



---

## A kis lilik (*Anser erythropus* L.) és közel rokon nagytestű lúdfajok magterjesztésben betöltött szerepe és élőhelyi preferenciája a Hortobágyi Nemzeti Parkban

TÓTH Katalin<sup>1</sup>, BOGYÓ Dávid<sup>2</sup>, TAR János<sup>2</sup> & VALKÓ Orsolya<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék, H-4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

<sup>2</sup>Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, H-4024 Debrecen, Sumen utca 2.

<sup>3</sup>MTA-DE Biodiverzitás Kutatócsoport, H-4032 Debrecen, Egyetem tér 1.; valkoorsi@gmail.com

### Seed dispersal and habitat preference of the endangered Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus* L.) and larger goose species in the Hortobágy National Park

**Abstract** – Several studies found that waterfowl are important endozoochorous dispersal vectors for plant species. Germination of the seed content of their droppings provides valuable information on their diet and also on their role in seed dispersal. Our aim was to analyse the seed dispersal potential of the critically endangered habitat-specialist Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus*) in their autumn and spring staging areas in Hortobágy National Park. The study was supported by the LIFE10-NAT/GR/000638 project. We also studied the seed dispersal potential of larger generalist goose species foraging in the same areas, such as Greater White-Fronted Goose (*Anser albifrons* Scopoli) and Greylag Goose (*Anser anser* L.). We asked the following questions: (i) Which habitat types are the most frequently used by Lesser White-fronted Goose and larger goose species? (ii) Is the different habitat preference of Lesser White-fronted Goose and larger goose species reflected in the seed content of their droppings? (iii) Are there seasonal differences between the seed content of spring and autumn droppings? We identified the most frequently used feeding habitats. We collected 40 droppings of Lesser White-fronted Goose and larger goose species per site in April and October 2012, in total we collected 720 droppings per species. Droppings were concentrated and spread on trays filled with sterilised potting soil. Samples were germinated in a greenhouse from April to November 2013. In total we germinated 21 plant species from the goose droppings, which suggests that goose species play an important role in seed dispersal. We found that Lesser White-fronted Goose dispersed more species typical to alkali habitats, and fewer weeds compared to larger goose species. Lesser White-fronted Goose and larger goose species used a wide range of feeding habitats, thus, they play an important role in dispersing seeds between habitats along a moisture gradient. Total species number and species number of plant functional groups were higher in autumn droppings. Seed content of the droppings suggests that Lesser White-fronted Goose is confined to natural habitats, thus for the effective protection of this critically endangered species it is crucial to preserve its natural feeding habitats.

**Keywords:** alkali landscape, animal-mediated plant dispersal, *Anser erythropus*, germination, vulnerable species, wetland

**Összefoglaló** – Az állatok általi magterjesztésnek igen jelentős szerepe van a növényi elterjedési mintázatok kialakításában. Újabb kutatások kimutatták, hogy a vízimadarak is igen jelentős szerepet tölthetnek be a növényi magterjesztésben. A zoochor magterjesztés vizsgálatával egyrészt megérthetjük az állati terjesztő vektorok szerepét a növényi terjedésben, másrészt fontos

információkat nyerhetünk az állatok táplálék-összetételéről. Vizsgálatunk célja a fokozottan védett és globálisan veszélyeztetett kis lilik (*Anser erythropus* L.) illetve a hasonló élőhelyeket használó nagyobb testű ludak (nyári lúd – *Anser anser* L. és nagy lilik – *Anser albifrons* Scop.) endozoochor magterjesztésének és élőhely-preferenciájának vizsgálata volt. A vizsgálatot a LIFE10-NAT/GR/000638 projekt támogatta. Az ürülmintákat a Hortobágyi Nemzeti Park területén gyűjtöttük, ahol a kis lilikek és a nagyobb testű ludak tavaszi és őszi vonulásuk során táplálkoznak. A vizsgálatban azonosítottuk a ludak főbb táplálkozó-területeit, ahonnan összesen 720 ürülék-mintát gyűjtöttünk mind a kis lilik mind a nagyobb testű ludak ürülekéből 2012 tavaszán és őszén. A mintákat mosással koncentráltuk, majd sterilizált virágföldet tartalmazó csíráztató ládákban, üvegházban csíráztattuk. Összesen 21 faj egyedeit sikerült kicsíráztatni a ludak ürülekéből. Vizsgálatunkban jelentős évszakos különbségeket találtunk mind a kis lilik mind a nagyobb testű ludak ürülekéből csírázó magok mennyiségében és fajszámában: az őszi mintákból több fajt és több csíranövényt mutattunk ki. Vizsgálatunkban kimutattuk, hogy még közel rokon, hasonló élőhelyeken táplálkozó lúdfajok esetében is jelentős különbségek lehetnek a fajok magterjesztő képességében. Eredményeink alapján a kis lilik erősen kötődik a természetes, jó állapotú szikes gyepekhez és szikes rétekhez, mivel ilyen élőhelyeken voltak a főbb táplálkozó-területek. A kis lilik ürülekéből nagyobb egyedszámban és fajszámában csíráztak a szikes élőhelyekre jellemző fajok magjai, ugyanakkor kisebb egyedszámban és fajszámában csíráztak a gyomfajok. Összesen 21 faj csíráképes magját sikerült kimutatnunk az ürülmintákból, ami arra utal, hogy a ludak jelentős szerepet tölthetnek be mind a gyepi mind a vizes élőhelyekre jellemző fajok magjainak terjesztésében.

**Kulcsszavak:** szikes gyepek, állatok általi magterjesztés, *Anser erythropus*, csírázás, veszélyeztetett faj, vizes élőhely

## Bevezetés

Az állatok általi magterjesztésnek jelentős szerepe van a növényi elterjedési mintázatok kialakításában (NATHAN *et al.* 2008, SONKOLY *et al.* 2014). Ezen növény-állat interakciók vizsgálatával egyrészt megérthetjük az állati vektorok szerepét a növényi terjedésben, másrészt fontos információkat nyerhetünk az állatok táplálék-preferenciájáról is. Leggyakrabban a nagytestű növényevő patások általi magterjesztést vizsgálták. Számos vizsgálat eredményei alapján ezek az állatok mind kültakarójukon (epizoochoria) mind pedig emésztőrendszerükben (endozoochoria) hatékonyan képesek a magok terjesztésére (FREUND *et al.* 2015, MOUSSIÉ *et al.* 2005, TÖRÖK & TÓTHMÉRÉSZ 2006).

