

## A kerti poszáta (*Sylvia borin*) vonulási fenológiájának változása Ócsán 1984–2007 között

Kovács Szilvia<sup>1</sup>, Csörgő Tibor<sup>2</sup>, Harnos Andrea<sup>1,3</sup>,  
Nagy Krisztina<sup>3</sup> és Reiczigel Jenő<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>SZIE ÁOTK; Biomatematikai és Számítástechnikai Tanszék  
1078, Budapest, István utca 2., E-mail: kovacs.szilvia@aotk.szie.hu

<sup>2</sup>ELTE; Anatómiai, Sejt-és Fejlődésbiológiai Tanszék  
1117, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

<sup>3</sup>MTA-BCE; „Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz” kutatócsoport  
1118, Budapest, Villányi út 29-43.

Összefoglaló: Az utóbbi időben sok madárfaj vonulásának időzítése megváltozott, feltehetően klimatikus tényezők hatására. Vizsgálatunkban az Ócsai Madárvártán függönyhálóval, standard módszerekkel befogott 6760 kerti poszáta egyed 24 év során gyűjtött adatait használtuk. A korcsoportokat külön kezeltük. Eredményeink alapján a kerti poszáta tavaszi vonulása átlagosan 6,5 nappal korábbra tolódott. A jelenség hátterében a szaporodásra való optimalizáció állhat, mivel a korábban érkezők a jobb territóriumok miatt nagyobb sikerrel vesznek részt a szaporodásban. Az őszi vonuláskor az egyedek a túlélésre optimalizálnak. Az öreg madarak gyorsabban összegyűjtik a megfelelő mennyiségű zsírt a vonuláshoz, és korábban elvonulnak, mint a fiatalok. Az öreg madarak őszi vonulásának időzítése a 24 év során nem változott. A fiatal madarak vonulása átlagosan 13 nappal későbbre tolódott. A tavasszal átvonuló öreg madarak átlagosan hosszabb szárnyhosszúak, mint az őszié. A különbséget nem okozhatja a tollak kopása, ezért valószínű, hogy a két vonulási periódusban más összetételű a befogott állomány, azaz a faj hurokvonuló. Mind tavasszal, mind ősszel, mindkét korcsoportban a hosszabb szárnyú egyedek jelennek meg hamarabb a vizsgálati területen, ugyanis az északabbi populációk korábban vonulnak át, a faj „bakugrás” vonulása.

Kulcsszavak: kerti poszáta, hosszútávú vonulók, vonulási fenológia, hurokvonulás, „bakugrás” vonulás, klímaváltozás

## Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben számos, a Föld ökoszisztémáira hatást gyakorló, változást figyeltek meg az éghajlati tényezőkben (pl. Pamersan 2006, Root *et al.* 2003, Visser & Both 2005, Walther *et al.* 2002). Sok madárfaj vonulásának időzítése is megváltozott (pl. Crick & Sparks 2006, Lehikoinen *et al.* 2004, Root *et al.* 2003, Rubolini *et al.* 2007, Sanz 2002), aminek háttérében feltehetően klimatikus változások állnak (Visser & Both 2005). A változások rövid és középtávú vonulók esetében nagyobb, hosszútávú vonulók esetében, az erős genetikai kontroll miatt, kisebb mértékűek. A hosszútávú vonulók nem tudnak elég gyorsan alkalmazkodni a változásokhoz. Ha tavasszal a vegetációs periódus korábban kezdődik, mint amennyivel korábbra tudják időzíteni a vonulásukat, akkor lekészetik a sikeres költéshez szükséges táplálék-gradációt, ami a populáció szaporodási sikere szempontjából veszélyes lehet (Both & Visser 2001).

A kerti poszáta (*Sylvia borin*) Nyugat-Palearktikus elterjedésű, a rokon fajok közül a legészakabbi előfordulású. Az utóbbi évtizedekben elterjedési területe észak felé nőtt. Minden populációja hosszútávú vonuló, a Szaharától délre változatos élőhelyeken telel (Cramp & Brook 1992).

