

Szent István Egyetem
Állatorvos-tudományi Doktori Iskola

**Énekesmadarak vonulásának vizsgálata hosszútávú
gyűrűzési adatsorok alapján**

PhD értekezés tézisei

Készítette:

Pásztory-Kovács Szilvia

2013

Témavezető és témabizottsági tagok:

.....
Prof. Dr. Reiczigel Jenő
Szent István Egyetem,
Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék
témavezető

dr. Csörgő Tibor
Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Anatómiai, Sejt-és Fejlődésbiológiai Tanszék
témabizottság tagja

Dr. Harnos Andrea
Szent István Egyetem,
Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék
témabizottság tagja

Készült 8 példányban. Ez a n. sz. példány.

.....
Pásztory-Kovács Szilvia

Bevezetés

A madarak az egyik legnagyobb intenzitással vizsgált élőlénycsoport a Földön. Életük egyik leglátványosabb és intenzíven kutatott része a vonulásuk. A vonulás a legtöbb olyan madárfajnál megtalálható jelenség, amely szezonálisan változó környezetben él.

Vonulásnak nevezzük az egyedeknek azt a rendszeres, ismétlődő mozgását, ami minden évben ugyanabban az időszakban zajlik le (kétszer egy évben a költő- és a telelőterület között), valamint meghatározott iránya és célállomása van. A vonulás elsősorban a táplálék-elérhetőség szezonális változásaival áll összefüggésben (hideg és meleg évszakok a kontinentális térségben, illetve esős és száraz évszakok a trópusi övezetben). A szezonálisan változó környezetben a táplálékellátottság jelentősen fluktuál az év során. A madarak úgy időzítik a vonulásukat, hogy a nagy táplálék-abundanciájú időszakokban legyenek jelen mind a költő, mind a telelőterületen.

Speciális vonulási típus a „bakugrás” vonulás. Ennek jellemzője, hogy egyazon faj költőpopulációinak van egy, a hosszúsági fokok mentén rendeződő sorrendje, ami ellentéte a telelőterületen meglévőnek. Így azok a populációk, melyeknek költőterülete legészakabbra található, telelnek a legdélebbe. Így a legészakibb költők vonulási útja a leghosszabb, ez az egyik oka annak, hogy ezek a madarak kezdik meg legkorábban ősszel a vonulást, így hamarabb tűnnek fel a déli pihenőhelyeken is.

A hurokvonulás egy másik speciális vonulási típus, ennek fennállása esetén a populációk más útvonalon vonulnak ősszel, mint tavasszal. A hurokvonulás esetén például tavasszal több északi madár repülhet át a vizsgálati területen, mint ősszel. Ez összhangban van a tavaszi vonulás, az őszinél nagyobb sebességével. Amit a madarak nemcsak gyorsabb vonulással és/vagy repüléssel, hanem a vonulás irányának megváltoztatásával érnek el. Például tavasszal több északi madár kelhet át a Kárpátok alkotta barrieren, mint ősszel. Ez utóbbi esetben valószínűleg az északi madarak nagyobb része megkerüli a Kárpátokat, mivel ilyenkor nem a vonulás időtartamára, hanem a túlélésre optimalizálnak.

A vonuló madaraknak számos olyan ökológiai barrieret kell leküzdeniük útjuk során, mint például magas hegységeket, tengereket és sivatagokat, ehhez mind az irányváltást, mind a barrierék előtti zsírfelhalmozást is igen pontosan kell időzíteniük.

Valószínűsíthetően a globális környezeti változások hatására - mint például a hőmérséklet és a vegetációs periódus változása - számos madárfaj elterjedési területe eltolódott, fészkelési sikerük, populációdinamikájuk, vedlés és vonulás időzítésük pedig megváltozott.

A változások azonban sem tavasszal, sem ősszel nem egységesek az egyes fajoknál, és egy fajon belül a különböző populációknál és a kor és ivar csoportoknál is eltérő lehet. A változások mértéke szorosan összefügg a vonulási útvonal hosszával, a fészkelés

módjával, a vedlés időzítésével, a vizsgálati hely földrajzi fekvésével, vagy akár az ivari dimorfizmus mértékével is: minél nagyobb a testméretbeli különbség, a hímek annál korábban vonulnak tavasszal a tojókhöz képest.