Újabb kutatások kimutatták, hogy a vízimadarak is igen jelentős szerepet tölthetnek be a növényi magterjesztésben (BROCHET *et al.* 2010, LOVAS-KISS *et al.* 2015). Ez különösen igaz a vízinnövények esetében: ezen fajoknál a madarak általi terjesztés sokszor hatékonyabbnak bizonyult a szél- és víz általi terjedésnél (BROCHET *et al.* 2009). A vízimadarak a propagulumokat leggyakrabban az adott vízteren belül vagy egyik víztérből a másikba terjesztik, tehát a magok a terjedést követően jó eséllyel megfelelő környezetbe kerülnek (GREEN *et al.* 2002). A szélterjesztés nagyfokú sztochaszticitása miatt a széllal terjedő magok egy jelentős része olyan élőhelyen köt ki, amely nem alkalmas számára. A vízterjesztés pedig csak egymással fizikailag összekapcsolt vízterek között lehetséges (BOEDELTE *et al.* 2003, CLAUSEN *et al.* 2002). A vízimadarak magterjesztésben betöltött jelentős szerepét mutatja az is, hogy a legtöbb vízinnövény széles elterjedésű, amiben nagy szerepe lehet a madarak vonulása során történő magterjesztésnek (AMEZAGA *et al.* 2002, FIGUEROLA & GREEN 2002, SANTAMARÍA *et al.* 2002).

A vízimadarak – különösen az Anatidae családba tartozó récék és ludak – általi endozoochor magterjesztés számos növényfaj jellemző terjedési stratégiája (FIGUEROLA *et al.* 2002, GREEN *et al.* 2002, VAN LEEUWEN *et al.* 2012). Ennek egyik oka, hogy az őszi madárvonulás időszaka egybeesik a legtöbb növényfaj magérlelési és terjedési időszakával (IZHAKI & SAFRIEL 1985). A vízimadarak gyakran nagy csapatokban táplálkoznak és vonulnak, így nagy mennyiségű magot képesek terjeszteni (FIGUEROLA *et al.* 2002). A vízimadarak rövidebb- és hosszabb távon is mozgékonyak, így jelentős szerepük lehet a magterjesztésben

lokális, de akár kontinens/biogeográfiai léptékben is (BROCHET *et al.* 2009). Emellett a vízimadarak számos olyan, a növények terjedését korlátozó akadályt képesek leküzdeni, amelyet a legelő patások nem, ilyen barrierék például a települések, utak, vasutak és víztestek. A vízimadarak többsége nem kifejezetten magevő faj, így a lenyelt magok jelentős része csíráképes marad az emésztésük során (SOONS *et al.* 2008). Sőt, bizonyos esetekben a vízimadarak általi emésztés szkarifikáló hatása növelheti is a magok csíráképeségét, ahogy azt LOVAS-KISS *et al.* (2015) is kimutatta a veszélyeztetett *Astragalus contortuplicatus* esetében.

A legtöbb eddigi kutatásban a különböző récefajok általi endozoochor magterjesztést vizsgálták (FIGUEROLA *et al.* 2002, 2005, SOONS *et al.* 2008), a lúdfajokkal kapcsolatban jóval kevesebb az ilyen jellegű vizsgálat (de lásd például BRUUN *et al.* 2008). Ezért jelen vizsgálatunk célja a fokozottan védett kis lilik illetve a hasonló élőhelyeket használó nagyobb testű ludak (nyári lúd és nagy lilik) endozoochor magterjesztésének vizsgálata volt.

A kis lilik (*Anser erythropus*) egy világszerte veszélyeztetett faj, amit az IUCN Vörös Listán a „sebezhető” (vulnerable) kategóriába soroltak (MOROZOV *et al.* 2015). A faj világállománya drasztikusan csökkent a XX. században főként a tömeges vadászat és az élőhelyek eltűnése miatt. Jelenleg Európában egyetlen költőállomány él, ez a skandináv populáció mintegy 20–30 párból áll és jelenleg a kipusztulás fenyegeti (JONES *et al.* 2008). Ennek a rendkívül sérülékeny európai állománynak a komplex védelmét tűzte ki céljává a „*Safeguarding the Lesser White-fronted Goose Fennoscandian population in key wintering and staging sites within the European flyway*” című LIFE+ pályázat (LIFE10 NAT/GR/000638). A projekt a faj skandináv populációjának vonulási útvonala által érintett országokban valósít meg természetvédelmi akciókat, többek között az érintett élőhelyek fejlesztését, a vadászati nyomás csökkentését, ismeretterjesztést és monitorozást. A faj veszélyeztetettsége ellenére még számos tisztázatlan kérdés van a kis lilik táplálkozásával kapcsolatban. Ismert a faj táplálék-összetétele a skandináv költőterületeken (MARKKOLA *et al.* 2003), vannak továbbá vizsgálatok a faj vonulási útvonalán Magyarországról (STERBETZ 1978, BOGYÓ *et al.* 2014) és a görögországi telelőterületekről (KARMIRIS *et al.* 2014). Vannak adatok továbbá az ázsiai kis lilik populáció táplálék-összetételéről a kínai Dongting-tó melletti telelőterületekről (WANG *et al.* 2013, 2014). Azonban egyik vizsgálat sem tér ki a faj endozoochor terjesztésben betöltött szerepére és egyik vizsgálat sem elemezte az ürülminták magtartalmát. A fenti vizsgálatok kimutatták, hogy a kis lilik egy habitat specialista faj, amely zavartalan, mozaikos gyepek területeken táplálkozik előszeretettel (STERBETZ 1978, 1990, WANG *et al.* 2013, BOGYÓ *et al.* 2014).