A Kárpát-medencén átvonuló észak-európai költőállomány ősszel déli irányba kezdi meg a vonulást, a vonulás legintenzívebb szakasza a Kelet-Baltikumban és Lengyelország területén is augusztus utolsó dekádja (Nowakowski 1999, Payevski 1999). Ezek az északi madarak az Appennini-félszigeten keresztül vonulva (Zink 1973, 1985) október második dekádjában jelennek meg a mediterrán térségben (Fransson 1995, Grattarola *et al.* 1999), majd a Szaharát átrepülve decemberre érik el Nigéria területét (Ottosson *et al.* 2005).

A kerti poszáta széles frontú vonuló (Berthold 1993). Vonulási útján több nagy földrajzi barriert (Földközi-tenger, Szahara, Száhel-övezet nagy része) kell átrepülnie egyhuzamban, ehhez jól kell időzítenie a vonulást. A faj különböző populációinak vonulási iránya genetikailag meghatározott (Gwinner & Wiltschko 1980). A leggyorsabban vonuló énekesmadarak egyike (Fransson 1995). A visszafogási adatokból úgy tűnik, hogy a legészakabbi területeken fészkelő madarak telelnek Afrika legdélebbi részein, tehát a faj „bakugrás” vonulási stratégiájú (Berthold 1988).

Az eddigi ócsai vizsgálatok alapján Magyarországra az első madarak április végén érkeznek, a vonulás csúcsa május közepén van. Az eredmények szerint már az áprilisban érkező első példányok is foglalhatnak territóriumot, ugyanakkor még május második felében is lehetnek átvonulók

(Csörgő & Karcza 1998). A költőállomány egyedei már július végén, a diszperziós időszak alatt elhagyhatják a területet. Az őszi vonulás augusztus első dekádjában kezdődik. A legintenzívebb vonulási periódus szeptember első fele (Csörgő & Karcza 1998).

Az északi és a nyugati állományokban a tavaszi vonulás időzítése korábbra tolódott (Hüppopp & Hüppopp 2003, Jonzén *et al.* 2006, Sparks *et al.* 2007), az őszi vonulás átlagos ideje nem változott, de az utolsó madarak egyre korábban érkeznek (Tøttrup *et al.* 2006).

Vizsgálatunk célja a kerti poszáta 1984–2007. közötti ócsai gyűrűzési adatainak elemzésével a faj vonulási stratégiájának meghatározása és a vonulás időbeli mintázatában bekövetkezett változásainak kimutatása és értelmezése.

### Módszerek

Vizsgálatunkat 1984 és 2007 között a Duna-Ipoly Nemzeti Park Ócsai Tájvédelmi Körzetének Öregturján elnevezésű részén (É.sz. 47° 15'– K.h. 19° 15') végeztük. Az Ócsai Madárvártán standard módszerekkel gyűjtött 6760 példányának adatait használtuk fel. 1092 madarat fogtunk vissza, összesen 1608 esetben. A madarakat mind a tavaszi, mind az őszi vonulási időszakban standard körülmények között fogtuk be. Ehhez évente ugyanazon a helyen felállított 75 db japán típusú függönyhálót használtunk. A befogott madarakat egyedileg jelöltük, és számos biometria adatukat feljegyeztük az Actio Hungarica protokolljának megfelelően. A két korcsoportot (fiatal: első éves, öreg: második naptári évében levő vagy annál öregebb) a toll kopottsága alapján határoztuk meg (Svensson 1992), és az elemzések során külön kezeltük.

A kerti poszáta kis számban költ a területen, ezért a folyamatos fogási események miatt, a tavaszi vonulás végének és az őszi vonulás kezdetének meghatározása nehéz. Az őszi vonulás esetén problémát okoz az is, hogy a költés utáni diszperziós mozgás miatt megjelenik egy, a területen kóborló madarak miatti fogási hullám is. Ezért a tavaszi vonulás végét és az őszi vonulás kezdetét az egyes években úgy határoztuk meg, hogy kernel simítással (Bowman & Azzalini 1997) egy-egy görbét illesztettünk a két vonulási periódus fogási hullámaira, és a simított görbe becsült minimumpontjait tekintettük a tavaszi vonulás végének, illetve az őszi vonulás kezdetének. A populáció adott hányadának (10, 25, 50, 75, 90%-os) vonulás időzítésében bekövetkezett változásait lineáris kvantilis regresszióval jellemeztük (Cade & Noon 2003). Ezzel a módszerrel részletesebb mintázatot kapunk a vonulás fenológiájáról.

