

## A SZÉKI LILE (*CHARADRIUS ALEXANDRINUS*) FÉSZEKALJ- ÉS TOJÁSMÉRET-VÁLTOZÁSA A FÉSZKELÉSI IDŐSZAK ALATT

Noszály Gábor és Dr. Székely Tamás  
Kossuth Lajos Tudományegyetem  
Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék  
Debrecen

### Abstract

**G. Noszály and T. Székely: Clutch and egg-size variation in the Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*) during the breeding season**

Seasonal variation in clutch and egg-size variation in the Kentish Plover were studied and the female exhaustion hypothesis was tested in Miklapusztá (Hungary) over the breeding period of three years (1990–1992). Date of clutch completion was checked or derived by floating in water. Egg breadth, fresh egg weight and egg volume reduced significantly and egg length decreased considerably during the breeding season. Frequency of two-egg-clutches increased nonsignificantly in the second half of the season as compared to three-egg-clutches. The results did not support the female exhaustion hypothesis. We suggested that combination of several hypotheses is may explain the seasonal variation in egg-size in Kentish Plover.

### Bevezetés

A viselkedésökológia egyik alapfeltételezése, hogy az egyedek maximalizálják reprodukív sikerüket és életük során a lehető legtöbb és/vagy legjobb minőségű utódot produkálnak (Krebs és Davies, 1991). A madarak reprodukív sikerének két fontos összetevője lehet. A tojások méretének növekedésével a fiókák mérete nő (Byrkjedal és Kålås, 1985, Galbraith, 1988, Grant, 1991), és a kikelő fióka túlélési esélye jó (Grant 1991). A tojások számának növekedésével nőhet a kirepült fiókák száma, habár egy ponton túl az egy tojásra illetve fiókára jutó befektetett energia annyira kicsi lehet, ami az utódok számának csökkenésével járhat.

Megfigyelték, hogy a fészekalj- és tojásméretetek a fészkelési idővel csökkennek, pl. *Larus novaehollandiae scopulinus* (Mills, 1979), *Pluvialis apricaria* (Byrkjedal és Kålås, 1985), *Vanellus vanellus* (Galbraith, 1988).

A szezonális csökkenésre több hipotézist javasoltak. A tápláléklimitáltság hipotézis szerint a tojók nem képesek a szezon vége felé megfelelő kondícióba jutni ahhoz, hogy nagy tojást rakjanak (Galbraith, 1988). További magyarázat lehet, hogy az idősebb egyedek nagyobb tojásokat raknak és hamarabb kezdik a fészkelést, mint a fiatalabbak (Pugesek, 1983) (életkor hipotézis). A parazitáltsági hipotézis szerint nő a fészkelési szezon során a parazitáltság

mértéke, így a tojók nem tudnak megfelelő energiát befektetni, hogy nagy tojást rakjanak (*Chylarecki, pers. com.*). A fészkelési időszak vége felé a fiókanevelés sikerének esélye csökkenhet, mert egyre kevesebb idő marad a tojások kiköltésére és a fiókák felnevelésére. Lehetséges, hogy a kisebb fiókák hamarabb kirepülnek, ezért érdemes kis tojást rakni a szezon végén (*befektetési érték hipotézis*).

*Vizsgálatunkban a következő kérdésekre kerestünk választ:*

(A) Található-e fészkalj- és tojásméretváltozás a széki lilénél a fészkelési időszak folyamán?

(B) Milyen hipotézissel értelmezhető a fészkaljak és tojások méretváltozása?

Az (A) kérdés megválaszolására a fészkalj- és tojásméreteket a fészkelési idő függvényében analizáltuk, míg a (B) kérdésre a fenti hipotézisek közül a kimerülési hipotézist teszteltük.

A kimerülési hipotézis predikciói:

*Predikció 1:* A fészkelési szezonban az egy tojó által lerakott ismételt fészkaljak tojásmérete csökken.

*Predikció 2:* A fészkelési szezon során az ismételt fészkaljak mérete csökken.

*Predikció 3:* Az ismételt fészkaljak lerakásához egyre nagyobb idő szükséges.

*Predikció 4:* Egy fészkek kotlásának vége (pl. pusztulása vagy kelése) és az új fészkek lerakása közötti idő pozitívan korrelál a két fészkalj nagyságának és tojásméretének különbségével.

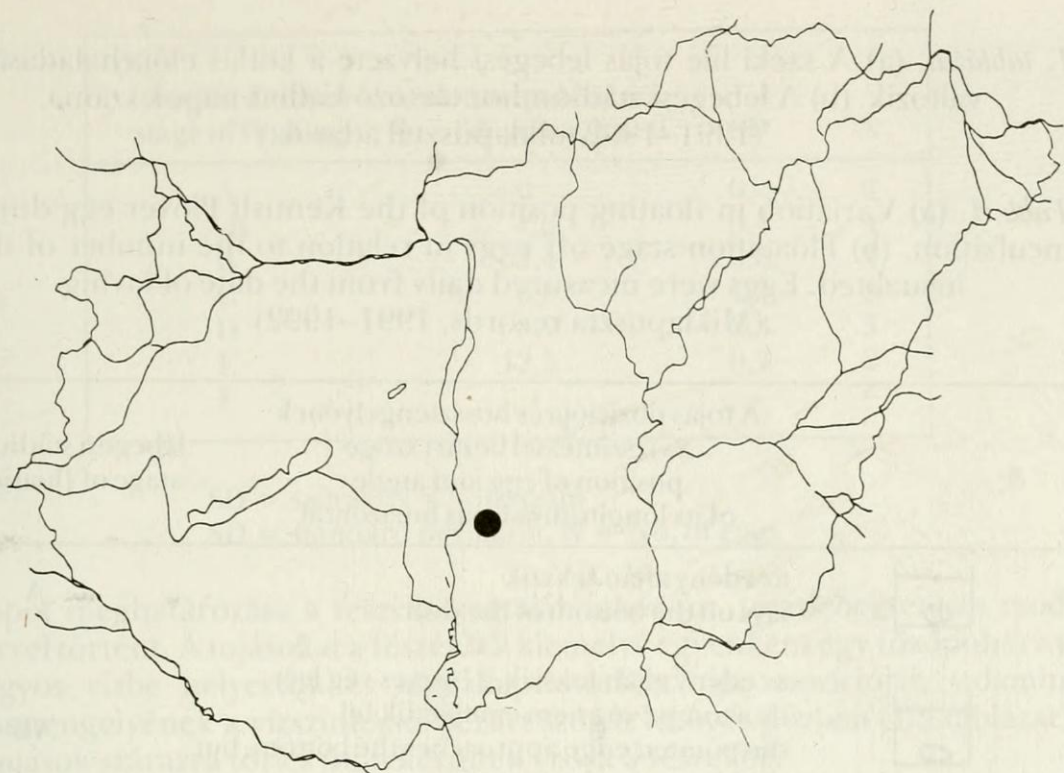
## Vizsgálati terület

A vizsgálat 1990–1992 között történt a Kiskunság nyugati, Dunához közel eső részén, a Harta és Akasztó község között elhelyezkedő Miklapusztán (1. ábra). A terület kb. 2000 ha kiterjedésű szikes puszta. A vakszik foltok tavasszal rendszerint víz alatt állnak, de március végére többnyire felszáradnak. A talajt egész évben a kékmoszat (*Nostoc sp.*) vékony rétege borítja, mely a száraz időszakban kiszárad. Jellemző növény a bárányparéj (*Camphorosma annua*) és a pozsgás zsázsa (*Lepidium cartilagineum*). A vakszikes foltokat és az azokat elválasztó hátaikat 10–50 cm magas szikpadkák kötik össze. A hátaikat aktív juhlegelőként hasznosítják, jellemző növényük a mezei ördögsekér (*Eryngium campestre*) és az agárkosbor (*Orchis morio*).

