez a két kijelentés közvetlenül ellentmond egymásnak, ezért kérem, hogy tisztázza, mi itt a valódi következtetés.

SK: Köszönöm az észrevételt. Az idézett résznél valóban ellentétes tartalmú a két mondat, aminek a pontatlan megfogalmazás volt az oka. A második mondat a **faroktollak** összehasonlítására vonatkozott. Bár a doktori értekezésemben sajnos már nem áll módomban javítani ezt a hibát, a megjelent cikk szövegében már a következőképpen pontosítottuk ezt a részt*: „Accordingly, linear contrasts showed a significant habitat difference in the FY but not in AFY birds (Table 2a): the wing feathers of urban FY birds had significantly narrower rachis (Fig. 3b) and significantly higher barbule density (Fig. 3d). Although we found a significant site × age interaction for the rachis width* ***of tail feathers*** *(Supporting information), the habitat contrasts did not indicate consistent differences between urban and forest birds in either age group (Table 2).”*

5) Az 5.4.1-es szakasz végén felveti, hogy az elsőéves városi madarak hosszabb kontúrtollai a korábbi és ezért kevésbé időlimitált költési idő miatt tovább nőhettek és ezért lehettek hosszabbak, mint az erdeieké, de ekkor kérdéses, hogy miért nem mutatnak az adult madarak is ilyen populációs különbséget? Tud-e esetleg olyan korlátozó tényezőt vagy egyéb korspecifikus különbséget javasolni, ami megmagyarázhatja, hogy a városi adult madarak tollai nem nőttek hosszabbra, mint az erdeiek tollai?

SK: Néhány olyan potenciális okot tudnék felsorolni, ami eredményezhet korspecifikus különbségeket. Ahogyan a disszertációmban is tárgyaltam (14. oldal), a madarak tollszerkezete kapcsán még viszonylag kevés vizsgálat született, amelyek nem ritkán ellentétes eredményekre jutottak, illetve még ennél is kevesebb az olyan kísérletes vizsgálat, ami az egyes befolyásoló tényezők tollszerkezetre gyakorolt hatásait vizsgálná, vagy azt, hogy az egyes szerkezeti változások pontosan hogyan befolyásolják a tollak egyes funkcióit. Ezért a különbségek-, vagy azok hiányának értelmezése sok esetben nehézkes.

Az eddigi szakirodalmi ismereteim alapján az alábbi potenciális korlátozó tényezőket tudnám megemlíteni, amelyek feltételezhetően okozhatták a vizsgálatomban megfigyelt korspecifikus különbségeket:

(1) Trade-off a költéssel (48. oldal): az első éves (FY) madarak a vizsgált kontúrtollaikat a kirepülést követő időszakban növelték (amikor ők még nem költenek), míg az adult (AFY) madarak az előző évi költésüket követően, esetleg az azzal átfedő időszakban növelték. A vizsgált városi-erdei populációpárokon végzett korábbi eredményeinkből látjuk (Bukor et al., 2021), hogy egyes városi helyeken a madarak nagyobb eséllyel kezdhetek másodköltésekbe is, ami nem ritkán már részleges

átfedésben van a vedléssel (ezt a saját megfigyeléseink is alátámasztják: másodköltésben számos olyan szülőmadarat szoktunk fogni, amelyek már vedlik a szárnytollaikat, ami azt jelenti, hogy már a testtollaik is vedlésben vannak; Flegg & Cox, 2009). Mivel a vedlés és a fiókanevelés is egy jelentős energiaigényes időszak, ezek átfedése olyan trade-offokat okozhat (Echeverry-Galvis & Hau, 2013), melyek limitálhatják a tollak növekedését.

(2) Élettani különbségek: azt is elképzelhetőnek tartom, hogy a városi FY madarak testtollainak szerkezetét a fészekben tapasztalt hőmérsékleti körülmények is befolyásolhatják. Mivel a fészekben töltött időszakban a madarak (és többek között a hőháztartásuk is) még fejlődésben vannak, illetve az odún belül még extrémebb hőmérsékleti körülményeket is megtapasztalhatnak, mint azon kívül a felnőtt egyedek, így a városi FY madaraknál megfigyelt hosszabb kontúrtollak lehetséges, hogy egy ilyen carry-over hatás eredményei.