1. táblázat. Az 1984-2007 között fogott tavaszi és az őszi fiatal és öreg madarak érkezésének: 10, 25, 50, 75 és 90 százalékos kvantilis regressziójának eredményei (m: meredekség, d: eltolódás napokban, p: p-érték, ns: nem szignifikáns)

Kvantilisek	Tavaszi öreg madarak			Őszi öreg madarak			Őszi fiatal madarak		
	m	d	p	m	d	p	m	d	p
10%	-0,35	-8	0,003	0,33	8	<0,001	0,66	16	<0,001
25%	-0,33	-8	<0,001	0,14	3	ns	0,38	9	<0,001
50%	-0,27	-6,5	0,02	-0,05	-1	ns	0,55	13	<0,001
75%	-0,31	-7,5	ns	0,00	0	ns	0,66	16	<0,001
90%	0,06	-1,5	ns	0,07	2	ns	0,4	10	<0,001

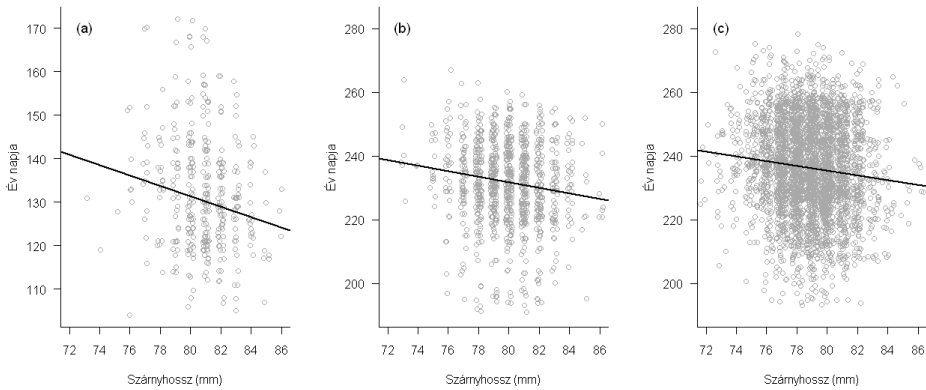
Lineáris 50%-os kvantilis regresszióval jellemeztük egy vonulási perióduson belül a madarak szárnyhossz-változását. Az ivarok közötti szárnyhossz-különbséget t-próbával vizsgáltuk. A tavaszi és őszi vonulás során befogott madarak szárnyhossz eloszlásait QQ-ábrával hasonlítottuk össze (Reiczigel et.al. 2007). Itt a torzítás elkerülésére csak a nem kopott szárnyú madarakat vettük figyelembe. Az eredményeknél a szárnyhossz-átlagok után a standard hibát tüntettük fel. Az elemzéseket az R 2.8 programmal végeztük el (R Development Core Team, 2007).

## Eredmények

### *A vonulás időzítésének változása*

A vizsgálati periódus 24 éve alatt a tavaszi vonulás korábbra tolódott. A madarak első 10 és 25%-nak érkezése erőteljesen változott. A madarak 50%-nál ez átlagosan 6,5 napos eltolódást jelent: 1984-ben május 14, 2007-ben május 7 a becslült érték (1. táblázat). A tavaszi vonulás második felében, a 75, 90, 95%-os kvantiliseknél, nincs szignifikáns változás, de a korábbra tolódás trendszerűen itt is látható (1. táblázat).

Az őszi vonulás időzítése különbözik az öreg és fiatal madarak esetén. Az öreg madarak átlagosan korábban vonulnak, mint a fiatalok, és ez az egész vonulási időszakra jellemző. Az öreg madarak vonulás időzítése a vizsgált periódusban lényegesen nem változott, csak az első 10% érkezése tolódott későbbre (1. táblázat). Az 50%-os kvantilis becslült értéke a vizsgált időszakban végig szeptember 1. A fiatal madarak őszi vonulása minden vizsgált kvantilis esetén (10, 25, 50, 75, 90%-os kvantilisek) nagymérték-



1. ábra. Az érkezési idő és a szárnyhossz kapcsolata a tavaszi (a), illetve az őszi öreg (b) és fiatal (c) madarak esetén, valamint az 50%-os kvantilis regresszióval illesztett egyenesek (tavasz:  $n$  (mintaelemszám) = 380, őszi öreg:  $n=1037$ , őszi fiatal:  $n=3596$ ).

ben későbbre tolódott, az 50% os kvantilisénel 13 nappal: 1984-ben augusztus 29., míg 2007-ben szeptember 10. a becsült érték (1. táblázat).