## A széki lile miklapusztai állománya

A széki lilék március végén, április elején érkeznek vissza a vonulásból Miklapusztára. A párok feltehetőleg a területre érkezés után, a táplálkozó és fészkelőterületen alakulnak ki. Kb. 60 pár költött a területen a vizsgálat alatt.

A fészkeket a szikfokokon a hímek magukban vagy a tojókkal együtt a talajba kaparják, melyet főként kiszáradt moszattal (pl. *Nostoc sp.*) bélelnek. A tojó és a hím felváltva kotlik, a tojó általában nappal, míg a hím hajnalban és



1. ábra. A vizsgálat színhelye: Miklapusztai (Bács-Kiskun megye)  
 Fig. 1. The study area Miklapusztai (county Bács-Kiskun)

alkonyatkor. A miklapusztai populációnál kb. 26 nap a kotlási idő. A tojásokra legnagyobb veszélyt a birkataposás és a ragadozók jelentenek, melyek közül jelentős lehet a róka (*Vulpes vulpes*), a sün (*Erinaceus europaeus*) és a hamvas rétihéja (*Circus pygargus*).

A széki lilék vizsgálata 1989-től folyik Miklapusztán. A kutatások fő célja a széki lile természetvédelmi célú ökológiai vizsgálata és a párzási-utódgondozási rendszer adaptív értékének vizsgálata (Székely, 1991, Székely and Lessells, 1993.).

## Módszerek

### Adatgyűjtés








A terepadatok gyűjtését a szerzőkön kívül Kovács Sándor és Liker András végezte. A kérdések megválaszolásához a következő adatokat használtuk: tojáshosszúság (mm): a tojás maximális hosszúsága; tojásszélesség (mm): a tojás maximális szélessége. Mindkét változót 0,1 mm pontossággal mértük tolmérővel. A tojás friss súlyát 0,05 g pontossággal mértük 10 g-os *Pesola* erőmérleggel. Csak a kotlás kezdetének napján mért súlyokat használtuk. Bevezettünk egy származtatott változót, a tojástérfogatot (cm<sup>3</sup>), melyet a következőképpen számoltunk ki:

$$\text{térfogat} = (\text{hosszúság} \times \text{szélesség}^2) \times B$$

ahol  $B = 0,486$ , a tojás alakját közelítő állandó (Székely et al. in press).

1. táblázat. (a) A széki lile tojás lebegési helyzete a kotlás előrehaladásával változik. (b) A lebegési stádiumhoz tartozó kotlott napok száma. (1991–1992 miklapusztai adatok.)

Table 1. (a) Variation in floating position of the Kentish Plover egg during incubation. (b) Floatation stage off eggs in relation to the number of days incubated. Eggs were measured daily from the date of laying. (Miklapuszt records, 1991–1992)

	A tojás pozíciója és hossz tengelyének a vízszintessel bezárt szöge position of egg and angle of its longitudinal axis horizontal	lebegési stádium stage of floating
	az edény alján fekszik lays on the bottom of the dish 0	A
	az edény alján fekszik, a hegyes vég leér, de a tompa vég nem emelkedik fel the pointed edge approaches the bottom, but the blunt edge has not risen < 45	AB
	az edény alján fekszik, a hegyes vég leér, a tompa vég felemelkedik the pointed edge is on the bottom, the blunt edge takes off < 45	B
	az edény alján fekszik, a hegyes vég leér, a tompa vég emelt the pointed edge is on the bottom, the blunt edge erected 45 < és < 90	C
	áll az edény alján, a hegyes vég leér the egg stands at the bottom on the pointed edge 90	D
	lebeg the egg takes off and floats	E
	a tompa vég a felszínre bukkan, a tojás úszik the blunt egg appears on the water surface	F

A fészekalj lerakásának dátumát az egy vagy két tojással talált fészkeknél napi ellenőrzéssel állapítottuk meg. A kotlás az utolsó tojás lerakásának napján megindul, ezért a három tojással talált fészkeknél a lerakás napját a tojások kotlottsági állapotából számoltuk vissza (1/b táblázat). A kotlottsági

(b) lebegési stádium stage of floating	kotlott napok száma no. of days incubated	SD	N
A	0	0	2
AB	1,0	0,4	4
B	3,4	0,6	4
C	6,0	1,3	3
D	8,7	2,3	3
E	12,5	0,7	2
F	–	–	–

SD = szórás, N = tojásszám

SD = standard deviation, N = No. of eggs

állapot meghatározása a fészkek megtalálásakor ún. tojáslebegtetéses módszerrel történt. A tojásokat a fészkekből kiemelve egyenként egy főzőpohárnyi langyos vízbe helyeztük és megállapítottuk a tojás pozícióját, valamint hossz tengelyének a vízszintessel bezárt szögét lebegés közben (1/a táblázat). A tojások szárazra törlés után kerültek vissza a fészekbe.

A fészket rakó tojót és hímet fészekvarsával fogtuk be. A befogott madarakat a fémgűrű mellett színes gyűrűvel is jelöltük, mely lehetővé tette a távolról történő azonosításukat. A 2. táblázat mutatja, hogy a fészkek hány százalékában ismert a tojójó kiléte az egyes években és a három évet együttvéve.

2. táblázat. Az azonosított tojójó által rakott fészkek számának százalékos aránya az összes fészkek számához viszonyítva az egyes években. Az azonos tojójó által rakott fészkeket az adatok nem tartalmazzák.

Table 2. Percent of nests laid by identified females (% of all nests). One nest for each female was included.

év year	összes fészkek száma total no. of nests	ismert tojójó fészkek (%) proportion of nests (%) laid by known females
1990	53	26,4
1991	58	48,3
1992	42	59,5

### Statisztikai procedúrák

A feldolgozás során az egy fészkekből származó tojások méreteinek átlagát használtuk, mert az egy fészkekből tojásai nem kezelhetők független adatokként. A tojásméret normalitásának vizsgálatára Kolmogorov–Smirnov próbát végeztünk. Mivel a fészkek tojásmérete a normális eloszlástól nem tért el egy évben sem (3. táblázat), parametrikus tesztek alkalmaztunk. A

3. táblázat. A fészkek tojásméreteinek átlaga ( $\bar{X}$ ), szórása (SD), száma (N) és a Kolmogorov–Smirnov-teszt valószínűségi szintje (p) normál eloszlás illeszkedésénél.