(3) Tapasztalat és életkorbeli különbségek (47. oldal): Az FY madarak első vedlése (postjuvenilis vedlés) különbözhet az AFY madarak éves teljes vedlésétől mind időzítésben, mind ütemezésben. Korábbi kutatások szerint (pl. Jenni & Winkler, 1994) az elsőéves madarak vedlési mintázata gyakran eltér a felnőttekétől, és érzékenyebb lehet környezeti különböző tényezőkre, mint például a városi élőhelyek táplálékellátottsága. Ezt a különbséget tovább erősítheti a fiókák viszonylagos tapasztalatlansága is a táplálékkeresés során. Ezért elképzelhetőnek tartom, hogy a kirepülést követő első vedlés időszakában ez okozhat különbségeket a fiatal és az idősebb madarak tollai között.

6) Az 5.4.2 szakasz végén diszkutálja a faroktollak élőhelyfüggő szerkezetének hiányát, és azzal magyarázza ezt, hogy a faroktollak prioritást élvezhetnek a madarak számára. Szeretném, ha ezt megindokolná és megerősítené. Valóban prioritás a madarak számára a megfelelő faroktoll-minőség, akár a szárnyevezők kárára is, amint azt itt látjuk?

SK: Valószínűleg egy kicsit részletesebben ki kellett volna fejtenem azt a bekezdést az érthetőség érdekében (49. oldal). Ahogy az idézett fejezet elején is szerepel, az elsőéves madarak a **szárnytollaikat** még a fiókakori fejlődés során növelik, így ezeknek a tollaknak a minősége jelentős trade-offban állhat az egyedfejlődés folyamataival. Ugyanakkor, a kirepülést követő legelső, ún. postjuvenilis vedlés során **ezeket a tollaikat nem cserélik le, ellentétben a faroktollaikkal.** A faroktollak növelése ebben az időszakban kevésbé áll csereviszonyban más, jelentős folyamatokkal. Tehát a két tolltípus két különböző időszakban, különböző körülmények között fejlődik, más folyamatok hathatnak a minőségükre, így nem jelenthető ki az, hogy „a faroktollak minősége prioritást élvez, akár a szárnyevezők minőségének kárára is", mivel a mintázott tollak a fent leírtak alapján nem egy időszakban fejlődtek.

7) A tollszámmal kapcsolatos cikk 6.2.3 módszertani része szerint a testtömeget bevitték az analízisbe korrekciós változónak, hogy a kondícióra, illetve a testméretre korrigáljanak. Így azonban a populáció és a testtömeg együtt szerepelnek a modellben, ami kollinearitást okoz, ha a populációk között eltér a testtömeg, márpedig valószínűleg eltér. Az a kérdésem, hogy miként értelmezi a testtömeggel ilyetén módon korrigált tollszám és tollsűrűség populációk közötti összehasonlítását. A kérdésem már csak azért is releváns lehet, mert az adatpontok között feltehetőleg nem volt meg az eredeti tömegvariancia, ugyanis a fiókák közti fejlettségi különbségeket szándékosan csökkentették fészekaljon belüli válogatás útján. Tehát egy olyan változóra korrigáltak az analízisben, amely a vizsgálatban mesterségesen módosítva lett. Milyen információt nyújt így a populációs összehasonlítás a számunkra, és miért értelmesebb ez, mintha nem vették volna a figyelembe a testtömeget az analízisben? Mi történik a populációs összehasonlítás eredményével, ha nem vesszük bele az analízisbe a testtömeget?

SK: Ami a bíráló kollinearitással kapcsolatos felvetését illeti, az ezt jelző VIF (variance inflation factor) értékét a modellek esetében teszteltük, és a kapott értékek nem jeleztek ilyen problémát. Ez az információ a fejezet módszertani szakaszában, a dolgozat 56. oldalán is szerepel. Ezért ezt az összefüggést ugyanúgy értelmezem, ahogyan az a dolgozatban is szerepel. *„These models included (…) body mass to control for nestlings' condition (in feather number model) or to control for their body size (because heavier nestlings are bigger; in the area and density models)"* (55. oldal).