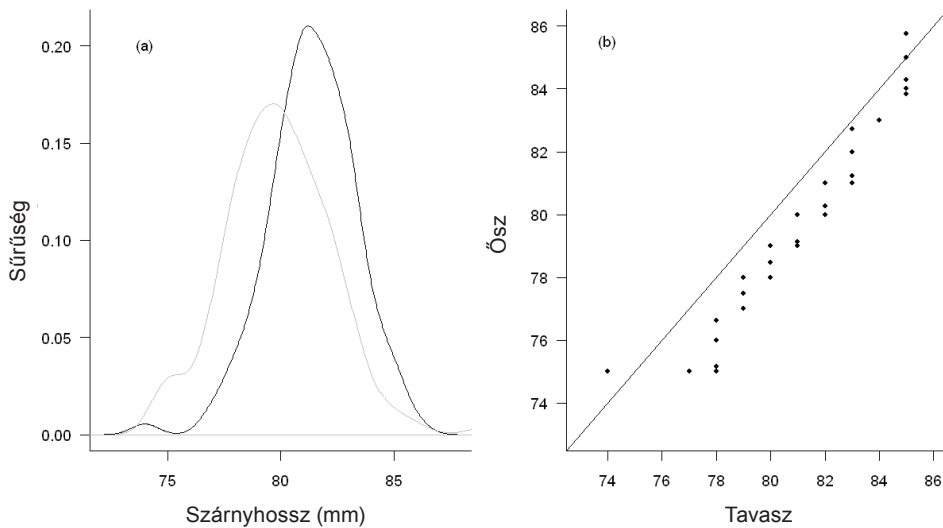
#### Vonulási mintázat

A szárnyhossz eloszlások alapján végzett elemzések eredménye szerint egy vonulási perióduson belül mind tavasszal (50%-os kvantilis regresszió: *meredekség* ( $m$ )=-1,2,  $p=0,002$ ), mind ősszel a hosszabb szárnyú északi madarak korábban érkeznek a területre, mint a rövidebb szárnyú délebben költők. Ez a különbség ősszel a fiatal (50%-os kvantilis regresszió:  $m=-0,75$ ,  $p<0,001$ ) és az öreg (50%-os kvantilis regresszió:  $m=-0,875$ ,  $p=0,0003$ ) madaraknál is megfigyelhető (1. ábra). Az eltérést nem okozhatja az ivarárány változása, mivel sem tavasszal ( $t$ -teszt:  $t_{163}=-1,4$ ,  $p=0,16$ ), sem ősszel ( $t$ -teszt:  $t_{50}=-0,3$ ,  $p=0,77$ ) nem találtunk különbséget a szárnyhosszban a tojók és a hímek között.

A tavasszal átvonuló öreg madarak átlagos szárnyhossza ( $81,4\pm 0,18$  mm) nagyobb, mint az ősszel átvonulóké ( $79,9\pm 0,19$  mm), azaz a két vonulási periódusban az átvonuló állomány populációs összetétele eltérő ( $t$ -teszt:  $t_{268}=5,65$ ,  $p<0,0001$ ) (2. ábra).

#### Értékelés

Az utóbbi évtizedekben számos hosszútávú vonuló faj tavaszi vonulása korábbra tolódott (pl. Both *et al.* 2004, Gordo & Sanz 2005). A leg-