Table 3. Size of eggs mean ( $\bar{X}$ ), standard deviation (SD) and number of nests (N), as well as the probability of the Kolmogorov–Smirnov test (p) for normal distribution.

tojásméret size	1990			
	$\bar{X}$	SD	N	p
tojáshosszúság (mm) length (mm)	31,98	0,90	46	0,697
tojásszélesség (mm) breadth (mm)	23,05	0,49	46	0,891
tojássúly (g) weight (g)	8,66	0,45	12	0,564
tojástérfogat (cm <sup>3</sup> ) volume (cm <sup>3</sup> )	8,27	0,49	46	0,815
tojásméret size	1991			
	$\bar{X}$	SD	N	p
tojáshosszúság (mm) length (mm)	32,12	0,75	60	0,295
tojásszélesség (mm) breadth (mm)	23,14	0,48	60	0,407
tojássúly (g) weight (g)	8,77	0,54	34	0,475
tojástérfogat (cm <sup>3</sup> ) volume (cm <sup>3</sup> )	8,37	0,44	60	0,792
tojásméret size	1992			
	$\bar{X}$	SD	N	p
tojáshosszúság (mm) length (mm)	31,71	0,84	47	0,670
tojásszélesség (mm) breadth (mm)	23,08	0,48	47	0,472
tojássúly (g) weight (g)	8,56	0,49	28	0,491
tojástérfogat (cm <sup>3</sup> ) volume (cm <sup>3</sup> )	8,22	0,48	47	0,998

tojásméret fészkelési szezon során történő változásának vizsgálatát lineáris regresszióanalízissel végeztük. A fészkek lerakásának dátumát minden év március 1-jétől eltelt napokra számoltuk át (pl. április 30 = 61). A fészkek méret változásának vizsgálatára a fészkelési szezont a fészkek lerakásának átlagánál korai és kései fészkekre osztottuk (4. táblázat) és az időszakok között a kéttojásos és háromtojásos fészkek gyakoriságát G-teszttel vizsgáltuk. Az egy tojó által egy szezonban lerakott fészkek tojásméreteit páros t-próbával hasonlítottuk össze. Az analíziseket *Vargha (1991)* szerint az SPSS/PC + statisztikai programcsomaggal végeztük.

4. táblázat. A fészkek kotláskezdésének időpontja. Az átlagnál korábban kotlani kezdett fészkeket korainak, míg az átlag napján és az átlagnál később kotlani kezdett fészkeket késeinek neveztük.

Table 4. Onset of incubation. Nests layed earlier than average were considered early ones whilest those layed on day of the average date of laying or later were classified as late nests.

év	dátum	március 1-jétől eltelt napok átlaga no. of days from 1st March	SD	N
year	date			
1990	május 14.	75,05	15,91	21
1991	május 12.	73,38	22,40	50
1992	május 5.	66,05	22,34	45

SD = szórás, N = fészekszám, SD = standard deviation, N = no. of nests

## Eredmények

A tojásméretetek a fészkelési időszak alatt csökkennek (5. táblázat). A tojásszélesség, tojássúly és tojástérfogat esetében a meredekség minden évben közel szignifikáns, míg 1990-ben a tojássúly szignifikánsan váltott ( $p = 0,04$ ). Binomiális teszttel megvizsgálva  $p = 0,002$  annak a valószínűsége, hogy kilenc egyenes közül mindegyik negatív lejtésű legyen. A szignifikáns szinttől való kis eltérést okozhatja a mérési hiba vagy a tojók minősége közötti eltérés. Az adatok számának növelésével a nagy szórás hatását csökkenteni lehet.

A három év tojásadatait összevontuk, kivéve a tojáshosszúságot, mivel a méretek átlaga és eloszlása nem különbözött szignifikánsan egymástól (6. táblázat). A fészkek lerakási napok évi átlagai sem különböztek szignifikánsan egymástól (Egyutas ANOVA,  $F_{(2, 113)} = 1,89$ ;  $p = 0,16$ ). A tojásméretetek évek közötti varianciái homogéneknek tekinthetők (*Bartlett-Box* teszt) (6. táblázat). Legkisebb szignifikancia teszttel (ANOVA, LSD) a három év

5. táblázat. A tojásméretekre a fészeklerakási napok függvényében lineáris regresszióval egyenest illesztettünk. Az egyenes meredeksége minden esetben negatív volt.

Table 5. Egg size in relation to laying date lineary regression. Slope of the line was negative in each case.

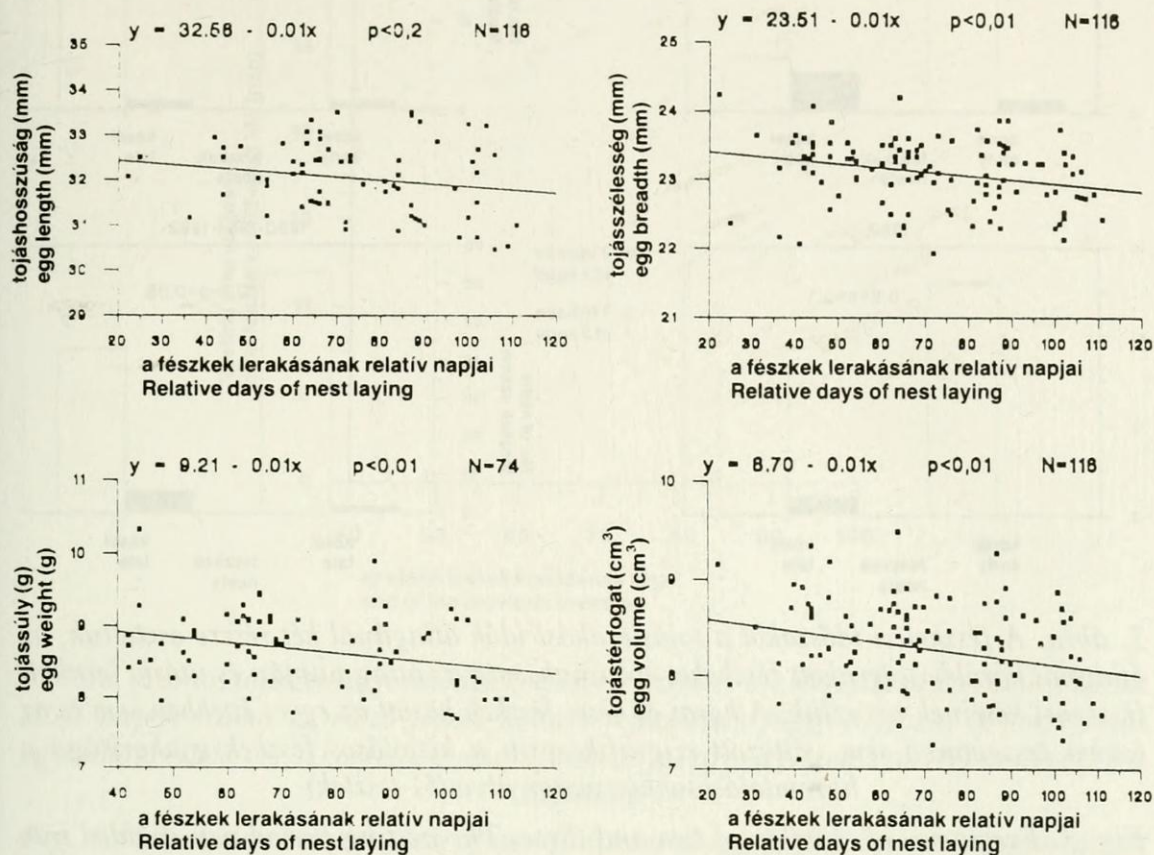
tojásméret egg size	1990		
	B	p	N
tojáshosszúság (mm) length (mm)	-0,422	0,10	21
tojásszélesség (mm) breadth (mm)	-0,192	0,19	21
tojássúly (g) weight (g)	-0,266	0,04	12
tojástérfogat (cm <sup>3</sup> ) volume (cm <sup>3</sup> )	-0,246	0,07	21
tojásméret size	1991		
	B	p	N
tojáshosszúság length (mm)	-0,177	0,29	50
tojásszélesség (mm) breadth (mm)	-0,157	0,08	50
tojássúly (g) weight (g)	-0,188	0,07	34
tojástérfogat (cm <sup>3</sup> ) volume (cm <sup>3</sup> )	-0,154	0,09	50
tojásméret size	1992		
	B	p	N
tojáshosszúság (mm) length (mm)	-0,107	0,48	45
tojásszélesség (mm) breadth (mm)	-0,138	0,09	45
tojássúly (g) weight (g)	-0,139	0,15	28
tojástérfogat (cm <sup>3</sup> ) volume (cm <sup>3</sup> )	-0,125	0,13	45