Ezen folyamatok megismerése és a befolyásoló tényezők feltérképezése különösen hangsúlyos feladat, mivel számos vonuló madárfaj egyedszáma jelentősen csökkent az elmúlt évtizedekben, amit valószínűleg részben természeti, részben emberi hatások idéztek elő. Sok hosszútávú (Európából Afrikába) vonuló faj populációjánál az egyedszám csökkenés mértéke kifejezettebb volt, mint a rövidtávú vonulóknál.

Korábbi kutatások szerint az obligált hosszútávú vonuló fajok vonulási viselkedése erős genetikai kontroll alatt áll, így nem tudnak olyan gyorsan adaptálódni a környezet változásaihoz, mint a rövid-, vagy középtávúak.

Mégis az elmúlt évtizedben több vizsgálat mutatott ki rövid időn (10–20 év) belüli nagymértékű változásokat a hosszútávú vonulók vonulási fenológiájában, ami arra enged következtetni, hogy azért bizonyos mértékben adaptálódnak a migrációs feltételek változásához. Ezek a változások módosíthatják a telelőterület elhagyásának időzítését, valamint a madarak induláskori kondícióját, ami később az egész vonulási útvonalon további eltolódásokat eredményezhet.

A tavaszi vonulást tekintve nagyjából egységes trend figyelhető meg a különböző fajoknál. Az egyre melegebb kora tavaszi időjárás következtében a legtöbb énekesmadár korábban érkezik. Az őszi vonulás esetén sokkal kevesebb információ áll a rendelkezésre, de mind a korábbra, mind a későbbre tolódásra találunk példákat. Korábbra tolódik a vonulás például, ha a költés előbb befejeződik, későbbre tolódik, ha a kedvező feltételek lehetővé teszik a jobb felkészülést a vonulásra a hosszabb táplálék ellátottsági periódus által, vagy a második fészekalj felnevelését. A változások trendje nagyobb variabilitást mutat egy adott faj, különböző területen költő populációi között, mint tavasszal. Bár az optimális stratégia nagyon változó lehet nemcsak a fajok között, hanem egyazon faj eltérő populációi és kor- és ivarcsoportjai között is.

A közép-kelet-európai vizsgálatok eredményei gyakran eltérnek a nyugat-európaiaktól, amit egyrészt az eltérően ható lokális vagy globális időjárási tényezők, mint például az Észak Atlanti Oszcilláció okozhatja. A különböző európai populációk, és azokon belül a különböző korú és ivarú egyedek is eltérően viselkedhetnek, másként reagálva a klímaváltozás hatásaira.

Csak kevés tanulmány foglalkozik a biometriai tulajdonságokban megfigyelhető közép-, és hosszútávú változásokkal. Például az énekesmadaraknak a klímaváltozás következtében történt testtömeg és szárnyhossz változásait a Bergmann-szabállyal szabállyal, illetve az Allen-szabállyal magyarázzák. Pedig a változások ezekben a

paraméterekben jelezhetik a megváltozott vonulási viselkedést is, vagy az eltolódásokat a fajok elterjedési területeiben.

Célkitűzések

Jelen dolgozatban arra kerestem a választ, hogy milyen különbségek vannak a többé-kevésbé eltérő vonulási stratégiájú közel rokon fajok között a tavaszi és őszi vonulás során, milyen mértékű a korcsoportok közötti különbség, és mutatkozik-e valamilyen értelmezhető hatás a vizsgált fajok biometria jellemzőiben?

1. Arra kerestem választ, hogy milyen a fajok vonulási stratégiája?
2. Van-e összefüggés a vonulás időzítése és a biometria tulajdonságok (pl.: szárnyhossz) között?
3. Van-e különbség a tavasszal és ősszel átvonuló állomány biometria jellemzőiben?
4. Milyen változások történtek az elmúlt két évtizedben: a fajok tavaszi és őszi vonulásának időzítésében?
5. Milyen változások történtek az elmúlt két évtizedben: a fajok biometria jellemzőiben (szárnyhossz, testtömeg, raktározott zsírmennyiség)?
6. Vannak-e esetleges eltérések a vonulás fenológiájában és a biometria tulajdonságok változásában kor-, és ahol lehetséges volt, az ivarcsoportok között?