2. ábra. A tavasszal és ősszel megfogott nullás szárnykopású öreg madarak szárnyhossz szerinti eloszlásának (a) simított hisztogramja (— Tavasz; — Ösz) és (b) QQ-ábrával való összehasonlítása

több tanulmány negatív kapcsolatot talált az érkezési idő és a tavaszi hőmérséklet között (pl. Gienapp *et al.* 2007, Lehtikoinen *et al.* 2004). A jelenség hátterében a szaporodásra való optimalizáció állhat. Tavasszal, legalábbis a hímeknek, érdemes a lehető legkorábban érkezni, mivel a korábban érkezők foglalhatják el a legjobb territóriumokat, így növelve szaporodási sikerüket (Dunn 2004, Forstmeier 2002, Kokko 1999, Newton 2006, Solonen 1979). Svédországban (Falsterbo, Ottenby) egy tanulmány a kerti poszáta vonulásának átlagosan 7 nappal korábbra tolódását mutatta ki 25 év alatt (Jonzén *et al.* 2006). Németországban (Helgoland) a főként skandináv átvonuló madarak érkezése 41 év alatt átlagosan 7,4 nappal korábbra tolódott (Hüppopp & Hüppopp 2003). Angliában (Sussex) az első madár 42 év alatt átlagosan 16,8 nappal érkezett korábban (Sparks *et al.* 2007), Litvániában (Vilnius) az első érkezés ideje 32 év alatt nem változott szignifikánsan (Zalakevicius *et al.* 2006). A nálunk tapasztalható átlagosan 6,5 napos eltolódást feltehetően a kedvezőbb kora tavaszi feltételek okozzák, az északon költő madarak korábban tudnak átvonulni a területen.

Az őszi vonuláskor az egyedek a túlélésre optimalizálnak. Ekkor a hosszútávú vonuló fajok különbözőképpen reagálhatnak az időjárási változásokra a vedlési stratégiától, a költségek számától és a táplálék összeté-

telüktől függően. A távozás előrehozatalára és a késleltetésére is található példa (Csörgő & Tóth in press, Gilyazov & Sparks 2002 in Lehikoinen *et al.* 2004, Miholcsa & Csörgő 2009). A kerti poszáta csak egyszer költ, és a rokon fajokkal, a barátposzáttal (*Sylvia atricapilla*) és a kis poszáttal (*Sylvia curruca*), ellentétben nincs postnuptialis vedlése. Mindkét korcsoport a telelőterületen vedlik (Svensson 1992), így a költés után rögtön öszszegyűjtheti a megfelelő zsírmennyiséget, és elkezdheti a vonulást. Ebben az időszakban a kerti poszáta az állati eredetű táplálékról növényi táplálékra, főképpen bodza bogyóra tér át (Csörgő & Karcza 1998). Ez általában korlátlanul rendelkezésre áll. A tapasztalt öregek madarak gyorsabban öszszegyűjtik a megfelelő mennyiségű zsírt. A fiatal madaraknak ez tovább tarthat, ezért kedvezőbb időjárási feltételek esetén tovább maradnak a területen. Ez okozhatja a különbséget a vonulás időzítésének változásában a két korcsoport között. Az öreg madaraknál nem figyelhető meg változás, a fiatalok viszont a vonulás teljes időszakát későbbre tolják. Az ugyaninnen származó, de csak az első évtizedből vett adatok alapján még nem volt kimutatható különbség a korcsoportok között (Csörgő & Karcza 1998), ami arra utal, hogy a fiatalok vonulás időzítésének változása az utóbbi másfél évtizedben kifejezettebb lett.

A fajra vonatkozóan más területekről nincsenek egyértelmű eredmények. Dániában (Christiansø) az őszi vonulás korábbra tolódott, de csak a populáció utolsó 5%-át tekintve (Tøttrup *et al.* 2006). Az utolsó madár befogásának időpontja Angliában (Oxfordshire) is egyre korábbi (Cotton 2003). A mi eredményeinkkel való összehasonlítást lehetetlenné teszi, hogy ezekben a tanulmányokban a korcsoportokat nem kezelték külön, így a közölt eredmények értelmezése, a korcsoportok eltérő vonulási időzítése miatt bizonytalan.

A vonuló madarak szárnyának hosszára és alakjára erős szelekciós nyomás hat, mivel hosszabb és hegyesebb szárnyal gyorsabban illetve energiatakarékosabban lehet repülni. Az északabbi, hosszabb vonulási utat megtevő madarakra ez a szelekció erősebben hat, ezért ezek szárnya átlagosan hosszabb, mint a délebbi populációk tagjaié. „Bakugrás” típusú vonulás esetén ez a különbség még nagyobb lehet. Ebben az esetben az északabbi madarak telelnek legdélebben, ami nagyon megnöveli az úthosszak különbségét (Berthold 1993, Gaston 1974, Norberg 1981 in Csörgő & Lövei 1986). Ilyenkor az északi populációk vonulása korábban kezdődik, ezért korán megjelennek a délebbi területeken. A stratégia egyaránt kialakulhat intraspecifikus kölcsönhatásból adódóan, az alfajok és populációk szintjén (Pienkowski *et al.* 1985).