B = a lineáris regressziós egyenes (LRE) meredeksége, p = a LRE vízszintestől való eltérésének valószínűsége, N = fészekszám

B = slope of the linear regression line, p = probability of the deviation from horizontal axis, N = no. of nests



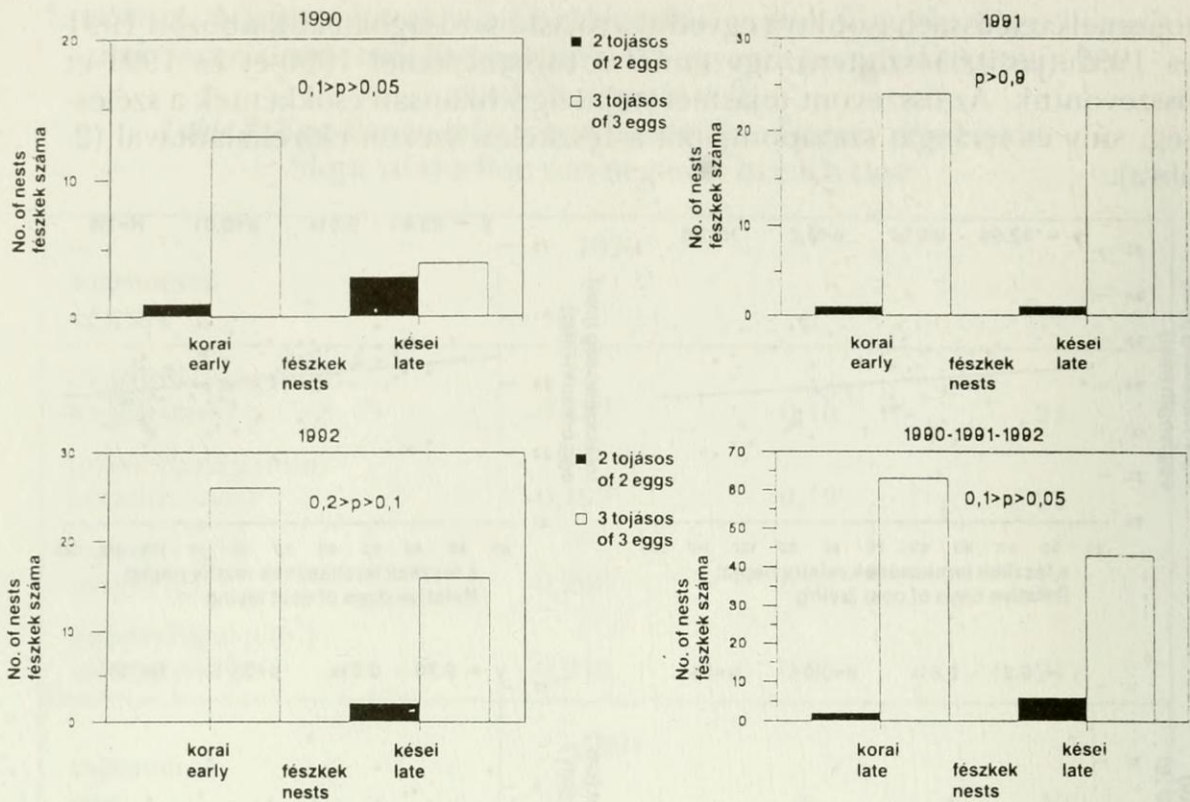
tojásméreteit összehasonlítva egyedül a tojáshosszúságban különbözött 1991 és 1992 ( $p < 0,05$  szinten), így ennél a tojásméretnél 1990-et és 1991-et összevontuk. Az összevont tojásméretetek szignifikánsan csökkentek a szélesség, súly és térfogat szempontjából a fészkelési szezon előrehaladtával (2. ábra).



2. ábra. A tojásméretetek változása a lerakási idő függvényében. A tojáshosszúság esetében 1990-t és 1991-t, míg a többi tojásparaméter esetében 1990-t, 1991-t és 1992-t vontuk össze. A lineáris regressziós egyenes egyenlete, a meredekség szignifikanciája ( $p$ ) és a fészkek szám ( $N$ ) az ábra felett található

Fig. 2. Variation in egg-size during the breeding season. In case of egg length the data for 1990 and 1991 and for the other egg parameters the three years were combined. Equation of the lineary regression line, significance of slope ( $p$ ) and no. of nests ( $N$ ) are indicated above the figures

A kései fészkek között nem változott szignifikánsan a kéttojásos fészkek gyakorisága a háromtojásosokhoz viszonyítva (3. ábra). 1990, 1991 és 1992 két- és háromtojásos fészkeinek gyakorisága között nem volt szignifikáns különbség (G-teszt,  $0,2 > p > 0,1$ ). A három év összevonása után sem volt szignifikáns különbség a korai és kései két- és háromtojásos fészkek gyakorisága között, habár a kéttojásos fészkek száma nőtt (3. ábra).



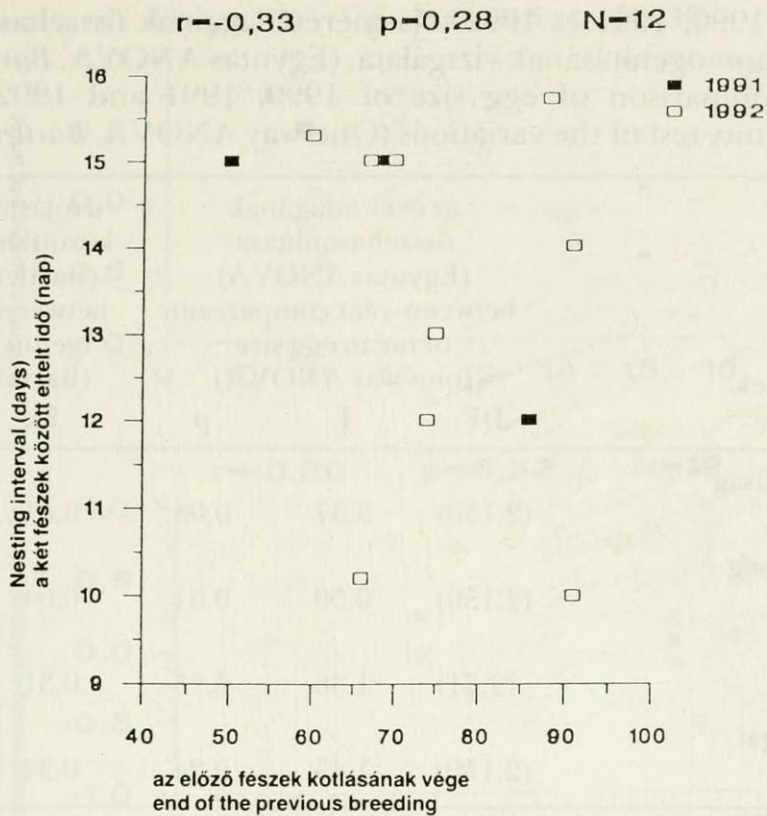
3. ábra. A fészkelési időszakot a tojáslerakási idők átlagánál két részre osztottuk, az átlagnál korábban lerakott fészkeket korainak, míg az átlag napján és utána lerakott fészkeket kései-nek neveztük. A korai és kései fészkek között az egyes években sem és az éveket összehasonlítva sem változott szignifikánsan a kéttojásos fészkek gyakorisága a háromtojásosokhoz viszonyítva (G-tesztek)