Feltételezzük, hogy a globális környezeti változások hatással vannak azokra a paraméterekre, amik meghatározzák a vizsgált fajok vonulási viselkedését. További hipotézis, hogy a fenológiai és biometria változások felmérésével egy Közép-Európai pihenő helyen hozzájárul ahhoz, hogy megértsük a populációs szintű vonulási viselkedését a különböző fajoknak, illetve az olyan globális folyamatok, mint a klímaváltozás ezen fajokra gyakorolt lehetséges hatásait.

Anyag és módszer

A vizsgálatok a Duna-Ipoly Nemzeti Parkhoz tartozó Ócsai Tájvédelmi Körzet Öregturjának nevezett részén, az Ócsai Madárvárta területén (É.sz. 47° 15'– K.h. 19° 15') folynak. Az elemzések során 1984-2011 között fogott, különböző vonulási stratégiájú rokon fajok adatai lettek felhasználva: barátposzáta (*Sylvia atricapilla*), kerti poszáta (*S. borin*); foltos nádiposzáta (*Acrocephalus schoenobaenus*), cserregő nádiposzáta (*A. scirpaceus*), énekes nádiposzáta (*A. palustris*); sisegő füzike (*Phylloscopus sibilatrix*), fitiszfüzike (*Ph. trochilus*) és kormos légykapó (*Ficedula hypoleuca*), szürke légykapó (*Muscicapa striata*)

adatait használtuk. Azért ezt a kilenc fajt vettük be az elemzésbe, mert ezekről a fajokról volt elegendő adat az ócsai adatbázisban minden évben, ami elengedhetetlen a hosszútávú vonulás fenológiai változások vizsgálatához. Ezek közül a madarak közül is főként a hosszútávú vonulókat vontuk be a vizsgálatba, mivel a globális változásokra a hosszútávú vonuló fajok a legérzékenyebbek. Ezért természetvédelmi szempontból ezeknél a fajoknál a legfontosabb a változások nyomon követése. Azért választottunk különböző fajcsoportokat, mert a vizsgálatot külön érdekessé teszi, hogy milyen különbségek lehetnek a vonulás fenológiai változásokban az egy fajcsoportba tartozó közelrokon fajok között. Különböző élőhelyeken költő, más táplálkozási stratégiájú fajcsoportok bevonásával a globális változások hatásai jobban kimutathatóak. A kilenc vizsgált faj közül csak a barátposzátának vannak a Mediterránemuban is telelő területei, a többi Afrika Szaharától délre lévő részén telelő, tipikus hosszútávú vonuló. A cserregő nádiposzáta Kárpát-medencei populációja fordul elő a vizsgálati területen – bár a faj egész Európában elterjedt – az északabbra költő állományok legnagyobb része elkerüli a Kárpát-medencét. A többi faj észak-európai állományai átvonulnak a Kárpát-medencén.

Az elemzések során csak az első befogási adatokat használtuk, ezért minden madár adata csak egyszer szerepel. A tollazat alapján két ivarcsoport lett elkülönítve: az első naptári éves madarak, amik a kirepülés évében lettek megfogva, alkotják a fiatalok csoportját, az ezeknél idősebbek az öregek csoportját. A barátposzátánál és a kormos légykapónál az ivarokat is elkülönítettük mindkét korcsoportban. Az érkezési idők évnapokban (az évnek hányadik napján lett először megfogva a madár) lettek megadva.

Az *Acrocephalus* fajoknál, tavasszal, a június előtt befogott madarak adatait használtam a foltos és a cserregő nádiposzáta esetében, és a június 25-e előtt megfogott énekes nádiposzátákét. Míg ősszel mindhárom faj esetében a július 10. után befogott madarak adatai lettek csak figyelembe véve.