A korábbi ócsai vizsgálatban nem volt kimutatható különbség az átvonuló madarak szárnyhosszában (Csörgő & Karcza 1998). Az újabb, 24 éves adatsorunkból kapott eredmények szerint mind tavasszal, mind ősszel, mindkét korcsoportban az átlagosan hosszabb szárnyú egyedek vonulnak át korábban a vizsgálati területen. Ez a „bakugrás” vonulással magyarázható. Ez a nyugatabbra költő populációknál is megfigyelhető (Berthold 1988).

Az öreg madarak tavaszi és őszi átlagos szárnyhosszának különbsége abból adódhat, hogy a két vonulási periódusban más összetételű a befogott állomány. Tavasszal több északi madár repülhet át a területen, mint ősszel. Ez összhangban van a tavaszi vonulás nagyobb sebességével. Ezt a madarak nem csak gyorsabb vonulással és/vagy repüléssel, hanem a vonulás irányának változtatásával is elérhetik. Tavasszal több északi madár kelhet át a Kárpátok alkotta barrieren, mint ősszel. Ez utóbbi esetben az északi madarak nagyobb része kerülheti ezt meg, mivel ilyenkor nem az időre, hanem a túlélésre optimalizálják vonulásukat. Ez a vonulási típus a hurokvonulás, ami meglehetősen elterjedt, sok más fajnál is előfordul (Berthold 1993), például Ócsán a szintén hosszútávú vonuló sisegő füzikénél (Kiss *et al.* 2009).

A klímaváltozás korunk egyik fő problémája. A vonuló madarak jó indikátorai a változásoknak. Természetvédelmi szempontból a hosszútávú vonuló fajok a legveszélyeztetettebbek, ezért fontos a vonulási fenológiák fajonkénti, korcsoportonkénti és területenkénti leírása, így a változások pontosabban detektálhatók és értelmezhetők. Például a korábbi tavaszi vegetációs időszak miatt a hosszútávú vonuló fajok, nemcsak a táplálék-gradáció csúcсарól késhetnek le (Both & Visser 2001), de a velük kompetícióban lévő rezidens, vagy rövidtávú vonuló fajok elfoglalhatják előlük a jobb élőhelyeket (Gilyazov & Sparks 2002), így csökkentve a költési sikerüket.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az Ócsai Madárvárta Egyesület tagjainak munkáját!

### Irodalomjegyzék

- Berthold, P. (1988): *The biology of the genus Sylvia – a model and a challenge for Afro-European cooperation.* – *Tauraco* **1**: 3–28.
- Berthold, P. (1993): *Bird Migration – A General Survey.* – Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo 62, 68 pp.