Vizsgálatunkban felmértük a kis lilik legfőbb táplálkozó-területeit a Hortobágyon, ahol ürülmintákat gyűjtöttünk mind a kis lilik mind a nagyobb testű ludak ürülekéből. Az ürülminták csíráztatásával vizsgáltuk a minták életképes magtartalmát, vagyis azokat a magokat, amelyek az emésztőrendszeren áthaladva megőrizték csíráképeségüket. Kutatásunkban az alábbi kérdésekre kerestük a választ: (i) Milyen élőhelyek a kis lilik legfőbb táplálkozóterületei a Hortobágyon? (ii) Eltérő-e a élőhely specialista kis lilik és a generalista nagyobb testű ludak ürülekének magtartalma? (iii) Eltérő-e a tavaszi és őszi ürülmintákban található életképes magok mennyisége és fajösszetétele?

## Anyag és módszer

### Mintaterületek

A skandináv kis lilik populáció tavaszi és őszi vonulása során a Hortobágy egy igen jelentős állomáshely (JONES *et al.* 2008). A kis lilikek ősszel akár két hónapot is tölthetnek a térségben, a tavaszi vonulás során pedig általában másfél hónapig tartózkodnak a Hortobágyon. Megfigyelések alapján a kis lilik leginkább a halastavakon és mocsarakban éjszakázik és

leggyakrabban száraz szikes gyepekben, szikes réteken és lecsapolt halastavakon táplálkozik (LENGYEL *et al.* 2012, BOGYÓ *et al.* 2014). A mintaterületek a Hortobágyi Nemzeti Park területén lettek kijelölve (1. ábra). A Hortobágyra kontinentális éghajlat jellemző, az évi középhőmérséklet 9.5 °C, az évi csapadékmennyiség 550 mm (LUKÁCS *et al.* 2015). A táj jellemző élőhelyei a különböző szikes gyepek, nedves rétek és mocsarak (TÖRÖK *et al.* 2012), amelyek a talaj víz- és sótartalma függvényében egy igen mozaikos mintázatot alkotnak (DEÁK *et al.* 2014a, ALEXANDER *et al.* 2015, 2016). A „Pannon szikes gyepek és mocsarak (1530)” a Natura 2000 hálózatban kiemelt közösségi jelentőségű élőhelyekként szerepelnek és Európai Unió állományai 98%-a Magyarországon területén található (ZLINSZKY *et al.* 2015). A magasabb térszinteken a löszgyepek helyezkednek el (TÓTH & HÜSE 2014), őket a cickafarkfüves és ürmös szikes puszták követik (KELEMEN *et al.* 2013, DEÁK *et al.* 2014a). A leginkább sós talajú és változó vízjárású területeken a szikfok és vakszik növényzet jellemző (DEÁK *et al.* 2014a, VALKÓ *et al.* 2014). A legmélyebben fekvő területekre a szikes rétek (DEÁK & TÓTHMÉRÉSZ 2006, DEÁK *et al.* 2014b) és a szikes mocsarak jellemzőek (DEÁK *et al.* 2014c, 2015). A kis lilik táplálkozó-területein a szarvasmarhával való extenzív legeltetés a jellemző természetvédelmi kezelés (TÖRÖK *et al.* 2016).



**1. ábra.** A mintaterületek elhelyezkedése a Hortobágyi Nemzeti Parkban  
**Fig. 1.** Location of the study sites in the Hortobágy National Park (East-Hungary)

#### Vegetáció felmérés

A madártani megfigyelések eredményei alapján felmértük a kis lilikek és a nagyobb testű lúdfajok által közösen használt főbb táplálkozó-területeket a Hortobágyon (1. ábra), 2012 áprilisában és októberében. Tavasszal elsősorban az alábbi két táplálkozó-területen figyelték meg a fajt: (1) Bivalyhalom (N 47.76372°, E 21.09850°) térségében egy nagy kiterjedésű

szikes réten illetve (2) Rókáson (N 47.67391°, E 21.10074°), ahol száraz szikes gyepek, szikes rétek és gyomos foltok mozaikja jellemző. Az őszi időszakban az alábbi két táplálkozó-területen figyelték meg a fajt: (1) a Kondás-halastó lecsapolt medrében (N 47.65438°, 21.09783°), valamint (2) Rókáson, a tavasszal megegyező táplálkozó-területeken. Tavasszal négy, ősszel pedig öt olyan élőhely-foltot választottunk ki a mintaterületeken, ahol a vizsgált lúdfajok táplálkozását megfigyeltük. Az élőhely-foltokon belül három darab 2×2-m-es mintanégyzetben, összesen 54 négyzetben felírtuk az edényes növényfajok százalékos borításértékeit. A nevezéktan KIRÁLY (2009) munkáját követi.

#### Csíráztatásos vizsgálat

##### Ürülékminták gyűjtése

Minden élőhely-foltról összesen 40 ürüléket gyűjtöttünk be (így tavasszal 320, ősszel 400 darabot gyűjtöttünk be a kis lilik illetve a nagyobb testű ludak ürülékéből), így összesen 720 ürülék-mintánk volt mind a kis lilik mind a nagyobb testű ludak ürülékéből. A táplálkozó libacsapatokat teleszkóppal figyeltük meg és a ludak távozását követően összegyűjtöttük az ürülékmintákat. A skandináv populáció kis lilik egyedei szinte kizárólag zárt, egységes csapatban mozognak a táplálkozó és pihenőhelyeken, mely távozásuk után megkönnyíti az ürülékminták beazonosítását és gyűjtését. A kis lilik ürüléke emellett irodalmi adatok és saját tapasztalataink alapján is mintegy 30%-kal kisebb méretű, mint a vizsgált nagyobb testű ludak ürüléke (MARKKOLA *et al.* 2003) – így lehetőségünk volt az ürülékek egyértelmű beazonosítására. A nagyobb testű ludak a tavaszi és őszi időszakban általában vegyes csapatokban táplálkoznak, emellett a két előforduló faj (nyári lúd és nagy lilik) ürüléke hasonló méretű, így a két faj ürülékét nem állt módunkban egymástól elkülöníteni. Az elemzésekben ezért a két faj ürülékét összevontan, „nagyobb testű ludak” néven egyben kezeltük.