A tavaszi vonulás végét és az őszi vonulás kezdetét az egyes években a *Sylvia* fajoknál úgy határoztam meg, hogy kernel simítással egy-egy görbét illesztettünk a két vonulási periódus fogási hullámaira, és a simított görbe becsült minimumpontjait tekintetem a tavaszi vonulás végének, illetve az őszi vonulás kezdetének. A vonulás időzítését az évenkénti fogásokra kernel simítással illesztett görbe csúcspontjának idejével becsültem. Ahhoz, hogy meghatározzam a változás mértékét az éves vonulási csúcsok időpontjában a vizsgálati periódus alatt, lineáris regressziót használtam.

Minden faj esetében a populáció adott hányadának (10, 25, 50, 75, 90%-os) vonulás időzítésében bekövetkezett változásait lineáris kvantilis regresszióval jellemeztem. Ezzel a módszerrel részletesebb mintázatot kapunk a vonulás fenológiájáról. A különböző kvantilisek a különböző átvonuló populációkat reprezentálhatják, amik különböző választ adhatnak a változó környezetre.

A biometriai jellemzők közül a vizsgálatában három változó vettem be, melyek a szárnyhossz, a testtömeg és a plusz raktározott zsírmennyiség. A továbbiakban a biometria változások elemzésén ezen tulajdonságok változásait értem. A madarak időzítésének szárnyhossz-függését 50%-os kvantilis regresszióval jellemeztem. A tavaszi és az őszi vonulás során befogott madarak átlagos szárnyhosszát Welch-féle két mintás t-tesztel vizsgáltam.

A hosszútávú változásokat a biometriai jellemzőkben (szárnyhossz, testtömeg) lineáris regresszióval vizsgáltam.

A madarak kondíciójának tesztelésére először egy lineáris modellt építettem, amellyel azt vizsgáltam, hogy testtömeg hogyan függ a kondíciótól (zsírkategória), illetve a madár méretétől, amit a szárnyhosszal becsültem. A plusz raktározott zsírmennyiség úgy lett meghatározva, hogy megnéztem a különbséget az aktuális (megfigyelt) testtömeg és a lineáris modell alapján az adott testmérethez becsült 0-ás zsírhoz tartozó testtömeg között. A vizsgálati periódus alatti változásokat a plusz raktározott zsírmennyiségben a mintaelemszámmal súlyozott lineáris regresszióval határoztam meg.

A statisztikai elemzésekhez az R 2.13.1 programot (R Development Core Team 2010) használtam.

Vonulási stratégiák meghatározása szárnyhossz adatok felhasználásával

Eredmények és értelmezésük

A szárnyhossz adatok alapján végzett elemzések eredménye szerint egy vonulási perióduson belül tavasszal az átlagosan hosszabb szárnyú barátposzták érkeznek előbb mind a hímeknél, mind a tojóknál. Míg ősszel az átlagosan rövidebb szárnyú barátposzták érkeznek korábban mindkét ivarcsoportnál.

Egyazon faj, különböző populációinak más lehet a szárny morfológiája. A vonulási útvonal hossza befolyásolja a fajok testfelépítését, mivel a nagyobb távolságok megtételéhez a hosszabb, hegyesebb szárny energetikailag hatékonyabb repülést tesz lehetővé. A nagyobb távolságokat megtevőkre erősebb szelekciós nyomás hat, mivel az útjuk során több földrajzi akadályt kell leküzdeniük, ezért az északon költő madárpulációk szárnya átlagosan hosszabb, mint a délebbi populációk tagjaié. A barátposztánál a hosszabb szárnyú északi és délebbi középtávú vonuló madarak között megfigyelt mintázatot az eltérő vonulási stratégiája okozhatja: tavasszal az északi madarak vonulnak át a vizsgálati területen legkorábban, míg ősszel legkésőbb.

A kerti posztánál egy vonulási perióduson belül mind tavasszal, mind ősszel az átlagosan hosszabb szárnyú északi madarak érkeznek korábban a területre. Ez a különbség ősszel a fiatal és az öreg madaraknál is megfigyelhető. A sisegő füzikénél és a szürke légykapónál ugyanez figyelhető meg, csak az őszi vonuláskor az előbbi esetén a fiataloknál, az utóbbinál az öregeknél nem mutatható ki a kapcsolat. Ez a mintázat „bakugrás” típusú vonulás esetén figyelhető meg, azok a populációk, melyeknek költőterülete legészakabbra található, telelnek a legdélebben

A foltos és az énekes nádiposzáta szárnyhossz adatai alapján végzett elemzések eredménye szerint, egy vonulási perióduson belül tavasszal az átlagosan hosszabb szárnyú madarak korábban érkeznek a területre, míg ősszel a fiatalok esetében a rövidebb szárnyú madarak vonulnak át korábban a területen. Ugyanez figyelhető meg az fitiszfüzikénél is, csak ennél a fajnál ősszel az öreg madarak esetén is volt összefüggés a vonulás időzítése és a szárnyhossz között.