8) Az általános diszkusszióban, a 63. oldalon a Sinkovics és munkatársai által írt táplálékösszetételes vizsgálatot diszkutálva kijelenti, hogy a táplálékminőség szülők általi mennyiségi kompenzációja nem volt elégséges, mert a városi fészekaljak minden évben kisebb költéssikert mutattak az erdeieknél. Az lenne a kérdésem, hogy ez a sikerkülönbség miben mutatkozott meg. A kisebb teljes kirepült fiókaszámban, vagy a fiókamortalitásban is? A kérdést természetesen azért teszem fel, mert a szülök hiába etetnek többet, ha a kisebb tojásszámok miatt eleve kevesebb volt a fióka a fészkeikben. Ez esetben viszont a fenti kijelentés meglehetősen furcsa fényt kap.

SK: A diszkusszióban a Sinkovics és munkatársai (2021) által írt vizsgálat említése során valóban nem tértem ki minden részletre. Az említett vizsgálat a táplálék minősége mellett vizsgálta azt is, hogy mekkora az **egy fiókára** jutó táplálék össztérfogata (a behordott össz tápláléktérfogat osztva a fiókaszámmal;'hourly prey volume per nestling') és számszerűsítette a szülőmadarak etetési rátáját is (etetések száma osztva a fiókaszámmal; 'feeding rate'). Az eredményeik azt mutatták, hogy bár a városi prédákra átlagosan kisebb térfogat jellemző ('average prey volume'), a városi szülőmadarak a nagyobb etetési aktivitással ('feeding rate') olyan mennyiségű táplálékot hordtak be a fészkekbe, aminél az **egy fiókára** eső tápláléktérfogat ('hourly prey volume') végül hasonló lett a városi és ez erdei fiókák között. Természetesen ahhoz, hogy a városi fiókák közel ugyanolyan mennyiségű táplálékhoz juthassanak ('number of feeding visits'), hozzájárult az is, hogy a városi fészekaljak eleve is kisebbek voltak (2015-ben és 2016-ban 3.4 és 3.6 tojással volt kevesebb a városi fészkekben). A kirepülés időszakára ez az élőhelyi különbség tovább növekedett (5 és 5.4 fiókával voltak kisebbek a városi fészekaljak), ráadásul a városi fiókák testtömege is körülbelül 20%-kal alulmaradt az erdei fiókákhoz képest. Tehát bár a városi fészekaljakban nevelkedő fiókák az erdeiekhez hasonló mennyiségű táplálékot kaptak, a túlélésük és a testtömegben mérhető fejlődésük még így is alulmaradt az erdeiekhez képest.

9) Végül a szerző által a 66. oldalon javasolt jövőbeni vizsgálatot szeretnék észrevételezni. Amennyire értem, a javaslat arról szól, hogy az odútelepekről származó elsőéves madarak tollazati tulajdonságait a növekedésük hőmérsékleti körülményeivel korreláltatnák, de ezek valószínűleg a környéken mért általános hőmérsékletek lennének. Ha helyesen értem, akkor ez a megközelítés azt eredményezi, hogy két ugyanolyan időzítésű fészekben nőtt fiókához ugyanaz a hőmérsékleti értéksor fog tartozni, valamint hogy a hőmérséklet és a fiókák sorsára egyébként nagyon erősen ható költési dátum között nagyon erős összefüggés fog mutatkozni. Mi a véleménye arról a javaslatról, hogy adott években minél több fészekbe helyezzenek automata hőmérsékleti adatgyűjtőket, majd az ezen fészkekből visszafogott utódok kirepülés utáni tollazatát elemezzék?

SK: Igen, teljes mértékben egyetértek a bírálóval (felülírva azt, amit korábban leírtam a dolgozatomban): egy ilyen jól kivitelezett vizsgálathoz mindenképpen szükség van arra, hogy a mintázott fészkek mindegyikében legyenek elhelyezve hőmérsékleti adatgyűjtők, amik a fiókafejlődés időszakában rögzítik az odú belső hőmérsékletét – hiszen ebben jelentős különbségek lehetnek akár egymáshoz közeli odúk között pl. a napsütésnek kitettség okán, és mert így lehet a legpontosabban kontrollálni a fiókákra gyakorolt hőmérsékleti hatásokra. A kutatócsoport tagjai a 2025-ös költési időszakban elkezdtek egy olyan vizsgálatot, melyben számos odúba helyeztek ki automata

hőmérséklet rögzítőket, majd többek között a fiókák tollszámairól is gyűjtöttek adatokat (a dolgozatomban bemutatott tollszámolási módszertan szerint). Tudomásom szerint ezek az adatok még a feldolgozási fázisban vannak, így előzetes eredményeket sajnos nem tudok megosztani.