##### Mintafeldolgozás és csíráztatás

Az ürülékmintákat két hétig szárítottuk, majd lemértük az egy időpontban és élőhely-foltban gyűjtött 40 ürülék egyesített száraztömegét. Az egy élőhely-foltról egy évszakban begyűjtött 40 ürülékmintát tömegmérést követően egyben kezeltük. A minta-koncentráltat TER HEERDT *et al.* (1996) módszere alapján szitasoron való átmosással végeztük, ami a magbank mintavételt követő mintakoncentrálásra kifejlesztett nemzetközileg elfogadott módszer. A nagyobb méretű növényi részeket egy 2,8 mm-es lyukbőségű szitával, míg a finom szerves részecskéket egy 0,2 mm-es lyukbőségű szitával távolítottuk el áztatást követően, így hatékonyan tudtuk csökkenteni a minta térfogatát. A koncentrált mintákat vékony rétegben sterilizált virágföldet tartalmazó csírázató ládák felszínére rétegeztük és természetes megvilágítás mellett üvegházban csírázattuk. Ez a módszer megbízhatóan becsli a magok életképességét és alkalmas a kismagvú fajok (például palka- és szittyófélék) faji szintű azonosítására is. A csíráztatás 2013. márciustól októberig tartott. A mintákat tavasszal és ősszel naponta egyszer, nyáron naponta kétszer öntöztük. A megjelenő csíranövényeket kéthetente számoltuk, határoztuk és eltávolítottuk. A csíranövény állapotban még nem egyértelműen beazonosítható taxonokat átültettük és határozható állapotig neveltük.

##### Adatfeldolgozás

A fajokat életforma típusuk alapján az alábbi kategóriákba soroltuk: rövidéletűek (egy-és két éves fajok) illetve évelők. A gyomokat a Borhidi-féle szociális magatartás típusok alapján soroltuk be: az adventív kompetitorokat (AC; pl. *Echinochloa crus-galli*), ruderális

kompetitorokat (RC; pl. *Chenopodium album*) és a gyomokat (W; pl. *Solanum nigrum*) tekintettük gyomfajnak. A vizes élőhelyek fajait a Borhidi-féle vízigény (WB) értékek alapján definiáltuk: a legalább 7-es WB értékkel rendelkező fajokat soroltuk ebbe a kategóriába.

Minden statisztikai elemzés az egy élőhely-folton egy adott évszakban gyűjtött 40 ürülekéből képzett átlagmintákon alapult (N=36). A kis lilik illetve a nagyobb testű ludak ürülekének száraztömegét t-teszttel hasonlítottuk össze (ZAR 1999). Általánosított lineáris kevert modellekkel (GLMM) az SPSS 22.0. programban elemeztük az évszak (tavasz/ősz, fix faktor), a lúdfaj (kis lilik/nagyobb testű ludak összesítve, fix faktor) illetve a táplálkozó-terület (Bivalyhalom/Rókás/Kondás, random faktor) függő változókra gyakorolt hatásait (ZUUR *et al.* 2009). A vizsgált függő változók az alábbiak voltak: csíranövény szám és fajsza, illetve az egyévesek, gyomok és vizes élőhelyekhez kötődő fajok csíranövény száma és fajsza. A függő változók Poisson eloszlást mutattak, az elemzésekhez nem végeztünk adat-transzformációt. A táplálkozó-területek vegetációjának és az ürülekéből csíráztatott magoknak a fajösszetételét a bináris Sørensen hasonlósági index-szel vetettük össze (LEGENDRE & LEGENDRE 1998).

## Eredmények

### A táplálkozó-területek növényzete

Összesen 63 edényes növényfajt találtunk a táplálkozó-területek növényzetében: Rókáson 32 fajt, Bivalyhalmon 12 fajt, a Kondás halastó fenéken pedig 21 fajt mutattunk ki a ludak által használt élőhely-foltokban. A Rókáson a ludak változatos élőhely-típusokban táplálkoztak: cickafarkfüves és ürmös szikes gyepekben, illetve ecsetpázsitos szikes rétekben és szikfokokon. A vegetációban 5% átlagborításnál nagyobb mennyiségben előforduló fajok az alábbiak voltak jelen: *Achillea collina*, *Alopecurus pratensis*, *Atriplex hastata*, *Festuca pseudovina* és *Rumex crispus*. Bivalyhalom vegetációjára a szikes rétek voltak jellemzőek. A vegetációban 5% átlagborításnál nagyobb mennyiségben előforduló fajok az alábbiak voltak jelen: *Agrostis stolonifera*, *Alopecurus pratensis*, *Elymus repens* és *Poa angustifolia*. Kondáson a lecsapolt halastó-fenék növényzetében az 5% átlagborításnál nagyobb mennyiségben előforduló fajok az alábbiak voltak jelen: *Agrostis stolonifera*, *Epilobium tetragonum*, *Phragmites communis* és *Persicaria lapathifolium*.

### Az ürülekinták magtartalma

A t-teszt alapján a nagyobb testű ludak ürüleke szignifikánsan nagyobb tömegű volt, mint a kis lilik ürüleke (t-teszt,  $p < 0,001$ ): 40 ürülek tömege a kis lilik esetében  $20,31 \pm 0,37$  g, míg a nagytestű ludak esetében  $49,93 \pm 0,83$  g volt. A kis lilik ürülekéből összesen 8 fajt sikerült kicsíráztatni, a kicsírázott magmennyiség  $120,36$  mag/kg ürüleknek felelt meg. Legnagyobb arányban két faj, a *Cyperus fuscus* (65,9%) és *Echinochloa crus-galli* (20,5%) csírázott a kis lilik ürülekéből. A táplálkozó-területének növényzete illetve az ürülek magtartalma között számított bináris Sørensen hasonlósági index értéke 0,01-0,15 között volt tavasszal és 0,01-0,14 között volt ősszel.

A nagyobb testű ludak ürülekéből összesen 15 fajt sikerült kicsíráztatni, a kicsírázott magmennyiség  $95,69$  mag/kg ürüleknek felelt meg. Legnagyobb arányban az *Echinochloa crus-galli* (61,6%) csírázott a nagyobb testű ludak ürülekéből. A táplálkozó-területének növényzete illetve az ürülek magtartalma között számított Sørensen hasonlósági index értéke 0,01-0,14 között volt tavasszal és 0,09-0,17 között volt ősszel.