Ezzel ellentétben a cserregő nádiposztánál tavasszal nem volt szignifikáns összefüggés, míg ősszel mind az öreg, mind a fiatal madaraknál a hosszabb szárnyú egyedek érkeztek később.

A megfigyelt mintázatokat az ivarok eltérő vonulási stratégiájával is magyarázhatjuk. Ugyanis bár a tollazat alapján nem lehet elkülöníteni a hímeket és a tojókat, de például mindhárom *Acrocephalus* fajnál és a fitiszfüzikénél is a hímek nagyobbak, átlagosan hosszabb a szárnyuk, mint a tojóknak. Ezt tovább erősíti az, hogy például tavasszal a vonulás eltérő időzítése az ivarcsoportok esetében jól dokumentált: a hímekre erősebb a szelekciós nyomás, hogy minél korábban a költőterületre érjenek, míg a tojóknál ez nem annyira kifejezett. Ezért a hímek korábban vonulhatnak, és kora tavasszal túlsúlyban lehetnek az északi pihenő és költőterületeken (protandria). Ez magyarázhatja a tavaszi különbségeket a szárnyhosszban. Az őszi vonulási periódusban megfigyelhető mintázatot is magyarázhatja ivari különbség, a hímek később vonulhatnak, mint a tojók.

A kormos légykapó esetén a tavaszi vonuláskor átlagosan a hosszabb szárnyú madarak előbb érkeznek a hímeknél, a tojóknál nem figyelhető meg szignifikáns összefüggés. Ősszel az öreg madarak esetén nem figyelhető meg összefüggés a szárnyhossz és az érkezés között egyik ivarnál sem. A fiatalok korcsoportjában a tojóknál az átlagosan hosszabb szárnyal rendelkezők később érkeznek vizsgálati területre.

A tavasszal és ősszel átvonuló öreg barátposztáták átlagos szárnyhosszában nem találtunk különbséget sem a hímeknél, sem a tojóknál. A többi vizsgált fajjal ellentétben, melyek hosszútávú vonuló fajok, a Közép-Európában középtávú vonuló barátposztánál, amik a Kárpát-medencén átvonuló állomány nagy részét jelentik, feltehetően nincs különbség a tavasszal és ősszel átvonuló állomány populációs összetételében.

A kormos légykapó esetén mindkét ivar esetén az átlagosan hosszabb szárnyal rendelkező állomány vonul át ősszel a vizsgálati területen. A többi fajnál a szárnyhosszak a tavaszi vonuláskor átlagosan nagyobbak, mint ősszel (a különbség a cserregő és az énekes nádiposzáta esetében elhanyagolhatónak tekinthető). Ez a mintázat a hurokvonulás esetén állhat fent, amikor a populációk más útvonalon vonulnak ősszel, mint tavasszal.

Változások a vonulás fenológiájában

Eredmények és értelmezésük

A tavaszi vonulás időzítése a vizsgált fajoknál eltérően alakult. Nem csak a vonulás időzítése, hanem a vonulási periódus hossza is változott. A sisegő füzike vonulási intervalluma szűkült, a cserregő nádiposzátaé tágult, a többieké nem változott jelentősen. A vonulási csúcs – szinte minden fajnál és minden kvantilis esetén – 6–15 nappal korábbra tolódott kivéve a barátposzátát és az énekes nádiposzátát.

Tavasszal a szaporodásra irányuló optimalizáció miatt a vonulás korábbra tolódása a jellemzőbb. Az éghajlatváltozás következtében a kora tavaszi időjárási feltételek kedvezőbbé válnak, így a madaraknak megéri hamarabb megérkezni a költőterületre. Az előbb érkező egyedek ugyanis a legjobb minőségű élőhelyeken tudnak territóriumot foglalni, ezáltal nőhet a szaporodási sikerük az adott évben.