- Both, C., Artemyev, A. V., Blaauw, B., Cowie, R. J., Dekhuijzen, A. J., Eeva, T., Enemar, A., Gustafsson, L., Ivankina, E. V., Järvinen, A., Metcalfe, N. B., Nyholm, N. E. I., Potti, P., Ravussin, P.-A., Sanz, J. J., Silverin, B., Slater, F. M., Sokolov, L. V., Török, J., Winkel, W., Wright, J., Zang, H. & Visser, M. E. (2004): Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. – *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* **271**: 1657–1662.
- Both, C. & Visser, M. E. (2001): Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. – *Nature* **411**: 296–298.
- Bowman, A. W. & Azzalini, A. (1997): *Applied Smoothing Techniques for Data Analysis, The Kernel Approach with S-Plus Illustrations*. – Oxford University Press, New York, 206 pp.
- Cade, B. S. & Noon, B. R. (2003): A gentle introduction to to quantile regression for ecologists. – *Front Ecol. Env.* **1**: 412–420.
- Cotton, P. A. (2003): Avian migratory phenology and global climate change. – *PNAS* **100** (21): 12219–12222
- Cramp, P. & Brook, D. J. (1992): *The birds of western Palearctic vol. 6*. – Oxford University Press, Oxford.
- Crick, H. Q. P. & Sparks, T. H. (2006): Changes in the phenology of breeding and migration in relation to global climate change. – *Acta Zool. Sin.* **52**: 154–157.
- Csörgő, T. & Karcza, Zs. (1998): A kerti poszáta (*Sylvia borin*) vonulása. – *Orn. Hun.* **8**. Suppl.: 137–145.
- Csörgő, T. & Lövei, G. (1986): Egy fészkelő csilpcsalp-füzike (*Phylloscopus collybita*) populáció szárnyalakjának jellemzése. – *MME II. Tudományos Ülése*, Szeged. 155–159. pp.
- Csörgő, T. & Tóth, A. (in press.): A klímaváltozás hatása a madarak vonulásának időzítésére. – *Orn. Hun.*
- Dunn, P. O. (2004): Breeding dates and reproductive performance. – *Adv. Ecol. Res.* **35**: 69–87.
- Forstmeier, W. (2002): Benefits of early arrival at breeding grounds vary between males. – *J. Anim. Ecol.* **71**: 1–9.
- Fransson, T. (1995): Timing and speed of migration in North and West European populations of *Sylvia* warblers. – *J. of Avian Biol.* **26**: 39–48.
- Gaston, A. J. (1974): Adaptation in the genus *Phylloscopus*. – *Ibis* **116**: 432–450.
- Gienapp, R., Leimu, R. & Merilä, J. (2007): Responses to climate change in avian migration time – microevolution versus phenotypic plasticity. – *Clim. Res.* **35**: 25–35.

- Gilyazov, A. & Sparks, T. (2002): Change in the timing of migration of common birds at the Lapland Nature Reserve (Kola Peninsula, Russia) during 1931–1999. – *Avian Ecol. Behav.* **8**: 35–47.
- Gordo, O. & Sanz, J. J. (2005): Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. – *Oecol.* **146**: 484–495.
- Grattarola, A., Spina, F. & Pilastro, A. (1999): Spring migration of the Garden Warbler (*Sylvia borin*) across the Mediterranean Sea. – *J. Ornithol.* **140**: 419–430.
- Gwinner, E. & Wiltschko, W. (1980): Circannual changes in migratory orientation of the Garden Warbler, *Sylvia borin*. – *Behav. Ecol. Sociobiol.* **7**: 73–78.
- Hüppopp, O. & Hüppopp, K. (2003): North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. – *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* **270**: 233–240.
- Jonzén, N., Lindén, A., Ergon, T., Knudsen, E., Vik, J. O., Rubolini, D., Piacentini, D., Brinch, C., Spina F., Karlsson, L., Stervander, M., Andersson, A., Waldenström, J., Lehikoinen, A., Edvardsen, E., Solvang, R. & Stenseth, N. R. (2006): Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. – *Science* **312**: 1959–1961.
- Kiss, A., Csörgő, T., Harnos, A., Kovács, Sz. & Nagy, K. (2009): A sisegő füzike (*Phylloscopus sibilatrix*) vonulásának változása a klímaváltozás szempontjából. – *Klíma 21 füzetek.* **56**: 91–99.
- Kokko, H. (1999): Competition for early arrival in migratory birds. – *J. Anim. Ecol.* **68**: 940–950.
- Lehikoinen, E., Sparks, T. H. & Zalakevicius, M. (2004): Arrival and departure dates. – *Adv. Ecol. Res.* **35**: 1–31.
- Miholcsa, T. & Csörgő T. (2007): The effects of climate change on the autumn migration of Sedge Warbler and Reed Warbler. – *8th Behavioral Ecology Meeting*, Cluj Napoca.
- Miholcsa, T. & Csörgő, T. (2009) Change of the timing of autumn migration in *Acrocephalus* and *Locustella* genus. – *Acta Zool. Acad. Sci. Hun.* **55**: 175-185
- Newton, I. (2007): Weather-related mass-mortality events in migrants. – *Ibis* **149**: 453–467.
- Nowakowski, J. K. (1999): Terms of autumn migration of the genus *Sylvia* in Central Poland. – *Ring* **21 (2)**: 3–13.
- Ottosson, U., Waldenström, J., Hjort, C. & McGregor R. (2005): Garden Warbler *Sylvia borin* migration in sub-Saharan West Africa: phenology and body mass changes. – *Ibis* **147**: 750–757.