Az általánosított lineáris kevert modellek azt mutatták, hogy az össz fajszámot illetve az egyévesek, vizes élőhelyekre jellemző fajok és gyomok fajszámát egyaránt befolyásolta az évszak: nagyobb számban csíráztak a fajok az ősszel gyűjtött ürülekéből (1. táblázat). Az

egyéves fajok és a gyomfajok csíranövény számára szintén szignifikáns hatással volt az évszak, ezen fajok nagyobb egyedszámban csíráztak az őszi mintákból. A gyomok fajszámát a lúdfaj szignifikánsan befolyásolta: több gyomfaj csírázott a nagyobb testű ludak ürülékéből (1. táblázat).

**1. táblázat.** A lúdfaj (kis lilik/nagyobb testű ludak, fix faktor), az évszak (tavasz/ősz, fix faktor), illetve a táplálkozó-terület (Bivalyhalom/Rókás/Kondás, random faktor) hatása az ürülékből csírázó fajok fajszámára és csíranövény számára (általánosított lineáris kevert modellek). Az elemzéseket az egy élőhely-foltról egy időpontban gyűjtött 40 ürülékmintából csírázott növények adatain végeztük (N=36)

**Table 1.** Effects of season (spring or autumn, fixed factor), species (LWG or larger goose species, fixed factor) and site (random factor) on seedling numbers and species numbers germinated from the droppings, tested by generalized linear mixed models. GLMMs were calculated on the pooled 40 droppings originated from the same feeding habitat in the same season (N=36)

	Lúdfaj		Évszak		Terület	
	F	p	F	p	F	p
<b>Fajszám</b>						
Összes	2,61	0,116	<b>5,85</b>	<b>0,022</b>	1,04	0,367
Rövidéletű fajok	2,56	0,119	<b>5,14</b>	<b>0,030</b>	1,44	0,253
Vizes élőhelyek fajai	2,66	0,113	<b>4,72</b>	<b>0,037</b>	2,75	0,080
Gyomok	<b>4,63</b>	<b>0,039</b>	<b>5,71</b>	<b>0,023</b>	1,81	0,180
<b>Csíranövény szám</b>						
Összes	2,81	0,428	0,64	0,103	0,65	0,529
Rövidéletű fajok	2,34	0,136	<b>4,61</b>	<b>0,039</b>	1,93	0,163
Vizes élőhelyek fajai	1,24	0,273	0,01	0,908	0,62	0,546
Gyomok	2,57	0,119	<b>4,73</b>	<b>0,037</b>	2,10	0,140

Az ürülék magtartalmának fajösszetétele jelentős különbségeket mutatott a kis lilik és a nagyobb testű ludak ürülékének esetében. A legtöbb gyomfaj, mint például az *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Cynodon dactylon*, *Tripleurospermum perforatum* és *Solanum nigrum* kizárólag a nagyobb testű ludak ürülékéből csírázott (lásd 2. táblázat). A kis lilik ürülékéből számos, a szikes élőhelyekre jellemző faj is csírázott, mint például a *Carex praecox*, *Myosurus minimus*, *Poa angustifolia* and *Trifolium striatum* (2. táblázat).

### Diszkusszió

Vizsgálatunkban kimutattuk, hogy még közelrokon, hasonló élőhelyeken táplálkozó ludak esetében is jelentős különbségek lehetnek a fajok magterjesztésben betöltött szerepében. Mindössze két közös fajt csíráztattunk a kis lilik és a nagyobb testű ludak ürülékéből, ami szoros összefüggésben lehet az eltérő táplálék-preferenciájával. Az ürülék minták magtartalma alapján a kis lilik ürülékéből nagyobb egyedszámban és fajszámban csíráztak a szikes élőhelyekre jellemző fajok magjai, viszont kisebb egyedszámban és fajszámban csíráztak a gyomfajok mint a nagyobb testű ludak ürülékéből. Ezen eredményeink részben magyarázhatják a kis lilik globálisan veszélyeztetett státuszát és a természetes élőhelyekhez való kötődését. Az egységnyi ürülékből csírázott magmennyiségeket összevetve azt találtuk, hogy a kis lilik ürülékéből nagyobb mennyiségű mag csírázott (120,36 mag/kg ürülék), mint a nagyobb testű ludak ürülékéből (95,69 mag/kg ürülék). Ennek a jelenségnek egy

lehetséges oka, hogy közelrokon fajok esetében a nagyobb termetű madárfajoknak gyakran nagyobb méretű zúzógyomra van, amely a lenyelt magok nagyobb hányadát károsítja, így kisebb lehet a csírázóképes magok aránya az ürülékben (FIGUEROLA *et al.* 2002). Ugyanakkor figyelembe kell vennünk, hogy a lenyelt magok mennyisége általában egyenesen arányos az ürülékben található életképes magok mennyiségével (FIGUEROLA *et al.* 2002). Ez alapján a nagyobb testméretű fajok többet táplálkoznak és emiatt nagyobb lehet az ürülékükben a csíráképes magok mennyisége. A lenyelt és az emésztőrendszeren való áthaladást követően is életképes magok mennyisége között feltehetően komplex csereviszony van, aminek pontosabb megértése további kutatásokat igényel.