A barátposzáta tavasszal nagyon korán vonul, így nem érdemes még korábban érkeznie, ugyanis a helyi időjárási feltételek ekkor még igen kedvezőtlenek. Azonban a hőmérséklet kora tavasszal (február második fele, március eleje) gyakran nulla fok alá is mehet, és hóborítás is előfordulhat. Ha ezek a kedvezőtlen feltételek sokáig fennállnak, akkor a madarak túlélési rátája igen alacsony lehet. Ezért az feltételezhető, hogy a Nyugat-Európában megfigyeltékhez hasonlóan, a barátposzáta tavaszi vonulása a mi vizsgálati periódusunk előtti évtizedekben tolódhatott korábbra.

Az énekes nádiposzáta érkezési ideje nem változott, Az európai vizsgálatok eredményei alapján általánosságban elmondható, hogy csak az észak-európai populációk hozták korábbra a vonulásukat. Habár tény, hogy az énekes nádiposzáta érkezési ideje nem változott meg a vizsgálati területünkön, az okot a faj élőhelyében kell keresni: csak a lágyszárú vegetációban költ a Kárpát-medence vizes élőhelyein, de ez az élőhely csak májusban válik alkalmassá a fészkelésre. Amikor már az érkezés előbbre tolásának előnyei nem olyan kifejezetek, mint kora tavasszal.

Az őszi vonulás időzítése a legtöbb esetben a tavasszal ellentétes irányban változott, a madarak egyre később hagyják el a területet. Néhány fajnál nagy különbség van az öreg és a fiatal madarak időzítésbeli változásaiban: a kerti poszátánál, a sisegő füzikénél és a

szürke légykapónál az öreg madarak őszi vonulásának időzítése nem változott, míg a fiataloké későbbre tolódott. a Legkevésbé a sisegő füzike fiataloké változott, legnagyobb mértékben a fitiszfüzikéé. A vonulási időszak a cserregő nádiposzáta mindkét korcsoportjánál és fiatal énekes nádiposzátánál, sisegő füzikénél és szürke légykapónál lényegesen szélesebb lett.

Ősszel a hosszútávú vonuló fajok különbözőképpen reagálhatnak az időjárási változásokra a vedlési stratégiától és a költések számától függően. A távozás előrehozatalára és a késleltetésére is található példa. Mivel kistestű madaragnál az energiaigényes életszakaszok, úgy, mint a költés, a vedlés és a vonulás időben egymástól jól elhatárolódnak. A csak télen vedlő fajoknak (pl.: kerti poszáta, sisegő füzike) jól kell időzíteniük ezt az energiaigényes életmenet szakaszt a viszonylag rövid télhez képest. Így a költés után hamar elegendő zsírt szedhetnek magukra, és elkezdhetik a vonulást. A tapasztalt öreg madarak hamarabb felkészülnek, és korábban kezdik a vonulást, mint a fiatal madarak.

Szoros összefüggés van a vedlés és a vonulás időzítése között is. Ha a madarak később indulnak, az előnyös lehet, mert több idejük jut olyan életmenet komponensek befejezésére, mint a vedlés. Az öreg barátposzátáknak postnuptialis (költés utáni) vedlésük van, ezért hosszabb ideig maradhatnak a területen. A fitiszfüzikénél nem találtunk különbséget a fiatal és öreg madarak vonulás időzítése között. A háttérben az állhat, hogy az öreg fitiszfüzikéknek — a fiatalokkal ellentétben — van egy második teljes vedlésük a költés után, ezért olyan sokáig maradnak, mint a tapasztalatlan fiatalok.

A cserregő nádiposzáta mindkét korcsoportjában nemcsak a vonulási periódus későbbre tolódását figyelhetjük meg, hanem kiszélesedését is. Ennek a fajnak lehet második fészekalja a Kárpát-medencei költőterületeken. A korábbi tavaszi érkezésből arra következtethetünk, hogy a szaporodásra fordított idő megnőtt, így a másodköltések számának is meg kellett növekednie az elmúlt két évtizedben. A másodköltésből származó fiatalok számának megnövekedése a vonuló állományban eredményezheti a vonulási periódus kiszélesedését és eltolódását.