Fig. 3. Frequency of clutches of two and three. The nesting period was divided into early and late stages. No significant change occurred between early and late stages in frequency of two-egg clutches and three-egg clutches

Az egy évben azonos tojó által lerakott első és második fészkek között tojásméretei között nem találtunk különbséget (7. táblázat), habár egy-két tizedmilliméter csökkenést meg lehet figyelni. Sem az elsőnek lerakott, sem az ismételt fészkek között nem volt kéttojásos.

Az előző fészkek kotlásbefejezésétől az újabb fészkek lerakásáig eltelt idő és az előző fészkek kotlásbefejezése között nem szignifikáns negatív trend figyelhető meg (4. ábra). A három év során egyetlen tojó rakott két ismételt fészket 1992-ben. A megelőző fészkek kotlásának vége és a következő lerakása között egyre kevesebb idő telt el: az első fészkek kotlásának vége és a második fészkek lerakása között eltelt idő = 15 nap; a második fészkek kotlásának vége és a harmadik fészkek lerakása között eltelt idő = 10 nap.

Az ismételt fészkek tojásméret-átlagai összefüggésben lehetnek az előző fészkek kotlásának vége (pusztulása vagy kelése) óta eltelt idővel. A megelőző-rákövetkező fészkek tojásméretei közötti különbség negatívan korrelál az előző fészkek kotlásának vége és az újabb lerakása között eltelt idővel (5. ábra).



4. ábra. Azonos tojók előző fészkeinek kotlásbefejezése és újabb fészkeinek lerakása között eltelt napok száma az előző fészkek kotlásbefejezésének függvényében. A korrelációs együttható értéke ( $r$ ), a korreláció szignifikanciája ( $p$ ) és a fészekszám ( $N$ ) az ábra felett található

Fig. 4. Correlation between date of nest failure and egg-laying interval of subsequent nest. Correlation coefficient ( $r$ ), significance of correlation ( $p$ ) and no. of nest ( $N$ ) are indicated above the figure

## Értékelés

### Fészkekaljméret

Habár mindhárom évben a kéttojásos fészkealjok gyakoribbak voltak a fészkelési szezon második felében, a trend nem volt szignifikáns (3. ábra). A partimadarak fészkekaljmérete kevéssé változó. A széki lile háromtojásos fészke mellett ritkán fordul elő kéttojásos. Egy vizsgálat során 389 fészkekből csak kettő volt háromtojásostól eltérő (Cramp és Simmons, 1983). Azonban a miklapusztai fészkek között több kettést találtunk és a fészkelési szezon második felében a számuk nem szignifikánsan nőtt.

A predáció a fészkelési időszak során növekedhet, mert a ragadozók megtanulhatják a fészkek felkutatásának módját, így a szezon végén több fészket találhatnak meg, mint az elején. A predáció valószínűségével

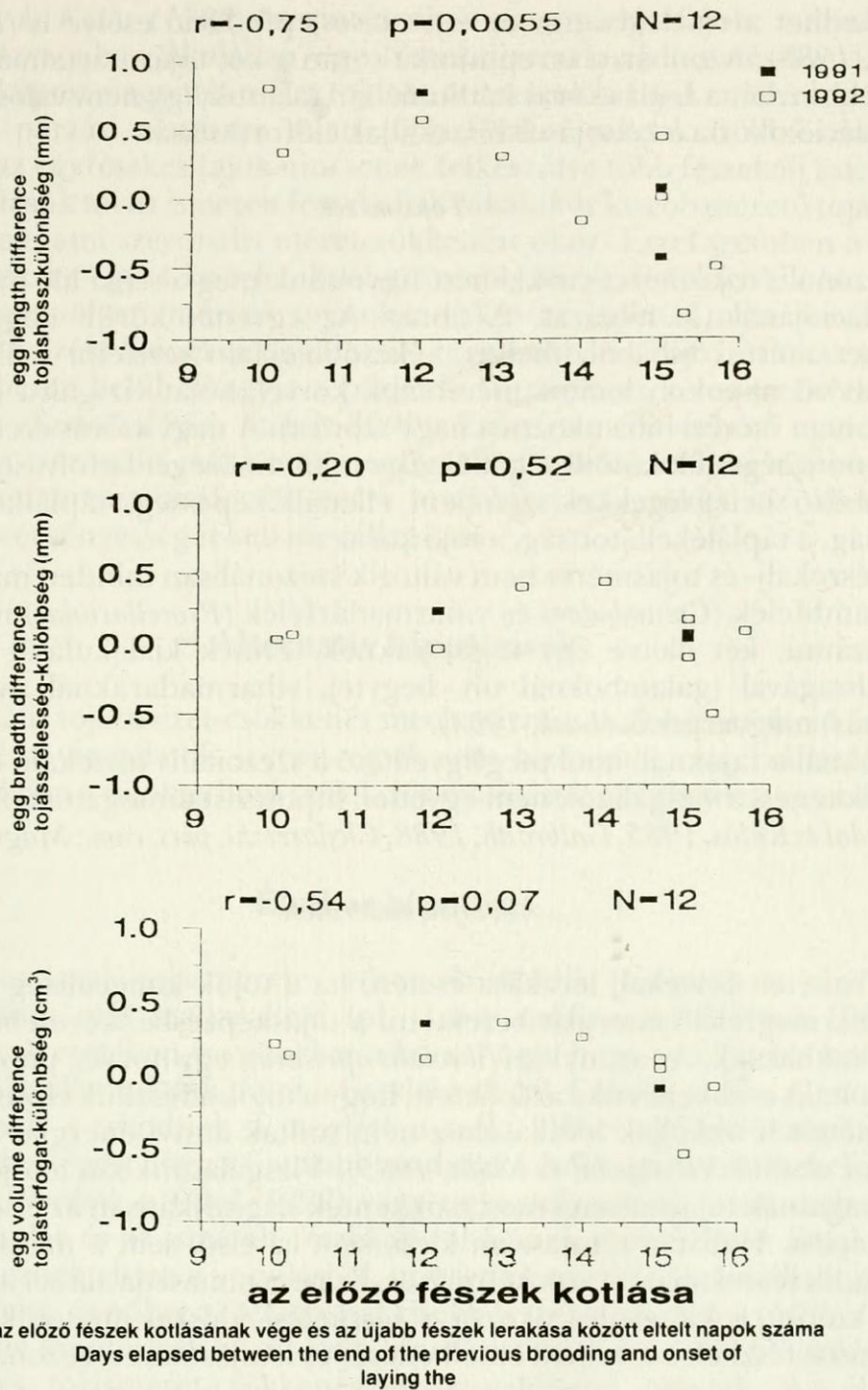
6. táblázat. 1990, 1991 és 1992 tojásméretátlagainak összehasonlítása és a varianciák homogenitásának vizsgálata. (Egyutas ANOVA, Bartlett-Box teszt)  
 Table 6. Comparison of egg size of 1990, 1991 and 1992, as well as homogeneity test of the variations (One-way ANOVA, Bartlett-Box test)