**2. táblázat.** A kis lilik és a nagyobb testű ludak ürülékéből kimutatott csíranövények (átlag, csíranövénytérlet/kg ürülék)

**Table 2.** Germinated seedlings (mean, seedling/kg dropping) from the droppings of LWG and large geese

	Kis lilik		Nagyobb testű ludak	
	tavaszi	ősz	tavaszi	ősz
<i>Alopecurus geniculatus</i>	-	-	-	2,2
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-	-	-	1,1
<i>Atriplex tatarica</i>	-	-	2,2	-
<i>Carex praecox</i>	-	2,7	-	-
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	1,1
<i>Cynodon dactylon</i>	-	-	-	3,3
<i>Cyperus fuscus</i>	16,4	62,9	-	-
<i>Datura stramonium</i>	-	-	-	1,1
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-	24,6	-	59,0
<i>Epilobium tetragonum</i>	-	2,7	-	-
<i>Matricaria chamomilla</i>	-	-	-	1,1
<i>Myosurus minimus</i>	-	2,7	-	-
<i>Panicum capillare</i>	-	-	-	7,8
<i>Plantago tenuiflora</i>	-	-	-	1,1
<i>Poa angustifolia</i>	-	2,7	-	-
<i>Polygonum aviculare</i>	2,7	-	2,2	2,2
<i>Potentilla supina</i>	-	-	-	1,1
<i>Solanum nigrum</i>	-	-	-	1,1
<i>Trifolium repens</i>	-	-	-	4,4
<i>Trifolium striatum</i>	-	2,7	-	-
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	-	-	-	4,5

Vizsgálatunkban jelentős évszakos különbségeket találtunk mind a kis lilik, mind pedig a nagyobb testű ludak ürülékéből csírázó magok mennyiségében és fajszerkezetében: az őszi mintákból több faj és több csíranövényt mutattunk ki. Ezzel szemben FIGUEROLA *et al.* (2002)



– aki a spanyolországi Doñana Nemzeti Park vizes élőhelyein vizsgálta a récefajok szerepét a *Ruppia maritima* magjainak terjesztésében – azt találta, hogy a récék egyforma mértékben terjesztik a faj magjait ősszel és tavasszal. A különbség egyik oka lehet, hogy az általunk vizsgált, főként szárazföldi növényekkel táplálkozó lúdfajokkal ellentétben a récefajok főként vízinnövényekkel táplálkoznak (VAN LEEUWEN *et al.* 2012). A szárazföldi növényfajok jelentős részének magterjesztési időszaka ősszel van, (IZHAKI & SAFRIEL 1985) míg számos vízinnövény magjai egyaránt terjednek ősszel és tavasszal (FIGUEROLA *et al.* 2002). A különbség másik lehetséges oka a ludak és récék eltérő táplálkozási típusában keresendő: a ludak kifejezetten legelő táplálkozást folytatnak, míg a récék főként szűrővel táplálkoznak. A ludak legeléssel főleg a lábon álló növényi anyagot fogyasztják, így ősszel nagy mennyiségű magot nyelhetnek le, ugyanakkor tavaszra a legtöbb mag már nem található meg az anyanövényeken, így a lenyelt magok mennyisége jóval kisebb lehet (ORTH *et al.* 1994). Ezzel szemben a szűrő táplálkozású récék évszaktól függetlenül közel azonos eséllyel fogyasztják az anyanövényeikről már levált vízinnövény magokat (FIGUEROLA *et al.* 2002).

A vízimadarak magterjesztéséről VAN LEEUWEN *et al.* (2012) közölt egy átfogó áttekintést, melyben azt találták, hogy a récékhez képest a ludaknak jelentősen kisebb szerepe van a növényi magterjesztésben. Ennek egyik fő oka lehet a fentebb említett eltérő táplálkozási stratégia (vö. a récék szűrő és a ludak legelő táplálkozás módját). Vizsgálatunkban összesen 21 növényfaj esetében mutattuk ki a ludak általi endozoochor magterjesztésre való képességet, ami arra utal, hogy a lúdfajoknak is jelentős szerepe van a magok terjesztésében. Ezt további kutatások is igazolták vizes élőhelyeken (CHARALAMBIDOU & SANTAMARÍA 2002, FIGUEROLA *et al.* 2005). Szárazföldi ökoszisztémákban eddig olyan területeken bizonyították a lúdfajok endozoochor magterjesztésben betöltött szerepét, ahol nincsenek jelen gyümölcssevő emlősök és énekesmadarak. Ilyen élőhelyeken a ludaknak is jelentős szerepe lehet a magterjesztésben, például a tundrákon élő félcserjék magjai esetében (WILLSON *et al.* 1997, BRUUN *et al.* 2008). Vizsgálataink alapján a legelő táplálkozásmódú ludak jelentősek lehetnek a magterjesztésben, különösen az eltérő élőhely-foltok között, mivel eredményeink alapján számos eltérő élőhely-típusban táplálkoznak. A kis lilik legfontosabb táplálkozó-területei száraz szikes gyepek, szikes rétek és kiszáradt vizes élőhelyek voltak, ami megerősíti STERBETZ (1990) eredményeit.

A ludak általi magterjesztés különösen jelentős lehet a kiszáradó, időszakos vizes élőhelyek kolonizációjában: csapadékos években a vizes élőhelyek fajai meg tudnak telepedni a ludak által terjesztett magokból (FIGUEROLA *et al.* 2002). Ugyanakkor a nagyobb testű ludak ürülékében számos gyomfaj magját megtaláltuk, így ezek a lúdfajok hozzájárulhatnak a gyomfajok megtelepedéséhez a természetes élőhelyeken. A gyomfajok jelentős aránya a nagyobb testű ludak ürülékében arra is utal, hogy ezek a fajok előszeretettel táplálkoznak tarlókon. A kis lilik ürülékének magtartalma alapján viszont ez a veszélyeztetett faj szorosan kötődik a természetes élőhelyekhez (LENGYEL *et al.* 2012). Hasonló eredményre jutott WANG *et al.* (2013) is, vizsgálata alapján a kis lilik globális veszélyeztetettségének egyik legfőbb oka, hogy a faj élőhely- és táplálék-specialista. Emiatt a faj hatékony védelméhez kulcsfontosságú a zavartalan, természetes állapotú élőhelyek megfelelő kezelése a tavaszi és őszi táplálkozó-területeken. Fontos a táplálkozó-területek kezelése extenzív legeltetéssel illetve az időszakos vizes élőhelyek megfelelő vízháztartásának biztosítása (STERBETZ 1990, TÖRÖK *et al.* 2014).