Változások a biometriában

Eredmények és értelmezésük

A kilenc faj vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a fajoknak a szárnyhossz átlaga nőtt, de testtömeg átlaga csökkent. A változások trendje sok esetben már ilyen, viszonylag rövid időintervallumon belül is szignifikáns. Az átlagos plusz raktározott zsírmennyiség is csökkenő tendenciát mutatott a legtöbb esetben.

Tudjuk, hogy az északabbi populációkból származó madaraknak átlagosan hosszabb és hegyesebb szárnyuk van, mint a délebben költő populációkéknak. A szárnyhossz növekedésének hátterében tehát populációs átrendeződés állhat: változott az átvonuló állományok összetétele, vagyis egyre több északi madár vonul át a területen. A klímaváltozás egyik legkorábban felismert következménye az areahatárok északabbra tolódása volt. Az utóbbi évtizedekben az általunk vizsgált fajok is kiterjesztették költő területüket észak felé. Emellett – szintén az éghajlatváltozás hatására – az északabbi területeken a költési siker is növekedhetett. Mindezek miatt egyre több madár érkezik ősszel egyre északabbi területekről.

Ezen kívül a Nyugat-Száhel övezet esőzéseinek jelentős hatással vannak számos hosszútávú vonuló európai fészkelő fajra. A Szahara területének megnövekedése is erős hatótényező lehet a vonuló madaraknál, hiszen a hosszabb szárnyúak nagyobb eséllyel képesek átrepülni a nagyobb távokat, míg a rövidebb szárnyúak szelektálódnak, így akár a közép-európai populációkban is növekedhetett az átlagos szárnyhossz.

A vonuló madarak egy meghatározott mennyiségű felhalmozott zsírral kezdik meg vonulásukat, és igyekeznek a lehető leghatékonyabban, leggyorsabban, legbiztonságosabban megtenni a vonulási utat. Nagyobb zsír felhalmozásra, hosszabb megállásra többnyire csak a földrajzi barrierék előtt kerül sor. A vizsgált fajoknál ez többnyire a Mediterráneum északi része. Ősszel a hozzánk északról érkező példányok zsírtartalékai már kisebbek, mint az induláskor voltak, a fogyás arányos a megtett út hosszával. Ebből következik, hogy minél nagyobb az északabbi eredetű madarak részesedése a befogottak között, várhatóan annál kisebb lesz az átlagos testtömeg.

Eredményeink szerint a valószínűsíthetően környezeti változások könnyebben kimutatható hatásai (pl. időzítés változások) mellett egy területenkénti jelentős állomány átrendeződés is zajlik, amely biometriai jellemzők elemzésével vizsgálható és értelmezhető.

Új tudományos eredmények

1. Az eredmények szerint a vizsgált fajok egy részénél (foltos és énekes nádiposzáta, fitiszfűzike) tavasszal az átlagosan hosszabb, ősszel a rövidebb szárnyú egyedek érkeznek korábban.
2. Ezzel szemben a többi fajnál (kerti poszáta, sisegő fűzike, szürke légykapó) tavasszal és ősszel is az átlagosan hosszabb szárnyú egyedek vonulnak át korábban a vizsgálati területen.
3. A barátposzáta, a cserregő és az énekes nádiposzáta kivételével a többi fajnál különbözik a tavasszal és ősszel átvonuló állomány átlagos szárnyhossza.
4. A fajok többségénél (kivéve a barátposzátát az énekes nádiposzátát és a fitiszfűzikét) korábbra tolódott tavaszi és későbbre az őszi vonulás időzítése. Ősszel a fiatal korcsoport vonulás időzítése változott minden fajnál, de az öregé nem.
5. A vizsgálati periódus alatti átlagos szárnyhossz növekedés, illetve testtömeg csökkenés volt kimutatható a legtöbb fajnál.
6. Az átvonuló madarak átlagos plusz raktározott zsírmennyisége lecsökkent a vizsgálati periódus alatt.