tojásméreték egg size	az évek átlagának összehasonlítása (Egyutas ANOVA) between-year comparison of mean egg size (one-way ANOVA)			a tojásméreték évek közötti homogenitása (Bartlett-Box teszt) between-year homo- genity of egg size (Bartlett-Box test)	
	DF	F	p	F	p
tojáshosszúság length	(2,150)	3,37	0,03	0,81	0,44
tojásszélesség breadth	(2,150)	0,50	0,61	0,04	0,96
tojássúly weight	(2,71)	1,36	0,25	0,31	0,74
tojástérfogat volume	(2,150)	1,45	0,24	0,34	0,71

7. táblázat. Azonos tojó által egyetlen szezon alatt lerakott első, második és harmadik fészekaljnak tojásmérete. Az első és második fészekaljakat páros t-próbával hasonlítottuk össze. Sem az első, sem az ismételt fészekaljak között nem volt kéttojásos. N = fészekszám

Table 7. Egg size of the first, second and third clutch laid by same females. The first and second clutches were compared by paired t-test No. clutch of two eggs was found. N = No. of nests

év year	fészek sorszám nest	tojásméreték ( $\bar{x} \pm SD$ ) egg measures ( $\bar{x} \pm SD$ )			
		hosszúság length (mm)	szélesség breadth (mm)	súly weight (g)	térfogat volume (cm <sup>3</sup> )
1991	első first	31,88±0,54	22,83±0,41	–	8,08±0,16
	második second	31,75±0,90 (N = 3)	22,72±0,39 (N = 3)	–	7,97±0,29 (N = 3)
1992	első first	31,41±0,89	23,06±0,59	8,26±0,43	8,13±0,56
	második second	31,39±0,60 (N = 8)	22,99±0,50 (N = 8)	8,13±0,23 (N = 2)	8,07±0,42 (N = 8)
	harmadik third	30,67 (N = 1)	22,37 (N = 1)	7,75 (N = 1)	7,46 (N = 1)



5. ábra. Azonos tojók megelőző-rákövetkező fészkeik közötti különbsége az előző fészkek kotlásbefejezésének vége és az újabb fészkek lerakása közötti idő függvényében. A korrelációs együttható értéke ( $r$ ), a korreláció szignifikanciája ( $p$ ) és a fészekszám ( $N$ ) az ábra felett található

Fig. 5. Difference between previous and subsequent clutches of same females in relation to nesting interval. Correlation coefficient ( $r$ ), significance of correlation ( $p$ ) and no. of nests ( $N$ ) are indicated above the figure

növekedhet a részleges (így az egytojásos) predáció esélye is (Byrkjedal és Kålås, 1985). Azonban a terepmunka során a két tojást tartalmazó fészkek nagyobb részét a kotlás korai stádiumában találtuk, így nem valószínű, hogy a predáció okozta a kéttojásos fészkek előfordulását.

### Tojásméret

Szezonális tojásméret-csökkenést figyeltünk meg a széki lile miklapusztai populációjánál (5. táblázat, 2. ábra). Az egyenes körüli nagy szóródás eredhet mérési hibából, melyet a későbbiekben tesztelni kell egy tojás különböző napokon lemert méretének korrelációját vizsgálva (ha  $p > 0,9$ , akkor nem mérési hiba okozza a nagy szórást). A nagy szórás eredhet még a tojók minőségének különbségéből. Egy tojó minőségét befolyásolhatja pl. a különböző betegségekkel szembeni ellenállóképesség, táplálkozási hatékonyság, a táplálékellátottság, a tojó kora.

A fészkalj- és tojásméret nem változik szezonálisan minden madárfajnál. A galambfélék (*Columbidae*) és vihardarófélék (*Procellariidae*) meghatározott számú, két illetve egy tojást raknak. Ennek kialakulását a táplálék limitáltságával (galamboknál ún. begytej, vihardaroknál nyílt tengeri halászás) magyarázzák (Lack, 1954).

Azoknál a fajoknál, ahol megfigyelhető a szezonális fészkalj- és tojásméret-csökkenés, a vizsgálatok nem egyetlen hipotézist támogattak (Mills, 1979, Byrkjedal és Kålås, 1985, Galbraith, 1988, Chylareczki, pers. com., Magrath, 1992).

### A tojók kimerülése

Az ismételt fészkalj lerakása esetén, ha a tojók kimerültség miatt nem képesek megfelelő energiát befektetni a tojásképzésbe, kevesebb és kisebb tojást rakhatnak. Az aranylile (*Pluvialis apricaria*) egy norvég populációjánál a szezonális csökkenés oka az lehetett, hogy a tojók a fészkek elpusztulásakor az ismételt fészkaljak lerakásához nem tudtak annyi energiát befektetni, mint az elsőhöz (Byrkjedal és Kålås, 1985). Vizsgálatunkban a tojók ismételt fészkaljainak tojásméretei nem csökkentek szignifikánsan az első fészkaljhoz képest. Habár a mintaszám kicsi, sem az első, sem a második, sem a harmadik fészkalj nem volt kéttojásos. Ez nem támasztja alá azt a hipotézist, mely szerint a kimerülés okozza a fészkelési időszak második felében a kéttojásos fészkek számának emelkedését és a tojásméret szezonális csökkenését.

Egyetlen tojó rakott három fészkaljat egy szezonban a három év során, de a harmadik fészkalj tojásképzésére kevesebb időt fordított, mint a második fészkaljára. Nem szignifikáns trend szerint a tojók kevesebb időt fordítanak az ismételt fészkek tojásképzésre a kotlási időszak vége felé. Ez sem támasztja alá a kimerülési hipotézist. A két fészkalj tojáshosszúsága közötti különbség annál kisebb, minél több idő telt el a tojásképzéssel. Ez a kapcsolat nem fedezhető fel a tojásszélességnél és tojástérfogatnál. Ennek az érdekes esetnek a vizsgálatához további kutatás szükséges.

*Byrkjedal és Kålås (1985)* szerint azok a partimadár fajok, melyek egy fészkelési szezonban általában egy fészkealjra raknak (egyfészkes fajok), testükhöz képest nagyobb tojást tojnak, mint azok a fajok, melyek például poliandria párzási rendszer miatt több fészket raknak (többfészkes fajok). Ezért az egyfészkes fajok nincsenek felkészülve több fészkealj rakására, így kimerülésük miatt ismételt fészkealjak rakásakor kisebb méretű tojásokat produkálnak, ami szezonális méretcsökkenést okoz. Ezzel szemben a többfészkes fajok az egyes kísérleteknél kevesebb energiát fektetnek be, ezért képesek ugyanolyan méretű tojásokat rakni az egymás után következő fészkekbe. A széki lilénél az egyik szülő (gyakrabban a tojó) a fiókák kelése utáni egy héten belül elhagyja a párját és új partnert keres (szekvenciális poliandria) (*Lessells 1984, Székely 1990*). Ezért nem nevezhető egyfészkes fajnak, de a szezonális csökkenés megfigyelhető. A kimerülési hipotézist az adatok nem támasztották alá, ezért további vizsgálatokkal az alternatív hipotézisek érvényességét kell megállapítani.