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik Zalai Tamásnak és Kun Zsófiának a ludak megfigyelésében, a projekt menedzselésében és a táplálkozó-területek megtalálásában nyújtott segítségét. Köszönet Deák Balázs, Gábor Tamás, Horváth Roland, Kelemen András, Migléc Tamás, Török Péter és

Tóthmérész Béla cikkírás során nyújtott hasznos tanácsaiért. A szerzők köszönik az anonim bíráló hasznos javaslatait. A projektet az EU LIFE+ "Safeguarding the Lesser White-fronted Goose Fennoscandian population in key wintering and staging sites within the European flyway" (LIFE10 NAT/GR/000638) és a norvég Directorate of Nature Management társfinanszírozásával támogatta. A kutatást az OTKA PD 111807 és OTKA K 116639 pályázatok támogatták. Valkó Orsolya köszöni az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, valamint a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj (NTP-NFTÖ-16-0107) támogatását. A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2.B-15/1/KONV-2015-0001 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### Irodalomjegyzék

- ALEXANDER C., DEÁK B., HEILMEIER H. (2016): Micro-topography driven vegetation patterns in open mosaic landscapes. – *Ecological Indicators* 60: 906–920.
- ALEXANDER C., DEÁK B., KANIA A., MÜCKE W., HEILMEIER H. (2015): Classification of vegetation in an open landscape using full-waveform airborne laserscanner data. – *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 41: 76–87.
- AMEZAGA J. M., SANTAMARÍA L., GREEN A. J. (2002): Biotic wetland connectivity – supporting a new approach for wetland management policy. – *Acta Oecologica* 23: 213–222.
- BOEDELTE G., BAKKER J. P., BEKKER R. M., VAN GROENENDAEL J. M., SOESBERGEN M. (2003): Plant dispersal in a lowland stream in relation to occurrence and three specific life-history traits of the species in the species pool. – *Journal of Ecology* 91: 855–866.
- BOGYÓ D., ECSI Z., TAR J., ZALAI T. (2014): Hungarian National Action Plan for Lesser White-fronted Geese. – *Calandrella* 18: 1–92.
- BORHIDI A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. – *Acta Botanica Hungarica* 39: 97–181.
- BROCHET A.L., GUILLEMAIN M., FRITZ H., GAUTHIER-CLERC M., GREEN A.J. (2009): The role of migratory ducks in the long-distance dispersal of native plants and the spread of exotic plants in Europe. – *Ecography* 32: 919–928.
- BROCHET A.L., GUILLEMAIN M., GAUTHIER-CLERC M., FRITZ H., GREEN A.J. (2010): Endozoochory of Mediterranean aquatic plant seeds by teal after a period of desiccation: Determinants of seed survival and influence of retention time on germinability and viability. – *Aquatic Botany* 93: 99–106.
- CLAUSEN P., NOLET B. A., FOX A. D., KLAASSEN M. (2002): Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe - a critical review of possibilities and limitations. – *Acta Oecologica* 23: 191–203.
- DEÁK B., VALKÓ O., TÖRÖK P., KELEMEN A., MIGLÉCZ T., SZABÓ SZ., SZABÓ G., TÓTHMÉRÉSZ B. (2015): Micro-topographic heterogeneity increases plant diversity in old stages of restored grasslands. – *Basic and Applied Ecology* 16: 291–299.
- DEÁK B., VALKÓ O., TÖRÖK P., KELEMEN A., TÓTH K., MIGLÉCZ T., TÓTHMÉRÉSZ B. (2015): Reed cut, habitat diversity and productivity in wetlands. – *Ecological Complexity* 22: 121–125.
- DEÁK B., VALKÓ O., ALEXANDER C., MÜCKE W., KANIA A., TAMÁS J., HEILMEIER H. (2014a): Fine-scale vertical position as an indicator of vegetation in alkali grasslands - case study based on remotely sensed data. – *Flora* 209: 693–697.
- DEÁK B., VALKÓ O., TÖRÖK P., TÓTHMÉRÉSZ B. (2014b): Solonetz meadow vegetation (*Beckmannion eruciformis*) in East-Hungary – an alliance driven by moisture and salinity. – *Tuexenia* 34: 187–203.
- DEÁK B., VALKÓ O., TÓTHMÉRÉSZ B., TÖRÖK P. (2014c): Alkali marshes of Central-Europe – Ecology, Management and Nature Conservation. – In: SHAO H-B. (ed.), *Salt Marshes: Ecosystem, Vegetation and Restoration Strategies*. Hauppauge: Nova Science Publishers, pp. 1–11.
- DEÁK B., TÓTHMÉRÉSZ B. (2006): Kaszálás hatása a növényzetre a Nyírólapos (Hortobágy) három növénytársulásában. – In: MOLNÁR E. (szerk.), *Kutatás, oktatás, értékteremtés*. Vácrátót, pp. 169–180.
- FIGUEROLA J., GREEN A.J., SANTAMARÍA L. (2002): Comparative dispersal effectiveness of wigeongrass seeds by waterfowl wintering in south-west Spain: quantitative and qualitative aspects. – *Journal of Ecology* 90: 989–1001.