Az értekezés alapjául szolgáló tudományos közlemények

Kovács Sz., Csörgő T., Harnos A., Fehérvári P., Nagy K.: Changes in migration phenology and biometrical traits of Reed, Marsh and Sedge Warblers, *Centr. Eur. J. Biol.*, 7(1). 115-125, 2012. IF₂₀₁₁: 1,000

Kovács Sz., Csörgő T., Harnos A., Nagy K., Fehérvári P.: Change in migration phenology and biometrics of two conspecific *Sylvia* species in Hungary, *J. Ornithol.*, 152. 365-373, 2011. IF₂₀₁₁: 1,636

Kovács Sz., Csörgő T., Harnos A., Nagy K., Reiczigel, J.: A kerti poszáta (*Sylvia borin*) vonulási fenológiájának változásai Ócsán 1984-2007. között, *Term. Közl.*, 15. 422-433, 2009.

Kovács Sz., Csörgő T., Harnos A., Nagy K., Reiczigel, J.: A kerti poszáta (*Sylvia borin*) vonulási mintázatának változás, *Ornis Hung.*, 19. 143-153, 2011.

Nagy K., Csörgő T., Harnos A., Kovács Sz.: A cserregő és az énekes nádiposzáta (*Acrocephalus scirpaceus*, *A. palustris*) vonulásának fenológiai változásai, *Term. Közl.*, 15. 434-445, 2009.

Csörgő T., Harnos A., Kovács Sz., Nagy, K.: A klímaváltozás hatásainak vizsgálata hosszútávú madárgyűrűzési adatsorok elemzésével, *Term. Közl.*, 15. 1-12, 2009.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom elsősorban témavezetőmnek, Dr. Reiczigel Jenőnek, a töretlen támogatásért és az irányomban tanúsított végtelen türelméért. Külön köszönöm a témabizottsági tagoknak Dr. Harnos Andreának és Dr. Csörgő Tibornak, hogy a PhD tanulmányaim során a vizsgálataim elvégzéséhez szakmailag mindvégig felügyelték és mederbe terelték a kutatásokat. Köszönöm Dr. Hornung Erzsébetnek, hogy egyetemi és posztgraduális tanulmányaim során folyamatosan segített és támogatott. Köszönöm az opponenseknek Dr. Végvári Zsoltnak és Dr. Kis Jánosnak, hogy elolvasták a dolgozatot és értékes hozzászólásokkal járultak hozzá annak jobbátételéhez. Külön köszönettel tartozom továbbá az Ócsai Madárvárta Egyesületből Privigyei Csabának és Prohászka Violának, továbbá a madárvárta minden tagjának, munkatársainak és mindazoknak, akik az elmúlt 29 év során az adatgyűjtésben, adatrögzítésben bármilyen formában részt vettek. Köszönöm munkatársaimnak Dr. Nagy Krisztinának, Kiss Andreának, Varga Zsófiának, Ágh Nórának, Fehérvári Péternek, Vas Zoltánnak és Lang Zsoltnak a rengeteg segítséget. Ez a munka nélkülük nem jöhetett volna létre. Köszönöm Dr. Horváth Mártonnak és Dr. Kalmár Lajosnak, hogy lehetőséget adtak a Phd-tanulmányaim megkezdésére. Köszönöm Vili Nórának és Szabó Krisztiánnak a folyamatos lelkesítést. Köszönöm Szabó Gabriellának a sok év alatti adminisztrációs munkáját. Köszönöm a Biomatematika és az Ökológia Tanszék minden dolgozójának a segítséget és a támogatást. Köszönöm az „Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz” Kutatócsoport vezetőinek, tagjainak, hogy másfél évig biztosították a munkám feltételeit. Továbbá köszönöm a nem kevés türelmet az állandó, valamint átvonuló szobatársaimnak, akikkel együtt éltem az elmúlt pár évben (főként férjemnek, Petinek; testvéreimnek, Zsófinak és Benedeknek; továbbá Anikónak, Reninek, Andinak, és Alexnak). Nélkületek nem ment volna. Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a szüleimnek és nagyszüleimnek, hogy mindig mellettem álltak.

Budapest, 2013. Február 17.

Pásztory-Kovács Szilvia