### Alternatív hipotézisek

A szezonális tojásméret-csökkenés mechanizmusának hipotézisei közül az eddig történt vizsgálatok szerint egyik sem bizonyult univerzálisnak. Az egyes esetekben a fajokra ható szelekciós nyomások eltérhetnek egymástól.

### Életkor hipotézis

A partimadarak tojásmérete erősen öröklődik (*Väisänen et al. 1972*). Azonban mint más madaragnál (pl. *Larus californicus, Pugesek 1983*), a partimadarak esetében is változhat a korról úgy, hogy az idősebb madarak nagyobb tojásokat raknak, mint a fiatalabbak (pl. *Calidris pusilla, Gratto et al. 1983*). Ennek a trendnek a megléte a széki lilénél további vizsgálatokat igényel. Lehetséges, hogy a fiatalabb madarak később kezdik a fészkelést (pl. *Fulica atra, Perdeck és Cavé, 1992*) vagy tapasztalatlanság miatt nagyobb a fészkepusztulás és az ismételt fészkealj rakásának esélye. Ha a fiatal tojók később érkeznek vissza a vonulásból, ez eredményezhet szezonális tojásméret-csökkenést, és nőhet az átlagosnál kisebb fészkealjak száma (*Mills, 1979*). Az alternatív hipotézisek közül ezt a hipotézist tartjuk a széki lile szezonális fészkealj- és tojásméret-csökkenés egyik valószínű okának. Az életkor hipotézis predikciói: (1) az idősebb tojók korábban érkeznek a fészkelési területre, mint a fiatalabbak (2) az idősebb tojók hamarabb kapnak párt és (3) rakják le az első fészkealjat, (4) a fiatalabb tojók fészkeinek kisebb a kelési sikere. A hipotézis érvényességének megítéléséhez vizsgálni kell (1) a különböző korú tojók fészkelési területre érkezésének sorrendjét, (2) a különböző korú tojók párbaállásának és fészkekrakásának sorrendjét (3) a különböző korú tojók fészkealj- és tojásméretét és (4) a fészkealj túlélési esélyét.

## Táplálék-limitáltság hipotézis

A táplálékmenyiség limitálhatja azt az energiamennyiséget, melyet a tojó befektethet a tojásképzésbe. Egy tőkés réce (*Anas platyrhynchos*) testvérekkel végzett kísérlet során, a csak búzatáplálékon élő tojók kisebb fészekalj- és tojásokat raktak, valamint egészében véve kevesebb tojást produkáltak a fészkelési időszak során, mint a feljavított, gazdagabb táplálékkal etetett testvéreik (*Eldridge és Krapu, 1988*). A vándorlásból érkező madaraknál azonban az elsőként lerakott tojások számát és nagyságát valószínűleg nem az aktuális táplálékmenyiség határozza meg, mert a fészkelőhelyre érkezéskor feltehetőleg kevés táplálék áll rendelkezésükre (*Lack, 1954*). A táplálék mennyiségének megnövekedése inkább az első fiókák kelési időpontjával esik egybe (*Bencze, 1990*). Azonban a kotlási időszak későbbi szakaszában a tojások száma és mérete nagymértékben függhet a táplálékkínálattól. A bíbic (*Vanellus vanellus*) két skót populációjánál a szűkösebb táplálékú területen a fészekalj- és tojásméret szezonális csökkenése nagyobb volt. A tojók nem voltak képesek a szezon vége felé megfelelő kondícióba jutni ahhoz, hogy nagy tojást rakjanak (*Galbraith, 1988*). Ha a fészkelési időszak végére csökken a táplálék mennyisége, akkor feltehető az a hipotézis, hogy a tojók nem tudnak megfelelő kondícióba jutni ahhoz, hogy nagy tojásokat rakjanak. A fészekalj- és tojásméret szezonális csökkenését értelmező hipotézisek közül, az életkor-hipotézis mellett a tápláléklimitáltság hipotézist tartjuk valószínűnek. A hipotézis prediktálja, hogy (1) a tojók kondíciója a táplálékkínálattal változik, (2) a jobb kondícióval rendelkező tojó nagyobb tojásokat rak, (3) a táplálék denzitása és összetétele befolyásolja a tojásrakáshoz szükséges időt, fészekalj- és tojásméretet és tojásméretet. Ezt a predikciót látszik alátámasztani, hogy azonos tojó két fészekaljának tojáshosszúsága negatívan korrelál az előző fészek kotlásbefejezésének és a következő fészek lerakása között eltelt idővel. A hipotézis teszteléséhez vizsgálni kell (1) a szezonális táplálékkínálat denzitását és minőségét, (2) a tojók kondíciójának szezonális változását, (3) a fészekalj- és tojásméret szezonális változását.

## Parazitáltsági hipotézis

A parazitáltság feltehetőleg energiaveszteséget okoz a madaraknak. Például az átlagosnál több időt és energiát kell fordítaniuk a tollászkodásra és tollazatuk karbantartására, ezért nem fektethetnek megfelelő energiát kondíciójuk növelésébe és a tojásképzésbe. A parti lile tojáshosszúsága és a madár tollparazitáinak száma között negatív összefüggést találtak (*Chylarecki, pers. com.*). Ha a parazitáltság a fészkelési időszak során nő (pl. a madarak egymásnak átadhatják), akkor összefüggés lehet a szezonális méretcsökkenés és a parazitáltság mértéke között. A hipotézis a következőket prediktálja: (1) a tojó parazitáltságának mértéke és a tojásméret között negatív korreláció áll fenn, (2) a fészkelési időszak során nő a parazitált madarak száma, (3) a tojó kondíciója és parazitáltsága között negatív korreláció áll fenn. A hipotézis teszteléséhez az alábbi adatok szükségesek: (1) a madarak parazi-



táltságának szezonális változása, (2) a parazitált madarak számának szezonális változása (3) a tojók kondíciójának szezonális változása. Lehetséges azonban, hogy paraziták csak azokon a tojókon találhatók, amelyek már más okból kisebb kondíciójúak.

### Befektetési értékhipotézis

Habár a kicsi fiókáknak alacsonyabb lehet a túlélési esélye (*Grant, 1991*), a kisebb tojás képzéséhez és kiköltéséhez valószínűleg kevesebb idő és energia szükséges. Lehetséges, hogy ugyanolyan táplálékellátottság esetén a kisebb fiókák gyorsabban elérik a kirepülési fejlettséget, mint a nagyobbak. Ez előnyös lehet a fészkelési szezon végén, amikor kevés az idő a felkészülésre a vonuláshoz. Ezért elképzelhető, hogy a fészkelési szezon végén nem érdemes nagy tojást rakni, mert kevés az idő a kiköltéséhez és a belőle kikelő fiókák kiröpítéséhez. A hipotézis predikciói: (1) a kis tojásokból hamarabb kikelnek a fiókák, mint a nagy tojásból, (2) a kis fiókák gyorsabban növekednek, mint a nagy fiókák, (3) a kis fiókák hamarabb kirepülnek, mint a nagyobbak. A hipotézis teszteléséhez mérni kell (1) a tojások nagyságát, (2) a tojások kotlási idejét, (3) a fiókák kelési súlyát, (4) a fiókák növekedését, (5) a fiókák kirepüléséig eltelt időt.