- FIGUEROLA J., GREEN A.J. (2002): Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. – *Freshwater Biology* 47: 483–494.
- GREEN A.J., FIGUEROLA J., SANCHEZ M.I. (2002): Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. – *Acta Oecologica* 23: 177–189.
- IZHAKI I., SAFRIEL U.N. (1985): Why do fleshy-fruit plants of the Mediterranean scrub intercept fall but not spring-passage of seed-dispersing migratory birds? – *Oecologia* 67: 40–43.
- JONES T., MARTIN K., BAROV B., NAGY S. (2008): *International Single Species Action Plan for the Conservation of the Western Palearctic Population of the Lesser White-fronted Goose Anser erythropus*. – AEW Technical Series No. 36. Bonn, Germany.
- KARMIRIS I., PAPACHRISTOU T., PLATIS P., KAZANTZIDIS S. (2014): *The diet of the wintering Lesser White-fronted Goose in two wetlands in Greece*. – Final Report of the action A5 of the LIFE10NAT/GR/000638 project “Safeguarding the Lesser White-fronted goose fennoscandian population in key wintering and staging sites within the European flyway”. Hellenic Agricultural Organisation “DEMETER”/Forest Research Institute, Thessaloniki, Greece. 37 p. + appendices.
- KELEMEN A., TÖRÖK P., VALKÓ O., DEÁK B., TÓTH K., TÓTHMÉRÉSZ B. (2015): Both facilitation and limiting similarity shape the species coexistence in dry alkali grasslands. – *Ecological Complexity* 21: 34–38.
- KELEMEN A., TÖRÖK P., VALKÓ O., MIGLÉCZ T., TÓTHMÉRÉSZ B. (2013): Mechanisms shaping plant biomass and species richness: plant strategies and litter effect in alkali and loess grasslands. – *Journal of Vegetation Science* 24: 1195–1203.
- LENGYEL S., TAR J., RÓZSA L. (2012): Flock size measures of migrating lesser white-fronted geese *Anser erythropus* – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 58: 297–303.
- LEGENDRE P., LEGENDRE L. (1998): *Numerical Ecology*. – Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- LEPŠ J., ŠMILAUER P. (2003): *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. – Cambridge, Cambridge University Press.
- LOVAS-KISS Á., SONKOLY J., VINCZE O., GREEN A.J., TAKÁCS A., MOLNÁR V.A. (2015): Strong potential for endozoochory by waterfowl in a rare, ephemeral wetland plant species, *Astragalus contortuplicatus* (Fabaceae). – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 84: 321–326.
- LUKÁCS B.A., TÖRÖK P., KELEMEN A., VÁRBÍRÓ G., RADÓCZ SZ., MIGLÉCZ T., TÓTHMÉRÉSZ B., VALKÓ O. (2015): Rainfall fluctuations and vegetation patterns in alkali grasslands – Self-organizing maps in vegetation analysis. – *Tuexenia* 35: 381–397.
- MARKKOLA J., NIEMELÄ M., RITKÖNEN S. (2003): Diet selection of lesser white-fronted geese *Anser erythropus* at a spring staging area. – *Ecography* 26: 705–714.
- MOROZOV V.V., AARVAK T., ØIEN I.J. (2015): *Satellite tracking of Lesser White-fronted Geese from the East-European tundra in Russia in 2014*. – Norsk Ornitologisk Forening 2015.
- NATHAN R., SCHURR F.M., SPIEGEL O., STEINITZ O., TRAKHTENBROT A., TSOAR A., (2008): Mechanisms of long-distance seed dispersal. – *Trends in Ecology and Evolution* 23: 638–647.
- ORTH R.J., LUCKENBACH M., MOORE K.A. (1994): Seed dispersal in a marine macrophyte: implications for colonization and restoration. – *Ecology* 75: 1927–1939.
- SANTAMARÍA L., CHARALAMBIDOU I., FIGUEROLA J., GREEN A.J. (2002): Effect of passage through duck gut on germination of fennel pondweed seeds. – *Archiv für Hydrobiologie* 156: 11–22.
- SOONS M.B., VAN DER VLUGT C., VAN LITH B., HEIL G.W., KLAASSEN M. (2008): Small seed size increases the potential for dispersal of wetland plants by ducks – *Journal of Ecology* 96: 619–627.
- STERBETZ I. (1990): Variations in the habitat of the Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus* L., 1758) in Hungary. – *Aquila* 96–97: 11–18.
- STERBETZ I. (1978): Feeding of the Bean Goose (*Anser fabalis*), White-fronted Goose (*Anser albifrons*) and Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus*) in Hungary. – *Aquila* 85: 93–106.
- TER HEERDT G.N.J., VERWEIJ G.L., BEKKER R.M., BAKKER J.P. (1996): An improved method for seed-bank analysis: Seedling emergence after removing the soil by sieving. – *Functional Ecology* 10: 144–151.
- TÖRÖK P., VALKÓ O., DEÁK B., KELEMEN A., TÓTHMÉRÉSZ B. (2014): Traditional cattle grazing in a mosaic alkali landscape: Effects on grassland biodiversity along a moisture gradient. – *PLoS ONE* 9 (5): e97095.
- TÖRÖK P., KAPOCSI I., DEÁK B. (2012): Conservation and management of alkali grassland biodiversity in Central-Europe. – In: ZHANG W.J. (ed.), *Grasslands: Types, Biodiversity and Impacts*. New York, Nova Science Publishers Inc, pp. 109–118.
- TÖRÖK P., TÓTHMÉRÉSZ B. (2006): *Növényökológiai alapismeretek*. – Kossuth Egyetemi Kiadó, pp. 173, 1. kiadás.

- TÓTH K., HÜSE B. (2014): Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery. – *Applied Ecology and Environmental Research* 12: 537–547.
- VALKÓ O., TÓTHMÉRÉSZ B., KELEMEN A., SIMON E., MIGLÉCZ T., LUKÁCS B., TÖRÖK P. (2014): Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkali grasslands. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182: 80–87.
- VAN LEEUWEN C.H.A., VAN DER VELDE G., VAN GROENENDAEL J.M., KLAASSEN M. (2012): Gut travellers: internal dispersal of aquatic organisms by waterfowl. – *Journal of Biogeography* 39: 2031–2040.
- WANG X., FOX A.D., ZHUANG X., CAO L., MENG F., CONG P. (2014): Shifting to an energy-poor diet for nitrogen? Not the case for wintering herbivorous Lesser White-fronted Geese in China. – *Journal of Ornithology* 155: 705–712.
- WANG X., FOX A.D., CONG P., CAO L. (2013): Food constraints explain the restricted distribution of wintering Lesser White-fronted Geese *Anser erythropus* in China. – *Ibis* 155: 576–592.
- ZAR J.H. (1999): *Biostatistical analysis*. – Prentice & Hall. New Jersey, Upper Saddle River.
- ZLINSZKY A., DEÁK B., KANIA A., SCHROIFF A., PFEIFER N. (2015): Mapping Natura 2000 habitat conservation status in a pannonic salt steppe with airborne laser scanning. – *Remote Sensing* 7: 2991–3019.
- ZUUR A.F., IENO E.N., WALKER N., SAVELIEV A.A., SMITH G.M. (2009): *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. – Springer, New York.

Beérkezett / received: 2016. 03. 18. • Elfogadva / accepted: 2016. 06. 04.