- Parmesan, C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. – *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **37**: 637–669.
- Pienkowski, M. W., Evans, P. R. & Townshend, D. J. (1985): Leap-frog and other migration patterns of waders: a critique of the Alerstam and Hogstedt hypothesis, and some alternatives. – *Orn. Scand.* **16**: 61–70.
- R Development Core Team (2007): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL [www.R-project.org](http://www.R-project.org).
- Reiczigel, J., Harnos, A. & Solymosi, N. (2007): *Biostatisztika nem statisztikusoknak*. – Pars Kft., Nagykovácsi, pp 210.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K.R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C. & Pounds, J. A. (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. – *Nature* **421**: 57–60.
- Rubolini, D., Møller, A. P., Rainio, K. & Lehikoinen, E. (2007): Intraspecific consistency and geographic variability in temporal trends of spring migration phenology among European bird species. – *Clim. Res.* **35**: 135–146.
- Sanz, J. J. (2002): Climate Change and birds: have their ecological consequences already been detected in the Mediterranean region? – *Ardeola* **49**: 109–120.
- Solonen, T. (1979): Population dynamics of the Garden Warbler *Sylvia borin* in southern Finland. – *Orn. Fen.* **56**: 1–12.
- Sparks, T. H. & Tryjanowski, P. (2007): Patterns of spring arrival dates differ in two hirundines. – *Clim. Res.* **35**: 159–164.
- Svensson L. (1992): Identification guide to European Passerines 4th edn. *Stockholm*, Uggå, 212. pp.
- Tøttrup, A. P., Thorup, K. & Rahbek, C. (2006): Changes in timing of autumn migration in North European songbird populations. – *Ardea* **94**: 527–536.
- Visser, M. E., & Both, C. (2005): Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. – *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol.* **272**: 2561–2569.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J-M., Hoegh-Guldberg O., & Bairlein, F. (2002): Ecological response to recent climate change. – *Nature* **416**: 389–395.
- Zalakevicius, M., Bartkeviciene, G., Raudonikis, L. & Januaitis, J. (2006): Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. – *J. Ornithol.* **147**: 326–343.
- Zink, G. (1973-1985): *Der Zug europäischer Singvögel*, Vols. 1-4 Vogelzug-Verlag, Möggingen

## Change in migration phenology of Garden Warbler (*Sylvia borin*) at the Ócsa Bird Ringing Station between 1984–2007

Szilvia Kovács<sup>1</sup>, Tibor Csörgő<sup>2</sup>, Andrea Harnos<sup>1,3</sup>, Krisztina Nagy<sup>3</sup> and Jenő Reiczigel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>SZIE ÁOTK; Department of Biomathematics and Informatics  
H-1078, Budapest, István u. 2.

<sup>2</sup>ELTE; Department of Anatomy Cell-and Developmental Biology  
H-1117, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

<sup>3</sup>MTA-BCE; Adaptation to Climate Change Research Group  
H-1118, Budapest, Villányi út 29-43.

**Abstract:** The timing of migration of many bird species have changed recently, presumably due to climatic factors. In our study we have used the data of 6760 garden warblers caught and ringed by standard methods at the Ócsa Bird Ringing Station. We analyzed age groups separately. Our results show that the timing of the spring migration of this species shifted 6.5 days earlier. A possible explanation to this phenomenon might be related to the optimization of reproduction, since earlier birds can occupy better territories. On the other hand, birds optimize their autumn migration to survival. Adult garden warblers gain weight faster, and hence migrate earlier than juveniles. The timing of autumn migration of adults has not changed in the past 24 years, while juveniles have shifted their timing 13 days later. Adult birds migrating through the study area in spring have longer wings on average than those in autumn. The difference cannot be explained by feather wear, therefore it is presumed that the migrating populations are different in spring and autumn, suggesting that the species is a loop migrant. Both in spring and in autumn, in both age groups, longer winged individuals migrate earlier through the study area. This phenomenon can be explained by that populations from further north migrate first through the study area indicating a leap-frog migration strategy of the species.

**Keywords:** garden warbler, long-distance migrant, migration phenology, climate change, loop migration, leap-frog migration