### Következtetések

1. A széki lile tojásmérete csökken a fészkelési szezon folyamán, és a kéttojásos fészkek száma nem szignifikánsan gyakoribb a költési szezon második felében.
2. A tojás- és fészkealjméret-változás tojókimerülési hipotézisét az adatok nem támasztják alá. Valószínűnek tartjuk, hogy az alternatív hipotézisek közül nem egyetlen egy játszik szerepet a kisebb fészkealjok számának növekedésében és a szezonális tojásméret-csökkenésben.
3. Az alternatív hipotézisek közül az életkor és tápláléklimitáltsági hipotéziseket tartjuk valószínűnek, habár lehetséges több hipotézis kombinációja is. További vizsgálatokat tervezünk az alternatív hipotézisek tesztelésére.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönjük *Barta Zoltánnak* az adatfeldolgozáshoz nyújtott segítségét és véleményét a dolgozattal kapcsolatban. A dolgozat elkészüléséhez hozzájárult a KLTE-n működő viselkedésokológiai csoport tagjainak lelkes segítőkészsége, melyet hálásan köszönünk.

A terepvizsgálat elvégzését a KTM Természetvédelmi Hivatal, a Hartai Célgazdaság és az ASAB (Association for the Study of Animal Behaviour) támogatta. A terepvizsgálat sikeres lebonyolítása lehetetlen lett volna a Hartai Célgazdaság főagronómusának, *Schneider Gyulának* és a Gazdaság többi dolgozójának segítségével.

## Irodalom – References

- Bencze, Sz. (1990) A táplálékellátás hatása a széki lile (*Charadrius alexandrinus*) fészkelési viselkedésére. – TDK dolgozat, KLTE, Debrecen.
- Byrkjedal, I. és Kålås, J. A. (1985) Seasonal variation in egg size in Golden Plover (*Pluvialis apricaria*) and Dotterel (*Charadrius morinellus*) populations. – *Ornis Scandinavia* 16:108-112.
- Chylarecki, P. (1992) Ectoparasites influence egg size in the Ringed Plover. – 9th International Waterfowl Ecology Symposium, Hajdúszoboszló.
- Cramp, S. és Simmons, K. E. L. (1983) The Birds of the Western Palearctic. Vol. III. – Oxford University Press, Oxford.
- Eldridge, J. L. és Krapu, G. L. (1988) The influence of diet quality on clutch size and laying pattern in Mallards. – *Auk* 105:102-110.
- Galbraith, H. (1988) Effects of egg size and composition on the size, quality and survival of Lapwing (*Vanellus vanellus*) chicks. – *Journal of Zoology*, London 214:383-398.
- Grant, M. C. (1991) Relationship between eggsize, chick size at hatching, and chick survival in the Whimbrel (*Numenius phaeopus*). – *Ibis*: 133:127-133.
- Gratto, C. L., Cooke, F., Morrison, R. I. G. (1983) Nesting success of yearling and older breeders in the Semipalmated Sandpiper (*Calidris pusilla*). – *Can. J. Zool.* 61:1133-1137.
- Krebs, J. R. és Davies, N. B. (1991) Behavioural Ecology. – Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Lack, D. (1954) The Natural Regulation of Animal Numbers. – Clarendon Press, Oxford.
- Lessels, C. M. (1984) The mating system of Kentish Plovers (*Charadrius alexandrinus*). – *Ibis* 126:474-483.
- Magrath, R. D. (1992) Seasonal changes in egg-mass within and among clutches of birds: general explanation and a field study of the Blackbird (*Turdus merula*). – *Ibis* 134:171-179.
- Mills, J. A. (1979) Factors affecting the egg size of Red-billed Gulls (*Larus novaehollandiae scopulinus*). – *Ibis*: 121:53-67.
- Perdeck, A. C. and Cavé, A. J. (1992) Laying date in the coot: Effects of age and mate choice. – *Journal of Animal Ecology* 61:1319.
- Pugesek, B. H. (1983) The relationship between parental age and reproductive effort in the California Gull (*Larus californicus*). – *Behavioural Ecology and Sociobiology* 13:161-171.
- Székely, T. (1990) Sequential polygamy of Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*). – *Wader Study Group Bulletin* 59:33.
- Székely, T. (1991) Status and breeding biology of Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*) in Hungary – a progress report. – *WSG Bulletin* 62:17-23.
- Székely, T. és Lessels, C. M. (1993). Mate change by Kentish Plovers (*Charadrius alexandrinus*) – *Ornis Scandinavica* 24:317-322.
- Székely, T., Kozma, J., Piti, A. (in press). Volume of Snowy Plover eggs. – *Journal of Field Ornithology*.

Vargha, A. (1991) Pszichológiai statisztika gyakorlat I–II. – Tankönyvkiadó, Budapest.

Väisänen, R. A., Hildén, O., Soikkeli, M., Voulanto, S. (1972) Egg dimension variation in five wader species: the role of heredity. – *Ornis Fennica* 49:25-44.

*Author's address:*

Gábor Noszály and Dr. Tamás Székely  
Kossuth Lajos Tudományegyetem  
Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék  
Debrecen  
H-4010

*L. Székely: Migration of the Curlew Sandpiper (*Actitis hypoleucos*) in the South-East of the Hungarian Plain*

*Migration of the Curlew Sandpiper* was studied in some important wintering habitats of South-East Hungary between 1941 and 1991. Characteristics of migration, flight, habitat selection and food are introduced. Since 1950 a rapid decline has taken place in the number of Curlew Sandpiper specimens recorded annually. It is a possible cause the increasing number, decreasing the ecological conditions of the wintering sites of the Curlew Sandpiper which have been responsible for this unfortunate phenomenon.

### Introduction

The Central and East-Siberian areas (represented by the Curlew Sandpiper) extend northwards to degree 72 of latitude from the Chukotka point in the Tuva's peninsula. In 1982, its breeding was discovered in the North-Alaska (Porieska, 1959; Howe and Pyle, 1972; Curlew and Sandpiper, 1983). Flocks migrating through Eurasia are also found in the tropic and subtropic habitats southward of the Sahara as far as the Congo. The European and African migration routes having been mapped by Porieska (1959) indicate three main routes for the southward migration of the population of the Tuva's peninsula. The west route runs along the coastline of the Atlantic through Morocco, Mauritania, Senegal as far as Cape Colony. The mid-route takes a direction towards the Ivory Coast, the Balkan peninsula, Tunisia and the Ivory Coast. The eastern route runs from the Caspian plain through East-Africa as far as Cape Colony. In addition through the Carpathian Basin has been mentioned in the above-mentioned work although, Curlew Sandpiper occurs recurrently in the region. It is therefore important to evaluate the conditions of its migration through the South-East Plain which provides the most migratory access.

### Material and method

Records comprising a total of 9171 Curlew Sandpiper observed and 11 specimens sampled in counties Csenger and Bekes on 128 occasions between 1941 and 1991 were analysed. The data originated from the Steged Echény (46° 13'–20' 10") and the Bónyuga fish-ponds (47° 58'–20' 30"), the